

Государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Рязанский государственный медицинский университет имени академика И.П. Павлова» Министерства здравоохранения Российской Федерации

На правах рукописи

ПОХАЧЕВСКИЙ
АНДРЕЙ ЛЕОНИДОВИЧ

**АДАПТАЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В
ДИНАМИКЕ НАГРУЗОЧНОЙ ТОЛЕРАНТНОСТИ У СТАРШИХ
ШКОЛЬНИКОВ И СТУДЕНТОВ**

03.03.01 – физиология

диссертации на соискание учёной степени
доктора медицинских наук

Научный консультант:
д.м.н., профессор Лапкин Михаил Михайлович

Рязань, 2015

ОГЛАВЛЕНИЕ

Список сокращений.....	3
ВВЕДЕНИЕ.....	5
ГЛАВА 1. Обзор литературы. Объективизация контроля адаптационных возможностей организма человека в покое и при физической нагрузке.....	11
1.1. Оценка текущего функционального состояния.....	11
1.2. Способы оценки физической работоспособности.....	17
1.3. Физиологические параметры, определяемые при нагрузочном тестировании.....	27
1.4. Определение оптимальной нагрузки с учетом состояния нейрогуморальной регуляции.....	36
1.5. Нагрузочное тестирование практически здоровых.....	39
ГЛАВА 2. Организация, методология, объем и методы исследования.....	44
2.1. Исследование функционального состояния организма.....	44
2.2. Выбор и обоснование протокола нагрузочного тестирования.....	45
2.3. Обоснование методов исследования сердечного ритма.....	48
2.4. Исследование нейровегетативной регуляции СР при нагрузочном тестировании.....	60
2.5. Динамика временного ряда КРГ восстановительного периода.....	64
ГЛАВА 3. Результаты исследования и их обсуждение. Определение адаптационного потенциала при физической нагрузке.....	65
3.1. Изучение работоспособности диагностических методик.....	65
3.2. Диагностика приспособительной реактивности смешанной молодежной популяции.....	69
3.3. Характеристика смешанной популяции и кластерных групп.....	78
3.4. Особенности приспособительной реактивности кластерных групп.....	104
3.5. Сравнительная характеристика кластеров.....	107
3.6. Объем и общая характеристика исследований.....	120
ГЛАВА 4. Сердечный ритм и его регуляция в динамике нагрузочной толерантности.....	121
4.1. Изменчивость нагрузочной КРГ при формировании выносливости.....	121
4.2. Стабилизация СР при расширении нагрузочной толерантности.....	125
4.3. Анализ распределения кардиоинтервалов в период стресс-теста.....	129
4.4. Динамика распределения КИ нагрузочной КРГ при формировании смешанной выносливости.....	141
4.5. Динамика распределения кардиоинтервалов восстановительной ритмограммы при формировании смешанной выносливости.....	153
4.6. Динамика скорости восстановления сердечного ритма.....	166
4.7. Вегетативное регулирование СР в процессе формирования смешанной физической выносливости.....	178
4.8. Вегетативная регуляция и контроль нарушений СР в динамике нагрузочной толерантности.....	189
4.9. Групповой (факторный) анализ адаптационной реактивности.....	200
ГЛАВА 5. Анализ адаптационных резервов организма.....	212
5.1. Сравнительный спектральный анализ СР при проведении активной ортостатической пробы.....	212
5.2. Групповые закономерности адаптационной изменчивости.....	244
Заключение к главе 5.....	257
ГЛАВА 6. Комплекс диагностики и мониторинга функционального состояния, физической подготовленности и тренированности.....	263
6.1. Понятийный аппарат.....	263
6.2. Примеры нагрузочного тестирования.....	265
6.3. Сравнительная характеристика экспериментальных наблюдений.....	276
6.4. Сравнение с классическими показателями нагрузочной толерантности.....	284
6.5. Статическая ВРС, цена адаптации и физической нагрузки.....	286
6.6. Заключение по ВРС в состоянии относительного физиологического покоя.....	309
Выводы к главе 6.....	312
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	316
ВЫВОДЫ.....	339
ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.....	339
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	342

Список сокращений

АОП – активная клино-ортостатическая проба

ВНС – вегетативная (автономная) нервная система

ВРС (BCR) – вариабельность сердечного ритма,

– частотные показатели ВРС:

- TP (total power) – общая мощность спектра ВРС
- kTP – TP в положении клиностаза
- oTP – TP в положении ортостаза
- HF (high frequency) – высокочастотная мощность, отражает парасимпатическую заинтересованность
- HFnu = $(HF / (TP - VLF)) \times 100$ – мощность в диапазоне высоких частот выраженная в нормализованных единицах
- kHF – HF в положении клиностаза
- oHF – HF в положении ортостаза
- LF (low frequency) – низкочастотная мощность, отражает активность симпатического отдела ВНС
- LFnu = $(LF / (TP - VLF)) \times 100$ – мощность в диапазоне низких частот выраженная в нормализованных единицах
- kLF – LF в положении клиностаза
- oLF – LF в положении ортостаза
- LF/HF – симпато-парасимпатический баланс
- VLF (very low frequency) – сверх медленные колебания, отражают гуморально-метаболические влияния
- %VLF = $(VLF \times 100) / TP$ – относительная мощность VLF
- %LF = $(LF \times 100) / TP$ – относительная симпатическая активность
- %HF = $(HF \times 100) / TP$ – относительная парасимпатическая активность

ДИ – доверительный интервал

ДОО – долженствующий основной обмен

КИ (RR, rr) – кардиоинтервал, временной интервал между одноименными зубцами ЭКГ (мс, сек)

КОР – клино-ортостатическая реактивность: разность между одноименными спектральными характеристиками в клино- и ортостазе

КРГ – кардиоритмограмма,

– критерии моделирования и маркеры КРГ:

- T1 – точка перегиба КРГ: T1t – время от начала тестирования до T1, T1rr – длительность кардиоинтервала в T1
- N1, O1 – линейный тренд нагрузочной КРГ в период изменчивости: N1 – Пм наклон (Ед. $\times 10^{-3}$); O1 – Пм отрезок (Ед.)
- N2, O2 – линейный тренд нагрузочной КРГ в период стабилизации: N2 – Пм наклон (Ед. $\times 10^{-3}$); O2 – Пм отрезок (Ед.)
- N3, O3 – линейный тренд нагрузочной КРГ в период изменчивости после вычитания трендов: N3 – Пм наклон (Ед. $\times 10^{-3}$); O3 – Пм отрезок (Ед.)
- T2 – точка стабилизации КРГ: T2t, rr – аналогично T1
- Nmx – максимумы распределения нагрузочной КРГ: Nmx1, 2 – выраженность

(интенсивность, плотность) 1, 2 максимумов; $N_{mx1,2t}$ – время достижения 1, 2 максимумов

- V_{mx} – максимумы распределения восстановительной КРГ: $V_{mx1, 2}$ – выраженность (интенсивность, плотность) 1, 2 максимумов; $V_{mx1,2t}$ – время достижения 1, 2 максимумов

– П – границы областей распределения КРГ:

- П1 – граница II и III нагрузочных областей: П1t – время от начала тестирования до П1; П1rr – кардиоинтервал П1
- П2 – граница I и II нагрузочных областей; П2t, rr – аналогично П1
- П3 – нагрузочно-восстановительная граница; П3t, rr – аналогично П1
- П3н, о – линейный тренд до П3, н – Пм наклон ($Eд. \times 10^{-3}$), о – Пм отрезок
- П4 – граница II и III восстановительных областей: П4t, rr – аналогично П1; П4н, о – аналогично П3

КТ – коэффициент тренированности

МПК – максимальное потребление кислорода; МПК/кг – МПК на кг массы

Пм – показатель математической модели:

- н – наклон, характеризует скорость изменения изучаемого признака;
- о – отрезок, определяет постоянную составляющую эквивалентную среднему значению за моделируемый период

СР – сердечный ритм

– частотные показатели СР в период стресс-теста:

- нТРн, о – мощность ТР нагрузочной КРГ: н – Пм наклон, о – отрезок
- нНFn, о – мощность HF нагрузочной КРГ: н – Пм наклон, о – отрезок
- нLFн, о – мощность LF нагрузочной КРГ: н – Пм наклон, о – отрезок
- нТР – общая мощность спектра нагрузочной КРГ: время (мин)
- нHF – мощность HF нагрузочной КРГ: время реакции (мин)
- нLF – мощность LF нагрузочной КРГ: время реакции (мин)
- вТРн, о – ТР восстановительной КРГ: н – Пм наклон, о – отрезок
- вНFn, о – HF восстановительной КРГ: н – Пм наклон, о – отрезок
- вLFн, о – LF восстановительной КРГ: н – Пм наклон, о – отрезок

Статистическая обработка:

- Квартиль – уровень до 25Пц – 1 квартиль; до медианы – 2 квартиль; до 75Пц – 3 квартиль; до 100Пц – 4 квартиль
- Пц – перцентиль
- Kr-W – непараметрический метод множественных сравнений Kruskal-Wallis; * (под анализируемым критерием) – отсутствие существенности различий
- M-Wh – непараметрический метод парных сравнений Mann-Whitney: (n:k) – отсутствие существенных различий в паре, где n, k – номера сравниваемых групп
- r – сила корреляционной взаимосвязи; p – статистическая вероятность

ФК – функциональный класс

ФН – физическая нагрузка

ФС – функциональное состояние

W – мощность нагрузки (Ватт); $W_{кГм}$ – мощность нагрузки (кГм/мин)

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования

Достижение и сохранение здоровья в современном мире вызывает большие опасения, если его определение не осуществляется с позиций доказательности. Не случайно, основные положения 32-й сессии Всемирной ассамблеи здравоохранения: health promotion und protection (обеспечение и защита здоровья) опосредованы выраженной зависимостью от preventive services – принципа доказательного определения и оценки уровня здоровья [173, 174, 199].

В качестве оптимальной методологии оценки этого уровня, рассматривается мониторинг функциональных резервов – донозологическая диагностика на ранних этапах адаптационного синдрома. Их количественное определение строится на основе многоуровневого подхода включающего:

- во-первых, оценку состояния системы нейрогуморальной регуляции как показателя, отражающего текущее функциональное состояние и адаптационный потенциал организма [3, 4, 17, 18, 21, 22, 37, 59];

- во-вторых, изучение нагрузочной толерантности как интегрального показателя, характеризующего реализацию адаптационных резервов организма.

Изучение переносимости физической нагрузки, а, по сути – формирования выносливости, акцентировано не столько в связи с непреходящей актуальностью для спортивной физиологии и медицины, сколько по поводу перекрестных эффектов адаптации, обуславливающих выживаемость [31, 33, 34, 54-56]. Их взаимозависимость доказательно закрепила за нагрузочной толерантностью количественный эквивалент здоровья. При этом маркерами выживаемости: коронарных событий и общей смертности оказались не привычные ЭКГ критерии, а хронотропная недостаточность – неспособность к адекватному изменению ЧСС и мощность перенесенной нагрузки, выявленные в процессе максимального нагрузочного тестирования [121, 148, 195, 197, 209, 211, 220, 238]. Недостаточное нарастание, невозможность достижения намеченных значений ЧСС при нагрузке, темп замедления – на 1-й минуте восстановления,

максимальная мощность перенесенной нагрузки оставались мощными прогностическими факторами выживаемости и после внесения поправок на возраст, динамику сегмента ST, индекс массы тела, курение, артериальную гипертензию, диабет и отношение общего холестерина к его фракции с высокой плотностью [144, 191, 183, 240].

Значения предикторов, превосходящих диагностические рамки выживаемости, вероятно, могут свидетельствовать и об адаптационной состоятельности организма и определять количественный уровень здоровья, а с точки зрения спортивной медицины – физическую выносливость.

Жизненно важным остается и вскрытие механизмов регуляции СР, так как они предшествуют непосредственным изменениям на ЭКГ и могут быть использованы для изучения физиологических, пограничных и патофизиологических основ этой изменчивости. Данное обстоятельство позволит не только установить вероятность нарушений до их манифестации, но и отказаться от стресс-теста, необходимость которого продиктована условиями достижения объективности прогноза.

Недооценка нейрогуморальной регуляции, как одного из факторов лимитирующих физическую работоспособность, определяет необходимость ее изучения и изыскания оптимальных диагностических подходов [32, 59].

Известно, что новейшие предикторы коронарных инцидентов, обнаружены в результате более чем полувековых наблюдений, охватывающих многотысячные выборки, в условиях ограниченного количества анализируемых признаков. В свою очередь СР проявляется не столько усредненной ЧСС, а куда более сложной изменчивостью величины КИ «bit to bit», критичность которой к изучаемым явлениям не известна.

Цель работы

Установить гомеокинетические показатели сердечного ритма с тем, чтобы выявить закономерности их изменчивости в динамике нагрузочной толерантности, разработать алгоритм их мониторинга для доказательного определения и количественной оценки адаптации к физической нагрузке.

Задачи исследования

1. Проанализировать структуру СР и выявить физиологические закономерности его изменчивости в динамике нагрузочной толерантности.
2. Разработать диагностические подходы и уточнить закономерности регуляции СР при физической нагрузке.
3. Изучить чувствительность СР к регуляторным влияниям автономной нервной системы в динамике формирования выносливости.
4. Изучить взаимосвязи изменчивости и регуляции СР при физической нагрузке и в состоянии относительного физиологического покоя.
5. Выявить КРГ-критерии аэробно-анаэробной выносливости и определить физиологические закономерности ее формирования.

Научная новизна

Разработаны и впервые применены новые диагностические подходы к изучению КРГ при нагрузочном тестировании, реализованные, в том числе, в условиях переходных процессов.

Анализ СР во взаимосвязи с эргометрическими и регуляторными маркерами вскрыл ряд принципиально новых закономерностей структуры, формирования и осуществления адаптационных реакций:

– КРГ нагрузочной части велоэргометрии характеризуется гиперболическим трендом с колебательно-затухающей изменчивостью, маркеры которых предопределяют нагрузочную толерантность;

– объективизация изучения СР может осуществляться посредством математического моделирования временного ряда КРГ. Особенности модели устанавливаются в процессе анализа распределения RR-интервалов;

– уровень аэробно-анаэробной выносливости определяется: накоплением хронотропного резерва, обнаруживающимся смещением выявленных маркеров в низкочастотную область, причем при нагрузке время их манифестации увеличивается, а в период восстановления – уменьшается; качественным изменением чувствительности миокарда к регуляторным влияниям ВНС;

– способность миокарда отвечать на регуляторные влияния поступательно снижается в нагрузочный и возрастает в восстановительный период с существенно различимой индивидуальной скоростью. Причем чувствительность к парасимпатическим влияниям медленнее исчезает при нагрузке и быстрее восстанавливается после её прекращения;

– показатели нейрогуморальной регуляции в состоянии относительного физиологического покоя, отражая функциональное состояние организма и цену перенесенной физической нагрузки, не могут использоваться для прогноза нагрузочной толерантности.

Теоретическая и практическая значимость работы

1. На основе предложенных методов изучения КРГ и регуляции СР разработан, апробирован и внедрен:

- способ оценки функционального состояния при нагрузочном тестировании;

- способ определения переносимости физической нагрузки по точке ускользания сердечного ритма от вегетативного контроля

- способ определения границы аэробно-анаэробного перехода по кардиоритмограмме при нагрузочном тестировании

- способ определения вегетативной активности при нагрузочном тестировании

2. Обоснован, апробирован и внедрен принципиально новый нагрузочный протокол, позволяющий нивелировать индивидуальные и гендерные различия. В рамках настоящего протокола при проведении скрининговых исследований длительность нагрузочного периода может быть ограничена достижением нагрузочных маркеров, определяющих существенные черты физической выносливости.

3. Выявлены новые физиологические критерии нагрузочной толерантности и регуляции СР, определяющие их использование в диагностических и прогностических целях. На их основе предложена оценка и мониторинг

нагрузочной толерантности, смешанной выносливости, регуляторной чувствительности миокарда.

4. Разработаны подходы к оценке адаптационной стоимости нагрузки; динамическому мониторингу тренированности лиц, подверженных систематическим физическим нагрузкам; ранней диагностики состояния перегрузки и перетренированности; к определению переносимости и усвоения физической нагрузки с целью ее оптимизации.

5. Предложены подходы изучения последовательности случайных величин, определяющие их использование для математического моделирования и анализа временных рядов переходных физиологических процессов.

Внедрение результатов в практику

Результаты исследования внедрены на федеральном уровне в деятельность Московского научно-практического центра медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины; в практическую деятельность государственного комитета Псковской области по физической культуре и спорту, управления физической культуры г. Вологды и используются с целью медико-биологического контроля в работе спортивных школ. Внедрение в учебный процесс представлено в 3 учебных пособиях с Грифом УМО Минобрнауки.

Результаты исследований представлены на 10 Российских и международных научно-практических конференциях. Инновационные диагностические подходы закреплены в 5 пунктах формулы изобретений 4 Патентов РФ. В журналах, рекомендованных ВАК, опубликована 31 научная работа.

Структура работы

Диссертация изложена на 385 страницах машинописного текста и состоит из следующих разделов: «Введение», глава 1 «Обзор литературы», глава 2 «Организация, методология, объем и методы исследования», глава 3 «Результаты исследования и их обсуждение», глава 4 «Сердечный ритм и его регуляция в динамике нагрузочной толерантности», глава 5 «Анализ адаптационных резервов организма», глава 6 «Комплекс диагностики и мониторинга функционального

состояния, физической подготовленности и тренированности», «Заключение», «Выводы», «Практические рекомендации», «Список литературы». Библиографический указатель содержит 251 источник, из которых – 113 отечественных и 138 иностранных. Текст диссертации иллюстрирован 102 рисунками и 128 таблицами.

Основные положения, выносимые на защиту

1. Сердечный ритм, зарегистрированный в процессе нагрузочного тестирования в виде непрерывного временного ряда, несет в себе полноценную информацию о нагрузочной толерантности и регуляторных влияниях на сердце и может изучаться посредством математического моделирования КРГ. Характеристики модели устанавливаются в результате анализа распределения КИ.

2. Временной ряд нагрузочной части велоэргометрии характеризуется:

– индивидуальным условно-гиперболическим трендом, крутизна которого зависит от нагрузочной толерантности. Увеличение времени проявления маркера крутизны и удлинение КИ в нем, определяет улучшение переносимости ФН;

– колебательно-затухающей изменчивостью, предел которой обнаруживает точку стабилизации СР. С увеличением нагрузочной толерантности время до ее проявления увеличивается, а КИ в ней и скорость стабилизации уменьшаются.

3. Способность миокарда отвечать на регуляторные влияния поступательно снижается в нагрузочный и возрастает в восстановительный период с существенно различимой индивидуальной скоростью. Чувствительность к парасимпатическим влияниям медленнее снижается при нагрузке и быстрее восстанавливается после её прекращения. Динамика чувствительности миокарда к регуляторным влияниям напрямую связана с нагрузочной толерантностью: чем выше последняя, тем меньше скорость снижения чувствительности при нагрузке и быстрее восстановление после ее прекращения.

4. Формирование выносливости характеризуется: улучшением нагрузочной толерантности обнаруживающейся накоплением хронотропного резерва и соответствующей динамикой временных и интервальных маркеров КРГ; этапным изменением чувствительности миокарда к регуляторным влияниям.

ГЛАВА 1. Обзор литературы. Объективизация контроля адаптационных возможностей организма человека в покое и при физической нагрузке

1.1. Оценка текущего функционального состояния

Механизмы формирования волновой структуры сердечного ритма

Сердечный ритм (СР) обуславливается способностью специализированных клеток его проводящей системы спонтанно возбуждаться и генерировать потенциал действия. В физиологических условиях СР определяется пейсмекерной активностью синоатриального узла (СА-узла), влиянием вегетативной, центральной нервной системы, гуморальных и рефлекторных воздействий [2].

Основное регулирующее влияние на сердечный ритм оказывает вегетативная нервная система. В связи с тем, что парасимпатическим медиатором является ацетилхолин (латентный период 0.2 сек., период распада в синапсе 1 мс, минимальный период реакции около 2.5 сек.), парасимпатическая система регуляции считается быстрой. Колебания активности парасимпатической системы порождают изменения сердечного ритма с частотой 0.15–0.4 Гц (9–24 колебаний в минуту), формируя высокочастотные волны (HF – high frequency).

Симпатический медиатор норадреналин (латентный период 1 – 3 секунды, период реакции 10–30 секунд), повышает частоту спонтанных возбуждений СА-узла, увеличивая ЧСС, и определяет (медленную) симпатическую регуляцию. Волны, обусловленные ее влиянием, являются низкочастотными (LF – low frequency; 0.04–0.15 Гц; 2.4–9 колебаний в минуту).

Происхождение медленных волн неоднозначно. Снижение систолического выброса и увеличение притока крови к сердцу на вдохе обуславливает возникновение дополнительной пульсовой волны, проявляя модулирующее влияние парасимпатической регуляции на симпатическую [76, 77].

Самой медленной системой регуляции СР является гуморально-метаболическая. Она проявляется сверх медленными волнами (VLF – very low frequency, диапазон 0.003–0.04 Гц). При 24-часовой записи выделяют и ультранизкочастотные колебания (ULF) – менее 0.003 Гц. Предполагается, что определяющими их физиологическими и обменными факторами является

активность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, катехоламинов плазмы, системы терморегуляции, церебральных эрготропных структур.

Регуляция сердечной деятельности

Несмотря на сложность механизмов влияющих на СР реципрокное взаимодействие вегетативных составляющих может быть эффективно изучено посредством частотного анализа ВРС [17, 18, 21, 22, 38, 59, 61, 135, 226]:

1. Дыхательные волны, определенные как высокочастотные спектральные компоненты, являются маркером преобладания модуляции блуждающего нерва.

2. Ритм, относящийся к вазомоторным волнам, определенный как низкочастотные спектральные компоненты, является маркером повышения активности симпатического отдела автономной нервной системы.

3. Реципрокное соотношение между этими ритмами характеризует баланс симпатических и парасимпатических влияний.

4. Короткая запись (5 минут) позволяет адекватно оценить только LF- и HF-компоненты. Оценка вегетативного баланса осуществляется с учетом соотношения LF/HF в нормализованных единицах с исключением VLF.

Сердечный ритм, отражая вегетативные, гуморальные и рефлекторные влияния, обусловленные изменяющимися условиями среды, является зеркалом адаптационных реакций организма [106-108, 205, 239]. Отклонения, возникающие в регуляторных системах, предшествуя гемодинамическим, метаболическим и энергетическим нарушениям обнаруживают наиболее ранние прогностические признаки неблагополучия. При этом СР служит индикатором этих отклонений [19, 20, 25, 30, 62, 63, 65, 145, 152]. Исследование ВРС, вскрывая особенности нейрогуморальной регуляции и определяя текущее ФС организма, позволяет осуществить прогноз заболевания, контролировать проводимое лечение, дать рекомендации по его оптимизации [59, 72, 134].

Спектральный анализ СР

Спектральный анализ подразумевает распределение числовой последовательности на близкие по частоте составляющие. Спектральный анализ СР позволяет обнаружить родственные периодические составляющие в

колебаниях RR-длительностей и количественно оценить их вклад [59, 94, 95, 109].

Быстрое преобразование Фурье, которому подвергается временной ряд КРГ, используется с целью выделения входящих в него спектров, отражающих его изменчивость. Иными словами, последовательность кардиоинтервалов группируется в совокупности спектров различающихся по частоте, каждый из которых имеет свою плотность (мощность).

В норме общая мощность (TP - Total power, диапазон 0.003-0.40 Гц) спектра здорового человека отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на СР и подразделяется на три основных составляющих: высокочастотные (HF), низкочастотные (LF) и сверх низкочастотные (VLF) колебания.

Измерение мощности VLF, LF и HF осуществляется в абсолютных единицах ($\text{мс}^2/\text{Гц}$), но HF- и LF-компоненты могут быть дополнительно выражены в нормализованных единицах, которые отражают относительный вклад каждого из компонентов в общую мощность при исключении VLF.

При спектральном анализе парасимпатическая и симпатическая активность может быть оценена за короткие промежутки времени (2-5 минут). Это позволяет изучить влияние на ВРС различных короткодействующих факторов.

Ограничения в применении спектрального анализа определяются требованиями к стационарности временного ряда и определяются исключением из анализа артефактов и эктопических ритмов, возрастающих и убывающих трендов, анализу подлежат только синусовые КИ.

Подходы к методике записи и анализу ВРС объединены наиболее обоснованным стандартом Североамериканского общества электростимуляции, электрофизиологии и Европейского общества кардиологов [236].

Функциональные пробы

Наиболее значимой работой с КРГ, позволяющей оценить функциональное состояние организма, вегетативное обеспечение деятельности и реактивность, является проведение функциональных проб [44, 113, 242, 248].

В зависимости от вида, характера и механизма воздействия выделяют пробы с физической нагрузкой (циклической, изометрической), нервно-

рефлекторные (ортостатическая, синокаротидная), метаболические (гипоксия), фармакологические и информационные (ментальный стресс) тесты [63, 200, 215].

Несовершенство настоящей классификации определяется не столько бесконечным числом возможных проб, сколько неизбежностью попадания одной и той же пробы в различные категории. При этом основополагающей является цель тестирования. Основная цель ритмографических проб – выяснение реакции ВНС на внешние воздействия.

Ортостатическая проба является простым, высокоинформативным и доступным методом исследования. Имеет два варианта: активная ортостатическая проба (АОП) и пассивная (Tilt-test), определяющая "золотой стандарт" в диагностике ортостатических расстройств [59, 172, 242].

Цели исследования: оценить реактивность отделов ВНС, определить толерантность к резким изменениям положения тела в связи с профессиональной деятельностью, выявить ортостатическую устойчивость перед назначением лекарственных средств (гипотензивные препараты), дифференциальная диагностика обморочных состояний, нейроциркуляторных расстройств.

При переходе в вертикальное положение уменьшается венозный возврат к правым отделам сердца, минутный объем снижается на 0.5-2.5 л/мин. Падение АД раздражает механорецепторы барорефлекторных зон и включает механизмы его поддержания. В течение первых 15 сердечных сокращений происходит увеличение ЧСС, обусловленное перераспределением и депонированием крови в нижней части тела. Центральные механизмы регуляции выключены: вагусная активность минимальна. Если положение тела остается вертикальным включаются механизмы барорефлекса: возрастает парасимпатическая активность – СР урежается. Настоящий феномен сформулирован Эвингом [159]: "При раздражении n.vagus его тонус минимальный в районе пятнадцатого сокращения сердца и максимальный в районе тридцатого". Через 1 – 2 минуты после перехода в ортоположение активизируется симпатический отдел, обуславливая учащение ЧСС и увеличение периферического сопротивления, и лишь затем ренин-ангиотензин-альдостероновый механизм [30, 59].

Интерпретация активной ортостатической пробы (АОП) по КРГ

Переходный период, определяемый как отношение минимального значения КИ в районе 15 удара от начала вставания, к самому длинному RR-интервалу в области 30 сокращения – коэффициент 30:15 ($K_{30:15}$) или индекс Эвинга, имеет самостоятельное диагностическое значение. Он характеризует реактивность парасимпатического отдела ВНС и не зависит от скорости вставания и возраста. Его низкий уровень, указывая на вагусную недостаточность, уточняет генез тахикардии, не всегда имеющей симпатическое происхождение. У молодых здоровых людей $K_{30:15}$ при нормальной реакции (1.25 – 1.75) ЧСС после переходного процесса снижается не более чем на 30% от исходного уровня [59].

Оценка показателей ВРС в спортивной медицине

Целью исследования ВРС у спортсменов являются: оценка текущего функционального состояния и адаптационного потенциала организма, раннее выявление дезадаптации, срочный контроль цены физической нагрузки. Оценка показателей ВРС позволяет прогнозировать функциональное состояние, решать вопросы отбора, более рационально определять нагрузочные режимы.

Различная направленность тренировочного процесса оказывает влияние на характер адаптационных изменений. У спортсменов с большой интенсивностью динамических нагрузок доля случайных влияний на пейсмекерную активность синусового узла уменьшается. В группе спортсменов, развивающих быстроту и силу, наблюдается более тесная взаимосвязь между показателями ВРС, морфометрии и гемодинамики. Наличие тесной взаимосвязи между ритмом, размерами камер и сократительной способностью позволяет сердцу мгновенно включаться в работу максимальной мощности. При этом структура одноименных связей в группе спортсменов, развивающих силу, существенно различается с группой преимущественно формирующих выносливость [59].

Таким образом, специфика тренировочного процесса является определяющим фактором не только в становлении функциональных систем, но и определяет особенности вегетативной ответственности [6, 48, 63, 65, 201].

Изучение кросс-корреляционных взаимоотношений показателей ВРС,

сердечного ритма, гемодинамики, дыхательной системы, морфометрии, психофизиологических параметров ЦНС в покое и при проведении функциональных проб позволяет получить наиболее полное представление о состоянии спортсмена, оценить динамику тренировочного процесса и определить пути его оптимизации [59-65].

Влияние спортивной ФН на показатели ВРС

В процессе систематических ФН растет общая мощность спектра, преимущественно за счет увеличения HF-компонента [158]. При физическом перенапряжении за 1 – 3 недели до снижения спортивных результатов уменьшается высокочастотная активность и относительно возрастает мощность медленных и очень медленных спектров на фоне брадикардии [2].

При изучении КРГ спортсменов, тренирующих выносливость, по мере приближения к пику спортивной формы определяется снижение амплитуды дыхательных волн на фоне замедления ритма. При длительных физических нагрузках и снижении тренированности КРГ модифицируется от парасимпатического к симпатическому и гуморально-метаболическому доминированию. Снижением $K_{30:15}$, недостаточной или избыточной активацией симпатического отдела проявляются нарушения регуляции СР при ортопробе. При нарастании процессов дезадаптации на фоне брадикардии формируется аvariабельный ритм или тахикардия. Крайняя степень "эмансипации" СА-узла от регуляторных влияний и его гиперчувствительность к экстракардиальным влияниям определяют основу этих феноменов [59, 60, 63, 64].

Проведение ортостатической пробы и нагрузочного тестирования позволяет детально оценить состояние и степень тренированности спортсмена [16, 59, 61, 62]. При этом показатели ВРС имеют сигнальное значение, определяющее не наличие, а степень выраженности регуляционных отклонений. Чувствительность и методическая простота оценки ВРС делают данный метод незаменимым для оперативного контроля этих изменений.

Степень снижения мощности ВРС отражает физиологическую цену деятельности: физической нагрузки, тренировки, стресса [97-99, 103, 228, 229].

Диагностическая ценность исследования определяется контролем динамики ФС при повторных исследованиях. В условиях больших по объему и интенсивности тренировочных нагрузок оценка ФС дает возможность более корректного ведения тренировочного процесса – предупреждения перехода адаптационных изменений за границы целесообразного приспособления.

Отсутствие восстановления спектральной мощности ВРС на следующий день после тренировки, избыточное нарастание симпато-адреналовой активности и недостаточная реактивность парасимпатического отдела ВНС при проведении АОП, позволяют осуществлять раннюю диагностику переутомления. При этом контроль адекватности нагрузок касается не только спортсменов, но и всех, ведущих активный образ жизни. В этом случае оценка ВРС определяет возможность рационального построения тренировок, их индивидуализации с учетом результатов ФС [59].

1.2. Способы оценки физической работоспособности

Роль тестов с физической нагрузкой в оценке функционального состояния и ФР трудно переоценить, так как способность организма адаптироваться к изменяющимся условиям внешней среды наиболее полно реализуется в условиях модели такого или подобного, воздействия [10, 11, 14, 29, 42, 89, 96, 100, 246].

Протоколом нагрузочного тестирования называют методику дозирования ФН. Его выбор определяется целями исследования и зависит от антропометрических, возрастных, половых особенностей, состояния здоровья обследуемого, возможностей лаборатории, опыта персонала.

Типы протоколов различаются по способу дозирования нагрузки – с учетом антропометрических, возрастных или гендерных различий. Мощность подбирается индивидуально, переносимость оценивается по достигнутой ЧСС или другим параметрам (АД, ДП).

Индивидуализация нагрузки достигается различными способами:

- 1 Вт на 1 кг массы тела;
- с учетом площади поверхности тела, при этом в расчет принимается рост и

масса обследуемого;

- протокол Преварского [73]. Мощность нагрузки зависит от массы, длины тела и возраста обследуемого;

- протокол В.М.Михайлова. Мощность нагрузки дозируется, исходя из величины ДОО. Это оптимальный подход, позволяющий при выборе мощности нагрузки принять во внимание антропометрические особенности (масса и длина тела), а также пол и возраст пациента [63];

- «Шведский» трехступенчатый протокол. Мощность нагрузки рассчитывается с учетом массы, длины тела, пола и возраста обследуемого.

Данные протоколы (за исключением «Шведского») могут быть как одно-, так и многоступенчатыми. Область применения – оценка физической работоспособности практически здоровых или лиц с небольшими отклонениями в здоровье. Цель исследования сравнить физическое состояние индивидуумов с различными антропометрическими и возрастными характеристиками (военнослужащих подразделения, учащихся одной группы, игроков одной спортивной команды). С диагностической целью эти протоколы используются при скрининговых исследованиях, обследовании бессимптомных пациентов, входящих в группу риска (водителей, лиц с выраженной гиперхолестеринемией).

Достижение критического уровня нагрузки определяется по ЧСС, АД, изменениям ЭКГ или клиническим симптомам. При этом если основным фактором, лимитирующим режим двигательной активности, является коронарная проходимость, то именно она и является предметом изучения, в то время как антропометрические, возрастные, половые различия игнорируются. Основное назначение – обследование пациентов с ишемическими нарушениями. Варианты:

- мощность нагрузки возрастает постепенно на 25 – 50 Вт, с фиксированным шагом, без отдыха. На каждой ступени преследуется цель «stady state» (устойчивого состояния), когда ЧСС, АД и другие кардиореспираторные параметры существенно не меняются, продолжительность ступени 3 – 4 мин;

- аналогичный протокол, отличающийся тем, что после каждой ступени нагрузки следует период отдыха 1 – 3 мин. Необходимость отдыха определяется:

проведением диагностических мероприятий, трудно воспроизводимых в ходе нагрузки, вероятностью отсроченных реакций (ишемия восстановительного периода), безопасностью пациента при недостаточной опытности персонала.

- «gamr» протоколы, в ходе которых мощность нагрузки возрастает плавно, с небольшим шагом (10 – 25 Вт), через короткие промежутки времени (0.25 – 1.5 мин), когда устойчивое состояние не достигается.

Мощность нагрузки дозируется с учетом метаболических эквивалентов (MET). Не смотря на то, что данный подход более распространен при тестировании на тредмилле, его преимуществом является возможность соотнесения результатов тестирования с видом физической деятельности и режимом двигательной активности.

Протоколы «до отказа»

- мощность нагрузки фиксирована, а физическая способность оценивается по продолжительности тестирования;

- время нагрузки фиксировано. Предполагаемая мощность за это время рассчитывается по формуле или номограмме исходя из нескольких тестов различной длительности «до отказа» [114, 169].

Варианты: тест Tornvall – предельная 6-минутная мощность; тест Новакки – нагрузка возрастает каждые 2 минуты на величину 1 Вт/кг массы обследуемого; 1 – минутный Вингатский анаэробный тест, максимальная частота педалирования за 1 минуту и 30 секунд при заданной мощности 30 кГм/об и 0.5 кГм/кг/об в минуту соответственно коррелирует с показателем максимального кислородного долга. Протоколы используются преимущественно в спортивной медицине [71].

Стохастические нагрузки

Традиционные тестовые нагрузки на велоэргометре или тредмилле являются суррогатными, так как их динамика не соответствует таковой в быту и на производстве, что нивелирует их влияние на гемодинамические показатели. В свою очередь случайные нагрузки больше соответствуют повседневным, а их нормальное частотно-амплитудное распределение тесно взаимосвязано с характеристиками системы регуляции сердечного ритма (0.1 – 0.5 Гц). При

сопоставлении традиционной ВЭМ-пробы (ступенчато нарастающая нагрузка 25 – 50 – 75 Вт) со стохастической нагрузкой с псевдонормальным распределением мощности в диапазоне 40 – 80 Вт и продолжительностью каждой ступени 30 с, время появления ишемии сократилось, а чувствительность пробы повысилась на 25 – 35% [70].

Наиболее распространенные нагрузочные протоколы велоэргометрии

Протокол с постоянной мощностью нагрузки Астранда.

Достоинства и недостатки этой методики связаны с номограммой определения МПК по ЧСС [124-133]. Регрессионное уравнение, лежащее в ее основе, составлено в группе тренированной молодежи, при достижении ЧСС в пределах 140 – 150 уд/мин. ЧСС выше или ниже этих значений увеличивает диагностическую погрешность. Протокол не приемлем для определения МПК у возрастных пациентов, больных ИБС, при легочной или сердечной недостаточности, артериальной гипертензии. Основное предназначение – оценка физической работоспособности.

Особенности протокола. Мощность нагрузки устанавливается на уровне 100 Вт для практически здоровых женщин и 150 Вт – для мужчин. В том случае, если ЧСС при заданной мощности через 1 – 2 мин менее 130 уд/мин, нагрузку следует несколько увеличить, если ЧСС более 150 – 140 уд/мин, нагрузку необходимо уменьшить. В итоге при установлении «устойчивого состояния» ЧСС должна быть около 150 уд/мин. Продолжительность нагрузки 4 – 6 мин. Пороговое значение ЧСС рассчитывается как среднее значение трех устойчивых (нормальных) КИ непосредственно перед прекращением нагрузки. МПК определяется по пороговой ЧСС.

Корректное использование номограммы Астранда с целью определения МПК возможно только при строгом соблюдении настоящего протокола.

Расчет мощность нагрузки от величины ДОО по В.М.Михайлову [63].

ДОО определяется с учетом массы, длины тела, возраста и пола обследуемого, наиболее полно отражая его индивидуальные особенности, устанавливается

непосредственно или по формуле ГARRИСА-БЕНЕДИКТА.

Мощность нагрузки вычисляется по формуле: $M = \text{ДОО} \times K$, где M – мощность нагрузки (Вт); K – коэффициент, учитывающий степень физической подготовленности и состояние здоровья обследуемого. Для практически здоровых мужчин $K = 0.1$. У женщин 0.07 . Продолжительность пробы 3 – 5 минут. Тест предназначен для оценки физической работоспособности.

Преимущества протокола. Наиболее полно учитываются индивидуальные антропометрические, возрастные и половые различия, что повышает чувствительность теста при использовании в диагностических целях, минимизируется время обследования. За счет более «жесткой» нагрузки не успевают включиться компенсаторные механизмы – феномен «прохождения через боль». При этом увеличивается вероятность «положительного» результата тестирования, но и развития осложнений.

С учетом описанных ограничений ориентировочно оценить физическое состояние при проведении данного протокола возможно с использованием номограммы АСТРАНДА. Кроме того, дозирование нагрузки по ДОО может быть использовано и при проведении сложных протоколов нагрузочного тестирования, требующих расчета первичной нагрузки. При этом антропометрические, возрастные и половые различия «устраняются» уже на этапе первичного выбора мощности нагрузки.

Косвенная оценка МПК по достигнутой ЧСС с использованием регрессионных пересчетов является весьма приближительной. При отсутствии прямого газоанализа с существенно меньшей погрешностью физическое состояние определяется исходя из достигнутой ЧСС или по расчету доли ЧСС от максимальной возрастной. При этом меньшее значение этих показателей при одной и той же мощности нагрузки, соответствует большему уровню – физической работоспособности. Оценка физического состояния с учетом достигнутой ЧСС без экстраполяции на МПК, не требует условных приближений и потому более корректна.

Тест PWC170 предложен в 1947 году (Т. Sjostrand) и модифицирован (В.

Карпман) в 1969 [24, 40, 41, 231]. В 1968 году рекомендован ВОЗ для определения ФР. В настоящее время используется при обследовании спортсменов, а также граждан с недостаточностью питания, исполняющих воинскую обязанность [111]. Физическая работоспособность в пробе выражается в единицах мощности нагрузки (кГм/мин), при которой ЧСС достигает 170 уд/мин. Выбор указанной ЧСС, обусловлен, во-первых, началом зоны оптимального функционирования кардиореспираторной системы; во-вторых, границей линейной зависимости между ЧСС и мощностью выполняемой нагрузки.

Методика проведения теста. В оригинальном варианте (Каролинский университет, Швеция) испытуемый выполнял на велоэргометре непрерывную, ступенчато возрастающую нагрузку (длительность ступени 6 мин) до тех пор, пока ЧСС не достигала 170 уд/мин. Данный протокол был обременительным для испытуемого и занимал много времени. В дальнейшем прямое определение мощности нагрузки при ЧСС 170 уд/мин заменялось экстраполяцией, что позволяло рассчитывать PWC170 при меньших значениях ЧСС. Методика теста PWC170 в модификации В.Л.Карпмана имеет свои особенности. Испытуемому предлагается последовательно выполнить двухступенчатую (по 5 мин.) нагрузку умеренной интенсивности, разделенную 3-минутным интервалом отдыха, при этом мощность второй ступени должна преобладать над первой. На последней минуте (за 30 сек.) каждой ступени определяется ЧСС. Затем в прямоугольной системе координат откладываются точки, соответствующие нагрузке и ЧСС при работе на обеих ступенях. Учитывая, что между ЧСС (ось ОХ) и мощностью нагрузки (ОУ) имеется линейная зависимость, через аргумент горизонтальной оси, соответствующий 170 уд/мин восстанавливается перпендикуляр к прямой соединяющей экспериментальные точки. Мощность нагрузки в точке пересечения с экспериментальной прямой соответствует PWC170. Погрешности графических построений преодолены в 1969 году, когда была предложена формула расчета PWC170 [36]. Выявленная у спортсменов различных специализаций в возрасте от 18 до 30 лет зависимость между достигнутой ЧСС и мощностью перенесенной нагрузки описана линейным уравнением: $f = 0.056W + 84$, где f – ЧСС (уд/мин), W

– мощность нагрузки (кГм/мин). При этом прямой участок зависимости f от W заканчивался при ЧСС, близкой к 170 уд/мин.

Физическая работоспособность рассчитывалась по формуле: $PWC170 = W_1 + (W_2 - W_1)((170 - f_1)/(f_2 - f_1))$, где W_1, W_2 – мощности 1, 2 ступеней (кГм/мин), а f_1, f_2 – ЧСС в конце 1, 2 ступеней (уд/мин) соответственно.

Мощности 1 и 2 ступеней нагрузки устанавливаются по таблицам: в зависимости от массы тела и спортивной специализации, во-первых; и исходя из мощности и ЧСС на 1-й ступени нагрузки, во-вторых. При этом указанные мощности должны существенно различаться, а разница по ЧСС в конце каждой ступени должна составлять не менее 40 уд/мин. Оптимальный вариант – когда ЧСС на 2-й ступени достигает уровня близкого к 170 уд/мин.

Корреляционный анализ выявил у спортсменов высокую положительную связь $PWC170$ с МПК ($r=0.905$), объемом сердца ($r=0.62$; $p<0.005$), максимальным ($r=0.851$; $p<0.001$) и стандартным (при нагрузке 100Вт) ударным объемом ($r=0.61$; $p<0.001$) [10]. Определенные у спортсменов корреляционные зависимости послужили основой для создания математических формул, многие годы, применявшиеся как в спортивной медицине, так и в клинике для определения МПК и расчета параметров центральной гемодинамики.

ФР оценивают путем сравнения индивидуальных показателей $PWC170$ с нормальными показателями для той или иной популяции или группы.

Основные ошибки интерпретации связаны с некорректным переносом и сравнением значений $PWC170$ спортсменов, с данными практически здоровых, но нетренированных групп, пожилых людей и тем более больных. Кроме того, индивидуальные колебания показателя, связанные с антропометрическими особенностями, половыми различиями, влиянием возраста, наследственности, повседневного уровня физической активности вообще не принимаются во внимание и соответственно не учитываются [63].

При обследовании больных, а также декретированных групп (пожилые, дети, женщины и пр.) применять тест $PWC170$ без предварительной отработки нормативов для конкретной популяции не представляется возможным.

У протокола PWC170 есть ряд принципиальных недостатков [63]. Вызывает сомнения корректность и физиологический смысл величины ЧСС 170 уд/мин. В частности, у спортсменов, тренирующих выносливость даже при нагрузке «до отказа» часто не удается достичь пульса 170 уд/мин. Данная частота у пациентов с синдромом слабости или дисфункции синусового узла также не может иметь правильной интерпретации. Физическая работоспособность подростка, который, при относительно небольшой мощности нагрузки достигает ЧСС 170 уд/мин и без особых усилий продолжает тестирование также не может быть адекватно установлена. В этой связи возникает вопрос необходимости использования методов экстраполяции, для расчета мощности нагрузки по вероятной ЧСС, если это можно сделать напрямую, по крайней мере, для практически здоровых лиц. При этом если достичь заданного уровня ЧСС не удастся, значит, у обследуемого величина PWC170 лишена физиологического смысла.

У пациентов старше 50 лет ЧСС 170 уд/мин часто не может быть достигнута по возрасту – следовательно, и определение работоспособности при такой ЧСС невозможно. Оценка данного качества по показателю PWC150 также бессмысленна, так как указанная ЧСС у этих пациентов достижима напрямую.

Принципиальные неточности в формуле определения максимального потребления кислорода: $МПК = 1.7PWC170(AF) + 1240$, связаны с косвенным определением МПК по формуле DobeIn.

Таким образом, определение физической работоспособности с помощью теста PWC имея важное достоинство – хорошую проработку, обширный фактический материал, обладает существенным рядом недостатков – дефекты физиологического обоснования, многочисленные допущения, экстраполяции, косвенные методики расчета получаемых показателей, неопределенность дальнейшего использования результатов. Все это накладывает серьезные ограничения на его применение.

Трехступенчатый тест («Шведский» протокол) по Sjostrand

В 1969 году Sjostrand [231] предложил тест, который по числу ступеней нагрузки назвали «трехступенчатым», а по месту разработки: Каролинский

университет Стокгольм – Шведским. Тест предназначен для определения ФР. При выборе мощности нагрузки устранен ряд недостатков PWC170. В частности, мощность нагрузки устанавливалась с учетом возраста, массы тела и пола обследуемого. Введена 3-я ступень нагрузки, чтобы при определении МПК методом экстраполяции уменьшить значимость 1-й ступени – снизить психовегетативные влияния на результаты тестирования. Тест хорошо проработан, зависимость между ЧСС и МПК выводится по результатам прямого газоанализа. При выборе значения мощности 1-й ступени нагрузки учтено физическое состояние обследуемого. Человеку, занимающемуся физическим трудом или регулярно выполняющему физические упражнения, мощность нагрузки устанавливается по верхней границе указанного диапазона.

Многоступенчатая нагрузка

В зависимости от физического состояния обследуемого, особенностей заболевания, пола, возраста выбирается один из вариантов протокола: непрерывно возрастающая многоступенчатая нагрузка, возрастающая многоступенчатая нагрузка с периодами отдыха. В первом случае нагрузка увеличивается каждые 3 – 5 минут на установленную величину. Для практически здоровых мужчин она составляет 50 Вт. При необходимости число ступеней протокола: 50 – 100 – 150 – 200 Вт может быть увеличено. Для физически ослабленных лиц применяется более мягкий протокол: 25 – 50 – 75 – 100 Вт. Возможные варианты: 30 – 60 – 90 – 120 и подобные не имеют принципиальной разницы. Существенным для настоящего протокола является определение стартовой (пороговой) мощности и достижение на каждой ступени «устойчивого состояния», при общей длительности нагрузочного периода 8 – 12 минут.

Возрастающая многоступенчатая нагрузка с периодами отдыха используется при необходимости проведения диагностических измерений между ступенями, высокой вероятности отсроченных реакций или при недостаточной опытности врача в интересах безопасности пациента.

В зависимости от целей тестирования протокол может выполняться как максимальная или субмаксимальная нагрузочная проба [65]. Первая

предназначена для выявления ранних признаков ИБС и уточнения состояния физической работоспособности практически здоровых людей, при обследовании спортсменов, профессиональном отборе на работу, требующую здоровья и высокой физической работоспособности [115]. Диагностическая максимальная нагрузочная проба показана практически здоровым людям или лицам с сохранной физической работоспособностью, но имеющим какие-либо отклонения, заставляющие предположить наличие у них ранних проявлений ИБС или других заболеваний. Стандартный протокол включает ступенчатую (по 3 мин.) нагрузку: 50-100-150-200 Вт и так далее до появления критериев прекращения пробы. Субмаксимальная проба прекращается при достижении ЧСС (75 – 85% от максимальной). Ее протокол: 25 – 50 – 75 и так далее при длительности каждой ступени 3 – 5 минут для достижения «устойчивого состояния» – более «мягкий».

Ramp-протокол

В связи с тем, что протоколы, в ходе которых используются большие, неравные инкременты нагрузки, нарушающие линейные отношения между потреблением кислорода и ЧСС, не позволяют корректно оценить динамику процесса, влияют на диагностическую ценность полученного результата, появилась необходимость альтернативных подходов. Ramp-протокол, предполагающий приращение нагрузки с «малым шагом» (10–30 Вт) через небольшой промежуток времени (1-2 мин) лишен этих недостатков. При этом достижения «устойчивого состояния» не требуется, а общая продолжительность нагрузочного периода не должна превышать 12 минут. Основное назначение ramp-протоколов – точное определение пороговой мощности нагрузки, энергетической стоимости работы (МПК, МЕТ), функционального состояния сердечно-сосудистой системы, эффективности проводимых лечебно-восстановительных мероприятий [63, 202, 204]. Настоящий тест, изначально предложенный для циклического эргометра в дальнейшем адаптированный для тредмилла – наиболее перспективен для дальнейшего развития [63, 147, 193].

Дозирование нагрузки по метаболическому эквиваленту (МЕТ)

Настоящий протокол подразумевает дозирование нагрузки, исходя из ее

метаболической стоимости. Данный подход может быть использован и при проведении эргометрии по ramp-протоколу. Использование MET позволяет при достижении порогового или предельного уровня нагрузки непосредственно оценить функциональный класс пациента а, используя таблицы расхода энергии по видам деятельности – дать рекомендации по режиму двигательной активности. Исходя из MET, рассчитывается и расход калорий. $\text{Калории/мин} = (\text{MET} \times 3.5 \times \text{Масса тела (кг)}) / 200$. Существенным недостатком может являться лишь косвенный расчет MET (по таблицам исходя из массы, пола и возраста; или уровню МПК – мл/кг/3.5). Определение MET путем газового анализа существенно увеличит ценность метода [63].

1.3. Физиологические параметры, определяемые при нагрузочном тестировании

Значение ЧСС до начала, в процессе физической нагрузки и после ее завершения является одним из важнейших интегральных показателей состояния организма [35, 36, 96, 116, 194]. При проведении нагрузочного тестирования исследуют: ЧСС в покое (ЧССп); ЧСС на пике нагрузки (ЧССрк); максимальную ЧСС (ЧССтх); ЧСС восстановления (ЧССв); прирост ЧСС (dЧСС) – прирост по сравнению с исходным уровнем или относительно предыдущей ступени нагрузки, выраженный в абсолютных цифрах или процентах; мгновенную ЧСС, под которой подразумевают текущее значение ЧСС; среднюю ЧСС (ЧССср) за определенный отрезок времени.

Особенности регистрации и интерпретации ЧСС покоя

ЧССп определяется непосредственно перед началом нагрузочного тестирования (сидя на велоэргометре, стоя на тредмилле). ЧСС – лежа, является показателем покоя, только для горизонтальной велоэргометрии. ЧССп зависит от возраста, уровня физической тренированности, пола, положения, в котором регистрируется ЧСС. В положении «стоя» значение ЧСС может существенно зависеть от времени начала и продолжительности регистрации ЧСС: непосредственно после перехода в это положение (30 сек) наблюдается выраженная динамика ЧСС, обусловленная реакцией Эвинга $K_{30:15}$. Поэтому кор-

ректная оценка значения ЧСС возможна спустя примерно 1 минуту. Диагностическое значение ЧСС покоя в клинике определяется существенным увеличением риска внезапной смерти с ростом данного показателя (ЧССп>75 уд/мин; риск 3.92) [191].

Пиковая и максимальная ЧСС. Для адекватной интерпретации нагрузочной динамики СР, до начала тестирования определяется максимальная возрастная ЧСС. Этот показатель является определяющим и при установлении предельного уровня нагрузки. Расчет осуществляется по формуле Shepherd: 220–возраст (для мужчин), 210–возраст (для женщин). Погрешность: ±10-12 уд/мин.

На основе максимальной ЧСС определяется долженствующий уровень ЧСС на нагрузку (он соответствует ЧССрк):

а) как 85% от ЧССтх; б) по таблице Sheffield [230];

в) по формуле, с учетом возраста и уровня здоровья: $ЧССрк = ЧССп + К \times (215 - (В + ЧССп))$, где К – коэффициент здоровья (0.8 – для здоровых лиц; 0.9 – для спортсменов; 0.7 – для пациентов со стенокардией напряжения; 0.6 – для перенесших в прошлом инфаркт миокарда); В – возраст (лет) [63].

Понятие ЧССрк используется в том случае, если нагрузка прекращена до достижения ЧССтх по каким-либо причинам. Если ЧССрк достигла уровня 85% от максимальной, рассчитанной с учетом возраста, то она именуется ЧССтх.

Целесообразность расчета прироста ЧСС – разницы между ЧССп и рк была подтверждена при $dЧСС < 89$ уд/мин существенно увеличивающей до 6.18 относительный риск внезапной смерти [158].

Изменение ЧСС в процессе нагрузочного тестирования

Между длительностью сердечного цикла и мощностью мышечной работы имеется отчетливая зависимость, которая может быть выражена математически: $C(N) = 415 \times (e^{-2.1N} + e^{-0.11N})$, где C(N) – длительность сердечного цикла (мс), зависящая от мощности работы – N (тыс. кГм/мин); e – основание натуральных логарифмов [42].

Изучение динамики нагрузочной ЧСС предполагает оценку хронотропного ответа. Снижение его величины диагностируется при невозможности достижения

85% от максимальной ЧСС с учетом возраста. Сниженный хронотропный ответ ассоциируется с большей распространенностью ИБС и признается независимым предиктором коронарных событий и общей смертности [142-144, 170, 193, 203]. Хронотропная недостаточность (ХН) (chronotropic incompetence) – неспособность к адекватному ускорению ЧСС под влиянием симпатoadренальной стимуляции – является независимым предиктором наличия и тяжести ИБС [197, 250]. При этом частота выявления ИБС оказалась выше, чем в группе с выраженной нагрузочной депрессией ST (90/70%) и значительно выше, чем у пациентов с нормальным ST (72/27%) [143]. При ретроспективном наблюдении 2700 участников нагрузочного тестирования установлено, что обследуемые с нормальным сегментом ST при наличии ХН имели равную частоту коронарных событий, что и пациенты с ишемическим сегментом ST [155].

Хронотропный индекс (ХИ), определяемый отношением $dЧСС$ (от исходного уровня) к динамике метаболического резерва (прироста MET от уровня покоя) также является весьма чувствительным прогностическим маркером. Существующая в норме линейная зависимость между ростом ЧСС и расходом метаболических запасов при возрастающей нагрузке устанавливает их отношение близким к единице от 0.8 до 1.3 [197, 240, 250].

Фрамингемское кардиологическое исследование обнаружило, что невозможность достигнуть намеченных значений, недостаточное нарастание ЧСС, патологический ХИ при физической нагрузке – являются прогностическими факторами в отношении общей смертности и вероятности ишемической болезни сердца [183]. Пониженная реакция ЧСС на нагрузку, низкий ХИ оставались предикторами общей смертности, и после внесения поправок на возраст, реакцию сегмента ST, традиционные факторы риска ИБС [160, 161, 170, 175-179, 196, 237].

Фрамингемское исследование потомков (Framingham Offspring Study) подтвердило, что после поправки на возраст, динамику сегмента ST, индекс массы тела, курение, артериальную гипертензию, диабет, индекс физической активности и отношение общего количества холестерина к холестерину высокой плотности невозможность достигнуть целевой ЧСС оставалась прогнозирующим

маркером коронарного инцидента [183].

Для адекватной оценки хронотропной реакции резерв ЧСС должен быть определен на пике нагрузки [203]. Патогенез снижения хронотропного ответа на нагрузку и его связь с риском коронарной болезни до конца неясен. Возможный механизм – ослабление симпатической активности, доказанный у пациентов с подтвержденной остановкой сердца [224], вероятно не является основным, так как нервно-рефлекторный генез внезапной остановки сердца опосредуется влиянием вагуса, реализуемым напрямую (вазовагальное синкопе), либо через синокаротидную зону [59].

Таким образом, хронотропная недостаточность, определенная по неспособности достичь 85% максимальной ЧСС, либо низкому ХИ, опосредует повышенный риск смерти для пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. От истинной хронотропной недостаточности следует отличать замедленный прирост ЧСС на нагрузку. Данный феномен может быть обусловлен как тренированностью, так и действием лекарственных средств (бета-блокаторов).

Высокие значения ЧСС во время субмаксимальной нагрузки могут быть следствием длительной гиподинамии (постельного режима), анемии, метаболических расстройств, иных состояний, уменьшающих объем циркулирующей крови, сердечный выброс или периферическое сопротивление. Подобные явления встречаются после инфаркта миокарда, аортокоронарного шунтирования [53, 58, 66]. При этом быстрое достижение ЧСС_{рк}, отражает плохую переносимость физической нагрузки [63].

Динамика ЧСС в восстановительном периоде

Темп замедления ЧСС в начале периода восстановления, имеет существенное диагностическое значение и позволяет судить о физическом состоянии обследуемого и риске развития заболеваний [82]. Повышение диагностической точности выявления ИБС и прогностической значимости общей и сердечно-сосудистой смертности возможно при оценке параметров восстановительного периода непосредственно после нагрузки [121, 247].

В связи с тем, что скорость восстановления ЧСС на первых минутах после

нагрузки определяется активностью вагуса, а ее снижение – фактор риска смертельных осложнений предположено, что замедленное снижение ЧСС после нагрузочного тестирования – прогностический маркер коронарных событий. Нагрузочное тестирование на тредмилле по стандартному протоколу Bruce (2428 пациентов, 57 ± 12 лет, 63% - мужчины) подтвердило это предположение. При этом замедление ЧСС (разница между ЧСС_{рк} и значением в конце первой минуты восстановления) менее 12 уд/мин определило высокий риск развития смертельных исходов (4.0 при $p < 0.001$). После внесения поправок на возраст, пол, использование фармакологических препаратов, уровень перфузии миокарда (при сцинтиграфии), наличие стандартных сердечных факторов риска, ЧСС покоя, достигнутую мощность нагрузки – относительный риск смерти остался на уровне 2.0 ($p < 0.001$), что оказалось выше прогностической ценности хронотропного индекса. Кроме того, показатель сохранял высокую прогностическую ценность у пациентов с нормальным хронотропным ответом во время нагрузки и в том случае, если пациента уложить сразу после нагрузки [177].

Таким образом, замедленное снижение ЧСС в течение первой минуты после физической нагрузки, вероятно, обусловленное сниженной активностью вагуса, является независимым предиктором летального исхода.

Динамика ВРС при физической нагрузке

Математический анализ ВРС в покое позволяет количественно оценить текущее функциональное состояние организма, а при проведении функциональных проб – определить его адаптационные резервы. Анализ ритмограммы функциональных проб позволяет еще до нагрузочного тестирования прогнозировать развитие неадекватных реакций, характер гемодинамического ответа [21, 25, 59].

Снижение ВРС – высокоинформативный независимый предиктор желудочковой тахикардии, фибрилляции желудочков и внезапной смерти как среди перенесших инфаркт миокарда [150, 167, 185, 215], так и бессимптомных пациентов. Прогностическое значение ВРС в развитии сердечно-сосудистых заболеваний среди практически здоровых лиц было определено в ходе

Фрамингемского исследования [183].

В целом, исследование ВРС позволяет [59]: провести стратификацию пациентов по степени риска осложнений, уточнить реабилитационный потенциал; оценить эффективность терапии, прогнозировать развитие неадекватных, парадоксальных реакций на проводимое лечение, уточнить терапию с учетом фона нейрогуморальной регуляции.

Интерпретация показателей спектра ВРС непосредственно во время нагрузки методологически невыполнима, так как быстрое преобразование Фурье предполагает обработку стационарного процесса, в то время как нагрузочная ритмограмма таковым не является. Нелинейные методы анализа ВРС при проведении пробы с физической нагрузкой, в настоящее время недостаточно разработаны.

Динамика АД при нагрузочном тестировании

В отличие от хорошо проработанных нагрузочных протоколов применяемых с целью диагностики ИБС общепринятых рекомендаций для определения и оценки артериального давления – нет [63, 245]. АД определяется минутным объемом сердца (МО) и уровнем периферического сопротивления (ПС). Симпатическая активация при физической нагрузке увеличивает ЧСС и ударный объем, обуславливая рост МО, но и приводит к сужению сосудов неработающих мышц, чревных и почечных артерий. В работающих мышцах, благодаря местным метаболическим процессам, происходит расширение артериол и увеличение кровотока. Поскольку снижение ПС сосудов работающих мышц в полной мере не компенсируется сужением нерабочего русла, общее периферическое сопротивление уменьшается.

В норме коронарный кровоток усиливается пропорционально работе сердца, а кровоснабжение головного мозга остается постоянным при любой нагрузке. В результате перераспределения к сердцу поступает существенно больший объем крови, общий венозный возврат увеличивается также вследствие возрастания присасывающего эффекта грудной клетки.

Хотя периферическое сопротивление при физической нагрузке падает, МО

возрастает настолько, чтобы среднее АД повышалось. Поскольку систолическое давление повышается больше чем диастолическое, пульсовое давление отчетливо возрастает [6, 30, 63, 108]. При субмаксимальных нагрузках, величина сердечного выброса фактически линейно зависит от мощности работы: $Q = 0.012 \times N + 7$, где Q - сердечный выброс (л/мин); N - мощность нагрузки (кГм/мин) [42]. Однако необходимо учитывать возрастные, половые различия обследуемых, а также уровень их тренированности [1].

При оценке динамики АД необходимо учитывать его исходный уровень. В свою очередь ответ АД на нагрузку может быть адекватным, неадекватно низким (подъем САД менее 20-30 мм рт.ст. при суб/максимальных нагрузках) или неадекватно высоким. Если учитывать все возможные изменения систолического и диастолического АД по отдельности, особенности динамики в восстановительном периоде, то число индивидуальных вариантов ответа АД на нагрузку существенно возрастает.

Типичный ответ АД определяется прогрессивным увеличением САД пропорционально растущей рабочей нагрузке, достигая 160-220 мм рт.ст. при максимальных усилиях. При нагрузке «до отказа», САД может незначительно снижаться. Эта реакция не связана с физиологическими особенностями, а определяется неспособностью обследуемого удерживать нагрузку.

Реагируя на снижение периферического сопротивления при физической нагрузке ДАД снижается на 10 мм рт.ст. или остается без изменений [162]. Если САД в ответ на нагрузку не превышает 130 мм рт.ст. или снижается на 10 мм рт.ст. и более, то эта желудочковая дисфункция при наличии соответствующих клинических данных может свидетельствовать о тяжелой ишемии миокарда [204].

У лиц молодого возраста, отсутствие прироста или снижение САД на нагрузку может быть обусловлено чрезмерной вазодилатацией вследствие вегетативного дисбаланса и никак не связано с заболеваниями сердца. Избыточный прирост САД на первой ступени и его отсутствие/снижение – на второй не позволяют говорить о патологической реакции АД. При этом обусловленный гиперреактивностью неадекватно высокий прирост на первой

ступени, сменяется компенсаторным отсутствием такового на второй, и лишь продолжающееся снижение АД на следующей ступени может быть расценено как патологический ответ. В любом случае неадекватная динамика АД должна быть сопоставлена с самочувствием и жалобами пациента.

Ответ САД на нагрузку зависит от протокола проведения нагрузочной пробы, достигнутой мощности нагрузки и достоверно выражает гендерные различия. Прирост САД при максимальной мощности у мужчин достоверно выше, чем у женщин. Если для практически здоровых молодых мужчин гипертензивной реакцией на нагрузку следует считать САД выше 210 мм рт.ст., то для девушек – выше 185 мм рт.ст. [63, 206].

Недостаток уравнений и таблиц, в которых нормы нагрузочного АД приводятся с учетом возраста (за исключением педиатрического аспекта), определяется не соблюдением принципа возрастной независимости АД. Всякое повышение АД расценивается как отклонение от нормы, увеличивает риск развития осложнений в любом возрасте. Если соблюдать данный принцип при оценке реакции АД на нагрузку, то референтные величины молодых людей (до 30 лет) и следует брать за норму [63].

Учет особенностей ответа АД на максимальную нагрузку в зависимости от пола и возраста позволяет более корректно интерпретировать и использовать результаты нагрузочного тестирования, стратифицировать их, обоснованно определять артериальную гипертензию [112, 130, 145, 153, 187, 198].

Определение потребления кислорода при нагрузочном тестировании

Потребление кислорода (PO_2) - это суммарный показатель, отражающий функциональное состояние сердечнососудистой и дыхательной систем [106-108]. Наиболее точно он определяется методом прямого газоанализа. Однако при проведении простого нагрузочного теста допустимы и расчетные методы. При этом необходимо четко представлять условия экстраполяции в цепи: обследуемая группа – нагрузочный протокол – способ расчета.

МПК – одна из составляющих PO_2 определяемых при нагрузочном тестировании. Максимальное потребление кислорода (максимум аэробной

мощности) – это наибольший объем кислорода, который человек в состоянии потребить в течение одной минуты. Он соответствует наибольшей скорости метаболизма при ритмичной динамической мышечной работе, которую хорошо подготовленный индивидуум может поддерживать не более 10-15 мин [6, 7]. Это предел, при котором дальнейшее увеличение нагрузки не сопровождается повышением PO_2 . Данный показатель является ведущим в определении ФС и ФР, он существенно зависит от возраста, пола, физической активности, тренированности, наследственности и клинического статуса [63, 164, 227].

Быстрое увеличение поглощения кислорода вначале ФН через 2 мин стабилизируется (устойчивое состояние), соответствуя ее интенсивности. При этом ЧСС, сердечный выброс, АД и легочная вентиляция сохраняются на постоянном уровне.

МПК прямо пропорционально сердечному выбросу (СВ) и артериовенозной разнице по кислороду (dVO_2): $МПК = СВ \times dVO_2$. Так как сердечный выброс – произведение ударного объема на ЧСС, то величина МПК прямо пропорциональна последней. При этом физиологические ограничения dVO_2 (15-17 объемных процентов) позволяют при достижении максимального усилия оценить сердечный выброс по МПК.

Определены соотношения минутного объема сердца (МОС) с потреблением кислорода при различных по интенсивности нагрузках [6, 210]. Проявлением прямой зависимости между PO_2 и минутным объемом сердца является их тесная взаимосвязь с мощностью нагрузки и ЧСС. На этой закономерности строятся все косвенные методы оценки потребления кислорода.

МПК измеряется в литрах (O_2) в минуту (л/мин), или с поправкой на вес обследуемого – в миллилитрах на килограмм массы в минуту (мл/кг/мин). Кроме того, физическую способность удобно оценивать относительно исходного уровня. Поскольку расход O_2 в покое составляет около 3.5 мл на кг массы в 1 мин, то эта величина принята за одну метаболическую единицу (1 МЕТ). Физическая способность при измерении в МЕТ выражается как число, кратное уровню метаболизма в покое.

При прямом определении потребления кислорода различают два варианта: пиковое потребление – используется в том случае, если нагрузка не была доведена до максимальной; максимальное потребление кислорода (МПК) – физиологический показатель, отражающий способность организма покрыть наибольшую потребность тканей в кислороде в условиях предельной активации всех систем доставки и представляет собой количество кислорода, транспортируемого и используемого в клеточном метаболизме.

Предложено множество косвенных методик определения МПК: по опросникам (анкетам), учитывающим уровень повседневной активности; по результатам полевых испытаний или тестирования в лабораторных условиях (велозергометрия, тредмилл-тест, степ-тест). Выбор технического средства и протокол проведения нагрузочного тестирования существенно влияют на значения МПК [122]. Для ориентировочной оценки величины МПК предложен опросник повседневной физической активности – Duke Activity Status Index. Полученные значения могут быть использованы при формировании протоколов нагрузочного тестирования.

Огромное количество формул, номограмм и таблиц для расчета МПК при проведении нагрузочного тестирования объясняется узостью экстраполяционных возможностей, определяемых строгой спецификой группы, нагрузки и протокола, что и накладывает существенные ограничения на их использование. Дальнейшее усовершенствование косвенных методик расчета МПК и МЕТ нецелесообразно. Перспективной является оценка оптимальной зоны ФН, основанная на определении соответствия достигнутой мощности нагрузки возможностям системы нейрогуморальной регуляции [59, 63, 64].

1.4. Определение оптимальной нагрузки с учетом состояния нейрогуморальной регуляции

Существует несколько моделей определения зоны оптимальной нагрузки с учетом кросскорреляционных взаимоотношений ЧСС, ЧД и оценки динамики волновой структуры СР. В основе этих моделей лежит системный подход [7, 8].

При этом решающее значение для адаптации имеет формирование функциональной системы как совокупности функций, взаимодействие которых направленно на приспособление к фактору, вызвавшему развитие настоящей адаптации [9, 76-81, 101, 102]. Ранним признаком дезадаптации, превышения функциональных возможностей организма является нарушение кардиореспираторной синхронизации [28, 83, 119].

Основой метода выявления кардиореспираторного десинхроноза является визуальное сопоставление гистограммы дыхания и высокочастотного спектра ВРС зарегистрированных в покое [59]. Оцениваются: мода и медиана гистограммы длительности дыхательного цикла (ДДЦ); основание гистограммы – разность максимального и минимального значений ЧД; мода гистограммы ДДЦ и наиболее выраженный пик высокочастотного спектра ВРС.

В норме у практически здоровых молодых людей (20-40 лет) медиана частоты дыхания – составляет 16 экскурсий в 1 мин при вариационном размахе (25-75Гц) – от 15.5 до 17.5. Мода гистограммы ДДЦ и наиболее выраженный пик спектрограммы в области HF-компонента совпадают.

Подобный вариант гистограммы ДДЦ позволяет говорить об оптимальном функциональном состоянии. Совпадение моды гистограммы ДДЦ с пиком HF-компонента свидетельствует о синхронной работе дыхательного центра и центров, модулирующих СР. При десинхронозе гистограмма ДДЦ расширяется и становится полимодальной, мода гистограммы дыхания и высокочастотный пик ВРС не совпадают.

Методика выявления кардиореспираторного десинхроноза хорошо зарекомендовала себя при оценке текущего ФС в процессе морской и зимней тренировок на выживаемость кандидатов в космонавты, при обследовании спортсменов, выявлении психовегетативных расстройств различного генеза [59-65, 109]. Другие способы оценки кардиореспираторной синхронизации предложены на основе определения энтропии Шеннона [244].

Математические модели, используемые при измерении ВРС в покое, неприемлемы при проведении нагрузочных проб. Применение преобразования

Фурье с целью спектрального анализа ВРС имеет смысл только в условии стационарности временного ряда. Изменения ЧСС в процессе нагрузочного тестирования не соответствуют требуемым условиям.

Кроме того, деформация линейных взаимоотношений ЧСС и ЧД с мощностью нагрузки на уровне и в условиях превышения анаэробного порога вскрываются разрушением и кардиореспираторной синхронизации [115, 225, 151, 153]. В данных обстоятельствах частотный анализ КРГ при нагрузочном тестировании весьма затруднен и требует разработки специальных алгоритмов.

В условиях резкого снижения ВРС при физической нагрузке математические модели, основанные на преобразовании Гильберта, позволяют исследовать нестационарные последовательности. Установленное снижение корреляционной взаимосвязи между мгновенной частотой HF-компонента и частотой дыхания, во время линейно нарастающей нагрузки (гапр-протокола) может быть использовано для определения анаэробного порога [180, 240].

Использование на практике способов оценки кросскорреляционных отношений ЧСС и ЧД при проведении нагрузочного тестирования [135, 226, 243, 244] тормозится отсутствием принятых стандартов, что в свою очередь обусловлено недооценкой роли нейрогуморальной регуляции как самостоятельного фактора, влияющего на функциональное состояние человека и во многом лимитирующего его физическую работоспособность [59].

Для определения зоны оптимальной тренировочной нагрузки предложен метод визуального контроля, основанный на оценке динамики волновой структуры сердечного ритма. Визуальное снижение амплитуды колебаний кардиоинтервалов вплоть до полного исчезновения волн по мере нарастания нагрузки, проводимой по гапр-протоколу, а затем их возобновление на 1-2 минутах восстановительного периода отражают изменчивость нейрогуморальной модуляции. При этом снижение или исчезновение волновой структуры СР соответствует уровню 75-85% ЧСС_{max} и определяет зону аэробно-анаэробного перехода. Несмотря на отсутствие прямых доказательств, выявление порога несостоятельности нейрогуморальной регуляции является весьма существенным

фактом, определяющим оптимальную зону ЧСС [59, 67, 68, 84, 87, 88, 240].

1.5. Нагрузочное тестирование практически здоровых

Целесообразность проведения нагрузочного тестирования бессимптомных пациентов с целью прогнозирования ИБС с использованием единственного критерия – депрессии сегмента $ST \geq 1$ мм оказалась низкой [149, 154-157, 165, 181, 212, 216]. По итогам этих исследований проведение проб с физической нагрузкой не рекомендовалось в связи с недостаточной диагностической и прогностической значимостью. Кроме того, вероятность ложноположительных результатов потенциально могла нанести вред пациенту.

При использовании наряду с ЭКГ-критериями других маркеров риска: ФР, хронотропной недостаточности, скорости восстановления ЧСС, реакции АД на нагрузку и восстановление диагностическая ценность нагрузочного тестирования существенно возрастает [122, 123, 163, 165, 191, 192, 211-213, 223, 224]. При этом не кардиографические признаки занимают ведущее место в интерпретации результатов, а диагностическая значимость пробы смещается в прогностическую сторону. Общая мощность нагрузки (время тредмилл-теста), хронотропная недостаточность, скорость восстановления ЧСС, реакция АД на нагрузку и скорость его восстановления, являются независимыми предикторами сердечно-сосудистых событий [118, 120, 136, 139-141, 182].

Рекомендации АНА/АСС определяют целесообразность нагрузочного тестирования с диагностической и прогностической целью бессимптомных пациентов с промежуточным или высоким риском развития сердечнососудистых заболеваний, а также практически здоровых молодых людей, не предъявляющих жалоб на боль в груди и не имеющих факторов риска [117]. При этом не принимаются во внимание другие возможные задачи нагрузочного тестирования: определение физической работоспособности с целью оценки физического развития учащихся, спортсменов, военнослужащих и других профессиональных групп, чья деятельность связана с особыми условиями труда; определение оптимального режима двигательной активности [63, 64, 73, 110, 111, 190, 208].

Определение физической способности у лиц молодого возраста

Под физической способностью подразумеваются кардиореспираторные возможности организма. Цели ее определения – от оценки физического развития и профессионального отбора до текущего контроля тренированности спортсменов и определения ФС перед началом занятий физической культурой [23, 166, 171, 188, 207, 222, 225, 235]. При массовых обследованиях используются доступные и минимальные в техническом отношении (12-минутный, 1.5-мильный) тесты. Их оценка осуществляется по специальным таблицам, или разрабатывается самостоятельно на контрольной выборке. Более точный вариант определения физической способности предполагает эргометрическое исследование. При этом его протокол должен обеспечивать высокую пропускную способность, учет индивидуальных особенностей, сопоставимость результатов.

Взаимосвязь между смертностью и физической способностью подтверждена в многочисленных проспективных исследованиях [122, 123, 168, 209, 216-221, 232-234]. Среди бессимптомных пациентов с низкой физической способностью с учетом гендерных и возрастных поправок риск летального исхода в 8-9 раз выше, чем в аналогичной группе с высокой работоспособностью [148-150, 195, 245].

Таким образом, исследование физической способности является, во-первых, мощным независимым предиктором выживаемости; во-вторых, важным элементом количественной оценки уровня здоровья.

Количественная оценка здоровья – это цель донозологического этапа диагностики, определяющая функциональное состояние и физическую работоспособность обследуемого. При недостаточном уровне – этап уточняющей диагностики; отсутствие отклонений – конкретные и индивидуально подобранные рекомендации по укреплению здоровья [23, 43, 73, 75].

Уровень текущего функционального состояния и физической работоспособности после сравнения с референтными величинами используется для паспортизации здоровья – определения индивидуального уровня, сертификации – экспертизы, путем сопоставления изучаемых показателей с требованиями, предъявляемыми к конкретным видам деятельности, мониторинга

и диспансерно-динамического наблюдения по выявлению факторов риска и прогноза развития заболевания [59, 63].

В основе перечисленных технологий лежат методы оценки функциональных резервов человека. Снижение их уровня под воздействием факторов среды обуславливает необходимость применения корригирующих технологий восстановительной медицины. Концепция восстановительной медицины рассматривает организм человека вне нозологического подхода, концентрируя внимание на оценке и восстановлении способности к саморегуляции и адаптации [91, 92]. Заключение по результатам исследования функционального состояния и физической способности должно быть связано с коррекцией выявляемых нарушений, представляя собой первый этап в реализации корригирующих технологий реабилитации [26, 69, 93].

Определение оптимального режима двигательной активности

Влияние физических нагрузок на физическое и психическое здоровье, общеизвестно [3, 4, 6, 104, 105, 141, 234, 241, 251]. Доказано, что регулярные физические нагрузки эффективно корригируют нарушения липидного обмена, нормализуют АД, существует прямая связь между гиподинамией и сердечно-сосудистой смертностью. Низкая физическая активность является независимым предиктором ИБС [136, 139, 160, 168, 207, 208, 213]. В тоже время физическая перегрузка, как в условиях трудовой деятельности, так и при выполнении физических упражнений также снижает приспособительные возможности и наносит существенный вред организму в целом [54-56, 76-81]. Поэтому вопрос интенсивности ФН до сих пор не утрачивает актуальности [46, 151, 189].

Интенсивность оздоровительной нагрузки

Если не выполнялось нагрузочное тестирование, то максимальная ЧСС может быть рассчитана с учетом возраста. В зависимости от полученной величины определяется оптимальный диапазон тренировочной ЧСС, в пределах которого проводятся физические упражнения. Для определения диапазона тренировочной ЧСС предложены различные формулы и таблицы. Однако расчетные методики недостаточно точны, так как максимальная ЧСС может

колебаться в пределах $\pm 10-12$ уд/мин от расчетной [48-52, 85, 86, 148].

Более точно интенсивность тренировочной нагрузки определяется по ЧСС_{тх}, установленной при проведении нагрузочного тестирования «до отказа»; ориентируясь на субъективное восприятие тяжести нагрузки (по шкале Borg); исходя из пороговой (максимально достигнутой) мощности нагрузки при проведении нагрузочного тестирования [63]. При проведении тредмилл-теста величина предельной нагрузки в MET напрямую соотносится с видом физической деятельности. Детально принципы и подходы к дозированию физических нагрузок представлены в специальной литературе [12, 13, 15, 24, 39, 45, 57, 74].

Необходимость определения ЧСС_{тх} непосредственно во время нагрузочного тестирования обуславливается следующими обстоятельствами: во-первых, среди индивидуумов со смещением водителя ритма разброс этого показателя существенно превышает расчетные цифры; во-вторых, в процессе развития выносливости ЧСС_{тх} меняется значительно быстрее, чем возраст [63].

Нагрузочное тестирование при планировании физических нагрузок.

Учитывая, соответствие общей длительности нагрузочного тестирования диапазону 8-12 мин, продолжительности ступени – 1-1,5 мин при инкременте 20-30Вт во всех случаях предпочтение отдается ramp-протоколу. Нагрузочное тестирование, регулярно тренирующихся, обеспечивается комбинированным протоколом, когда мощность нагрузки первой ступени устанавливается, исходя из величины ДОО. При этом первый этап, позволяет оценить физическое состояние обследуемого с учетом его индивидуальных особенностей и обеспечивает сопоставимость результатов не зависимо от веса, роста, возраста и пола обследуемого. Последующая ramp-стадия позволяет достаточно точно определить максимумы переносимой нагрузки и ЧСС [63].

ЧСС на пике нагрузки соответствует индивидуальному максимуму и фактически отражает абсолютные возможности организма выполнять физическую работу. В ряде случаев испытуемые отказываются от продолжения тестирования без отчетливо выраженных признаков непереносимости нагрузки. Для корректной оценки субъективного восприятия интенсивности нагрузки в ходе тестирования

целесообразно использовать шкалу Borg [137, 138].

Оценка физической работоспособности по величине МПК точнее, когда потребление кислорода определяется прямым газоанализом. Использование косвенных методик расчета (Astrand, Dobel'n) – существенно увеличивает ошибку. В отсутствие прямого газоанализа корректнее определять физическое состояние по отношению мощности нагрузки к достигнутой ЧСС [63, 124-133].

Таким образом, нагрузочное тестирование практически здоровых лиц для оптимизации ФН является необходимой, а для действующих спортсменов – обязательной процедурой. При этом речь идет не столько о выявлении сердечно-сосудистой патологии, сколько о контроле качества переносимости физических нагрузок [6, 214, 249]. В свою очередь регистрация и анализ ВРС в динамике позволяет ответить на вопрос о цене тренировки и эффективности проводимых оздоровительных мероприятий. Тем не менее, не следует объединять понятия «текущее функциональное состояние» и «физическая работоспособность», так как высокие спортивные результаты могут быть следствием различной нейрогуморальной ответственности.

ГЛАВА 2. Организация, методология, объем и методы исследования

2.1. Исследование функционального состояния организма

Антропометрические исследования проводились стандартными проверенными инструментами по общепринятой методике (Методики исследования в целях врачебно-летней экспертизы, 1995). ФС организма определялось путем измерения:

– частоты сердечных сокращений (ЧСС_{н, о, тх, ср}), где «н, о» – показатели динамической модели, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– систолического АД (САД, АД_{н, о, тх, ср}), где «н, о» – показатели модели, обуславливающие динамику, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение; диастолического АД (ДАД);

расчета индексов и их динамики во время нагрузочного тестирования:

– индекс хронотропного резерва (ИХР_{н, о, тх, ср}) определяется: $(\text{ЧСС}_{\text{ст}} - \text{ЧСС}_{\text{п}}) / \text{ЧСС}_{\text{п}} \times 100$, где «ст» – степень нагрузки, «п» – покой, «н, о» – показатели модели, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– индекс инотропного резерва (ИИР_{н, о, тх, ср}) определяется: $(\text{САД}_{\text{ст}} - \text{САД}_{\text{п}}) / \text{САД}_{\text{п}} \times 100$, где «ст» – степень нагрузки, «п» – покой, «н, о» – показатели модели, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– двойное произведение (ДП_{н, о, тх, ср}) определяется: $(\text{ЧСС} \times \text{САД}) / 100$, где «н, о» – показатели модели, обуславливающие динамику, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– производительность работы левого желудочка (ПРЛЖ_{н, о, тх, ср}) определяется: $(W / \text{ЧСС}_{\text{ст}}) \times 100$, где «ст» – степень нагрузки, W – нагрузка в Ваттах, «н, о» – показатели модели, обуславливающие динамику, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– коэффициент расходования резервов миокарда (КРРМ_{н, о, тх, ср}) определяется: $(\text{САД}_{\text{ст}} - \text{САД}_{\text{п}}) / W \times 100$, где «ст» – степень нагрузки, «п» – покой, W – нагрузка в Ваттах, «н, о» – показатели модели, обуславливающие динамику, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– сердечно-нагрузочный индекс (СНИн, о, тх, ср) определяется: $(ДПст - ДПп) / W$, где «ст» – степень нагрузки, «п» – покой, W – мощность в кГм/мин, «н, о» – показатели модели, «тх» – на максимуме нагрузки, «ср» – среднее значение;

– максимальный индекс выносливости (МИВ) определяется: $W_{кГм/мин} / S$ поверхности тела ($м^2$) (Методы исследования в физиологии военного труда, 1993).

Для оценки состояния системы нейрогуморальной регуляции использовался математический анализ ВРС (Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation and clinical use, 1996). Регистрация КИ в состоянии относительного физиологического покоя и при АОП в клино- и ортоположении производилась по 5 и 6 минут соответственно. Анализ variability сердечного ритма осуществлялся спектральным способом (Frequency Domain Methods). С целью оценки состояния регуляции с позиций системного подхода проводился кросс – корреляционный анализ показателей ВРС и длительности дыхательного цикла (Михайлов В.М. Патент №2195163) уточняющего границы низкочастотного компонента и синхронизацию дыхательного и сосудодвигательного центров.

2.2. Выбор и обоснование протокола нагрузочного тестирования

Увеличение ЧСС и АД в ответ на физическую нагрузку – типичные приспособительные реакции организма, определяющие его возможности по преодолению данной нагрузки. Эти реакции, обуславливаясь мощностью воздействия, имеют индивидуальные различия. Поэтому выбор оптимального протокола, стандартизирующего воздействие нагрузочного фактора, является одним из существенных обстоятельств позволяющим в дальнейшем анализировать данные, полученные в равных условиях. Использование дозированной физической нагрузки как легко поддающегося стандартизации воздействия, в данных обстоятельствах, является оптимальным. Однако с первых шагов исследования мы столкнулись с различной степенью индивидуальной переносимости одной и той же нагрузки, когда например мощность в 280 ватт для одного из двух индивидуумов является легко переносимой для второго – запредельной. Это привело к двум вопросам: во-первых, как стандартизировать,

правильнее сказать индивидуализировать (сделать в равной степени переносимой для каждого) начальную нагрузку и, во-вторых – конечную. Литературный обзор выявил два способа индивидуализации первой ступени: 1 Вт на 1 кг массы или на единицу ДОО (должного основного обмена). Предварительные исследования показали, что индивидуализация 60 – 90 Вт на первой ступени нагрузки не позволяет в дальнейшем при неизменном количестве ступеней выйти на равную переносимость, так как всегда находились испытуемые как с быстро наступающим нагрузочным пределом так и не достигающие такового. Решение проблемы конечной нагрузки, позволило в дальнейшем «от обратного», определиться с выбором начальной. Логика подсказала, что, несмотря на различия в уровне физической подготовленности, каждый организм имеет свой индивидуальный нагрузочный максимум, переносимость которого сравнима вне зависимости от его выраженности. Таким образом, решение вопроса итоговой нагрузки состоялось в пользу «максимальных» протоколов, когда искомая величина нагрузки определяется индивидуальным максимумом переносимости. В свою очередь возможность достижения нагрузочного максимума может быть опосредована ее ступенчатым возрастанием. При этом моментальный прирост мощности на 5 – 40 Вт при длительности – 1 – 2 минуты и максимальной продолжительности нагрузочного периода 10 – 12 минут по данным литературы является оптимальным, в противном случае (утраты баланса) приводит к искажению респираторного газового баланса, эргометрических и восстановительных показателей.

Принимая во внимание эти критерии, и разрешая изначальное недоумение в частности по поводу большого размаха нагрузочных мощностей, а также индивидуальные нагрузочные максимумы, полученные в результате предварительных исследований (до 480 Вт) можно предположить минимальную мощность первой ступени: $480 - 12 \times 30 = 120$ Вт. Однако, если определение 1 ступени как соответствие Вт/кг массы не позволяет выйти на предложенный минимум, то использование с этой целью ДОО заметно превышает его, достигая 160 – 210 Ватт. Последнее обстоятельство нас вполне устроило, так как, во-

первых, уменьшение длительности нагрузки не вызывало регуляторных нарушений, а во-вторых, позволяло расширить продолжительность первой ступени до 3 мин тем самым повышая безопасность тестирования. Кроме того, облегчение вратывания за счет щадящего включения компенсаторных механизмов предупреждает возникновение феномена «прохождения через боль», вероятность которого существенно усиливается при ступенчатом увеличении нагрузки со второй минуты, опосредуя нарушение вегетативного контроля нагрузочного периода.

При этом установка начальной нагрузки по ДОО, когда принимается во внимание антропометрические особенности (масса и длина тела), а также пол и возраст пациента, являлась куда более точным отражением индивидуальных особенностей, нежели чем исключительно весовая экстраполяция.

Невозможность использования протоколов с равным количеством ступеней наращивания нагрузки, выявленная в предварительном исследовании нашла свой отклик в применении «ramp» протокола. Максимум нагрузки при этом обуславливался индивидуальной (с учетом длительности) работой каждого обследуемого «до отказа», определяемого снижением скорости педалирования менее 30 в минуту. Данная характеристика, кроме того, определялась техническими возможностями велоэргометра как минимальная для поддержания нагрузки вне зависимости от скорости вращения педалей.

При этом многоступенчатость, достигнутая встраиванием Ramp-протокола с малым равным шагом (30 Вт) через небольшой промежуток времени (1 мин) продиктована тем, что использование больших или неравных приращений мощности нагрузки от ступени к ступени, нарушает линейные отношения между потреблением кислорода и нагрузочной ЧСС, обуславливая потерю диагностической ценности полученных результатов.

Таким образом, всем обследуемым проводилось максимальное велоэргометрическое тестирование по индивидуальному протоколу: мощность W_1 (Ватт) первой ступени длительностью три минуты рассчитывается исходя из величины должествующего основного обмена (ДОО) в килокалориях по формуле

$W_1(\text{Вт}) = \text{ДОО} \times 0,1$ (ДОО определяется по таблице Гарриса-Бенедикта). В дальнейшем нагрузка ступенчато возрастала каждую минуту на 30 Вт (по материалам предварительного исследования настоящей выборки, при ограничении длительности нагрузочного протокола 10, максимум 12 минутами, для достижения максимального усилия инкремент нагрузки должен составлять не менее 30 Вт) до индивидуального максимума – снижения скорости педалирования ниже 30 оборотов в минуту, определяющего конец нагрузки и начало восстановительного периода длительностью 7 минут.

Первичному исследованию подвергались: КРГ, показатели динамики мощности переносимой нагрузки и артериального давления. С целью уточнения взаимосвязей функциональных показателей, особенностей и характерных черт сравниваемых групп применялись корреляционный и факторный анализы. Результаты исследования обрабатывались с помощью статистических пакетов программ Microsoft Excel 7 и Statistica 6.0. Принимая во внимание, что распределение значений отличалось от нормального, данные представлены в виде медианы (Me), 25-го и 75-го перцентиля (Пц). Существенность различий оценивалась по непараметрическим критериям Kruskal-Wallis – при множественных и Mann-Whitney – при парных сравнениях. Корреляционный анализ проводился по критерию Spearman.

2.3. Обоснование методов исследования сердечного ритма

2.3.1. Реализованные подходы к регистрации и анализу СР

Предваряя конкретизацию методических подходов к изучению СР следует отметить широкую доступность и возможности его регистрации. Известные бренды «Polar», «Garmin» и другие выпускают портативные датчики, легко фиксируемые к грудной клетке на уровне верхушечного толчка и записывающие устройства, позволяющие регистрировать и запоминать однополярную кардиограмму значительной (часы) продолжительности. В то же время анализ полученных данных является весьма затруднительным. Предоставляемая разработчиками обработка кардосигнала не исчерпывается средней и моментальной ЧСС в выбранные (часто автоматически) временные промежутки и

включает в себя различные варианты определения ВРС, сигнальный контроль зон нагрузочной интенсивности. Однако, на первый взгляд, большой ассортимент предлагаемых возможностей, нивелируется подходом, исключающим первичный анализ ЭКГ, определяющим наличие синусового ритма. Более того, при однополюсном отведении, такой анализ весьма приблизителен, если не сказать, принципиально невозможен. При этом наличие одиночных эктопических сокращений, не исключенных из анализа, существенно нарушает результаты математической обработки, коим в частности является анализ ВРС, наличие же несинусовых ритмов полностью превращает его в фикцию. Проведение подобного анализа (ВРС) в период нагрузки или восстановления вообще является методической ошибкой, так как должен осуществляться исключительно в состоянии относительного физиологического покоя. Кроме того, определение зон нагрузочной интенсивности реализуется не от собственного максимума ЧСС, а от эмпирических запрограммированных показателей. Таким образом, несмотря на воплощенные возможности по регистрации и записи кардиосигнала его анализ фактически не осуществляется. В тоже время изменчивость сердечного ритма при физической нагрузке и восстановлении на наш взгляд – весьма любопытный и малоизученный предмет исследования, так как является легко регистрируемым отражением различных, зависимых от многих причин регуляторных влияний на функцию собственного автоматизма. Поэтому одной из задач нашего исследования мы определили изучение сердечного ритма в период нагрузочного тестирования с целью выявления критических точек его изменчивости – маркеров выносливости, тренированности, нагрузочной толерантности и вегетативной регуляции. При этом гипотеза исследования предполагает, что локализация и подвижность этих точек будет обуславливать динамику указанных качеств (свойств организма), являясь диагностическими, прогностическими и объективными критериями функционального состояния, как одного из количественных показателей индивидуального здоровья человека.

2.3.2. Предпосылки определяющие направление исследования СР

1. ЧСС поступательно возрастает с ростом физического напряжения от ЧСС

покоя до максимальной ЧСС.

2. ЧСС покоя различна и колеблется в диапазоне от 50-80 ударов в минуту, снижаясь до минимальных значений у спортсменов тренирующих выносливость.

3. Максимальная ЧСС определяется возрастом, генетическими особенностями и зависит от качества (уровня и вида) физической тренированности.

4. Увеличение ЧСС до 170 ударов в минуту имеет фактически прямую пропорциональную зависимость от нагрузки.

5. При одной и той же нагрузке ЧСС спортсмена тренирующего выносливость существенно ниже, чем одноименный показатель человека ведущего малоподвижный образ жизни.

Однако если подойти к задаче определения ЧСС исходя не из усреднения, а уточнения длительности каждого последующего RR – интервала, тогда проблема анализа СР встанет во всем многообразии:

1. Уменьшение длительности последовательных кардиоинтервалов при нагрузке определяется закономерностью, которую вероятно с определенной степенью приближения можно выразить математически.

2. Крутизна и временная локализация участка перегиба кардиоритмограммы имеют индивидуальные различия

3. Участок кардиоритмограммы от начала нагрузки визуально имеет нечеткий волнообразный контур, обусловленный затухающими колебаниями.

4. Последующий участок имеет строгие очертания и не сопровождается колеблемостью.

5. Период наступления и длительность кардиоинтервалов в переходной зоне КРГ – неодинаковы у различных обследуемых и вероятно имеют индивидуальный характер.

6. В связи с тем, что изменчивость сердечного ритма определяется регуляторными влияниями ВНС, вероятно существуют критические участки КРГ являющиеся их непосредственным следствием (проявлением) – маркерами вегетативного влияния, по локализации которых можно судить о динамике

регуляции при повторных исследованиях.

7. Индивидуальные различия топографии критических участков КРГ, вероятно, будут определяться и физической подготовленностью, поэтому динамика критических параметров (маркеров тренированности) будет объективно проявлять развитие данного качества.

8. В связи с тем, что показатели вегетативной регуляции и нагрузочной толерантности отражаются в характеристиках волновой структуры СР при нагрузочном тестировании, одним из вероятных результатов настоящего исследования, является вскрытие регуляционных закономерностей формирования смешанной выносливости.

2.3.3. Разработка и обоснование методик анализа сердечного ритма

Тестирование в состоянии покоя

В этом случае КРГ имеет повторяющуюся стабильную волновую структуру. Для ее анализа предложен большой арсенал визуально-логических и математических технологий. В настоящее время наиболее признанной методологической основой ее изучения является анализ variability ритма сердца (ВРС) по международному стандарту Heart Rate Variability 1996.

Нагрузочное тестирование

Кардиограмма, полученная в перпендикулярных отведениях фронтальной и горизонтальной плоскостях при нагрузочном тестировании, анализировалась на предмет источника ритма, наличия экстрасистол любого происхождения, ишемических, метаболических и воспалительных изменений миокарда. Дальнейший анализ осуществлялся при условии синусового ритма, отсутствия (исключения) экстрасистол, ишемических и воспалительных нарушений.

Кардиоритмограмма нагрузочного тестирования исследовалась как графическое изображение последовательного временного ряда R-R интервалов в виде отрезков, соответствующих по длине их длительности. Каждый их отрезков откладывался последовательно (1, 2, 3, n) от оси абсцисс параллельно оси ординат, имеющей временную шкалу в секундах. Дистальные концы отрезков соединялись ломаной кривой определяющей изображение КРГ – наиболее

удобное для ее визуального, логического и графического анализов. Для математической обработки КРГ использовался последовательный числовой ряд длительностей RR-интервалов.

Существенным недостатком известных способов изучения КРГ является возможность их применения только в условиях стабильно повторяющейся волновой структуры СР, обусловленной состоянием относительного физиологического покоя. Необходимость стационарности КРГ ограничивает возможность использования этих подходов для динамических нагрузочных исследований, информативность которых гораздо более существенна.

Таким образом, если для изучения КРГ покоя, имеется достаточный арсенал функциональных критериев и математических способов их обработки, то для физической нагрузки все обстоит много сложнее, так как фактически не один из них не может быть использован в данный период непосредственно. Отсутствие стационарности процесса, обусловленное нагрузочно-восстановительной динамикой СР определяет их несостоятельность. Исключением является определение поминутной и средней ЧСС, однако эти показатели, не могут в полной мере отразить процесс изменчивости.

Для преодоления возникших сложностей в изучении нагрузочной КРГ нами предпринята попытка ее поэтапного анализа с целью создания виртуального образа и математического моделирования. Кроме того, математически стационарность КРГ может быть восстановлена путем вычитания из нее тренда, определенного изменчивостью (возрастанием при нагрузке или убыванием при восстановлении) ЧСС, тогда вероятно применение математического анализа, требующего от первичных данных стационарности, будет возможно.

Особенности визуального анализа КРГ нагрузочного периода

- последовательный ряд R-R интервалов трансформируется во времени по определенному математическому закону;
- имеет вид гиперболы,
- крутизна ее изгиба визуально изменчива у различных пациентов (рис. 1).

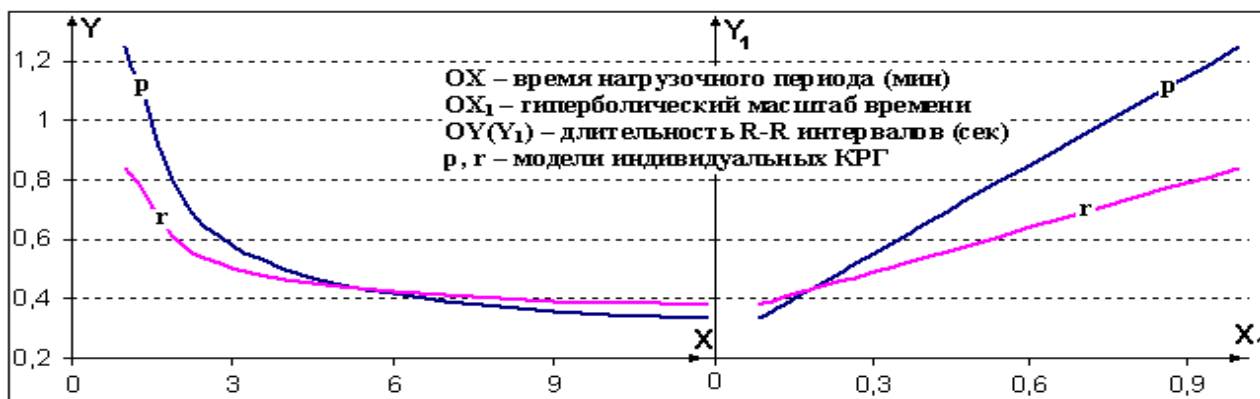


Рис. 1. КРГ нагрузочного периода эргометрии

Для сравнительного анализа нами была предпринята попытка индивидуального математического моделирования изменчивости КРГ. Предполагалось, что в общем виде формула модели КРГ будет иметь следующий

вид: $y = \frac{a}{x} + b$, где x – время нагрузки в секундах, y – длительность кардиоинтервала, a и b – параметры модели. При этом оптимизация последних достигается методом наименьших квадратов.

В свою очередь индивидуальные показатели (a , b) являясь основными моделирующими критериями, следовательно, могут быть использованы как динамические критерии нагрузочного периода КРГ.

Однако известно, что для гиперболических функций ($y = a\frac{1}{x} + b$), параметр « a » не имеет определенного интерпретируемого смысла (Рис. 1). Предпринятое нами исследование физиологического значения настоящего параметра определило его как «скорость изменения кардиоинтервалов». При этом гиперболический масштаб оси времени, преобразующий изучаемые КРГ в прямые ($y = ax' + b$), для которых параметр « a » – скорость изменения функции (Рис. 2), обосновывает настоящее утверждение. В свою очередь параметр модели « b », определяющий постоянную составляющую кардиоинтервалов – эквивалентен по физиологической сути средней ЧСС.

Однако попытка построить визуально предположенный гиперболический тренд, описывающий временной ряд в целом оказалась несостоятельной, так как при совмещении одной из ветвей другая значительно расходилась с опытной

кривой, что приводило к существенному накоплению суммы квадратов отклонений, во-первых, и выраженным индивидуальным различиям, во-вторых. В связи с этим возникла необходимость исследования временного ряда как последовательности случайных величин.

Исследование временного ряда КРГ

1. Накопление распределения (рис. 2)

Функция распределения определялась двумя явно выраженными максимумами (N_{mx1} , 2), имеющими существенные интервальные различия, что заставило задуматься о конкурирующих процессах управления СР (Рис. 2).

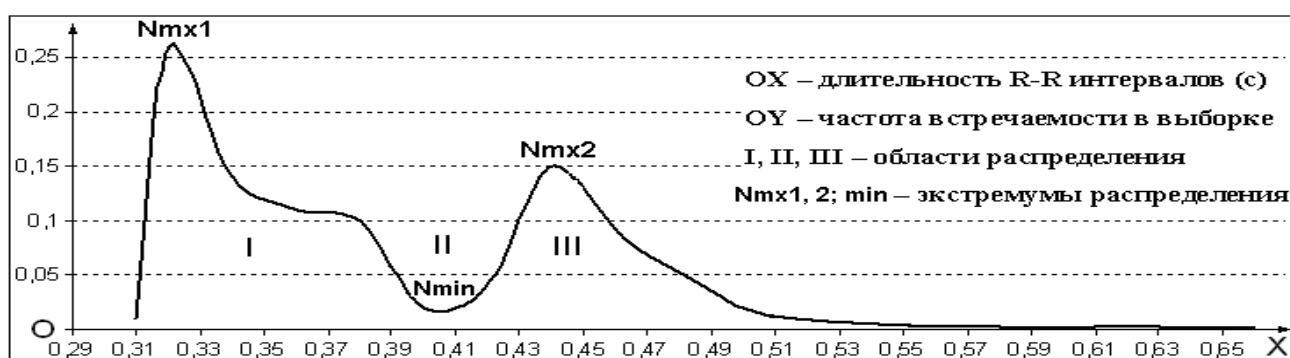


Рис. 2. Функция распределения KI нагрузочного периода

При этом минимум, разграничивающий экстремумы, вероятно, является пограничным и для всей функции, разделяя ее на два интервала. Для подтверждения настоящей гипотезы необходимо выяснить временные границы интервалов распределения. Иными словами следует выяснить время регистрации каждого из кардиоинтервалов распределения. Решение поставленной задачей является весьма трудоемкой даже в условиях компьютерной обработки, поэтому мы реализовали ее следующим образом. Определялась принадлежность каждого 50 RR-интервалов с шагом в 1 интервал с начала КРГ ($[1:50]$, $[2:51]$, ..., $[(n-49):n]$, где n – число анализируемых KI) выявленным интервалам распределения: $[0.31:0.39]$, $[0.39:0.42]$; $[0.42:0,49]$. При этом ось абсцисс определяла время от начала тестирования, ось ординат – долю в процентах каждого 50 KI, принадлежащих одному из трех интервалов распределения (Рис. 3 – 6).

2. Динамика функции распределения во времени

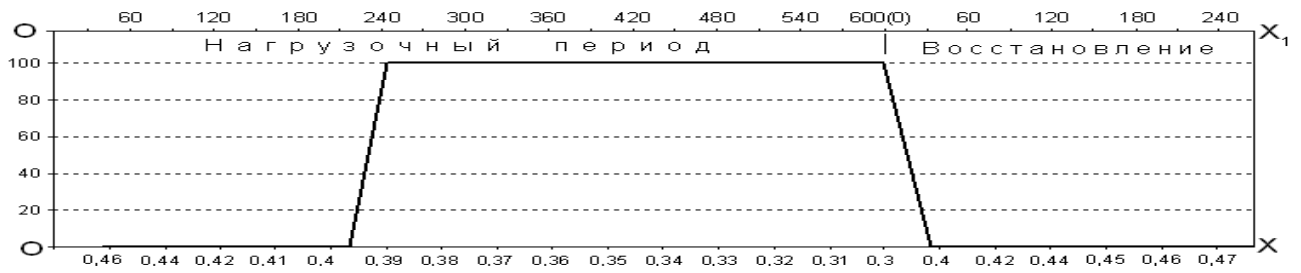


Рис. 3. Временная динамика интервала распределения 0,31-0,39

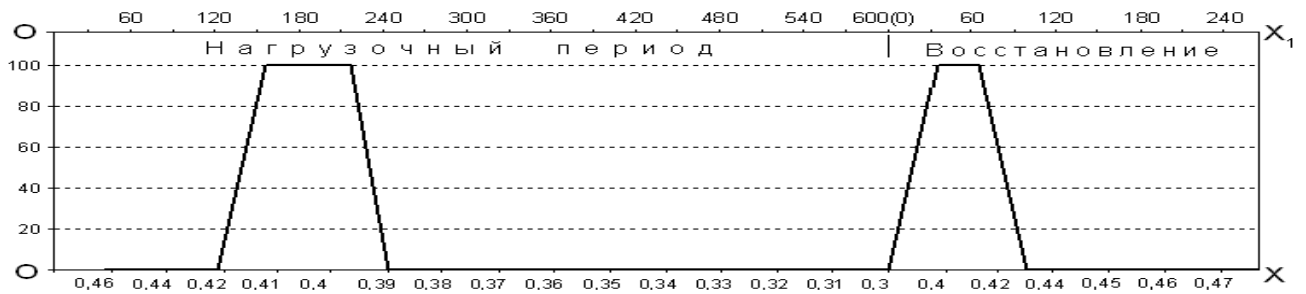


Рис. 4. Временная динамика интервала распределения 0,39-0,42

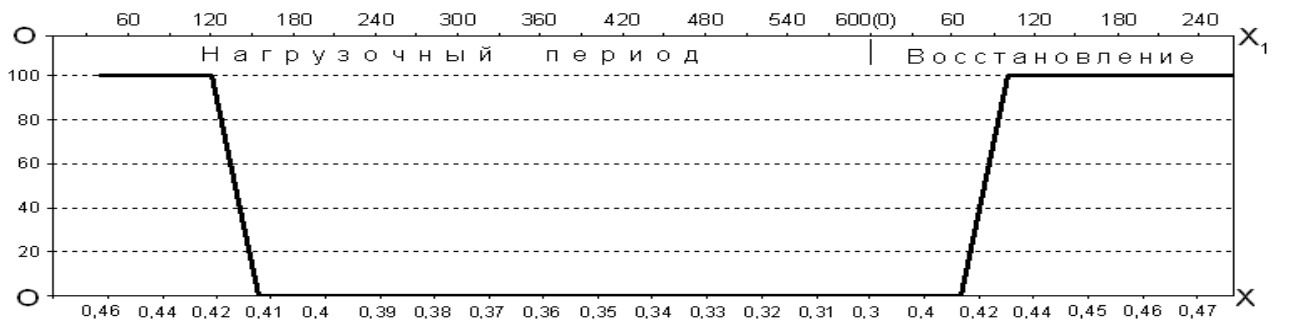


Рис. 5. Временная динамика интервала распределения 0,42-0,49

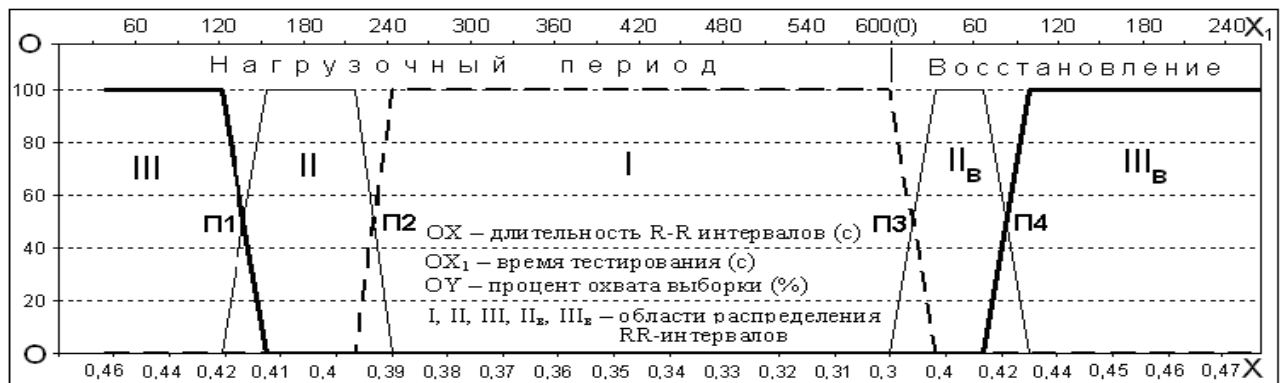


Рис. 6. Суммарная динамика распределения во времени

Изучение временной динамики показало (рис. 3 – 6), что RR-интервалы ритмограммы не перемешиваются в диапазонах распределения, каждый из которых имеет собственный временной интервал.

Выводы

Таким образом, исследование распределения и его динамики во времени:

1) подтвердило гипотезу наличия двух конкурирующих процессов управления сердечным ритмом,

2) выявило обоснованную необходимость моделирования КРГ исходя из факта обоюдной конкуренции,

3) определило, что построение линейной регрессии в вычисленных интервалах распределения (по ту и другую сторону от минимума) явилось наиболее успешной (точной) математической моделью КРГ (определяющей наилучшие тренды), так как дает наименьшую сумму квадратов отклонений по сравнению с другими возможными моделирующими функциями.

4) позволило описать алгоритмическую процедуру анализа временного ряда вообще и КРГ в частности:

- а) накопление распределения,
- б) определение интервалов экстремумов,
- в) определение временных границ интервалов,
- г) построение математической модели во временных интервалах распределения.

Концепция линейной модели КРГ

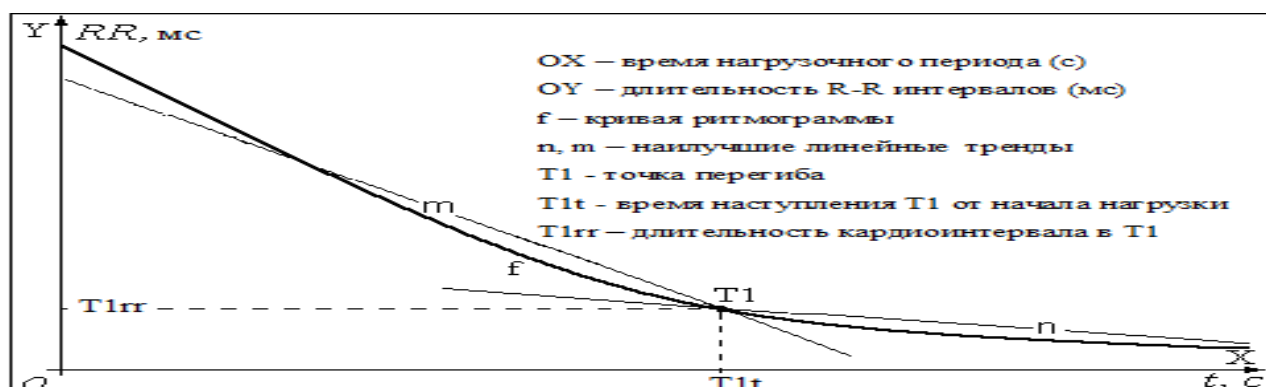


Рис. 7. Модель КРГ с построением наилучших линейных трендов

Математическая модель (рис. 7) ритмограммы (f), определяется двумя наилучшими (линейными) трендами: «m» — в период уменьшения длительности КИ, «n» — в период стабилизации их длительности, построенными во временных интервалах распределения. Оптимизация параметров прямых достигается методом наименьших квадратов на соответствующих интервалах ритмограммы.

Пересечение линейных трендов определяет критическую зону — точку «перегиба», временные и интервальные координаты, которой являются принципиально новыми характеристиками изучаемого временного ряда КРГ.

Учитывались: параметр математических моделей прямых (m и n соответственно) – наклон ($H1$ и $H2$), моментальная ЧСС (длительность кардиоинтервала) в точке касания прямых ($T1_{rr}$) и время ее наступления от начала тестирования ($T1t$).

Маятниковая модель КРГ

Визуальный анализ ритмограммы выявил отсутствие строгих очертаний ее вертикальной ветви. Колебательный контур данного участка, имеет затухающий характер, что проявляется последовательным и постепенным снижением его амплитуды вплоть до полной стабилизации по ходу горизонтальной ветви КРГ (рис. 8). При этом длительность лабильного участка ритмограммы весьма варьирует у различных испытуемых. Координаты точки стабилизации определяют индивидуальную особенность сердечного ритма и являются критическими характеристиками временного ряда нагрузочной КРГ.

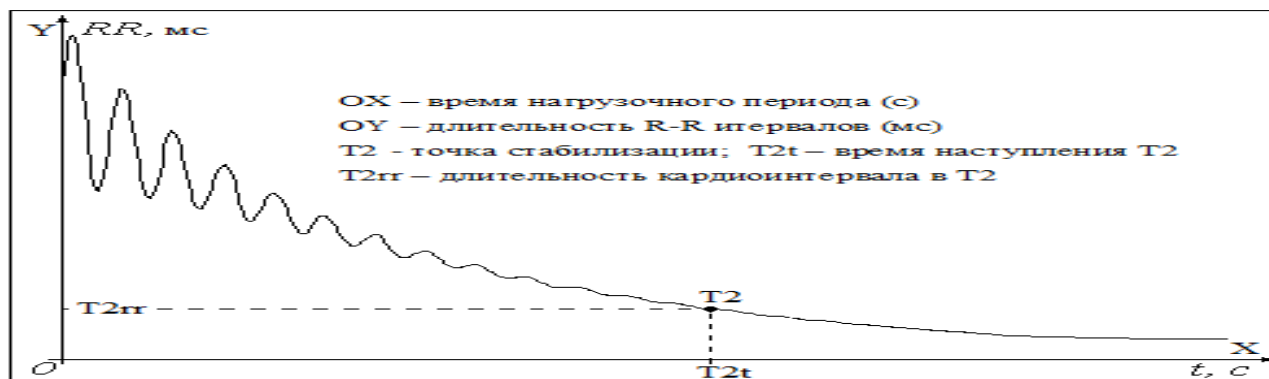


Рис. 8. Модель нагрузочной КРГ: велоэргометрия, Ramp-протокол

С целью определения точки стабилизации (рис. 9) изменчивость кардиоритмограммы оценивается в период нарастания ЧСС (уменьшения длительности кардиоинтервалов) модулем отклонений от построенного наилучшего тренда – прямой и средним квадратичным отклонением от тренда – прямой в период достижения стабильной (максимальной) ЧСС.

Новая последовательность получается из ритмограммы вычитанием трендов и является последовательностью отклонений (h). На участке изменчивости ЧСС тенденция отклонений в совокупности моделируется линейной регрессией, прямая которой (c) дает значение ($T2$) момента вхождения модуля отклонения на участке изменчивости ЧСС в интервал трех нормальных отклонений участка

стабилизации ЧСС (d). При этом $T2$ – является точкой стабилизации ритмограммы.

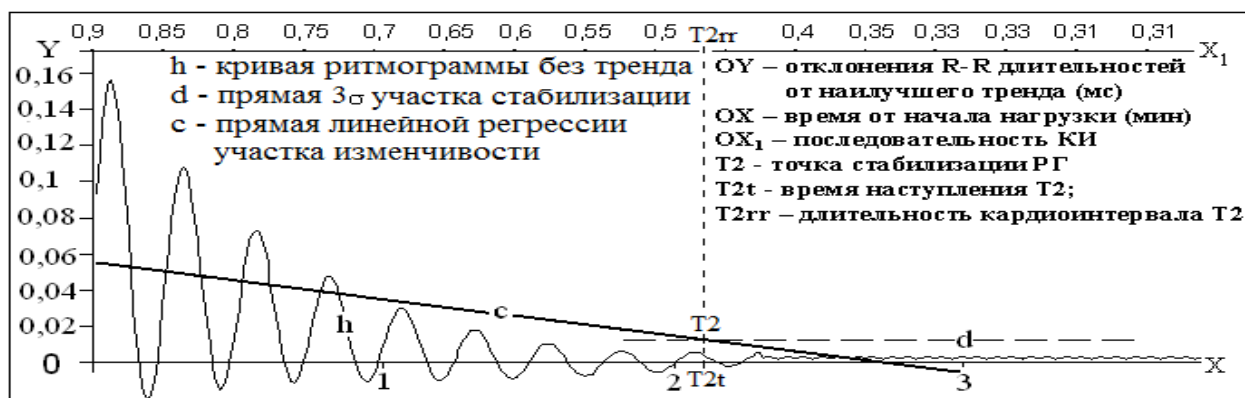


Рис. 9. Модель КРГ после вычитания трендов

Учитывались: параметр математической модели прямой (с) - наклон (НЗ), моментальная ЧСС (длительность кардиоинтервала) момента вхождения в интервал ($T2rr$) и время ее наступления от начала нагрузки ($T2t$).

Исследование функции распределения КИ временного ряда КРГ позволило выявить ряд скрытых, внутренних характеристик СР, определяющих вероятно его нагрузочные и регуляционные особенности (рис.2).

При этом границы выявленных экстремумов уточняются в динамике распределения кардиоинтервалов во времени (рис. 3-6).

Обнаруженная лабильность экстремумов и границ областей временного распределения определили индивидуальные особенности СР, систематизация возникновения которых явилась предметом дальнейшего исследования.

Учитывались RR-длительности и время достижения экстремумов: N_{mx} 1, 2; N_{min} ; границ областей распределения: П1, П2, П3, П4.

Способ определения границы аэробно-анаэробного перехода по КРГ

Способ осуществляется следующим образом. Обследуемому проводят велоэргометрическое обследование по Ramp-протоколу в условиях записи ЭКГ. Ramp-протокол включает в себя максимальное или субмаксимальное многоступенчатое нагрузочное тестирование с длительностью каждой ступени (кроме первой) – 1 минута и последовательным возрастанием нагрузки последующей ступени по отношению к предыдущей на 30 Ватт (Вт), нагрузка (W) первой ступени рассчитывается от величины ДОО в килокалориях и вычисляется

по формуле $W(BT)=DOO \times 0,1$ длительность первой ступени 3 минуты. Общая длительность нагрузочного тестирования 7-12 минут лимитируется достижением индивидуального нагрузочного максимума. Далее КРГ, построенную по последовательному ряду длительностей RR-интервалов ЭКГ, анализируют путем построения функции их распределения и определения экстремумов (Рис. 2).

Длительность кардиоинтервала в точке минимума (П2гг), находящейся между первым и вторым максимумами распределения кардиоинтервалов нагрузочной КРГ, определяется путем построения динамики функции распределения кардиоинтервалов во времени (Рис. 6) и является необходимой и достаточной для установления границы аэробно-анаэробного перехода, которая определяется по формуле: $-1428,25 + 4461,99 \times П2гг$

Обследовано 34 практически здоровых пациента в возрасте 28 ± 5 (табл. 1).

Таблица 1

Физиологический эквивалент П2гг

Показатели	П2гг (сек)	аэробно-анаэробный переход* (сек)	
		Прямой газовый анализ	По уравнению регрессии
Медиана	0,414	414	420
25 Пц	0,381	277	274
75 Пц	0,437	529	521

* Примечание: Различия показателей статистически незначительны ($p > 0,05$)

Таким образом, длительность кардиоинтервала в точке минимума (П2гг), определяемой между первым и вторым максимумами распределения кардиоинтервалов нагрузочной ритмограммы является необходимой и достаточной для установления границы аэробно-анаэробного перехода, которая определяется по формуле: $-1428,25 + 4461,99 \times Min$

Предлагаемый способ расширяет возможности анализа сердечного ритма, дает возможность, упрощает и удешевляет определение границы аэробно-анаэробного перехода, обуславливающей энергообеспечение организма без использования сложного газоаналитического оборудования, увеличивает безопасность проведения исследования. Это позволяет широко применять данный способ при мониторинге здоровья здоровых, нагрузочном тестировании в кардиологии и спортивной медицине, а также в случаях невозможности применения или отсутствия газоаналитического оборудования (Патент РФ

Групповое распределение

Изучение изменчивости временного ряда RR-длительностей нагрузочного тестирования, посредством накопления группового распределения позволило дать его характеристику и выявить принципиальные групповые особенности. С этой целью накопление группового распределение проводилось в 3 этапа: суммарно, отдельно в нагрузочный и восстановительный периоды (рис. 10).

Учитывались следующие характеристики распределения: математическое ожидание (MO), квадратичное отклонение (σ), усредненная левая и правая границы, общая длительность ($T_{сек}$), время наступления и координаты экстремумов.

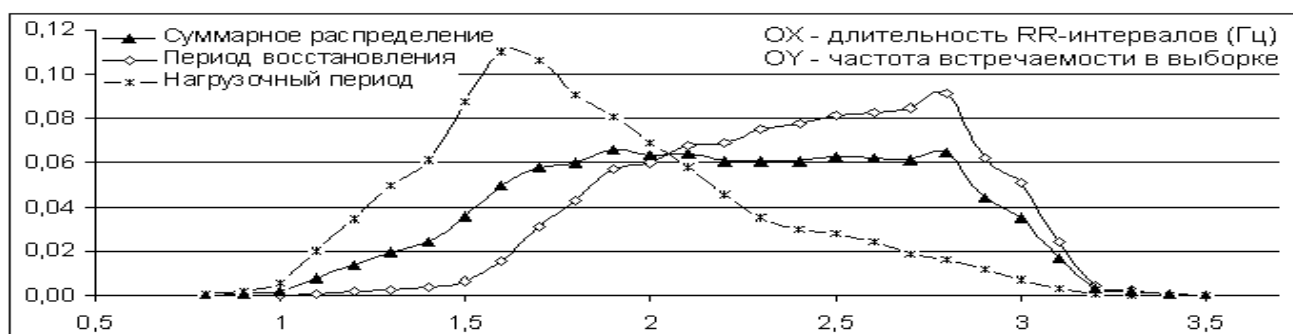


Рис. 10. Групповое распределение RR-интервалов КРГ

2.4. Исследование нейровегетативной регуляции СР при нагрузочном тестировании

2.4.1. Исследования в состоянии относительного физиологического покоя

В настоящее время одним из способов изучения и количественной оценки системы нейрогуморальной регуляции является спектральный анализ ВРС. Он подразумевает определение в последовательном временном ряду RR-интервалов периодических составляющих, обуславливающих колебания СР, каждая из которых находится в своем частотном диапазоне и позволяет дать оценку их вклада в динамику процесса. Количество периодических составляющих в определенном частотном диапазоне, обозначается спектральной мощностью.

В норме в статическом спектре ритма сердца здорового человека присутствуют три основных спектральных составляющих:

- а) высокочастотные колебания (HF – high frequency) частотой 0.15 – 0.40 Гц,

их мощность преимущественно определяется ритмом дыхания и отражает парасимпатический контроль СР;

б) низкочастотные колебания (LF – low frequency) частотой 0.04 – 0.15 Гц. Интенсивность диапазона имеет смешанное происхождение с преимущественным влиянием симпатического отдела ВНС;

в) очень медленные колебания (VLF – very low frequency) – диапазон частот 0.003 – 0.04 Гц, а при 24-часовой записи и сверхнизкочастотные колебания (ULF) – менее 0.003 Гц. Физиологические факторы, определяющие их, вероятнее всего, связаны с гуморально-метаболическими и церебральными эрготропными влияниями, а также нестационарностью процесса записи;

г) общая мощность спектра (TP – Total power) в диапазоне 0.003 – 0.40 Гц отражает суммарную активность нейрогуморальных влияний на СР.

Кроме того, учитывались:

1) мощность в диапазоне высоких и низких частот, выраженная в нормированных единицах (nu) без учета VLF компонента: $HFnu = (HF/(Total-VLF))100$; $LFnu = (LF/(Total-VLF))100$.

2) LF/HF – баланс симпатических и парасимпатических влияний. Расчет производится в относительных единицах: $LFnu/HFnu$.

Каждому обследуемому проводилась активная клино-ортостатическая проба. Анализу подвергались короткие (5-минутные) записи ЭКГ в положении лежа и стоя.

Спектральный анализ имел ограничения:

1) из первичного материала КРГ исключались все артефакты (в том числе вызванные глотанием, отдельными глубокими вдохами, кашлем), эктопические комплексы, ритмы, экстрасистолы, анализировался только синусовый ритм;

2) исключались "переходные" периоды (урежения / учащения) СР: первая минута после перехода в положение "стоя" при ортостатической пробе; после физической нагрузки, в зависимости от скорости восстановления, до наступления стационарности записи КРГ.

2.4.2. Спектральный анализ в процессе нагрузочного тестирования

Выяснение динамики спектра в ходе нагрузочного тестирования сопряжено с изучением переходных процессов, которое может быть реализовано посредством анализа последовательных приращений временных интервалов, так как спектральные показатели всей продолжительности нагрузочного или восстановительного периодов, определяясь усредненным значением (всего периода), утрачивают физиологический смысл.

Определение вегетативной регуляции

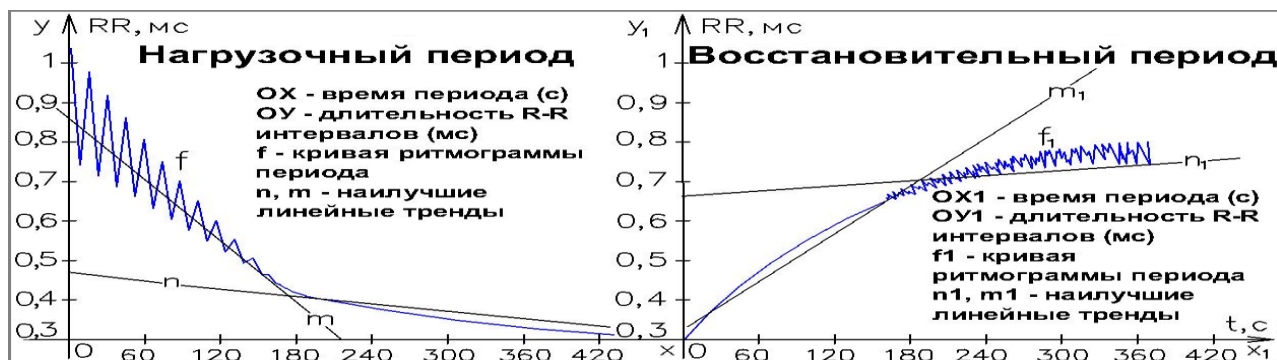


Рис. 11. Модель КРГ нагрузочного и восстановительного периодов

КРГ, построенную по последовательному ряду длительностей кардиоинтервалов нагрузочного тестирования, анализируют путем создания математической модели нагрузочного и восстановительного периодов (рис. 11). При этом изменчивость кардиоинтервалов оценивается модулем отклонений от двух наилучших линейных трендов, определяющих основные тенденции в период изменчивости и стабилизации КРГ. Оптимизация параметров прямых достигается методом наименьших квадратов, а временные интервалы построения определяются динамикой функции распределения. Для этого временной ряд КРГ исследуется как последовательность случайных величин посредством накопления их распределения и дальнейшим анализом функции распределения во времени. При этом RR-интервалы, соответствующие зонам распределения и определяют временные отрезки оптимального построения наилучших трендов математической модели КРГ.

Новая последовательность (рис. 12), полученная из КРГ вычитанием трендов, пошагово подвергается быстрому преобразованию Фурье. При этом анализ осуществляется на каждом отрезке длиной – 64 интервала с шагом в 1

интервал новой последовательности следующим образом: от 1 интервала до 64 [1:64], от 2 до 65 [2:65] и так далее до конца ряда по формуле: $[(n-63) : n]$, где n – общее число экспериментальных точек КРГ.

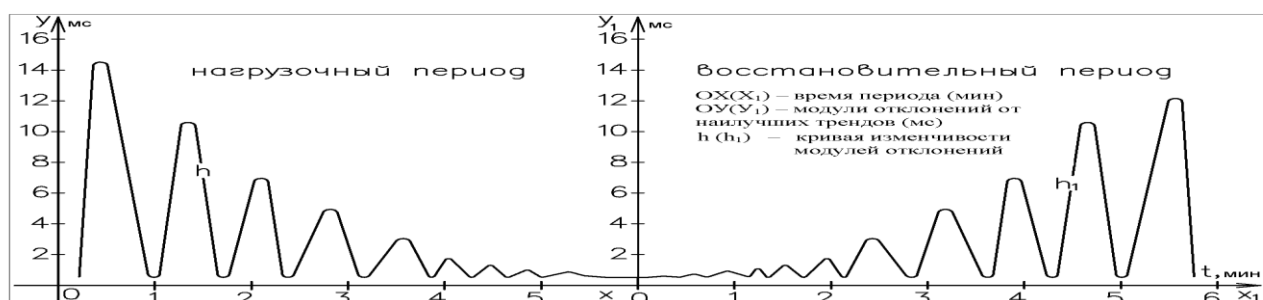


Рис. 12. Новая последовательность: модули отклонений от наилучших трендов

Изменчивость нагрузочного и восстановительного спектров (рис. 13), в диапазонах 0.15 – 0.4 Гц (HF) и 0.04 – 0.15 Гц (LF) адекватно моделируются линейной регрессией (во временных интервалах оптимальных трендов КРГ): $Y_{LF(HF)} = aX + b$, где a – скорость изменчивости парасимпатических и симпатических влияний: nHF_n , nLF_n (нагрузки); vHF_n , vLF_n (восстановления); b – постоянная, определяющая значение вегетативного тонуса: nHF_0 , nLF_0 (нагрузки); vHF_0 , vLF_0 (восстановления); X – момент времени от начала (окончания) нагрузки (рис. 12).

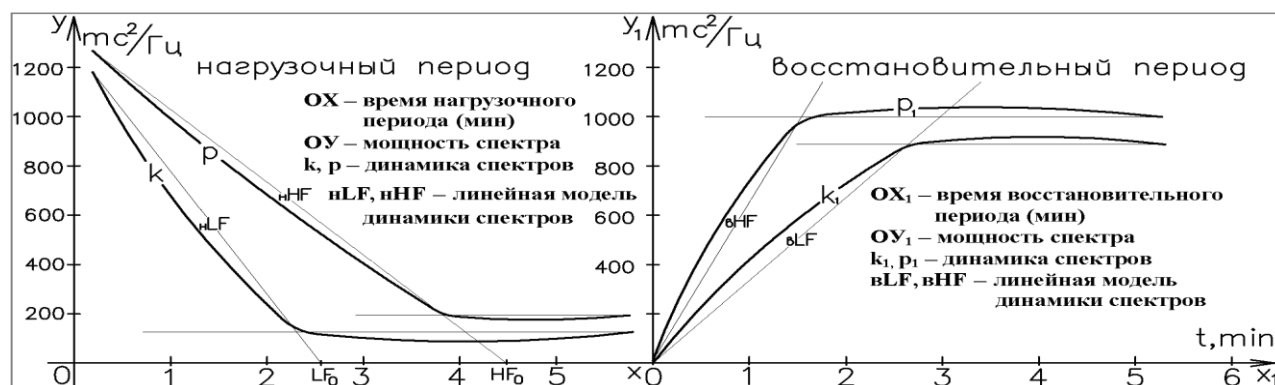


Рис. 13. Линейная модель динамики спектра высоко- и низкочастотного диапазона

При этом в нагрузочный период значение времени «X» в диапазоне LF, HF при условии $y=0$ определяет момент максимального вегетативного контроля CP и является интегральным критерием длительности симпатической (vLF), парасимпатической (vHF) ответственности.

Учитывались: скорость падения вегетативной чувствительности миокарда (nHF_n , nLF_n), время ее депрессии (nHF_0 , nLF_0) – в период нагрузки; скорость восстановления чувствительности – после ее прекращения (vHF_0 , vLF_0).

2.5. Динамика временного ряда КРГ восстановительного периода

Динамика ряда исследовалась четырьмя способами:

1. Визуально логарифмический характер временного ряда КРГ позволил предложить ее математическую модель, для оптимального построения которой использован метод наименьших квадратов. В общем виде формула модели имеет следующий вид: $y = a * \lg x + b$, где x – время восстановления в секундах, y – RR-длительность в секундах, a – параметр модели, характеризующий динамику изменчивости КИ, b – параметр модели, определяющий постоянную (среднюю) составляющую RR-длительностей. Выявленные индивидуальные показатели (a , b) являются основными моделирующими критериями (МК1 и МК2 соответственно) восстановительного периода.

2. Интегральный показатель (ИП) восстановления определялся как сумма RR-интервалов за 7 минут восстановительного периода.

3. При накоплении распределения временного ряда RR-длительностей восстановительного периода определялось время достижения наиболее выраженных положительных экстремумов – 1 и 2 максимумов ($V_{mx1, 2}$).

4. При изучении динамики функции распределения КИ во времени определялись показатели ПЗ, 4 – характеризующие индивидуальные особенности восстановительного периода: ПЗг – длительность КИ в точке ПЗ; ПЗt – время достижения ПЗ; ПЗo, n – линейный тренд до ПЗ (Пм – отрезок, наклон соответственно); П4г – длительность КИ в П4; П4t – время достижения П4; П4o, n – линейный тренд до П4 (Пм – отрезок, наклон соответственно).

ГЛАВА 3. Результаты исследования и их обсуждение. Определение адаптационного потенциала при физической нагрузке

3.1. Изучение работоспособности диагностических методик

Координаты точки перегиба – T1, образованной при пересечении наилучших трендов нагрузочной КРГ, определяющие крутизну гиперболы, визуально изменчивы у различных пациентов. Вероятно, это может быть связано с индивидуальной толерантностью к физической нагрузке, так как глубина изгиба КРГ индивидов, ведущих пассивный образ жизни, была существенно больше таковой спортсменов циклических видов спорта. Для отработки гипотезы обследованы 2 группы практически здоровых курсантов Вологодского института права и экономики, возраста 18 ± 1.5 лет:

1-я группа (31 человек) – курсанты, занимающиеся физической культурой по учебному плану вуза (2 полуторачасовых занятия в неделю) и не имеющие отношения к систематическим физическим нагрузкам;

2-я группа – курсанты-спортсмены циклических видов спорта (34 человека) тренирующие преимущественно выносливость (лыжные гонки, легкая атлетика, плавание), различной квалификации (1-ый спортивный разряд – 29 человек, кандидаты в мастера спорта – 5 человек).

Таблица 2

Критерии нагрузочной КРГ курсантов-спортсменов (Группа 2)

Критерий	*T1t	*T1rr	*H1x10 ⁻⁴	*O1	H2x10 ⁻⁴	*O2
Me	498,89	0,391	-4,2	0,606	-1,9	0,498
25Пц	461,75	0,378	-4,9	0,594	-3,2	0,454
75Пц	563,17	0,405	-3,7	0,635	-1,5	0,567

Примечание: *Групповые различия показателей статистически существенны ($p < 0.001$)

Длительность кардиоинтервала в точке перегиба и время ее наступления от начала тестирования в группе тренированных (табл. 2) существенно ($p < 0.001$) превосходят одноименные показатели группы сравнения (табл. 3), в то время как наклон моделирующего тренда вертикальной оси гиперболы в группе нетренированных значительно ($p < 0.001$) больше такового группы сравнения.

Более позднее наступление точки перегиба, с учетом превалирующей

продолжительности ее КИ и меньшей скорости укорочения RR-длительностей свидетельствует о более экономичной сердечной деятельности в группе тренированных на выносливость. При этом если наклоны горизонтальных осей статистически неразличимы, то существенное доминирование моделирующей переменной b обеих осей гиперболы в группе тренированных свидетельствует о соответствии каждой временной точки (x) большему значению RR-интервала, что в свою очередь свидетельствует о хронотропном энергосбережении.

Таблица 3

Критерии нагрузочной КРГ курсантов (Группа 1)

Критерий	T1t	T1rr	H 1×10^{-4}	O1	H 2×10^{-4}	O2
Me	244,9	0,35	-5,9	0,494	-1,8	0,407
25Пц	170,5	0,35	-6,9	0,461	-2,4	0,386
75Пц	266,7	0,38	-4,4	0,512	-1,5	0,428

С целью изучения чувствительности точки стабилизации КРГ, обуславливающей окончание затухающих колебаний ее нисходящей ветви, в группах с различной толерантностью к физической нагрузке, определяют зону вхождения (пересечения) линейной модели изменчивости КРГ после исключения наилучших трендов в интервал трех сигм участка стабилизации (табл. 4).

Таблица 4

Критерии нагрузочной КРГ (продолжение)

Группы	2				1			
	*T2t	*T2rr	*H 3×10^{-5}	**O3	T2t	T2rr	H 3×10^{-5}	O3
Me	356,43	0,445	-5,3	0,027	200,15	0,372	-11,26	0,031
25Пц	323,34	0,433	-6,9	0,022	144,48	0,359	-19,01	0,022
75Пц	413,80	0,473	-3,9	0,034	231,25	0,394	-8,15	0,039

Точка стабилизации ритма в группе курсантов-спортсменов существенно превышает одноименные показатели сравнения по длительности КИ и времени возникновения. Моделирующие критерии регрессии также имеют существенные различия. Данные обстоятельства позволяют свидетельствовать в пользу более длительного и устойчивого периода изменчивости СР в группе тренированных, сопровождающегося отрицательным хронотропным балансом.

С целью исследования вегетативного гомеостаза в условиях различной нагрузочной толерантности временной ряд КРГ после исключения трендов

подвергают быстрому преобразованию Фурье. Результирующие спектры, полученные в диапазонах HF и LF моделируются линейной регрессией, параметры которой определяют интегральные критерии симпатической (нLFн, нLFв, LFo) и парасимпатической (нHFн, нHFв, HFo) активности (табл. 5, 6).

Таблица 5

Вегетативный маркеры нагрузочной КРГ (Группа 2)

Критерий	нHFн	HFo	нHFв	нLFн	LFo	нLFв
Me	62,21	260	-930,46	18,33	225	-143,74
25Пц	39,83	240	-1121,24	15,23	195	-241,10
75Пц	177,59	288	-897,75	36,78	238	-74,48

При этом в нагрузочный период мощности HF и LF снижаются, достигая полной депрессии существенно медленнее, а в период восстановления – возрастают значительно быстрее в группе спортсменов.

Таблица 6

Вегетативный маркеры нагрузочной КРГ (Группа 1)

Критерий	нHFн	HFo	нHFв	нLFн	LFo	нLFв
Me	15,17	100	-4,61	3,06	80	-12,75
25Пц	9,27	95	-112,19	-17,69	70	-31,00
75Пц	17,48	105	-3,82	18,01	85	-7,73

Причем динамика спектральных составляющих существенно различается вне зависимости от тренированности, что определяется более медленным снижением HF при нагрузке и быстрым возрастанием при восстановлении.

Таблица 7

Критерии распределения RR-интервалов КРГ

Группа	2				1			
	Nmx1t	Nmx2t	Vmx1t	Vmx2t	Nmx1t	Nmx2t	Vmx1t	Vmx2t
Пц25	317,1	480,2	125,3	199,1	165,6	392,3	142,9	214,1
Пц50	361,4	559,4	139,8	218,5	215,4	443,4	161,9	235,2
Пц75	406,1	611,7	146,1	233,8	262,7	471,7	184,2	254,0

Распределения КИ временного ряда КРГ в условиях различной нагрузочной толерантности выявило существенные отличия локализации экстремумов и их временных границ (табл. 7 – 10). При этом время возникновения нагрузочных экстремумов в группе спортсменов существенно превосходит, а восстановительных – опережает одноименные показатели группы сравнения.

Таблица 8

Критерии распределения RR-интервалов нагрузочной КРГ

Группы	2				1			
	*П1t	*П1rr	*П2t	*П2rr	*П1t	*П1rr	*П2t	*П2rr
Me	375,95	0,445	488,25	0,399	65,52	0,420	260,9	0,360
25Пц	329,6	0,437	449,65	0,386	45,88	0,401	199,2	0,358
75Пц	409,52	0,459	554,2	0,409	139,4	0,442	289,8	0,379

Временные координаты, R-R длительности всех переходных зон экстремумов распределения, а также показатели математических моделей КРГ восстановления сравниваемых групп имеют существенные различия.

Таблица 9

Критерии распределения RR-интервалов восстановительного периода

Группы	2							
	*П3t	*П3rr	П3о	П3н	*П4t	*П4rr	П4о	П4н
Me	7,15	0,389	0,362	0,00226	25,39	0,439	0,362	0,00249
25Пц	11,4	0,380	0,385	0,00279	30,87	0,427	0,381	0,00335
75Пц	18,58	0,399	0,399	0,00421	42,88	0,451	0,400	0,00427

При этом показатели П3rr, П3н, П3о, П4rr, П4о, П4н существенно преобладают в группе тренированных, в то время как временные маркеры: П4t, П4t – в группе сравнения.

Таблица 10

Критерии распределения RR-интервалов восстановительного периода

Группы	1							
	П3t	П3rr	П3о	П3н	П4t	П4rr	П4о	П4н
Me	18,09	0,360	0,321	0,00078	65,47	0,418	0,318	0,00094
25Пц	32,21	0,358	0,336	0,00089	97,08	0,399	0,339	0,00104
75Пц	51,79	0,378	0,352	0,00152	127,04	0,441	0,351	0,00156

Выявленные существенные различия позволяют считать настоящие показатели критериями переносимости физической нагрузки и тренированности.

Все показатели восстановления сравниваемых групп (табл. 11) имеют существенные различия, при этом дериваты ЧСС (МК2, ИП) существенно доминируют в группе нетренированных, в то время как данные МК1 определяющие большую скорость восстановления ЧСС – в группе сравнения.

Критерии КРГ восстановительного периода

Группы Критерий	2			1		
	МК1	МК2	ИП	МК1	МК2	ИП
Ме	92,22	58,01	733,25	82,29	86,87	937,00
25Пц	98,60	63,86	768,50	86,19	99,13	1032,00
75Пц	105,58	69,79	822,75	94,86	111,50	1099,00

С учетом существенных различий исследуемых показателей они могут быть использованы как критерии восстановления после физической нагрузки.

3.2. Диагностика приспособительной реактивности смешанной молодежной популяции

3.2.1. Структура сердечного ритма и его регуляция

Анализ смешанной популяции практически здоровой молодежи (19 ± 2 ; $n=211$; 37%-ж) с использованием классических и предложенных критериев выявил существенные закономерности (табл. 12 – 15).

Таблица 12

Значения спектральных и модельных маркеров КРГ

Пц	Спектральные показатели**				ИП	ЧСС _{ср}	T1 _t	T1 _{гр}	H1 ^{&}	H2
	нHFн	вHFн	нLFн	вLFн						
Ме	35,54	-800	16,87	-54,77	906,0	154,1	281,5	0,38	-5,4	-1,72
25	17,48	-930	6,68	-143,7	807,8	143,1	267,1	0,36	-5,5	-2,05
75	62,21	-112	26,37	-31,00	979,8	164,4	482,1	0,39	-4,8	-1,34

Примечание: ** различия HF/н - LF/н; HF/в - LF/в статистически существенны при $p < 0.001$; & – масштаб $H(1,2,3) - 10^{-4}$

Известно, что HF, определяя парасимпатическую мощность, в покое вносит решающий вклад в обеспечение потенциальных адаптационных возможностей организма. Однако до настоящего времени не понятно, каким образом расходуется этот потенциал при физической нагрузке. По данным настоящего исследования интенсивность HF компонента падает по мере нарастания мощности физической нагрузки, однако время его полной депрессии от начала нагрузки различно.

Выраженная связь скорости падения HF компонента со средней нагрузочной ЧСС и критериями T1, 2 свидетельствуют об определяющей роли толерантности индивидуума к физической нагрузке или его тренированности (выносливости).

Корреляционный анализ взаимосвязи маркеров КРГ ($p < 0.05$)

маркер	нНФн	вНФн	нЛФн	вЛФн	ИП	ЧСС	T1t	T1rr	H1	H2
ИП	-0,26	0,76	-0,31	0,63	-	0,82	-0,76	-0,63	-0,90	-0,41
ЧСС	-0,67	0,64	-0,32	0,60	0,82	-	-0,96	-0,57	-0,86	-0,55
нНФн	-	-0,34	-0,06*	0,01*	-0,26	-0,67	0,67	0,47	0,50	0,19*
вНФн	-0,34	-	-0,29	0,67	0,76	0,64	-0,75	-0,54	-0,61	-0,55
нЛФн	-0,06*	-0,29	-	-0,71	-0,31	-0,32	0,38	0,51	0,14*	0,32
вЛФн	0,01*	0,67	-0,71	-	0,63	0,60	-0,67	-0,29	-0,37	-0,67
W(Вт)	0,37	-0,86	0,56	-0,76	-0,85	-0,81	0,89	0,62	0,79	0,70

Примечание: * $p > 0.05$

Известно, что точки перегиба и стабилизации мигрируют в сторону уменьшения кардиоинтервалов при улучшении переносимости физической нагрузки, тогда сочетание снижения динамики НФ с их правой миграцией, подтвержденное корреляционной связью, может иметь лишь подобное толкование.

Значение маркеров КРГ (продолжение)

Пц	T2t	T2rr	H3	П1t	П1rr	П2t	П2rr	П3t	П3rr	П4t	П4rr
Ме	259,6	0,39	-1,42	63,0	0,44	288,5	0,40	554,4	0,39	656,9	0,445
25	228,8	0,38	-1,54	37,57	0,44	252,2	0,37	391,9	0,37	531,7	0,439
75	359,4	0,42	-0,92	321,85	0,47	421,5	0,40	687,3	0,40	708,9	0,471

Существенная связь нНФн с первым минимумом распределения (0.75) и его временными границами, имеет значение для теоретического осмысления и физиологической интерпретации экстремумов распределения КИ при физической нагрузке. Последнее определяется тем, что первый экстремум связан с депрессией высокочастотной составляющей. Иными словами с помощью анализа распределения можно достаточно точно определить критическую точку ответа сердечной мышцы на усиление центральных парасимпатических влияний, а по ее миграции судить о толерантности к физической нагрузке.

Причем физиологический смысл критической точки определяется не депрессией вагуса как при денервации, а минимизацией тонуса – предельным снижением тормозящих влияний, при котором стабилизация RR-длительности, проявляется на КРГ отсутствием высокочастотной волновой структуры.

Корреляционный анализ маркеров КРГ (продолжение) ($p < 0.05$)

маркер	T2t	T2rr	H3	П1t	П1rr	П2t	П2rr	П3t	П3rr	П4t	П4rr
МК2	-0,56	-0,91	-0,74	-0,59	-0,21	-0,70	-0,75	-0,76	-0,74	-0,71	-0,13*
ЧСС _{ср}	-0,91	-0,71	-0,82	-0,85	0,15*	-0,97	-0,57	-0,73	-0,48	-0,65	0,22
HF _н	0,88	0,12*	0,63	0,65	-0,27	0,74	0,33	0,37	0,19*	0,22	-0,33
HF _в	-0,58	-0,70	-0,91	-0,75	0,10*	-0,64	-0,72	-0,95	-0,69	-0,77	0,16*
LF _н	0,18*	0,66	0,15*	0,42	0,30	0,38	0,54	0,39	0,54	0,69	0,30
LF _в	-0,41	-0,75	-0,57	-0,72	0,15*	-0,59	-0,47	-0,81	-0,46	-0,73	0,18*
W	0,70	0,88	0,86	0,82	-0,01*	0,83	0,74	0,85	0,70	0,96	-0,06*

Примечание: * $p > 0.05$

Известно, что в покое низкочастотный компонент, определяя симпатическую активность, имеет решающее значение в обеспечении адаптационных возможностей организма в период нагрузки. По данным настоящего исследования, интенсивность LF компонента падает по мере нарастания мощности физической нагрузки, значительно быстрее HF компонента. Однако время полной депрессии LF от начала нагрузки также различно. Связь скорости падения LF компонента с мощностью перенесенной нагрузки, длительностью RR-интервалов T1, 2 как и в случае с HF компонентом связано с увеличением толерантности к физической нагрузке. Однако последнее обстоятельство имеет свои особенности связанные с менее выраженной корреляционной зависимостью и преимущественной связью с RR-длительностями (T1rr, T2rr) и минимизацией таковой от времени их регистрации (T1t, T2t). Возможно, последнее обстоятельство связано с «депрессией» симпатической регуляции (речь идет о депрессии ответа миокарда на симпатические влияния) при достижении определенной RR-длительности, вне зависимости от продолжительности нагрузки. В подтверждение данного факта свидетельствует исчезновение LF компонента на первой – второй минуте нагрузки.

Существенная связь nLF_н преимущественно с первым максимумом распределения (0.67) и его границами, позволяет теоретически осмыслить и дать физиологическую интерпретацию еще одного экстремума распределения кардиоинтервалов при физической нагрузке. Последнее определяется тем, что первый максимум преимущественно связан с депрессией низкочастотной

(симпатической) составляющей. Физиологический смысл депрессии LF определяется максимальным тоном симпатической регуляции сердечным ритмом, при котором на КРГ (за счет роста ЧСС и стабилизации RR-длительностей) исчезает низкочастотная волновая структура.

В период восстановления мощность HF компонента возрастает с различной скоростью. Выраженная связь его наклона со скоростью восстановления, средней ЧСС нагрузки, мощностью перенесенной нагрузки, маркерами математической модели КРГ, также позволяет сделать вывод о зависимости парасимпатической активности от переносимости физической нагрузки. Действительно, если факт связи скорости усиления HF компонента с показателем восстановления ЧСС не вызывает сомнений и свидетельствует лишь об однонаправленности процессов, то взаимоотношение с нагрузочными показателями: переносимостью большей нагрузки при меньшей средней нагрузочной ЧСС и более поздних T1, 2 свидетельствует об основополагающей роли выносливости – толерантности к физическим нагрузкам.

Существенная связь vHFn со вторым минимумом (-0.71) и его временными границами, также позволяет дать физиологическую интерпретацию очередного экстремума распределения кардиоинтервалов при физической нагрузке. Однако следует отдавать себе отчет в том, что в данной ситуации (восстановления) речь идет только о потенциальной возможности прогнозировать восстановление HF по нагрузочному RR-распределению. В свою очередь экстремумы распределения восстановления также вероятно будут определяться одноименным вегетативным контролем и иметь (диагностическую, прогностическую) связь с нагрузочными показателями, что и может являться целью дальнейших исследований. Иными словами второй минимум нагрузочного распределения потенциально связан с восстановлением парасимпатической составляющей и вероятно позволяет прогнозировать точку включения ответа сердечной мышцы на тормозные вагусные влияния, а по ее миграции (также, а возможно более точно, чем с нагрузочным HF) судить о толерантности к физической нагрузке.

В период восстановления, мощность LF возрастает прямо пропорционально

длительности отдыха, однако скорость этого процесса существенно ниже HF, но также весьма индивидуальна. Связь параметра vLFn компонента со скоростью восстановления, средней ЧСС нагрузки, мощностью перенесенной нагрузки, точками пересечения трендов и их математическими моделями, как и для HF компонента (но в меньшей степени) определяется выраженной зависимостью от тренированности.

Существенная связь vLFn преимущественно с первым максимумом распределения (-0.61), фактически совпадает с одноименным нагрузочным показателем, однако различия во временных границах (ПЗt) позволяют дать физиологическую интерпретацию, не смешивая два показателя. Кроме того, как и в случае с восстановлением парасимпатической регуляции (появление ответа сердечной мышцы на парасимпатические влияния в виде высокочастотных HF волн на ритмограмме), в данной ситуации речь идет о прогнозе восстановления LF по нагрузочному распределению, что принципиально не позволяет смешивать данные показатели (наклон LF нагрузки и восстановления).

Согласованное снижение и последовательное исчезновение на нагрузочной ритмограмме LF и HF волн сопровождающееся уменьшение длительности кардиоинтервалов, свидетельствует, на наш взгляд, о последовательном увеличении симпатических и уменьшении парасимпатических (соответственно) влияний, достигающих своих полюсов при максимальной ЧСС. Причем, если симпатическая регуляция проявляется максимальным тонусом, то парасимпатическая – минимальным, что выражается максимальным снижением тормозных влияний. Иными словами динамика спектра, наблюдаемая на КРГ, не является непосредственным отражением активности регулирующих систем, а определяется ответной реакцией сердечной мышцы на эти влияния, что при минимизации кардиоинтервалов проявляется ригидным ритмом – исчезновением волн всех видов.

Обратная динамика волновой структуры сердечного ритма в период восстановления, вскрывающаяся появлением HF а затем LF волн, свидетельствует о последовательном восстановлении тормозных парасимпатических и

уменьшении симпатических влияний.

В связи с тем, что ЧСС первой минуты восстановления является предиктором смертности, вероятно координаты точек (время наступления от начала тестирования (восстановления) и длительность кардиоинтервала) реагирования сердечного ритма на вегетативную регуляцию также могут иметь прогностическое значение, что в свою очередь может быть предметом дальнейших исследований. Кроме того, дальнейшее увеличение ЧСС от точек T1 и T2 (или иных точек, определяемых вегетативным контролем) до максимальной частоты (min RR) тоже имеет физиологическое значение, так как оно существенно различается в зависимости от тренированности, что также может быть предметом дальнейших изысканий.

Таким образом:

1. Ответ сердечной мышцы на вегетативный контроль, определяемый по мощности High, Low frequency уменьшается в нагрузочный и возрастает в восстановительный периоды с существенно различной скоростью у разных индивидуумов. Причем в отличие от LF, высокочастотные колебания медленнее исчезают при нагрузке и быстрее возрастают при восстановлении.

2. Скорость изменения HF, LF при нагрузке и восстановлении определяется соответственно парасимпатическим и симпатическим контролем данных процессов и напрямую связана с переносимостью физической нагрузки - тренированности, выносливости. Данные связи в большей степени определяются HF - парасимпатическим участием.

3. Экстремумы распределения R-R длительностей при нагрузке являются отражением изменчивости спектральных составляющих вегетативного контроля и могут быть использованы для прогноза мощности данных составляющих, как в период нагрузки, так и восстановления.

4. Регуляция сердечного ритма во время теста осуществлялась за счет согласованной работы вегетативных составляющих, вероятно, проявляющейся в нагрузочный период последовательным усилением симпатического (максимальный тонус), а затем парасимпатического контроля (максимальное

снижение тормозных влияний), в период восстановления – наоборот: последовательным усилением парасимпатического (появление тормозных влияний), а далее снижением симпатического участия.

3.2.2. Особенности приспособительной реактивности

Таблица 16

Эргометрические показатели первичной выборки

Пц	ИП	МК2	W (Вт)	Длительность нагрузки (мин)	ЧСС _{max}	ЧСС _{ср}
Me	906,0	80,9	180,0	7,0	175,0	154,1
25Пц	807,8	68,2	150,0	6,0	167,0	143,4
75Пц	979,8	92,9	240,0	9,0	184,0	164,4

Обратили на себя внимание выраженные индивидуальные различия основных изучаемых показателей и их взаимосвязей: ЧСС покоя, максимальной ЧСС, скорости восстановления, мощности перенесенной нагрузки и ее длительности (табл. 16, 17).

Таблица 17

Корреляционный анализ эргометрических показателей первичной выборки

маркер	ИП	МК2	Мощность нагрузки	Длительность нагрузки	ЧСС _{max}	ЧСС _{ср}
ИП	-	0,98	-0,25	-0,26	0,77	0,82
МК2	0,98	-	-0,28	-0,28	0,62	0,67
W	-0,25	-0,28	-	0,99	-0,06	-0,36

Например, максимальная нагрузка варьирует от 230 до 530 Вт, а скорость восстановления от 1140 до 750 условных единиц, однако раннее восстановление определяется существенно большей нагрузочной толерантностью (рис. 14).

Корреляционный анализ этих различий вскрыл их особенности. В частности динамика восстановления (МК2, ИП) определялась:

1. Выраженной положительной корреляционной связью с максимальной и средней ЧСС нагрузки (соответственно 0.77, 0.62 и 0.82, 0.67);
2. Слабой отрицательной связью с перенесенной нагрузкой и ее длительностью (-0.25, -0.27 и -0.26, -0.28 соответственно)

В доступной литературе отсутствуют данные о зависимости скорости восстановления от ЧСС нагрузки в максимальных тестах, однако известен факт ускоренного восстановления ЧСС, при меньших нагрузках и прямой зависимости

ЧСС нагрузки от мощности последней. Поэтому, если зависимость скорости восстановления от средней и максимальной нагрузочной ЧСС является ожидаемой, то отсутствие таковой от перенесенной нагрузки вызывает большие сомнения. Требующим объяснения является и факт независимости нагрузки от максимальной (-0.06) и обратной связи со средней (-0.36) нагрузочной ЧСС.

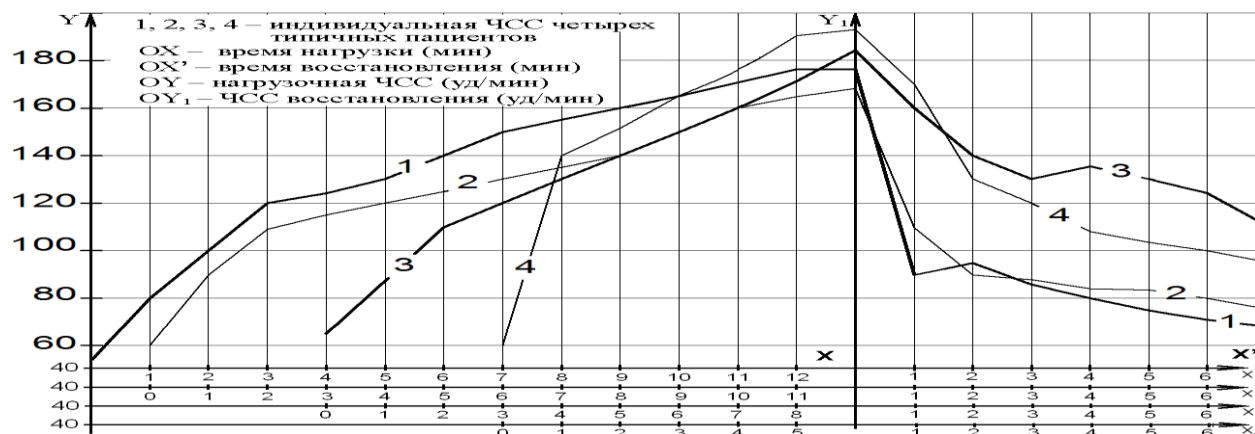


Рис. 14. Типичная изменчивость ЧСС четырех испытуемых

Вышеизложенное потребовало классификации первичной выборки с целью выявления неучтенного фактора влияющего на конечные результаты. Теоретической предпосылкой поиска послужил известный факт влияния тренированности на ЧСС покоя и нагрузки.

3.2.3. Концепция подразделения исследуемой (смешанной) популяции

В первичную смешанную популяцию (S) вошли старшие школьники и студенты 16 – 20 лет (211 человек (38%-ж); диагноз: практически здоров), различающиеся по уровню физической подготовленности. Изучение выборки вскрыло необходимость разработки способа ее подразделения.

Сложность вопроса определялась разноликостью выборки, включающей и неподготовленную молодежь и спортсменов не только различной квалификации и специализации, но и уровня совершенствования. При этом выраженные индивидуальные различия основных изучаемых показателей сочетались с непредсказуемостью их взаимоотношений, когда раннее восстановление опосредовалось существенно большей нагрузочной толерантностью.

Отбор признаков и качество кластеризации

Период	Гц	Средние значения в кластерах			Дисперсии		Качество кластеризации F
		1	2	3	Между групп	Внутри групп	
Нагрузочный	1,5	0,014789	0,003183	0,002635	0,004638	0,034017	10,0210
	1,6	0,037805	0,006040	0,004034	0,035139	0,073335	35,2187
	1,7	0,072873	0,014829	0,006675	0,124427	0,227606	40,1807
	1,8	0,082783	0,028491	0,012111	0,124724	0,234651	39,0676
	1,9	0,093518	0,044744	0,022515	0,115865	0,278701	30,5564
	2	0,079951	0,055009	0,041323	0,033068	0,255609	9,5088
	2,1	0,082801	0,067771	0,051074	0,020228	0,305194	4,8716
	2,8	0,039727	0,118369	0,088747	0,177487	0,674736	19,3340
	2,9	0,004746	0,080780	0,096918	0,226400	0,380572	43,7248
	3	0,000212	0,059581	0,099324	0,210055	0,586231	26,3361
	3,1	0,000102	0,011541	0,080095	0,142582	0,244460	42,8689
	3,2	0,000073	0,001624	0,016362	0,006174	0,041757	10,8678
Восстановительный	1,1	0,081214	0,000724	0,000316	0,216678	0,641377	24,8307
	1,2	0,132571	0,001104	0,000198	0,578755	0,667578	63,7206
	1,3	0,171816	0,005846	0,000193	0,939667	0,482483	143,1461
	1,4	0,167860	0,030599	0,000869	0,740547	0,651620	83,5306
	1,5	0,115626	0,121609	0,001697	0,355518	1,231102	21,2254
	1,6	0,063358	0,201619	0,003231	1,046825	0,779799	98,6686
	1,7	0,044478	0,184642	0,028506	0,800911	0,615344	95,6652
	1,8	0,033645	0,106243	0,122467	0,208369	0,750647	20,4026
	1,9	0,026283	0,065093	0,164067	0,386860	0,331965	85,6541
	2	0,022201	0,044302	0,158599	0,408117	0,204386	146,7646
	2,1	0,022087	0,042474	0,118174	0,195313	0,179757	79,8606
	2,2	0,022440	0,035707	0,082183	0,075033	0,148165	37,2214
	2,3	0,019034	0,030667	0,057284	0,029560	0,067072	32,3930
	2,4	0,015401	0,028656	0,046920	0,019769	0,040199	36,1447
	2,5	0,011102	0,028100	0,043693	0,021720	0,037362	42,7294
	2,6	0,008853	0,023985	0,039141	0,018591	0,039852	34,2881
	2,7	0,003292	0,020741	0,030659	0,016489	0,025630	47,2853
	2,8	0,000977	0,013844	0,034820	0,022782	0,023353	71,7021
2,9	0,000133	0,007311	0,030041	0,018606	0,020898	65,4400	
3	0,000200	0,002637	0,022523	0,011443	0,020378	41,2713	

Кластеризация

Принципиальная недостаточность субъективного подразделения выборки по анамнестическому признаку была разрешена классификационным анализом.

Обособленность кластеров

Кластеры	Евклидовы расстояния
1 - 2	0,067192
1 - 3	0,080981
2 - 3	0,061731

С целью объективизации и максимального учета индивидуальных реакций организма на физическую нагрузку кластерному анализу было подвергнуто накопленное распределение (по количеству строго ограниченных интервалов) кардиоинтервалов нагрузочного и восстановительного периодов персонально каждого из обследуемых.

Таблица 20

Оптимальные признаки и качество кластеризации

Период	Гц	Дисперсии		Качество кластеризации	
		Между групп	Внутри групп	F	p
Восстановительный	1,3	0,058438	0,108186	39,70	0,000000
	1,4	0,055324	0,109115	37,27	0,000000
	1,5	0,054355	0,155232	25,74	0,000000
Нагрузочный	2,7	0,047615	0,141612	24,71	0,000000
	2,8	0,282721	0,129437	160,54	0,000000
	2,9	0,195316	0,088718	161,81	0,000000

Объективное выделение трех кластеров (1, 2, 3 групп) позволило учесть всю совокупность индивидуальной нагрузочной толерантности (табл. 18 - 20, рис. 10).

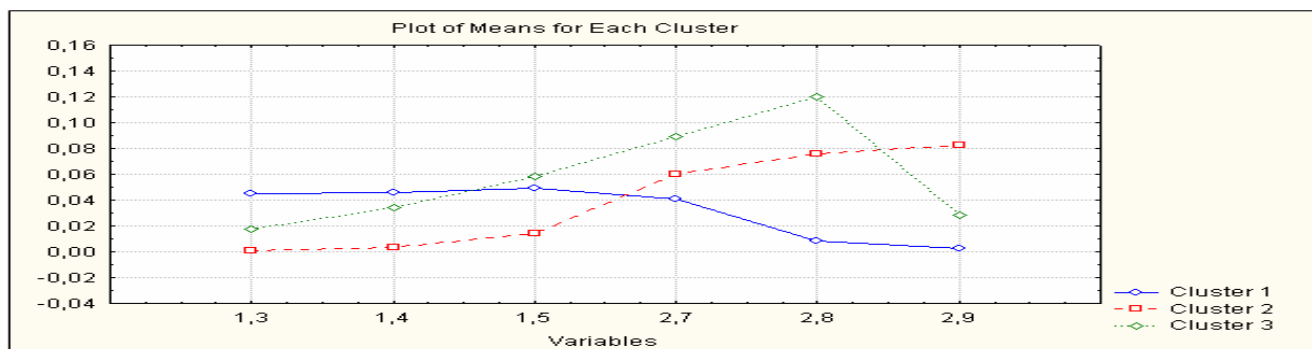


Рис. 15. Линейный график средних значений кластеров

3.3. Характеристика смешанной популяции и кластерных групп

Первая группа (1)

Школьники, студенты (64 человека (40%-ж)); из них занимающиеся физической культурой по учебному плану вуза (не более 2 полуторачасовых занятия в неделю) и не имеющие отношения к систематическим физическим нагрузкам (35 человек); молодежь, имеющая спортивные разряды в анамнезе, не тренирующаяся или тренирующаяся не систематически, на данный момент не соответствующая имеющейся разрядной квалификации (3-ий разряд – 12 человек, 2-ой разряд – 14 человек, 1-ый спортивный разряд – 3 человека).

Таблица 21

Антропометрические показатели смешанной популяции и 1 кластерной группы

Пц	Рост (см)	Вес (кг)	Кетле (ед.)	Возраст (лет)
	S группа			
25	169,00	59,65	20,54	18,00
50	174,00	66,00	21,79	20,00
75	178,00	68,65	22,39	20,00
1 группа				
25	165,00	52,30	18,96	18,00
50	169,00	59,50	20,56	19,00
75	174,00	68,70	22,34	20,00

Рост членов группы в основном соответствует массе и возрасту, выявлено 3 человека (2м, 1ж) повышенного, 5 человек (2м, 3ж) пониженного, 1 человек (ж) недостаточного питания. Индекс Кетле не выходит за пределы нормальных значений массы. Полученные результаты не имеют существенных различий с таковыми смешанной популяции (табл. 21). При этом показатель массы тела определяется пограничным значением существенности различий ($p=0.05$).

Таблица 22

Маркеры КРГ смешанной популяции и 1 кластерной группы:
нагрузочный период

Пц	T1t	T1rr	T2t	T2rr	H1 ^{&}	O1	H2	O2	H3	O3	П1t	П1rr	П2t	П2rr
	S группа													
25	276,1	0,36	203,6	0,39	-5,1	0,50	-2,5	0,41	-1,1	0,021	88,0	0,42	297,2	0,36
50	391,2	0,37	264,8	0,42	-4,4	0,55	-1,9	0,44	-0,7	0,028	258	0,44	387,8	0,38
75	469,4	0,39	335,5	0,45	-3,7	0,60	-1,5	0,49	-0,4	0,038	363	0,45	467,7	0,40
1 группа														
25	170,6	0,35	144,5	0,36	-6,9	0,46	-2,4	0,39	-1,9	0,022	45,9	0,40	199,2	0,36
50	245,0	0,36	200,2	0,37	-5,9	0,49	-1,8	0,41	-1,1	0,031	65,5	0,42	260,9	0,36
75	266,8	0,38	231,2	0,39	-4,4	0,51	-1,5	0,43	-0,8	0,040	139	0,44	289,8	0,38

Примечание: & – масштаб $N(1,2,3) \cdot 10^{-4}$

Точка перегиба – T1 (табл. 22) определяется минимальным временем (возникновения) и укладывается в полном объеме выборки до уровня 25Пц смешанной популяции. Длительность кардиоинтервала данной точки имеет существенно меньшие значения, чем в сводной группе, при этом максимум T1rr определяется уровнем ее 60Пц. При этом скорость падения линейного тренда H1 определяющего нисходящую ветвь (гиперболы) нагрузочной ритмограммы настоящей группы существенно превышает таковую смешанной популяции, а ее минимальное значение соответствует лишь уровню медианы сводной группы. В

подтверждение этому критерий линейного тренда «в» определяющий по сути его средний RR-интервал (среднюю ЧСС тренда) значительно проигрывает одноименному показателю сводной группы и ограничивается уровнем ее 30Пц.

В свою очередь горизонтальный линейный тренд КРГ, фактически не имея отличий в скорости падения от сводной группы, определяется существенными различиями усредненного кардиоинтервала, при этом его максимальная длительность соответствует уровню 35Пц смешанной популяции.

Точка ускользания также определяется ранним возникновением и соответствует уровню 35Пц сводной группы. Кардиоинтервал T2/rr существенно проигрывает показателям смешанной популяции а его максимальная длительность соответствует ее 25Пц. Скорость падения линейного тренда H3, определяющего снижение изменчивости кардиоинтервалов нагрузочной ритмограммы в описываемой группе существенно превышает таковую смешанной популяции и ограничивается уровнем ее 60Пц. При этом средний уровень изменчивости кардиоинтервалов, определяемый критерием изменчивости O3 в сравниваемых группах фактически не различим.

Пограничный критерий П1 определяются существенно ранним проявлением в изучаемой группе нежели чем в смешанной популяции, ограничиваясь в своих максимальных проявлениях ее 35Пц. Значение кардиоинтервала данной точки смешанной популяции существенно превосходит одноименный показатель данной группы и определяется уровнем 60Пц.

Время регистрации критерия П2 описываемой группы значительно уступает таковому смешанной популяции и находится в границах ее первого квартиля. Длительность кардиоинтервала данной точки определяется той же закономерностью, но ограничивается уровнем медианы сводной группы.

ЧСС покоя настоящей группы, в целом укладываясь в границы нормы, может квалифицироваться как тахикардия на уровне 75Пц выборки и соответствует уровню 4 квартиля смешанной популяции (табл. 23). Выявленные особенности предполагают снижение хронотропных резервов адаптации. Значения артериального давления полностью соответствуют нормальным

значениям и определяются средними квартилями сводной группы.

Таблица 23

Эргометрические показатели смешанной популяции и 1 кластерной группы

Пц	покой		МПК	МПК кг	W Вт	ЧСС				АД			
	САД	ЧСС				н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
S группа													
25	110	55	4,3	67,9	150	-58,0	157,2	166,5	141,0	-48,7	179,9	180	170,6
50	120	62	4,7	74,7	210	-48,8	171,9	175,0	154,1	-37,6	195,3	200	181,3
75	120	70	5,1	80,2	240	-42,6	181,0	184,0	164,4	-26,5	211,0	210	193,5
1 группа													
25	110	69	3,8	58,1	90	-46,1	175,8	175,0	164,3	-33,4	178,5	175	168,8
50	120	72	4,0	68,5	120	-30,3	184,5	182,0	168,3	-26,8	192,9	190	181,3
75	120	80	4,2	76,2	150	-22,3	189,7	190,0	173,8	-20,9	211,6	210	194,0

Мощность перенесенной нагрузки минимальна и определяется уровнем 25Пц смешанной популяции. При это если максимальная ЧСС лишь незначительно превосходит популяционную норму (уровень 2-4 квартилей смешанной популяции), то средняя – существенно превышает ее границы и соответствует первому квартилю сводной группы. Скорость учащения сердечного ритма определенная по показателям математической модели нагрузочной ЧСС также существенно превышает средние значения, и определяются 1 квартилем сводной группы. Среднее и максимальное систолическое АД не имеют существенных различий со сводной группой, в тоже время скорость возрастания АД при нагрузке существенно превышает одноименный показатель смешанной популяции и соответствует уровню 3 и 4 квартиля.

МПК, описываемой группы существенно уступает одноименному показателю смешанной популяции, при этом максимальные его значения ограничиваются ее первым квартилем. Отнесенные к массе тела значения аэробной производительности имеют те же закономерности, однако в смешанной популяции ограничиваются уровнем второго квартиля.

ВРС клиностаза (табл. 24) опосредуется пограничной (граница недостаточности) мощностью и регуляционной дисфункцией, так как определяются выраженным участием гуморально-метаболического компонента, который имеет фактически равную мощность с парасимпатическим. В свою очередь парасимпатическая активность лишь незначительно превосходит симпатическую,

что свидетельствует о вегетативном дисбалансе.

Таблица 24

Показатели ВРС клиностаза смешанной популяции и 1 кластерной группы

Пц	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
	S группа									
25	1848	552	342	645	21,0	52,7	0,27	20,2	15,0	29,3
50	2698	867	550	1152	31,4	68,6	0,46	30,0	21,2	44,1
75	3975	1138	866	2026	47,3	79,0	0,9	41,3	27,1	60,6
1 группа										
25	1562	450	362	335	29,4	45,1	0,42	23,7	17,2	20,4
50	2014	722	596	719	42,0	58,0	0,73	33,1	22,8	39,7
75	2589	1029	759	1550	54,9	70,6	1,22	49,4	30,9	50,1

Ортостаз (табл. 25) также определяется умеренной (пограничной) вегетативной активностью. При этом регуляционный дисбаланс, определяемый гуморально-метаболической акцентуацией, сочетается с достаточной парасимпатической реактивностью (индекс Эвинга) и сохранным вегетативным балансом (симпатическим доминированием).

Таблица 25

Показатели ВРС ортостаза смешанной популяции и 1 кластерной группы

Пц	ЧСС	30/15	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
	S группа											
25	70	1,38	1727	594	609	160	65,2	12,6	1,87	28,6	32,5	7,6
50	82	1,51	2640	866	999	309	77,7	22,3	3,49	36,4	44,2	12,8
75	90	1,66	3614	1348	1618	579	87,4	34,8	6,92	49,5	57,9	20,7
1 группа												
25	88	1,32	1390	377	506	105	67,0	12,6	2,03	30,2	37,7	6,8
50	93	1,49	1982	808	803	210	80,1	19,9	4,02	37,1	43,6	10,8
75	99	1,68	2909	1187	1330	405	87,4	33,0	6,95	46,1	57,1	20,6

Избыточная реакция ЧСС на ортостаз подтверждает напряженность хронотропных резервов адаптации.

Возобновление ответной реакции СР на регуляционные влияния в исследуемой группе (табл. 26) определяется существенно меньшей скоростью относительно смешанной популяции и ограничивается ее 30Пц.

Запаздывание симпатического регуляции по сравнению со смешанной популяцией в период восстановления, обуславливается существенно меньшей скоростью возобновления характерных частотных волн СР.

Таблица 26

Вегетативная регуляция восстановительного периода

Маркер	вТРн	вТРо	вЛФн	вЛФо	вНФн	вНФо	Ктрен
	S группа						
Пц25	5,31	-16,97	2,16	-14,56	3,49	-12,87	829,8
Пц50	17,65	-3,95	6,83	-5,49	11,69	-1,95	1172,3
Пц75	50,36	-0,29	20,28	-1,50	36,24	0,23	1518,2
	1 группа						
Пц25	1,94	-5,19	0,86	-2,78	0,84	-2,30	1693,4
Пц50	4,00	-1,54	1,59	-1,21	2,22	-0,13	1795,8
Пц75	9,52	-0,52	4,10	-0,37	6,06	0,09	2022,0

Отсроченное возрождение парасимпатического контроля против такового смешанной популяции также определяется существенно меньшей скоростью его восстановления. При этом в исследуемой группе, как и в смешанной популяции, парасимпатический контроль достигает больших значений и имеет превосходящую скорость восстановления по сравнению с симпатическим.

Коэффициент тренированности существенно превышает одноименный показатель смешанной популяции, ограничиваясь ее 4 квартилем, обуславливая минимальный уровень развития данного качества.

Таблица 27

Вегетативная регуляция нагрузочного периода

Маркер	нТРн	нТРо	нЛФн	нЛФо	нНФн	нНФо	нТР	нЛФ	нНФ
	S группа								
Пц25	-33,62	28,70	-10,74	8,66	-18,98	12,15	3,62	3,50	3,89
Пц50	-14,66	68,12	-5,00	23,34	-6,62	36,90	4,35	3,93	4,51
Пц75	-5,61	151,05	-1,83	47,28	-2,53	82,71	5,14	4,61	5,73
	1 группа								
Пц25	-20,66	9,51	-6,49	4,54	-12,04	6,45	3,49	3,37	3,69
Пц50	-9,55	35,55	-2,49	9,94	-3,85	18,00	3,69	3,43	4,03
Пц75	-2,46	71,37	-1,01	23,67	-0,95	42,01	4,02	3,82	4,50

Депрессия ответной реакции сердечного ритма на общий вегетативный контроль в данной группе (табл. 27) наступает значительно раньше такового смешанной популяции, ограничиваясь уровнем ее 40Пц. При этом, не смотря на то, что скорость наступления эффекта ригидности в смешанной популяции заметно выше, подавляющее преобладание изначального регуляционного уровня определяет констатированный результат.

Угнетение симпатической ответственности сердечного ритма также

предшествует одноименному маркеру смешанной популяции, ограничиваясь уровнем ее медианы. Данный результат обуславливается как меньшей скоростью использования, так и минимальным уровнем изначального симпатического тонуса в исследуемой группе.

Существенное опережение ускользания СР от парасимпатического контроля по сравнению со смешанной популяцией (максимум длительности на уровне ее медианы), обуславливается изначально малым уровнем парасимпатического контроля в исследуемой группе, не смотря на заметное преобладание скорости процесса в группе сравнения. При этом в обеих группах парасимпатическая регуляция имеет большую изначальную мощность и длительное время контроля СР по сравнению с симпатической.

Время наступления первого нагрузочного максимума (функции распределения) существенно уступает одноименному показателю смешанной популяции, а его максимальное значение соответствует уровню 30Пц, при этом различия выраженности самих максимумов минимальны (табл. 28).

Таблица 28

Показатели распределения RR-интервалов КРГ

Маркер	Nmx1	Nmx1t	Nmx2	Nmx2t	Vmx1	Vmx1t	Vmx2	Vmx2t
S группа								
Пц25	0,32	200,4	0,40	461,9	0,36	134,5	0,54	210,3
Пц50	0,34	272,4	0,42	544,1	0,40	149,5	0,60	228,7
Пц75	0,36	375,5	0,44	632,8	0,42	170,3	0,68	243,2
1 группа								
Пц25	0,32	138,8	0,38	328,8	0,36	145,0	0,48	218,3
Пц50	0,32	166,9	0,38	422,5	0,38	168,9	0,52	239,7
Пц75	0,34	210,8	0,42	449,5	0,42	193,6	0,56	262,8

Время регистрации второго нагрузочного максимума еще более существенно опережает показатель смешанной популяции не достигая границ ее первого квартиля. Как и в ситуации с первым максимумом различия интенсивности описываемых экстремумов минимальны.

В свою очередь время проявления первого максимума восстановления существенно запаздывает против смешанной популяции, определяя минимальное значение уровнем ее медианы. Интенсивность настоящих экстремумов имеет минимальные различия.

Отсроченное наступление второго максимума в сравнении с одноименным показателем смешанной популяции, несмотря на существенность различий опосредуется меньшей интенсивностью. При этом выраженность максимума в исследуемой группе определяется существенно меньшей плотностью.

Таблица 29

Эргометрические показатели: ДП, ИХР, ИИР

Пц	ДП				ИХР				ИИР			
	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср	н	о	тх	Ср
	S группа											
25	-169,0	301,5	309,5	255,4	-90,4	124,7	133	103,8	-42,4	54,5	57,7	45,1
50	-145,9	323,6	340,0	275,0	-72,4	143,1	148	118,7	-31,2	63,6	63,6	53,0
75	-114,7	358,3	369,5	304,6	-57,2	168,2	177	136,1	-22,3	75,1	75,0	61,3
	1 группа											
25	-146,5	312,5	304,0	269,4	-53,6	100,1	95	78,2	-28,4	50,0	46,2	41,6
50	-100,4	337,2	322,0	296,0	-41,1	112,1	113	98,9	-21,8	62,7	61,5	51,7
75	-75,7	398,8	379,0	341,8	-25,5	141,4	138	114,9	-17,4	70,7	68,2	58,9

Скорость увеличения и максимальное значение двойного произведения в настоящей группе существенно ниже одноименного показателя смешанной популяции, при этом его среднее значение определяется противоположной закономерностью (табл. 29). Интенсивность сократительной функции сердца, величина систолического напряжения миокарда и функциональные возможности последнего тем выше, чем больше показатель ДП. При этом достижение меньшего значения ДП при одних и тех значениях мощности нагрузки свидетельствует о больших резервах и меньшей напряженности. В связи с этим большее значение ДП в смешанной популяции обуславливается лучшей функциональной возможностью миокарда связанной с его более экономичным функционированием (меньшим средним значением ДП при больших нагрузках).

Индекс хронотропного резерва в степени изменчивости существенно уступает одноименному показателю сводной группы и ограничивается ее 4 квартилем (обратный отсчет в связи с отрицательным значением показателя). Снижение хронотропных возможностей миокарда обуславливается более высокой ЧСС покоя и сниженной максимальной ЧСС. Преобладание максимального и среднего значения ИХР в смешанной популяции в условиях существенно большей толерантности к физической нагрузке также свидетельствует о сравнительной

хронотропной недостаточности в изучаемой группе.

Изменчивость ИИР не достигает уровня медианы смешанной популяции, тем самым определяя снижение инотропных резервов миокарда в данной группе. Минимальное преобладание средних и максимальных значений ИИР в смешанной популяции объясняется существенным преобладанием длительности и мощности перенесенной нагрузки, требующей не только максимального включения, но и более экономичного распределения имеющихся резервов АД.

Коэффициент расходования резервов миокарда (табл. 30) определяемый отношением изменения систолического АД к нагрузке его вызвавшей существенно превышает одноименный показатель смешанной популяции как в скорости и объеме изменчивости, так и в среднем и максимальном проявлении.

Таблица 30

Эргометрические показатели: КРРМ, ПРЛЖ, СНИ

маркер	КРРМ				ПРЛЖ				СНИ			
	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср
	S группа											
Пц25	-1,6	18,9	18,4	20,1	-105,0	168,8	175	140,6	-1,2	10,3	10,1	10,4
Пц50	4,8	22,9	21,1	24,6	-82,8	203,8	213	177,1	0,1	11,9	11,5	12,1
Пц75	9,8	26,4	24,4	28,7	-63,1	231,5	248	201,9	2,1	13,6	13,0	14,4
	1 группа											
Пц25	-1,0	23,5	22,9	26,8	-63,0	140,3	141	114,2	-0,6	12,6	12,2	13,2
Пц50	6,0	26,9	26,7	29,8	-56,4	148,4	146	124,4	1,5	15,3	15,0	15,5
Пц75	9,6	31,7	31,0	34,1	-41,5	167,7	170	148,4	2,9	17,0	17,6	17,8

С учетом проанализированных данных о фактически равной реактивности АД на максимальную нагрузку в сравниваемых группах, значение имеет по большому счету только знаменатель – мощность перенесенной нагрузки, преобладающее значение которой в смешанной популяции существенно уменьшает значение всей дроби. Таким образом, преобладающий КРРМ в изучаемой группе обуславливается снижением и незначительным (расточительным) расходованием инотропных резервов миокарда на нагрузку.

Производительность работы левого желудочка определяемая отношением мощности нагрузки к ЧСС ее поддерживающей существенно проигрывает таковой сводной группы и ограничивается ее первым (4 – для отрицательного показателя скорости) квартилем. В отличие от КРРМ, с фактически равной абсолютной (в

отличие от относительной) инотропной эффективностью, уже изученный хронотропный резерв исследуемой группы существенно уступает сводному показателю. При этом, несмотря на минимальную нагрузочную толерантность в относительном выражении (мощность нагрузки к ЧСС) последняя выглядят не менее удручающе. Таким образом, минимальное значение коэффициента в настоящей группе свидетельствует о сниженной производительности миокарда ее adeptов.

Умеренное преобладание сердечно-нагрузочного индекса в изучаемой группе, определенного как отношение изменчивости двойного произведения к перенесенной нагрузке обуславливается преобладанием нагрузочной толерантности над хроно-инотропной возможностью сердечной мышцы и свидетельствует не только о недостаточности последней, но и о низкой эффективности расходования имеющихся резервов миокарда.

Таблица 31

Маркеры КРГ восстановительного периода

маркер	П3t	П3rr	П4t	П4rr	П3о	П3н	П4о	П4н	ИП	МК1	МК2
	S группа										
Пц25	10,0	0,375	33,7	0,435	0,336	1,16	0,337	1,14	817,0	84,5	69,2
Пц50	18,6	0,389	53,4	0,454	0,354	1,93	0,355	1,77	917,0	94,6	81,3
Пц75	36,7	0,410	103,5	0,482	0,375	2,83	0,376	2,72	967,5	101,2	93,1
1 группа											
Пц25	18,1	0,357	65,5	0,410	0,321	0,78	0,318	0,94	937,0	82,3	86,9
Пц50	32,2	0,365	97,1	0,438	0,336	0,89	0,339	1,04	1032,0	86,2	99,1
Пц75	51,8	0,381	127,0	0,457	0,352	1,52	0,351	1,56	1099,0	94,9	111,5

Интегральный показатель восстановления (табл. 31) существенно превосходит одноименный маркер сводной группы, незначительно сдвигая границу ее 4 квартиля. При этом скорость восстановления значительно уступает таковой смешанной популяции, а ее максимальное значение соответствует уровню медианы группы сравнения. В свою очередь средняя ЧСС восстановления, определяемая критерием модели МК2 описываемой группы, существенно превосходит одноименный показатель смешанной популяции, преодолевая уровень ее 70Пц.

Время проявления критерия восстановления ПЗ в описываемой группе существенно превышает таковое смешанной популяции, а его минимальное

значение соответствует уровню ее медианы. Кардиоинтервал данной точки существенно уступает по длительности показателю сводной группы в апогее достигая ее 40Пц.

Критерий П4 в свою очередь также определяется отсроченной регистрацией, а его минимум соответствует 60Пц сводной группы. Длительность кардиоинтервала П4/тг существенно уступает одноименному маркеру смешанной популяции достигая лишь уровня ее медианы.

Модельные критерии наилучших трендов кардиоритмограммы, проведенных из точки окончания нагрузки до пограничных критериев ПЗ, 4 настоящей группы заметно уступают таковым смешанной популяции, не достигая при максимальных значениях уровня ее медианы.

Вторая группа (2)

Молодежь (97 человек (35% - ж)), имеющая отношение к спорту в анамнезе, не соответствующая на данный момент разрядной квалификации; из них: студенты, имеющие отношение к физическим нагрузкам на уровне юношеских разрядов, тренирующиеся до 2-3 раз в неделю до 1,5 часов за 1 тренировку (без разряда – 26 человек, 3-ий разряд – 4 человека, 2-ой разряд – 23 человека, 1-ый спортивный разряд – 35 человек, кандидаты в мастера спорта – 7 человек, мастера спорта (единоборства) – 2 человека).

Таблица 32

Антропометрические показатели смешанной популяции и 2 кластерной группы

маркеры	Рост (см)	Вес (кг)	Кетле (ед.)	Возраст (лет)
	S группа			
Пц25	169,00	59,65	20,54	18,00
Пц50	174,00	66,00	21,79	20,00
Пц75	178,00	68,65	22,39	20,00
2 группа				
Пц25	167,50	56,25	20,45	18,00
Пц50	174,00	65,15	21,27	19,00
Пц75	178,00	68,00	22,03	20,00

Рост членов группы в целом соответствует массе и возрасту, выявлено 5 человек (м) повышенного питания, 1 человек (м) ожирение, 5 человек (3м, 2ж) пониженного питания (табл. 32). Индекс Кетле у 3 человек, определяет увеличение массы тела, в остальных случаях не выходит за пределы нормальных

значений массы. Все изучаемые показатели не имеют существенных различий со смешанной популяцией.

Таблица 33

Маркеры КРГ нагрузочного периода

Пц	T1t	T1rr	T2t	T2rr	H1	O1	H2	O2	H3	O3	П1t	П1rr	П2t	П2rr
S группа														
25	276,1	0,36	203,6	0,39	-0,51	0,50	-0,25	0,41	-0,11	0,021	88,0	0,42	297,2	0,36
50	391,2	0,37	264,8	0,42	-0,44	0,55	-0,19	0,44	-0,07	0,028	258,0	0,44	387,8	0,38
75	469,4	0,39	335,5	0,44	-0,37	0,60	-0,15	0,49	-0,04	0,038	362,9	0,45	467,7	0,40
2 группа														
25	330,2	0,35	202,7	0,41	-0,5	0,50	-0,22	0,42	-0,11	0,020	198,4	0,42	306,5	0,36
50	383,4	0,37	252,4	0,42	-0,43	0,53	-0,18	0,44	-0,08	0,027	253,4	0,42	372,5	0,38
75	412,3	0,38	307,3	0,43	-0,37	0,56	-0,15	0,46	-0,05	0,036	275,6	0,44	405,9	0,39

Наступление точки перегиба – T1 (табл. 33) незначительно опережает одноименный показатель смешанной популяции но характеризуется существенно более поздней границей 1 квартиля. Длительность кардиоинтервала данной точки, лишь незначительно уступая по медиане и границе 1 квартиля маркеру сводной группы опосредуется существенным укорочением на уровне 75Пц.

При этом скорость падения тренда H1 фактически совпадает с таковым смешанной популяции, в тоже время критерий O1 заметно уступает одноименному показателю сводной группы, что определяет больший уровень средней ЧСС на данном участке. В свою очередь горизонтальный линейный тренд H2, фактически не имеет различий ни в скорости ни в средней длительности составляющих его кардиоинтервалов.

Точка ускользания определяется нарастающим опережением одноименного маркера смешанной популяции от 1 к 3 квартилям, сопровождаясь при этом аналогичной динамикой – снижением RR-длительности.

Различий одноименных критериев тренда H3 сравниваемых групп не выявлено. Пограничный критерий П1 имеет минимальное опережение смешанной популяции по медиане существенно усиливающееся на уровне 75Пц. Значение кардиоинтервала данной точки заметно уступает одноименному показателю смешанной популяции.

Время регистрации критерия П2 заметно уступая одноименному маркеру группы сравнения на уровне медианы наращивает преимущество к 4 квартилю.

При этом длительности кардиоинтервалов данной точки в группах сравнения фактически совпадают.

Таблица 34

Маркеры КРТ восстановительного периода

маркер	П3t	П3rr	П4t	Т4rr	П3о	П3н	П4о	П4н	ИП	МК1	МК2
S группа											
Пц25	10,0	0,375	33,7	0,435	0,336	1,16	0,337	1,14	817,0	84,5	69,2
Пц50	18,6	0,389	53,4	0,454	0,354	1,93	0,355	1,77	917,0	94,6	81,3
Пц75	36,7	0,410	103,5	0,482	0,375	2,83	0,376	2,72	967,5	101,2	93,1
2 группа											
Пц25	13,5	0,371	39,3	0,425	0,334	1,13	0,337	1,14	904,3	83,0	78,9
Пц50	23,1	0,381	70,6	0,450	0,344	1,60	0,344	1,58	929,0	93,4	84,9
Пц75	45,7	0,405	107,9	0,490	0,361	2,42	0,365	2,08	959,8	100,8	90,9

Интегральный показатель восстановления (табл. 34) несколько превышает таковой смешанной популяции, при этом рост межквартильной концентрации определяется выраженным преобладанием уровня 25 и снижением - 75 перцентилей. При этом скорость восстановления не имеет существенных различий, а средняя ЧСС опосредуется лишь минимальным перевесом против одноименного показателя смешанной популяции.

Время проявления критерия восстановления П3 существенно превышает одноименный показатель смешанной популяции наращивая преимущество от 1 к 4 квартилям, при этом кардиоинтервал данной точки, лишь визуально уступающий среднепопуляционным значениям не имеет с ними существенных различий.

Критерий П4, определяясь отсроченной регистрацией и максимумом различий от смешанной популяцией на уровне медианы, демонстрирует их потерю (различий) к периферии квартильного коридора, обуславливая тем самым и увеличение внутригрупповой концентрации показателя. Длительность кардиоинтервала П4тг фактических различий с показателем смешанной популяции не имеет.

Модельные критерии наилучших трендов П3, 4 определяют недостаточность скорости восстановления и преобладание средней ЧСС на данных участках в изучаемой группе по сравнению со смешанной популяцией.

ЧСС покоя (табл. 35), полностью соответствует нормальным значениям и определяется 2 и 3 квартилями смешанной популяции. Выявленные особенности

предполагают достаточный уровень хронотропных резервов адаптации.

Таблица 35

Эргометрические показатели: МПК, ЧСС, АД

Пц	покой		МПК	МПК кг	W Вт	ЧСС				АД			
	АД	ЧСС				н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
	S группа												
25	110	55	4,3	67,9	150	-58,0	157,2	166,5	141,0	-48,7	179,9	180	170,6
50	120	62	4,7	74,7	210	-48,8	171,9	175,0	154,1	-37,6	195,3	200	181,3
75	120	70	5,1	80,2	240	-42,6	181,0	184,0	164,4	-26,5	211,0	210	193,5
	2 группа												
25	110	57	4,4	67,7	180	-57,4	169,6	171,5	151,9	-45,9	180,4	180	173,1
50	120	62	4,6	73,5	195	-49,0	175,8	179,0	158,2	-34,9	194,0	195	180,0
75	120	69	4,9	81,9	240	-42,8	180,9	185,0	163,7	-24,5	205,3	205	191,6

Значения систолического АД полностью соответствуют нормальным значениям и определяются центральными квартилями сводной группы. Мощность перенесенной нагрузки на уровне 25Пц заметно превосходит, а по медиане несколько уступает аналогичным значениям сводной группы, что обуславливает умеренный и более устойчивый уровень нагрузочной толерантности.

При этом если максимальная и средняя ЧСС минимально превосходят уровень медианы смешанной популяции, то скорость учащения сердечного ритма не имеет существенных различий. На фоне отсутствия различий среднего систолического АД, его максимальное значение и скорость возрастания уступают аналогичным показателям смешанной популяции.

Абсолютное и относительное МПК, не имея существенных различий от среднепопуляционных значений, определяются меньшим межквартильным размахом и соответственно большей внутригрупповой плотностью показателей.

Таблица 36

Эргометрические показатели: ДП, ИХР, ИИР

Пц	ДП				ИХР				ИИР			
	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
	S группа											
25	-169,0	301,5	309,5	255,4	-90,4	124,7	133	103,8	-42,4	54,5	57,7	45,1
50	-145,9	323,6	340,0	275,0	-72,4	143,1	148	118,7	-31,2	63,6	63,6	53,0
75	-114,7	358,3	369,5	304,6	-57,2	168,2	177	136,1	-22,3	75,1	75,0	61,3
	2 группа											
25	-171,1	303,3	322,0	262,8	-79,8	126,2	136	104,5	-35,8	54,4	55,5	44,2
50	-139,1	342,2	349,0	292,8	-67,9	143,3	146	117,9	-29,3	62,1	63,6	51,3
75	-118,1	359,6	372,8	308,8	-60,4	162,3	167,5	135,5	-20,9	71,9	70,8	60,7

Скорость роста двойного произведения в настоящей группе (табл. 36)

несколько уступает таковой смешанной популяции, определяясь ее 55Пц, при этом и максимум (55Пц) и среднее значение (65Пц) данного маркера проявляются обратной закономерностью. Соответственно достижение меньшего значения ДП при одних и тех, а также максимальных (превосходящих) значениях мощности нагрузки свидетельствует о меньших резервах и напряженности миокарда в изучаемой группе.

Индекс хронотропного резерва несколько уступает таковому смешанной популяции лишь в скорости нагрузочной изменчивости, при этом среднее значение и максимум резерва фактически не имеют различий, исключая усиление последних на уровне 4 квартиля. В связи с этим достаточные в целом хронотропные возможности миокарда, определяясь нерациональным расходом в процессе нагрузки, проявляют недостаточность исключительно на ее пике обуславливаясь, кроме того, и более высокой ЧСС покоя.

При фактическом отсутствии межгрупповых различий ИИР на уровне медианы обращает на себя внимание их пограничное обострение: проигрыш в скорости роста в 1 квартиле, уступка в средних и максимальных значениях – в четвертом. Усиление превосходства средних и максимальных значений ИИР на пике нагрузочной толерантности в смешанной популяции определяется выраженным преобладанием длительности и мощности перенесенной нагрузки, требующей наиболее полного использования имеющихся резервов АД, в тоже время большая скорость роста обуславливается преобладанием резервных возможностей определяемых диапазоном между минимальными и максимальными значениями АД в смешанной популяции.

Коэффициент расходования резервов миокарда (dAD/W) обуславливается минимальным перевесом против смешанной популяции только в скорости роста, в то время как среднее и максимальное значение фактически совпадают (табл. 37). С учетом сравнимой реактивности АД в условиях превосходства мощности в смешанной популяции КРРМ в изучаемой группе обуславливается минимальной дисфункцией расходования инотропных резервов миокарда на нагрузку.

Эргометрические показатели: КРРМ, ПРЛЖ, СНИ

маркер	КРРМ				ПРЛЖ				СНИ			
	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср
	S группа											
Пц25	-1,6	18,9	18,4	20,1	-105,0	168,8	175	140,6	-1,2	10,3	10,1	10,4
Пц50	4,8	22,9	21,1	24,6	-82,8	203,8	213	177,1	0,1	11,9	11,5	12,1
Пц75	9,8	26,4	24,4	28,7	-63,1	231,5	248	201,9	2,1	13,6	13,0	14,4
	2 группа											
Пц25	-0,3	18,1	18,5	20,3	-89,6	174,2	190	149,5	-1,0	10,7	10,7	10,8
Пц50	5,1	21,8	21,1	25,1	-79,4	195,2	205,5	169,7	0,5	12,6	12,1	12,5
Пц75	13,1	25,8	24,2	28,2	-66,9	211,0	224,5	182,6	2,2	13,5	13,0	13,9

Производительность работы левого желудочка (W/ЧСС) незначительно уступает таковой сводной группы как в скорости и максимуме, так и среднем значении. В связи с этим, некоторое снижение производительности миокарда в изучаемой группе исключительно определяется меньшим нагрузочным уровнем в условиях фактически равной хронотропной реактивности.

Минимальное превосходство сердечно-нагрузочного индекса (dДП/W) в изучаемой группе, также обуславливается различием в нагрузочной толерантности при равном хроно-инотропном балансе сердечной мышцы, что определяет снижение эффективности расходования резервов миокарда.

Показатели распределения RR-интервалов КРГ нагрузочного периода

маркер	Nmx1	Nmx1t	Nmx2	Nmx2t	Vmx1	Vmx1t	Vmx2	Vmx2t
	S группа							
Пц25	0,32	200,4	0,40	461,9	0,36	134,5	0,54	210,3
Пц50	0,34	272,4	0,42	544,1	0,40	149,5	0,60	228,7
Пц75	0,36	375,5	0,44	632,8	0,42	170,3	0,68	243,2
	2 группа							
Пц25	0,32	197,6	0,40	492,0	0,34	142,9	0,56	214,6
Пц50	0,34	255,9	0,42	533,8	0,38	158,9	0,58	232,3
Пц75	0,34	311,3	0,44	601,7	0,42	174,2	0,60	244,0

Время наступления первого нагрузочного максимума (табл. 38) уступает одноименному показателю смешанной популяции, определяя уровень медианы ее 40Пц, при этом различия выраженности самих максимумов минимальны.

Время регистрации второго максимума также опережает показатель смешанной популяции, достигая по медиане ее 43Пц. Различия выраженности описываемых экстремумов не существенны.

Период проявления первого максимума восстановления запаздывает относительно смешанной популяции, определяясь на уровне медианы ее бЗПц, при этом интенсивность сравниваемых экстремумов имеет минимальные различия.

Минимальная отсрочка второго максимума в сравнении с таковым смешанной популяции не сопровождается различиями в интенсивности экстремумов только на уровне медианы, нарушая паритет в сторону снижения плотности на границе 4 квартиля.

Таблица 39

Показатели ВРС клиностаза

маркер	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
S группа										
Пц25	1848,2	552,1	341,9	645,4	21,0	52,7	0,26575	20,2	15,0	29,3
Пц50	2697,8	867,2	549,7	1151,9	31,4	68,6	0,457	30,0	21,2	44,1
Пц75	3974,5	1138,4	866,3	2026,3	47,3	79,0	0,89775	41,3	27,1	60,6
2 группа										
Пц25	1617,3	483,1	303,1	567,0	25,7	50,7	0,346	24,9	16,9	29,9
Пц50	2243,8	685,8	393,4	1004,5	33,3	66,7	0,499	33,5	22,7	41,4
Пц75	2829,9	930,2	624,0	1229,0	49,3	74,3	0,971	41,4	26,2	53,8

ВРС клиностаза (табл. 39) опосредуется устойчивым парасимпатическим доминированием и сохранным вегетативным балансом на фоне умеренной гуморально-метаболической активности.

Таблица 40

Показатели ВРС ортостаза смешанной популяции и 2 кластерной группы

Пц	ЧССор	30\15	TP	VLF	LF	HF	LF n	HF n	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
S группа												
25	70	1,37	1727	594	609	160,4	65,2	12,6	1,87	28,6	32,5	7,6
50	82	1,51	2640	866	1000	309,0	77,7	22,3	3,49	36,4	44,2	12,8
75	90	1,65	3614	1348	1618	579,4	87,4	34,8	6,91	49,5	57,9	20,7
2 группа												
25	74	1,36	1811	585	749	149,1	70,9	9,1	2,44	26,6	33,3	5,5
50	81	1,53	2615	790	1119	230,2	82,1	17,9	4,57	35,9	54,0	10,1
75	89	1,64	3498	1251	1794	456,2	90,9	29,1	9,95	49,6	63,4	16,0

Ортостаз (табл. 40) обеспечивается умеренной симпатической и гуморально-метаболической активностью на фоне сохранного вегетативного баланса и достаточной парасимпатической реактивности. Реакция ЧСС на ортостаз в пределах медианы смешанной популяции.

Минимум реактивности сердечного ритма на общий вегетативный контроль

в сравниваемых группах (табл. 41) наступает одновременно, не смотря на некоторое превалирование скорости падения и изначальной вегетативной активности в смешанной популяции, при этом в пределах 4 квартиля точка авариабельности в исследуемой группе определяется заметно позже таковой смешанной популяции.

Таблица 41

Вегетативная регуляция нагрузочного периода

маркер	нТРн	нТРо	нLFн	нLFо	нHFн	нHFо	нТР	нLF	нHF
	S группа								
Пц25	-33,62	28,70	-10,74	8,66	-18,98	12,15	3,62	3,50	3,89
Пц50	-14,66	68,12	-5,00	23,34	-6,62	36,90	4,35	3,93	4,51
Пц75	-5,61	151,05	-1,83	47,28	-2,53	82,71	5,14	4,61	5,73
2 группа									
Пц25	-34,30	22,27	-10,53	7,85	-16,85	12,01	3,60	3,50	3,84
Пц50	-11,52	52,74	-4,06	16,78	-4,74	27,18	4,36	3,99	4,53
Пц75	-4,41	128,63	-1,67	36,10	-1,87	64,71	5,26	4,68	6,03

Благодаря незначительному преимуществу в скорости и вопреки изначальному преобладанию симпатической активности в смешанной популяции угнетение в ней одноименной ответственности СР наступает визуально раньше исследуемой, однако данный факт не подтверждается статистически.

Преобладание скорости парасимпатической депрессии и изначальной активности в смешанной популяции, тем не менее, определяют в ней более раннюю авариабельность. Усиление различий в пределах 4 квартиля, все же, не приводит их к статистической существенности.

При этом в обеих группах парасимпатическая регуляция имеет большую изначальную мощность, и несмотря на превалирование в скорости, более длительное время контроля СР по сравнению с симпатической.

Скорость возобновления совокупной ответной реакции СР на регуляционные влияния в исследуемой группе (табл. 42) лишь незначительно уступает таковой смешанной популяции при этом максимальное расхождение скоростных характеристик обуславливающих увеличение различий характеризует диапазон 4 квартиля.

Вегетативная регуляция восстановительного периода

маркер	вТРн	вТРо	вLFн	вLFo	вHFн	вHFo	Ктр.
	S группа						
Пц25	5,31	-16,97	2,16	-14,56	3,49	-12,87	829,8
Пц50	17,65	-3,95	6,83	-5,49	11,69	-1,95	1172,3
Пц75	50,36	-0,29	20,28	-1,50	36,24	0,23	1518,2
	2 группа						
Пц25	6,30	-16,38	2,88	-8,94	3,92	-10,39	1073,5
Пц50	15,06	-5,03	6,09	-5,50	9,09	-2,31	1233,9
Пц75	26,28	-0,20	9,40	-2,64	16,37	0,10	1330,3

Минимизация различий симпатического регулирования в сравниваемых группах также претерпевает инверсию на уровне 4 квартиля.

Незначительная отсрочка возрождения парасимпатического контроля в исследуемой группе заметно увеличивается от 1 к 4 квартилю. При этом, как и в смешанной популяции, парасимпатический контроль достигает больших значений и имеет превосходящую скорость восстановления (существенно меньшую чем в сводной группе) по сравнению с симпатическим.

Коэффициент тренированности, имея незначительное преимущество по медиане существенно расширяет его к диапазону 1 квартиля.

Третья группа (3)

Действующие спортсмены циклических видов спорта (50 человек) тренирующие преимущественно выносливость (лыжные гонки, легкая атлетика, плавание); из них, соответствующие разрядной квалификации (1-ый спортивный разряд – 5 человека, кандидаты в мастера спорта – 7 человек, мастера спорта -36 человек, мастера спорта международного класса – 2 человека), 41% - ж.

Антропометрические показатели смешанной популяции и 2 кластерной группы

маркер	Рост (см)	Вес (кг)	Кетле (ед.)	Возраст (лет)
	S группа			
Пц25	169,00	59,65	20,54	18,00
Пц50	174,00	66,00	21,79	20,00
Пц75	178,00	68,65	22,39	20,00
	3 группа			
Пц25	169,88	65,88	21,84	20,00
Пц50	174,50	67,35	22,19	20,00
Пц75	176,25	68,70	22,74	20,00

Рост членов группы в целом соответствует массе и возрасту, выявлено 5

человек (м) повышенного, 1 (м) - пониженного питания (табл. 43). Индекс Кетле не выходит за пределы нормальных значений массы. Полученные результаты не имеют существенных различий со смешанной популяцией по показателям роста и возраста, при этом данные массы тела и индекса Кетле имеют превосходящее значение.

Наступление точки перегиба – T1 (табл. 44) существенно задерживается относительно одноименного маркера смешанной популяции и определяется ее 4 квартилем. Длительность кардиоинтервала данной точки, существенно превышает таковой группы сравнения, локализуясь в пределах ее 3 и 4 квартилей.

Таблица 44

Маркеры КРГ нагрузочного периода

Пц	T1t	T1rr	T2t	T2rr	H1	O1	H2	O2	H3	O3	П1t	П1rr	П2t	П2rr
	S группа													
25	276,1	0,36	203,6	0,39	-0,51	0,50	-0,25	0,41	-0,11	0,021	88,0	0,42	297,2	0,36
50	391,2	0,37	264,8	0,42	-0,44	0,55	-0,19	0,44	-0,07	0,028	258,0	0,44	387,8	0,38
75	469,4	0,39	335,5	0,44	-0,37	0,60	-0,15	0,49	-0,04	0,038	362,9	0,45	467,7	0,40
3 группа														
25	461,8	0,38	323,3	0,43	-0,49	0,59	-0,32	0,45	-0,07	0,023	329,6	0,44	449,7	0,39
50	498,9	0,39	356,4	0,44	-0,42	0,61	-0,19	0,50	-0,05	0,028	376,0	0,44	488,3	0,40
75	563,2	0,41	413,8	0,47	-0,37	0,63	-0,15	0,57	-0,04	0,035	409,5	0,46	554,2	0,41

При этом скорость линейного тренда H1 фактически совпадает с таковой смешанной популяции минимально уступая по медиане, в тоже время критерий O1 существенно превосходит одноименный маркер, что определяет минимальный уровень ЧСС на данном участке. В тоже время горизонтальный тренд H2, фактически не имея различий в скорости также определяется существенно меньшим значением ЧСС (4 квартиль смешанной популяции).

Точка ускользания обуславливается существенно более поздним возникновением и соответствует уровню 4 квартиля сводной группы. Кардиоинтервал T2rr существенно превышает одноименный показатель и определяется в диапазоне 3-4 квартилей смешанной популяции. Скорость линейного тренда H3 несколько уступает таковой смешанной популяции, при этом уровень изменчивости O3 фактически не различим.

Временной интервал критерия П1 существенно превосходит таковой смешанной

популяции соответствуя уровню ее 4 квартиля. Преобладание кардиоинтервала данной точки чуть менее значительно, так как ограничивается 3-4 квартилем смешанной популяции.

Время регистрации критерия П2 существенно превосходит таковое смешанной популяции ограничиваясь ее 4 квартилем. При этом преобладание кардиоинтервала данной точки имеет большую зону ограничения (50Пц и выше).

Таблица 45

Маркеры КРГ восстановительного периода

маркер	П3t	П3rr	П4t	Т4rr	П3о	П3н	П4о	П4н	ИП	МК1	МК2
	S группа										
Пц25	10,0	0,375	33,7	0,435	0,336	1,16	0,337	1,14	817,0	84,5	69,2
Пц50	18,6	0,389	53,4	0,454	0,354	1,93	0,355	1,77	917,0	94,6	81,3
Пц75	36,7	0,410	103,5	0,482	0,375	2,83	0,376	2,72	967,5	101,2	93,1
3 группа											
Пц25	7,2	0,399	25,4	0,447	0,362	2,26	0,362	2,49	733,3	92,2	58,0
Пц50	11,4	0,409	30,9	0,469	0,385	2,79	0,381	3,35	768,5	98,6	63,9
Пц75	18,6	0,432	42,9	0,485	0,399	4,21	0,400	4,27	822,8	105,6	69,8

Интегральный показатель восстановления (табл. 45) значительно уступает таковому смешанной популяции и определяется в границах его 1 квартиля. При этом скорость восстановления значительно превышает, а средняя ЧСС существенно уступает одноименным маркерам, определяясь 3, 4 и 1 квартилями смешанной популяции соответственно.

Время наступления П3, П4 существенно опережает одноименные показатели смешанной популяции ограничиваясь 1 и 2 квартилями. При этом кардиоинтервалы настоящих маркеров существенно превосходят таковые группы сравнения, укладываясь выше 60 и 45 перцентилей соответственно.

В то время как скорость восстановления, определяемая трендами П3, 4 значительно превышает таковую смешанной популяции, ограничиваясь ее 3 и 4 квартилями, средняя ЧСС трендов существенно уступает одноименным значениям, не доходя до уровня медианы.

ЧСС покоя (табл. 46) определяется как брадикардия и в полном объеме соответствует 1 квартилю смешанной популяции. Обнаруженная специфика предполагает максимальный уровень хронотропных резервов адаптации.

Эргометрические показатели: МПК, W, ЧСС, АД

Пц	Покой		МПК	МПК мл/кг	W Вт	ЧСС				АД			
	АД	ЧСС				н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
	S группа												
25	110	55	4,3	67,9	150	-58,0	157,2	166,5	141,0	-48,7	179,9	180	170,6
50	120	62	4,7	74,7	210	-48,8	171,9	175,0	154,1	-37,6	195,3	200	181,3
75	120	70	5,1	80,2	240	-42,6	181,0	184,0	164,4	-26,5	211,0	210	193,5
	3 группа												
25	110	49	5,1	74,4	240	-63,5	148,8	161,0	132,3	-56,5	183,6	190	170,2
50	120	55	5,2	76,0	240	-56,3	155,9	166,5	137,1	-44,4	198,6	202	186,9
75	126	58	5,4	80,2	270	-49,3	161,8	170,0	146,9	-38,2	211,6	220	193,8

Значение артериального давления в покое соответствует нормотензивному уровню и определяется средним квартильным коридором сводной группы. Мощность перенесенной нагрузки существенно превосходит уровень смешанной популяции и определяется ее 4 квартилем. При этом если максимальная и средняя ЧСС (в большей степени) существенно уступают уровню смешанной популяции, то скорость возрастания ЧСС и диапазон ее изменчивости существенно превосходят таковые.

Среднее и максимальное систолическое АД, не имея существенных различий со сводной группой, обладают незначительным преимуществом, вскрывающимся заметным превосходством в скорости роста и нагрузочном диапазоне изменчивости АД. Показатель МПК существенно превосходит одноименный показатель смешанной популяции и соответствует ее 4 квартилю. Относительные значения аэробной производительности определяются несколько меньшим преимуществом и ограничиваются 3 и 4 квартилями группы сравнения.

Скорость роста и диапазон значений двойного произведения (табл. 47) существенно превышает таковой смешанной популяции, в то время как среднее и максимальное значение проявляются обратной закономерностью той же интенсивности. При этом достижение меньшего значения ДП при существенно превосходящей нагрузочной толерантности свидетельствует о значительных резервах и низкой напряженности миокарда в изучаемой группе.

Индекс хронотропного резерва значительно превосходит одноименный показатель смешанной популяции как в скорости и диапазоне нагрузочной

изменчивости, так и в средних и максимальных проявлениях.

Таблица 47

Эргометрические показатели: ИХР, ИХР, ИИР

Пц	ДП				ИХР				ИИР			
	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
	S группа											
25	-169,0	301,5	309,5	255,4	-90,4	124,7	133	103,8	-42,4	54,5	57,7	45,1
50	-145,9	323,6	340,0	275,0	-72,4	143,1	148	118,7	-31,2	63,6	63,6	53,0
75	-114,7	358,3	369,5	304,6	-57,2	168,2	177	136,1	-22,3	75,1	75,0	61,3
	3 группа											
25	-179,6	290,7	314,3	245,5	-114,5	140,5	157,75	116,5	-47,3	61,3	63,6	48,1
50	-158,9	306,2	335,5	258,0	-93,9	163,2	181,5	133,8	-37,6	66,1	69,2	55,8
75	-145,5	322,8	352,0	271,3	-80,2	182,0	192,5	149,8	-32,2	76,8	81,8	61,5

Таким образом, исследуемая группа обладает высоким хронотропным потенциалом, который рационально используется для обеспечения максимальной физической толерантности.

ИИР в скорости, объеме изменчивости, средних и максимальных проявлениях также имеет преимущество над смешанной популяцией, однако его интенсивность относительно хронотропных возможностей менее выражена. Наличие преобладающих инотропных резервов являются неотъемлемой частью обеспечения доминирующей физической работоспособности.

Таблица 48

Эргометрические показатели: КРРМ, ПРЛЖ, СНИ

маркер	КРРМ				ПРЛЖ				СНИ			
	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
	S группа											
Пц25	-1,6	18,9	18,4	20,1	-105,0	168,8	175	140,6	-1,2	10,3	10,1	10,4
Пц50	4,8	22,9	21,1	24,6	-82,8	203,8	213	177,1	0,1	11,9	11,5	12,1
Пц75	9,8	26,4	24,4	28,7	-63,1	231,5	248	201,9	2,1	13,6	13,0	14,4
	3 группа											
Пц25	-2,3	18,5	16,7	19,6	-114,3	228,6	244	196,2	-1,4	9,9	9,3	9,9
Пц50	2,2	21,7	19,8	22,8	-107,7	239,7	251	207,6	-0,4	10,4	10,3	10,4
Пц75	9,1	24,0	22,0	24,5	-95,8	249,9	263,5	218,3	0,6	11,3	11,0	11,2

Коэффициент расходования резервов миокарда (dAD/W) минимально уступает смешанной популяции, по всем номинациям начиная от скорости и размаха, заканчивая максимальным и средним значением (табл. 48). В связи с физиологическим ограничением максимальной инотропной реактивности, в полном объеме используемой в сравниваемых группах, превосходство нагрузочной толерантности над смешанной популяцией определяет меньший

уровень коэффициента и свидетельствует о рациональном использовании инотропных резервов в настоящей группе.

Производительность работы левого желудочка существенно превосходит таковую смешанной популяции, как по диапазону изменчивости, так и по средним и максимальным значениям. Данное обстоятельство с учетом доминирующей толерантности и хронотропной реактивности свидетельствует о высокой производительности сердечной мышцы индивидуумов настоящей группы.

Минимальное преимущество сердечно-нагрузочного индекса (dДП/В) смешанной популяции в диапазоне изменчивости, средних и максимальных проявлениях, также обуславливается существенным доминированием нагрузочной толерантности в изучаемой группе, которая при сходном хроно-инотропном балансе определяется снижением настоящего коэффициента.

Полученные данные свидетельствуют о высокой эффективности расходования хроно-инотропных резервов.

ВРС клиностаза (табл. 49) обуславливается выраженной вегетативной активностью, включающей значительное парасимпатическое доминирование, сохраненный вегетативный баланс на фоне минимальной гуморально-метаболической активности.

Таблица 49

Показатели ВРС клиностаза

маркер	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
S группа										
Пц25	1848,2	552,1	341,9	645,4	21,0	52,7	0,27	20,2	15,0	29,3
Пц50	2697,8	867,2	549,7	1151,9	31,4	68,6	0,46	30,0	21,2	44,1
Пц75	3974,5	1138,4	866,3	2026,3	47,3	79,0	0,90	41,3	27,1	60,6
3 группа										
Пц25	3334,2	833,8	519,0	1472,4	15,5	67,0	0,18	16,9	11,4	41,3
Пц50	3892,9	1030,4	820,1	2021,1	24,9	75,1	0,33	24,7	17,4	57,8
Пц75	6036,2	1359,5	1160,2	4226,1	33,0	84,5	0,49	37,0	24,4	69,9

Высокая вегетативная активность ортостаза (табл. 50) обеспечивается умеренной симпатической и гуморально-метаболической активностью на фоне сохранного вегетативного баланса и выраженной парасимпатической реактивности. Реакция ЧСС на ортостаз минимальна и осуществляется в пределах

1 квартиля смешанной популяции.

Таблица 50

Показатели ВРС ортостаза

Пц	ЧСС _{ор}	30/15	TP	VLF	LF	HF	LF n	HF n	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
S группа												
25	70	1,37	1727	594	609	160	65,2	12,6	1,87	28,6	32,5	7,6
50	82	1,51	2640	866	999	309	77,7	22,3	3,49	36,4	44,2	12,8
75	90	1,66	3614	1348	1618	579	87,4	34,8	6,92	49,5	57,9	20,7
3 группа												
25	64	1,4	2075	772	605	252	51,5	21,7	1,07	29,9	28,2	11,0
50	70	1,53	2971	1036	821	474	71,8	28,2	2,54	38,8	37,3	17,1
75	77	1,66	3968	1522	1503	1021	78,3	48,5	3,61	49,5	49,5	25,8

Время депрессивной реакции СР на вегетативный контроль (табл. 51) существенно запаздывает против смешанной популяции, определяясь в диапазоне ее 3 и 4 квартилей. При этом преобладание скорости процесса компенсируется существенно более высоким изначальным уровнем регуляции.

Таблица 51

Вегетативная регуляция нагрузочного периода

маркер	нТРн	нТРо	нLFн	нLFо	нHFн	нHFо	нTP	нLF	нHF
S группа									
Пц25	-33,62	28,70	-10,74	8,66	-18,98	12,15	3,62	3,50	3,89
Пц50	-14,66	68,12	-5,00	23,34	-6,62	36,90	4,35	3,93	4,51
Пц75	-5,61	151,05	-1,83	47,28	-2,53	82,71	5,14	4,61	5,73
3 группа									
Пц25	-39,48	68,41	-12,43	20,78	-30,07	38,23	4,31	3,88	4,29
Пц50	-17,42	99,10	-7,71	32,28	-10,56	67,40	4,96	4,24	5,09
Пц75	-12,36	198,98	-4,49	53,90	-5,20	163,88	5,97	5,01	6,49

Угнетение симпатической ответственности сердечного ритма существенно задерживается, ограничиваясь уровнем медианы смешанной популяции. При этом в исследуемой группе умеренное преимущество в скорости процесса компенсируется преимуществом начального тонуса.

Существенная задержка «ускользания» СР от парасимпатического контроля по сравнению со смешанной популяцией, обуславливается преобладающим изначальным тонусом, не смотря на заметное преобладание скорости процесса. При этом в обеих группах парасимпатическая регуляция имеет большую изначальную мощность и длительное время контроля СР по сравнению с симпатической.

Вегетативная регуляция восстановительного периода

маркер	вТРн	вТРо	вLFн	вLFо	вHFн	вHFо	Ктрн
	S группа						
Пц25	5,31	-16,97	2,16	-14,56	3,49	-12,87	829,8
Пц50	17,65	-3,95	6,83	-5,49	11,69	-1,95	1172,3
Пц75	50,36	-0,29	20,28	-1,50	36,24	0,23	1518,2
	3 группа						
Пц25	30,04	-57,25	14,45	-44,39	13,92	-40,65	716,7
Пц50	75,56	-10,92	29,13	-18,50	52,74	-7,65	768,5
Пц75	150,35	2,80	46,75	-4,92	113,51	6,68	828,7

Возобновление ответной реакции СР на регуляционные влияния (табл. 52) определяется существенно большей скоростью относительно таковой смешанной популяции определяясь ее 4 квартилем.

Выраженное опережение симпатического восстановления относительно смешанной популяции, обуславливается существенно большей скоростью возобновления типичных волновых характеристик СР.

Раннее возрождение парасимпатического контроля против такового смешанной популяции также определяется существенно большей скоростью его восстановления. При этом в настоящей группе, как и в смешанной популяции, парасимпатический контроль достигает больших значений и имеет превосходящую скорость восстановления по сравнению с симпатическим.

Коэффициент тренированности существенно уступает таковому смешанной популяции, ограничиваясь ее 1 квартилем, обуславливая максимальный уровень развития данного качества.

Время наступления первого нагрузочного максимума (табл. 53) существенно задерживается против одноименного показателя смешанной популяции, определяясь ее 4 квартилем, при этом и интенсивность экстремума имеет большую концентрацию.

Время регистрации второго максимума также уступает таковому смешанной популяции, достигая по медиане ее 80Пц. Различия выраженности самих экстремумов минимальны.

Показатели распределения RR-интервалов КРГ

маркер	Nmx1	Nmx1t	Nmx2	Nmx2t	Vmx1	Vmx1t	Vmx2	Vmx2t
	S гр.							
Пц25	0,32	200,4	0,40	461,9	0,36	134,5	0,54	210,3
Пц50	0,34	272,4	0,42	544,1	0,40	149,5	0,60	228,7
Пц75	0,36	375,5	0,44	632,8	0,42	170,3	0,68	243,2
	3 гр.							
Пц25	0,36	357,3	0,42	590,2	0,38	124,6	0,66	197,3
Пц50	0,37	411,4	0,42	640,7	0,40	134,5	0,70	216,3
Пц75	0,38	466,5	0,46	691,7	0,42	146,9	0,77	231,6

Момент проявления первого максимума восстановления существенно опережает одноименный маркер смешанной популяции, соответствуя на уровне медианы ее 25Пц, при этом интенсивность сравниваемых экстремумов не различима. Существенное опережение второго максимума, определяемого в диапазоне 1-2 квартилей смешанной популяции, сопровождается и усилением его интенсивности.

3.4. Особенности приспособительной реактивности кластерных групп

Корреляционный анализ эргометрических показателей

Показатели		ИП	МК2	W	Время нагрузки	ЧСС _{тх}	ЧСС _{ср}
Первичная выборка N211	Групповая принадлежность	0,64	0,63	-0,78	-0,79	0,46	0,69
Группа 1 N 64	ИП	-	0,97	0,52	0,53	0,79	0,72
	МК2	0,97	-	0,42	0,44	0,63	0,58
	W	0,52	0,42	-	0,99	0,60	0,37
Группа 2 N 97	ИП	-	0,96	0,40	0,38	0,61	0,50
	МК2	0,96	-	0,33	0,34	0,39	0,29
	W	0,40	0,33	-	0,97	0,42	0,34
Группа 3 N 50	ИП	-	0,93	0,80	0,80	0,67	0,63
	МК2	0,93	-	0,68	0,68	0,39	0,44
	W	0,80	0,68	-	1,00	0,65	0,55

Корреляционный анализ, обнаружив существенную связь групповой принадлежности с МК2 (0.63) и ИП (0.64) восстановления, максимальной (0.46) и средней (0.69) нагрузочной ЧСС, мощностью (-0.78) и длительностью (-0.79) нагрузки восстановил физиологическую адекватность и подтвердил неоднородность выборки (табл. 54, 55). Поскольку групповые ранги по сути, определяют уровни смешанной выносливости, корреляционные показатели с тем же успехом характеризуют влияние исследуемых критериев на ее формирование.

Групповые эргометрические показатели

Показатели		ИП	МК2	W (Вт)	Длительность нагрузки (мин)	ЧСС _{max}	ЧСС _{ср}
Группа 1 N 64	Me	998,5	95,7	120	5	180,0	167,7
	25Пц	923,8	85,0	90	4	170,5	159,4
	75Пц	1078,5	104,6	142,5	5,75	190,0	172,9
Группа 2 N 97	Me	931,0	84,9	180,0	7,0	179,0	156,3
	25Пц	891,0	75,7	180,0	7,0	170,0	151,1
	75Пц	982,0	92,2	210,0	8,0	185,0	163,7
Группа 3 N 50	Me	766,0	63,7	240,0	9,0	166,0	138,7
	25Пц	728,0	55,5	240,0	9,0	161,0	132,0
	75Пц	825,0	70,0	270,0	10,0	170,0	146,9

Определение объективного критерия выносливости

Необходимость разделения смешанной популяции по объективным критериям, продиктована невозможностью использования данных анамнеза для определения индивидуального рейтинга переносимости физической нагрузки. Изучение накопленного распределения и его кластеризация является объективным способом разделения на подклассы однако не позволяет выстроить персональную иерархию, так как расстояние до центра кластера определяет лишь пространственное положение исследуемых показателей внутри группы. Таким образом, с целью построения иерархического рейтинга тренированности нами предпринята попытка определения ее цифрового эквивалента.

Выявленные посредством корреляционного анализа закономерности, определяющие объективную основу тренированности, позволяют использовать их для расчета количественной составляющей последней. Таким образом, тренированность прямо пропорциональна трем ЧСС: покоя, нагрузки, восстановления, обратно пропорциональна удельной мощности перенесенной нагрузки. С целью унификации сравнения мощность перенесенной нагрузки учитывается на 1 кг массы и площадь опоры обследуемого. В случае велоэргометрического тестирования за площадь опоры принимается площадь педали, при работе на тредмиле – площадь стопы обследуемого. Для учета размерности предложенного критерия сопоставим входящие в него показатели:

$$\frac{c^{-1} \times c^{-1} \times c^{-1}}{Вт / кг \times S(m^2)} = \frac{кг \times м^2}{Вт \times c^3} = \frac{кг \times м^2}{(Дж/с) \times c^3} = \frac{кг \times м^2}{Дж \times c^2} = \frac{кг \times м^2}{(кг \times м^2 / c^2) \times c^2} = \frac{кг \times м^2}{кг \times м^2}$$

Таким образом, показатель тренированности размерности не имеет. Выявленная математическая целесообразность косвенно подтверждает правильность предположений о составляющих тренированности.

При выведении формулы тренированности были использованы множественные персональные сопоставления полученных коэффициентов (тренированности) с показателями эргометрического тестирования, контрольных стартов и тестов с целью эмпирического уточнения формулы и достижения максимальной прогностической значимости коэффициента. Вопрос состоял в определении наибольшей существенности переменных во влиянии на тренированность и их взаимоотношениях. При физическом анализе одного из основных показателей толерантности – мощности перенесенной нагрузки: $Вт = кг \times м^2 / с^3$ и с целью достижения безразмерности коэффициента были выявлены и предложены основные переменные формулы – ЧСС, удельная мощность (на кг массы) и площадь опоры ($м^2$). Физическая безразмерность коэффициента, определила оптимальное соответствие с практическим уровнем тренированности. Если принять во внимание, что более тренированный субъект переносит большую нагрузку при быстром восстановлении, меньшей ЧСС покоя и нагрузки, то в основе тренированности лежит выносливость.

Таблица 56

Взаимосвязь критерия тренированности (КТ) с нагрузочными маркерами СР

Маркер	T1 t	T1 rr	H 1	O 1	H 2	O 2	T2 t	T2 rr	H 3	O 3
корреляция	-0,80	-0,34	-0,37	-0,62	0,07	-0,51	-0,63	-0,53	-0,41	0,08

В связи с тем, что все предложенные нагрузочные и восстановительные критерии имеют существенные межгрупповые различия, необходимо решить вопрос их значимости. Корреляционный анализ КТ с каждым из них, позволил определить их существенность (табл. 56 – 58).

Таблица 57

Взаимосвязь КТ маркерами распределения

Маркер	min1	max1	min2	max2	min3	max3
корреляция	-0,47	-0,42	-0,46	0,15	-0,28	0,18

Взаимосвязь КТ с маркерами распределения (продолжение)

Маркер	П1t	П1rr	П2t	П2rr	П3t	П3rr	П4t	П4rr
корреляция	-0,76	-0,28	-0,78	-0,46	-0,54	-0,26	-0,53	-0,14

В этом ключе наибольшую взаимосвязь демонстрируют нагрузочные Т1,2t; О1; П1,2t и восстановительные П3,4t критерии. Из них Т1,П1t и П3,4t наилучшим образом характеризуют переносимость физической нагрузки и могут быть использованы как оптимальные критерии тренированности.

3.5. Сравнительная характеристика кластеров

Возрастная однородность кластерных групп (табл. 59) нарушается существенным преобладанием индекса Кетле в 3 группе (1, 2 группы $p < 0.005$), включающим как значение массы (1, 2 группы $p < 0.01$) так и роста (1 группа $p < 0.01$). При этом различия анализируемых показателей 1 и 2 групп – минимальны.

Маркеры Т1, 2 (табл. 60) определяются максимальным удалением в третьей группе, существенно превосходящим одноименные показатели групп сравнения при этом показатели 2 группы достоверно превосходят таковые – первой.

Антропометрические показатели

S группа	Рост	Вес	Кетле	возраст
С группа				
Пц25	169,00	59,65	20,54	18,00
Пц50	174,00	66,00	21,79	20,00
Пц75	178,00	68,65	22,39	20,00
1 группа				
Пц25	165,00	52,30	18,96	18,00
Пц50	169,00	59,50	20,56	19,00
Пц75	174,00	68,70	22,34	20,00
2 группа				
Пц25	167,50	56,25	20,45	18,00
Пц50	174,00	65,15	21,27	19,00
Пц75	178,00	68,00	22,03	20,00
3 группа				
Пц25	169,88	65,88	21,84	20,00
Пц50	174,50	67,35	22,19	20,00
Пц75	176,25	68,70	22,74	20,00
Mann-Whitney	1:2; 3:2	1:2	1:2	Нет различий

КИ настоящих маркеров также определяются нарастающей (от 1 к 3 группе)

длительностью при этом все межгрупповые различия статистически значимы.

Таблица 60

Маркеры СР: нагрузочный период

Пц	T1t	T1rr	T2t	T2rr	H1 ^{&}	O1	H2	O2	H3	O3	П1t	П1rr	П2t	П2rr
S группа														
25	276,1	0,36	203,6	0,39	-5,1	0,50	-2,5	0,41	-1,1	0,021	88,0	0,42	297,2	0,36
50	391,2	0,37	264,8	0,42	-4,4	0,55	-1,9	0,44	-0,7	0,028	258,0	0,44	387,8	0,38
75	469,4	0,39	335,5	0,44	-3,7	0,60	-1,5	0,49	-0,4	0,038	362,9	0,45	467,7	0,40
1 группа														
25	170,6	0,35	144,5	0,36	-6,9	0,46	-2,4	0,39	-1,9	0,022	45,9	0,40	199,2	0,36
50	245,0	0,36	200,2	0,37	-5,9	0,49	-1,8	0,41	-1,1	0,031	65,5	0,42	260,9	0,36
75	266,8	0,38	231,2	0,39	-4,4	0,51	-1,5	0,43	-0,8	0,040	139,4	0,44	289,8	0,38
2 группа														
25	330,2	0,35	202,7	0,41	-0,5	0,50	-0,22	0,42	-0,11	0,020	198,4	0,42	306,5	0,36
50	383,4	0,37	252,4	0,42	-0,43	0,54	-0,18	0,44	-0,08	0,027	253,4	0,42	372,5	0,38
75	412,3	0,38	307,3	0,43	-0,37	0,56	-0,15	0,46	-0,05	0,036	275,6	0,44	405,9	0,39
3 группа														
25	461,8	0,38	323,3	0,43	-0,49	0,59	-0,32	0,45	-0,07	0,023	329,6	0,44	449,7	0,39
50	498,9	0,39	356,4	0,44	-0,42	0,61	-0,19	0,50	-0,05	0,028	376,0	0,45	488,3	0,40
75	563,2	0,41	413,8	0,47	-0,37	0,64	-0,15	0,57	-0,04	0,035	409,5	0,46	554,2	0,41
M-Wh		1:2			2:3				2:3			1:2		
Kr-W							*			*				

Примечания: & Маркеры H1,2,3 представлены в масштабе 10⁻⁴.

Скорость падения тренда H1 первой группы существенно превосходит одноименные показатели групп сравнения, при этом их различия между собой минимальны. В свою очередь критерий модели тренда O1 третьей группы существенно превосходит таковые 1 и 2 групп, которые также значимо различаются и между собой, при этом значение O1 поступательно увеличивается в ряду 1-3.

Фактическое совпадение скорости трендов H2 сравниваемых групп нарушается существенным доминированием показателя O2 в 3 группе, при этом его возрастание в ряду 1-3, обуславливает статистическую значимость всех межгрупповых различий.

Скорость падения линейного тренда H3 достигает максимума в 1 группе, существенно превосходя одноименные показатели 2 и 3 групп, различия которых минимальны. При этом средний уровень изменчивости КИ, определяемый критерием модели O3 в сравниваемых группах практически не различим.

Пограничные критерии П1, 2, обнаруживаясь наиболее поздним проявлением в 3 группе, характеризуются увеличением (от 1 к 3 группе)

длительности и существенными межгрупповыми различиями.

Возрастание длительности кардиоинтервалов настоящих критериев в последовательном ряду также достигает апогея в 3 группе и определяется значимостью различий (за исключением П1rr 1:2 групп, $p > 0.05$).

Таким образом, возрастание удаленности временных, увеличение длительности интервальных маркеров, и уменьшение скорости роста ЧСС в исследуемом ряду свидетельствует о поступательном увеличении хронотропного резерва адаптации от минимума в 1 до максимума в 3 группе. Кроме того маркеры T2t, T2rr, N3 обуславливают увеличение времени (на фоне снижения скорости его усиления) регуляционного контроля СР в той же последовательности (1<2<3 гр). Отсутствие различий по T1rr в 1, 2 группах свидетельствует о позднем включении хронотропного торможения приводящего к расширению кардиоинтервала точки перегиба. В свою очередь статистическая тождественность по N1, 3 во 2, 3 группах определяет раннее включение скоростного резерва – поступательно выпрямляющего (уменьшающего) изгиб ритмограммы.

Время проявления критериев ПЗ, 4 в третьей группе существенно опережает таковое групп сравнения, различия которых не имеют статистического подтверждения (табл. 61).

Таблица 61

Маркеры СР: восстановительный период

маркер	ПЗt	ПЗrr	П4t	T4rr	ПЗo	ПЗн	П4o	П4н	ИП	МК1	МК2
	S гр.										
Пц25	10,0	0,375	33,7	0,435	0,336	1,16	0,337	1,14	817,0	84,5	69,2
Пц50	18,6	0,389	53,4	0,454	0,354	1,93	0,355	1,77	917,0	94,6	81,3
Пц75	36,7	0,410	103,5	0,482	0,375	2,83	0,376	2,72	967,5	101,2	93,1
	1 гр.										
Пц25	18,1	0,357	65,5	0,410	0,321	0,78	0,318	0,94	937,0	82,3	86,9
Пц50	32,2	0,365	97,1	0,438	0,336	0,89	0,339	1,04	1032,0	86,2	99,1
Пц75	51,8	0,381	127,0	0,457	0,352	1,52	0,351	1,56	1099,0	94,9	111,5
	2 гр.										
Пц25	13,5	0,371	39,3	0,425	0,334	1,13	0,337	1,14	904,3	83,0	78,9
Пц50	23,1	0,381	70,6	0,450	0,344	1,60	0,344	1,58	929,0	93,4	84,9
Пц75	45,7	0,405	107,9	0,490	0,361	2,42	0,365	2,08	959,8	100,8	90,9
	3 гр.										
Пц25	7,2	0,399	25,4	0,447	0,362	2,26	0,362	2,49	733,3	92,2	58,0
Пц50	11,4	0,409	30,9	0,469	0,385	2,79	0,381	3,35	768,5	98,6	63,9
Пц75	18,6	0,432	42,9	0,485	0,399	4,21	0,400	4,27	822,8	105,6	69,8
M-Wh	1:2		1:2							1:2	

КИ указанных маркеров определяются нарастающей (от 1 к 3 группе) длительностью при этом статистически существенны все межгрупповые различия.

Модельные критерии наилучших трендов восстановительного периода достигают апогея в 3 группе и имеют существенные межгрупповые различия. Интегральный показатель восстановления 1 группы существенно превосходит одноименные маркеры групп сравнения, различия которых также статистически значимы.

Скорость восстановления ЧСС, достигая максимума в 3 группе, значительно превосходит окружение, демонстрирующее тождественность. В свою очередь критерий модели «О», определяющий по сути среднюю ЧСС восстановления, достигает минимума в 3 группе, демонстрируя существенные межгрупповые различия.

Таким образом, уменьшение времени проявления временных маркеров, увеличение длительности кардиоинтервалов в них, возрастание скорости восстановления и снижение средней ЧСС в ряду сравнения свидетельствует об усилении восстановительного потенциала от 1 к 3 группе. Отрицательный хронотропный эффект адаптации, приводящий к максимально быстрому торможению ЧСС, несмотря не только на достигнутый уровень и длительность удержания, но и перенесенную нагрузку – определяет суть феномена. Отсутствие существенных различий по ПЗ,4t, а также скорости восстановления в 1, 2 группах опосредует отсроченное (при достижении апогея толерантности в 3 группе) включение хронотропного торможения восстановительного периода.

Средняя ЧСС покоя, возрастая в ряду 3 - 1 групп, достигает максимума в последней, опосредуя существенные межгрупповые различия (табл. 62).

Групповые значения систолического артериального давления в покое существенными различиями не характеризуются. МПК третьей группы существенно превышает одноименные показатели 1, 2 групп, также имеющих существенные различия ($2 > 1$). Относительные значения МПК определяются аналогичной закономерностью, однако, утрачивающей статистическую

актуальность и включающей лишь одну закономерность ($1 > 3$).

Таблица 62

Эргометрические показатели: нагрузочный период

Пц	покой		МПК	МПК кг	W Вт	ЧСС				АД			
	САД	ЧСС				н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
S группа													
25	110	55	4,3	67,9	150	-58,0	157,2	166	141,0	-48,7	180	180	170,6
50	120	62	4,7	74,7	210	-48,8	171,9	175	154,1	-37,6	195	200	181,3
75	120	70	5,1	80,2	240	-42,6	181,0	184	164,4	-26,5	211	210	193,5
1 группа													
25	110	69	3,8	58,1	90	-46,1	175,8	175	164,3	-33,4	178	175	168,8
50	120	72	4,0	68,5	120	-30,3	184,5	182	168,3	-26,8	193	190	181,3
75	120	80	4,2	76,2	150	-22,3	189,7	190	173,8	-20,9	212	210	194,0
2 группа													
25	110	57	4,4	67,7	180	-57,4	169,6	171	151,9	-45,9	180	180	173,1
50	120	62	4,6	73,5	195	-49,0	175,8	179	158,2	-34,9	194	195	180,0
75	120	69	4,9	81,9	240	-42,8	180,9	185	163,7	-24,5	205	205	191,6
3 группа													
25	110	49	5,1	74,4	240	-63,5	148,8	161	132,3	-56,5	184	190	170,2
50	120	55	5,2	76,0	240	-56,3	155,9	166	137,1	-44,4	199	202	186,9
75	126	58	5,4	80,2	270	-49,3	161,8	170	146,9	-38,2	212	220	193,8
M-Wh				1:2:3				1:2					
Kr-W	*										*	*	*

Мощность перенесенной нагрузки, увеличиваясь в ряду: 1-3, достигает апогея в 3 группе, демонстрируя существенные межгрупповые различия.

Если средняя (в том числе показатель модели «о») и максимальная ЧСС достигают максимума в 1 группе ($3 < 2 < 1$), то показатель диапазона (размаха) изменчивости ($1 < 2 < 3$) в третьей. При этом все межгрупповые различия отличаются существенностью (исключение ЧССmx 1, 2 групп).

Статистическая существенность межгрупповой изменчивости систолического АД достигающей максимума в 3 группе ($1 < 2 < 3$) растрчивается при анализе его средних и максимальных значений.

Таким образом, увеличение нагрузочной толерантности и МПК в исследуемом ряду опосредуется расширением диапазона изменчивости ЧСС и АД, при этом, если первое опирается на избыточное снижение реактивности (средняя ЧСС уменьшается от 1 к 3 группе), второе – распределяется эквивалентно нагрузке (среднее АД в группах не различимо). Иными словами избыточность хронотропных резервов сочетается с эквивалентностью инотропных. В свою очередь статистическое сродство 1, 2 групп по ЧССmx

свидетельствует о развитии данного качества только в период максимальной нагрузочной толерантности.

Если диапазон изменчивости ДП (табл. 63) доминирует, то среднее значение минимизируется в 3 группе, при этом свойственная существенность межгрупповых различий нарушается в последнем случае только для 1 и 2 групп. Максимальное значение ДП обнаруживает тотальную (межгрупповую) статистическую однородность. Индекс хронотропного резерва, демонстрируя существенный рост в ряду: 1-3 как в диапазоне изменчивости, так и среднем, максимальном значениях, достигает апогея в 3 группе, проявляя достоверность межгрупповых различий.

Таблица 63

Эргометрические показатели: нагрузочный период ДП, ИХР, ИИР

Пц	ДП				ИХР				ИИР			
	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср	н	о	mx	ср
S группа												
25	-169,0	301,5	309,5	255,4	-90,4	124,7	133	103,8	-42,4	54,5	57,7	45,1
50	-145,9	323,6	340,0	275,0	-72,4	143,1	148	118,7	-31,2	63,6	63,6	53,0
75	-114,7	358,3	369,5	304,6	-57,2	168,2	177	136,1	-22,3	75,1	75,0	61,3
1 группа												
25	-146,5	312,5	304,0	269,4	-53,6	100,1	95	78,2	-28,4	50,0	46,2	41,6
50	-100,4	337,2	322,0	296,0	-41,1	112,1	113	98,9	-21,8	62,7	61,5	51,7
75	-75,7	398,8	379,0	341,8	-25,5	141,4	138	114,9	-17,4	70,7	68,2	58,9
2 группа												
25	-171,1	303,3	322,0	262,8	-79,8	126,2	136	104,5	-35,8	54,4	55,5	44,2
50	-139,1	342,2	349,0	292,8	-67,9	143,3	146	117,9	-29,3	62,1	63,6	51,3
75	-118,1	359,6	372,8	308,8	-60,4	162,3	167,5	135,5	-20,9	71,9	70,8	60,7
3 группа												
25	-179,6	290,7	314,3	245,5	-114,5	140,5	157,75	116,5	-47,3	61,3	63,6	48,1
50	-158,9	306,2	335,5	258,0	-93,9	163,2	181,5	133,8	-37,6	66,1	69,2	55,8
75	-145,5	322,8	352,0	271,3	-80,2	182,0	192,5	149,8	-32,2	76,8	81,8	61,5
M-Wh		1:2		1:2							1:2	
Kr-W			*							*		*

ИИР существенно возрастая в диапазоне и максимальном проявлении (исключая различия 1:2; $p > 0.05$), обнаруживает межгрупповую однородность в среднем и модельном значении.

Таким образом, поступательное от 1 к 3 группе снижение средних значений ДП, ИХР при неизменности ИИР и обратная динамика диапазонов их изменчивости опосредует снижение напряженности миокарда за счет хроно-

инотропного энергосбережения, что и обеспечивает возрастание нагрузочной толерантности. При этом отсутствие различий ДП и ИИР_{тх} в 1 и 2 группах свидетельствует о поздней оптимизации (в 3 группе) напряженности и отсроченном подключении инотропного резерва соответственно.

Коэффициент расходования резервов миокарда (табл. 64) определяемый отношением изменения систолического АД к нагрузке минимизируется в 3 группе. При этом если диапазон его изменчивости не имеет существенных межгрупповых различий, то средние и максимальные значения располагают таковыми для 1, 3 и 1, 2 групп, в то время как показатели 2 и 3 групп статистически однородны.

Производительность работы левого желудочка определяемая отношением мощности нагрузки к ЧСС существенно возрастает в ряду 1:3 во всех проявлениях, достигает существенности межгрупповых различий и максимума в 3 группе. Групповая однородность скорости и диапазона СНИ преломляется минимизацией среднего и максимального значения показателя в 3 группе, демонстрируя существенность межгрупповых различий.

Таблица 64

Эргометрические показатели: нагрузочный период КРРМ, ПРЛЖ, СНИ

маркер	КРРМ				ПРЛЖ				СНИ			
	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср	н	о	тх	ср
S группа												
Пц25	-1,6	18,9	18,4	20,1	-105,0	168,8	175	140,6	-1,2	10,3	10,1	10,4
Пц50	4,8	22,9	21,1	24,6	-82,8	203,8	213	177,1	0,1	11,9	11,5	12,1
Пц75	9,8	26,4	24,4	28,7	-63,1	231,5	248	201,9	2,1	13,6	13,0	14,4
1 группа												
Пц25	-1,0	23,5	22,9	26,8	-63,0	140,3	141	114,2	-0,6	12,6	12,2	13,2
Пц50	6,0	26,9	26,7	29,8	-56,4	148,4	146	124,4	1,5	15,3	15,0	15,5
Пц75	9,6	31,7	31,0	34,1	-41,5	167,7	170	148,4	2,9	17,0	17,6	17,8
2 группа												
Пц25	-0,3	18,1	18,5	20,3	-89,6	174,2	190	149,5	-1,0	10,7	10,7	10,8
Пц50	5,1	21,8	21,1	25,1	-79,4	195,2	205,5	169,7	0,5	12,6	12,1	12,5
Пц75	13,1	25,8	24,2	28,2	-66,9	211,0	224,5	182,6	2,2	13,5	13,0	13,9
3 группа												
Пц25	-2,3	18,5	16,7	19,6	-114,3	228,6	244	196,2	-1,4	9,9	9,3	9,9
Пц50	2,2	21,7	19,8	22,8	-107,7	239,7	251	207,6	-0,4	10,4	10,3	10,4
Пц75	9,1	24,0	22,0	24,5	-95,8	249,9	263,5	218,3	0,6	11,3	11,0	11,2
M-Wh		2:3	2:3	2:3								
Kr-W	*								*			

Таким образом, поступательное снижение КРРМ, СНИ и увеличение ПРЛЖ определяют хроно-инотропную оптимизацию нагрузочной переносимости при этом отсутствие различий КРРМ во 2, 3 группах обусловливается ранним включением инотропных резервов нагрузочного обеспечения, опосредующих их истощаемость (предельность).

ВРС клиностаза (табл. 65) опосредуется абсолютным доминированием общей мощности спектра и всех его составляющих в 3 группе при этом существенные различия в группах сравнения (1, 2) отсутствуют. В тоже время, относительный баланс, обнаруживая межгрупповую однородностью медленных (VLF, LF) волн, выявляет достоверное преобладание высокочастотного спектра в третьей, при сохранении паритета в 1 и 2 группах. Показатель частотного соотношения, наоборот, существенно деградируя в ряду сравнения, достигает перигея в третьей, также сохраняя однородность в 1, 2 группах.

Таблица 65

Показатели ВРС клиностаза

Группа	Пц	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
S	25	1848	552	342	645	21,0	52,7	0,27	20,2	15,0	29,3
	50	2698	867	550	1152	31,4	68,6	0,46	30,0	21,2	44,1
	75	3975	1138	866	2026	47,3	79,0	0,9	41,3	27,1	60,6
1	25	1562	450	362	335	29,4	45,1	0,42	23,7	17,2	20,4
	50	2014	722	596	719	42,0	58,0	0,73	33,1	22,8	39,7
	75	2589	1029	759	1550	54,9	70,6	1,22	49,4	30,9	50,1
2	25	1617,3	483,1	303,1	567,0	25,7	50,7	0,346	24,9	16,9	29,9
	50	2243,8	685,8	393,4	1004,5	33,3	66,7	0,499	33,5	22,7	41,4
	75	2829,9	930,2	624,0	1229,0	49,3	74,3	0,971	41,4	26,2	53,8
3	25	3334,2	833,8	519,0	1472,4	15,5	67,0	0,18	16,9	11,4	41,3
	50	3892,9	1030,4	820,1	2021,1	24,9	75,1	0,33	24,7	17,4	57,8
	75	6036,2	1359,5	1160,2	4226,1	33,0	84,5	0,49	37,0	24,4	69,9
M-Wh		1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2	1:2			1:2
Kr-W									*	*	

Таким образом, отсутствие различий фактически по всем спектральным составляющим в 1 и 2 группах свидетельствует об отсроченном отражении на ритме покоя вегетативной изменчивости достигнутой в процессе формирования выносливости - увеличения нагрузочной толерантности. Не смотря на абсолютное преобладание всех вегетативных составляющих в 3 группе, межгрупповое сродство относительной мощности медленных спектров выделяет парасимпатическую регуляцию как ведущую в формировании данного качества.

Ортостаз (табл. 66) проявляясь однородностью абсолютных значений спектра, обнаруживает депрессию показателя LF/HF, а в относительных цифрах минимизацию медленных и усиление быстрых волн в 3 группе на фоне отсутствия различий в группах сравнения, а также межгрупповой однородности относительной мощности очень медленного спектра.

Таким образом, рост спектральной активности (абсолютной и относительной) только HF определяет возрастающую роль парасимпатической регуляции как обязательного участника ортостатической адаптации в процессе формирования выносливости.

Таблица 66

Показатели ВРС ортостаза

Пц	ЧСС	30/15	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
S группа												
25	70	1,38	1727	594	609	160	65,2	12,6	1,87	28,6	32,5	7,6
50	82	1,51	2640	866	999	309	77,7	22,3	3,49	36,4	44,2	12,8
75	90	1,66	3614	1348	1618	579	87,4	34,8	6,92	49,5	57,9	20,7
1 группа												
25	88	1,32	1390	377	506	105	67,0	12,6	2,03	30,2	37,7	6,8
50	93	1,49	1982	808	803	210	80,1	19,9	4,02	37,1	43,6	10,8
75	99	1,68	2909	1187	1330	405	87,4	33,0	6,95	46,1	57,1	20,6
2 группа												
25	74	1,36	1811	585,2	749	149	70,9	9,1	2,44	26,6	33,3	5,5
50	81	1,53	2615	790	1119	230	82,1	17,9	4,58	35,9	54,0	10,1
75	89	1,64	3498	1252	1794	456	90,9	29,1	9,96	49,6	63,4	16,0
3 группа												
25	64	1,4	2075	772	605	252	51,5	21,7	1,07	29,9	28,2	11,0
50	70	1,53	2971	1036	821	474	71,8	28,2	2,54	38,8	37,3	17,1
75	77	1,66	3968	1522	1503	1021	78,3	48,5	3,61	49,5	49,5	25,8
M-Wh						1:2	1:2	1:2	1:2		1:2;1:3	1:2
Kr-W		*	*	*	*					*		

В свою очередь возрастание во 2 и снижение в 3 группе спектра LF, имеющее статистическую значимость только в относительных единицах, свидетельствует также и о снижении симпатической заинтересованности. Кроме того, отсутствие межгрупповых различий очень медленного спектра исключает гуморально-метаболическое участие. Иными словами формирование выносливости, глобально не изменяя суть ортостатической адаптации (симпатическое доминирование) несколько изменяет ее ход посредством снижения симпатических и усиления парасимпатических влияний.

Скорость возобновления ответной реакции СР на регуляционные влияния (табл. 67) существенно возрастает в ряду 1-3 и достигает максимума в 3 группе опосредуя достоверность межгрупповых различий.

Коэффициент тренированности статистически существенно снижается в последовательном ряду, обуславливая его минимум в 3 группе.

Таким образом, увеличение скорости восстановления общего вегетативного контроля сердечного ритма с ростом физической толерантности обеспечивается как симпатической, так и парасимпатической ответственностью, при этом последняя имеет доминирующее значение.

Таблица 67

Динамика спектра ВРС: восстановительный период

маркер	вТРн	вТРо	вLFн	вLFо	вHFн	вHFо	Ктр
S группа							
Пц25	5,31	-16,97	2,16	-14,56	3,49	-12,87	829,8
Пц50	17,65	-3,95	6,83	-5,49	11,69	-1,95	1172,3
Пц75	50,36	-0,29	20,28	-1,50	36,24	0,23	1518,2
1 группа							
Пц25	1,94	-5,19	0,86	-2,78	0,84	-2,30	1693,4
Пц50	4,00	-1,54	1,59	-1,21	2,22	-0,13	1795,8
Пц75	9,52	-0,52	4,10	-0,37	6,06	0,09	2022,0
2 группа							
Пц25	6,30	-16,38	2,88	-8,94	3,92	-10,39	1073,5
Пц50	15,06	-5,03	6,09	-5,50	9,09	-2,31	1233,9
Пц75	26,28	-0,20	9,40	-2,64	16,37	0,10	1330,3
3 группа							
Пц25	30,04	-57,25	14,45	-44,39	13,92	-40,65	716,7
Пц50	75,56	-10,92	29,13	-18,50	52,74	-7,65	768,5
Пц75	150,35	2,80	46,75	-4,92	113,51	6,68	828,7
Kr-W		*				*	

Направленная изменчивость коэффициента тренированности, обуславливающая его возрастание в последовательности 1 – 3 групп в свою очередь может быть определена как ряд увеличения (усиления) тренированности.

Время выявления депрессии ответной реакции сердечного ритма (табл. 68) на общий вегетативный контроль и его составляющие увеличивается в ряду 1-3, достигает максимума в 3 группе и характеризуется существенностью межгрупповых различий. При этом диапазон изменчивости и уровень спектральной активности также доминирует в 3 группе, однако различия в группах сравнения нивелируются.

Динамика спектра ВРС: нагрузочный период

маркер	нТРн	нТРо	нLFн	нLFо	нHFн	нHFо	нТР	нLF	нHF
S группа									
Пц25	-33,62	28,70	-10,74	8,66	-18,98	12,15	3,62	3,50	3,89
Пц50	-14,66	68,12	-5,00	23,34	-6,62	36,90	4,35	3,93	4,51
Пц75	-5,61	151,05	-1,83	47,28	-2,53	82,71	5,14	4,61	5,73
1 группа									
Пц25	-20,66	9,51	-6,49	4,54	-12,04	6,45	3,49	3,37	3,69
Пц50	-9,55	35,55	-2,49	9,94	-3,85	18,00	3,69	3,43	4,03
Пц75	-2,46	71,37	-1,01	23,67	-0,95	42,01	4,02	3,82	4,50
2 группа									
Пц25	-34,30	22,27	-10,53	7,85	-16,85	12,01	3,60	3,50	3,84
Пц50	-11,52	52,74	-4,06	16,78	-4,74	27,18	4,36	3,99	4,53
Пц75	-4,41	128,63	-1,67	36,10	-1,87	64,71	5,26	4,68	6,03
3 группа									
Пц25	-39,48	68,41	-12,43	20,78	-30,07	38,23	4,31	3,88	4,29
Пц50	-17,42	99,10	-7,71	32,28	-10,56	67,40	4,96	4,24	5,09
Пц75	-12,36	198,98	-4,49	53,90	-5,20	163,88	5,97	5,01	6,49
M-Wh	1:2	1:2	1:2		1:2	1:2			2:3 p=0.05

Таким образом, рост общей длительности вегетативного контроля с увеличением выносливости обеспечивается как расширением диапазона (за счет большего изначального уровня) так и увеличением средних значений его симпатической и парасимпатической составляющих с учетом неизменного доминирования последней (как по интенсивности, так и по продолжительности). Статистическая однородность линейных критериев вегетативного контроля в 1, 2 группах определяется включением настоящего адаптационного механизма только в условиях достижения высокого уровня физической толерантности. Пограничное значение различий длительности парасимпатического контроля во 2, 3 группах в данном случае, вероятно, определяется насыщением (физиологическим пределом) исследуемой адаптационной реакции.

Время наступления 1, 2 нагрузочных максимумов (табл. 69) существенно возрастает в ряду сравнения, достигая апогея в 3 группе и предопределяя достоверность межгрупповых различий. Усиление выраженности настоящих экстремумов определяется той же закономерностью, но несколько растрчивает существенность: Nmx1 (1:2, $p > 0.05$), Nmx2 (3:2, $p > 0.05$).

Показатели распределения КИ

маркер	Nmx1	Nmx1t	Nmx2	Nmx2t	Vmx1	Vmx1t	Vmx2	Vmx2t
S группа								
Пц25	0,32	200,4	0,40	461,9	0,36	134,5	0,54	210,3
Пц50	0,34	272,4	0,42	544,1	0,40	149,5	0,60	228,7
Пц75	0,36	375,5	0,44	632,8	0,42	170,3	0,68	243,2
1 группа								
Пц25	0,32	138,8	0,38	328,8	0,36	145,0	0,48	218,3
Пц50	0,32	166,9	0,38	422,5	0,38	168,9	0,52	239,7
Пц75	0,34	210,8	0,42	449,5	0,42	193,6	0,56	262,8
2 группа								
Пц25	0,32	197,6	0,40	492,0	0,34	142,9	0,56	214,6
Пц50	0,34	255,9	0,42	533,8	0,38	158,9	0,58	232,3
Пц75	0,34	311,3	0,44	601,7	0,42	174,2	0,60	244,0
3 группа								
Пц25	0,36	357,3	0,42	590,2	0,38	124,6	0,66	197,3
Пц50	0,37	411,4	0,42	640,7	0,40	134,5	0,70	216,3
Пц75	0,38	466,5	0,46	691,7	0,42	146,9	0,77	231,6
M-Wh	(1:2)		(2:3)			(1:2)		(1:2)
Kr-W					*			

Время проявления максимумов восстановления в третьей группе существенно опережает таковое групп сравнения, однородность которых по данным признакам подтверждена статистически. При этом если плотность первого максимума также определяется сравнительной (межгрупповой) однородностью, то второй экстремум демонстрирует поступательный рост концентрации, достигая апогея в 3 группе и опосредуя существенность межгрупповых различий.

Таким образом, увеличение (уменьшение) времени проявления временных нагрузочных (восстановительных) экстремумов в ряду усиления нагрузочной толерантности определяется накоплением отрицательного хронотропного эффекта адаптации в процессе формирования выносливости. Отсутствие различий времени регистрации восстановительных экстремумов в 1, 2 группах свидетельствует о развитии хронотропного резерва восстановления на этапе достижения тренированности.

Выводы:

1. Фактически все выявленные закономерности являются прогрессивными (прогредиентными) и определяются в последовательном ряду 1, 2, 3 групп (за

исключением LFort, когда $2 > 1 > 3$).

2. Исследуемые кластеры существенно различаются по величине нагрузочной толерантности и ее проявлениям, включающим ино-, хронотропное обеспечение и вегетативный контроль.

3. Прогрессивное повышение нагрузочной толерантности определяется ростом тренированности (выносливости), которая включает:

а) накопление хронотропного резерва, проявляющееся в нагрузочный период: возрастанием удаленности временных ($T_{1,2t}$), увеличением длительности интервальных маркеров ($T_{1,2rr}$) кардиоритмограммы, и уменьшением скорости роста ЧСС (H_1 , $ЧСС_n$); увеличением времени проявления временных экстремумов ($N_{mx1,2}$). В период восстановления – уменьшением времени проявления временных маркеров ($T_{3,4t}$) КРГ, увеличением длительности кардиоинтервалов в них ($T_{3,4rr}$), возрастанием скорости восстановления и снижением средней ЧСС; уменьшением времени проявления временных экстремумов ($V_{mx1,2t}$);

б) изменением вегетативного контроля: увеличением длительности и усилением смешанного вегетативного контроля с парасимпатическим доминированием нагрузочного периода; ускоренным возобновлением смешанного вегетативного контроля с ранним проявлением и подавляющей интенсивностью парасимпатической активности восстановительного периода;

г) изменением вегетативной регуляции СР в покое, проявляющееся в период клиностаза: отсроченным отражением на ритме покоя вегетативной изменчивости достигнутой в процессе формирования выносливости; абсолютным преобладанием всех вегетативных составляющих на пике тренированности, в условиях тотальной (межгрупповой) относительной однородности низкочастотных спектров определяющим парасимпатическую регуляцию как ведущую. В ортостазе: возрастанием роли парасимпатической регуляции, снижением симпатической заинтересованности, исключением гуморально-метаболического участия. Формирование выносливости, глобально не изменяя суть ортостатической адаптации (симпатическое доминирование) модифицирует

ее течение посредством снижения симпатических и усиления парасимпатических влияний.

3.6. Объем и общая характеристика исследований

В исследованиях добровольно участвовали 290 человек 17 – 24 лет: курсанты ФСИН – 78 человек, старшие школьники и студенты высших учебных заведений города Вологды 212 человека (табл. 70).

Таблица 70

Общая характеристика исследований

Характеристика исследований	Группы испытуемых	Кол-во обследованных	Исследуемые показатели
ВЭМ тестирование: нагрузочный, восстановительный периоды	Всего исследований Кластер 1 Кластер 2 Кластер 3	433 64 97 50	ЧСС, АД, ДП, ИХР, ИИР, КРРМ, ПРЛЖ, СНИ, КТ, МПК, W, ИП, МК1, 2
Исследование СР и его регуляции при ВЭМ-тестировании	Смешанная популяция Группа 1 Группа 2 Группа 3	211 64 97 50	T1, T2, H1, O1, H2, O2, H3, O3, П1, П2, П3, П4, нТР, нLF, нHF, вТР, вLF, вHF, Nmх1, Nmх2, Vmх1, Vmх2
Изучение механизмов формирования аэробно-анаэробной выносливости	Смешанная популяция Группа 1 Группа 2 Группа 3	211 64 97 50	Корреляционный, дисперсионный анализ показателей максимального ВЭМ-тестирования и адаптационных резервов в состоянии относительного физиологического покоя
Анализ адаптационных резервов организма, АОП: клиностаз, ортостаз	Всего исследований Группа 1 Группа 2 Группа 3 Группа 4 Группа 5	604 211 64 97 50 84	АД, ЧСС, TP, VLF, LF, HF, LFn, HFn, LF/HF, %VLF, %LF, %HF, K _{30/15}

ГЛАВА 4. Сердечный ритм и его регуляция в динамике нагрузочной толерантности

4.1. Изменчивость нагрузочной КРГ при формировании выносливости

Анализ временного маркера T1t

В динамике тренированности происходит правая миграция точки перегиба, то есть увеличивается время до момента ее наступления. При этом взаимосвязь с другими показателями определяется как подвижностью и пределом настоящего критерия, так и характеристиками взаимодействующего маркера (рис. 16, 17).

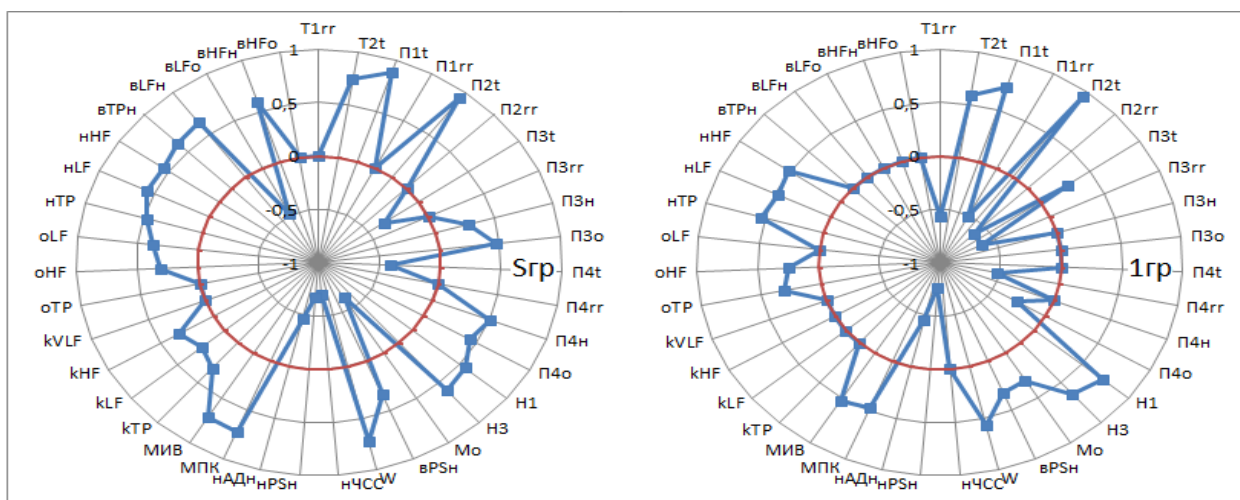


Рис. 16. Корреляционные взаимосвязи маркера T1t в S-популяции и 1 группе

Увеличение длительности T1 закономерно связано с ростом максимальной перенесенной нагрузки и уменьшением средней ЧСС восстановления, а соответственно ускорением последнего. Настоящая закономерность обусловлена энергосберегающей составляющей нагрузочного периода, которую как раз и регламентирует T1, чем правее она располагается тем меньше средняя ЧСС нагрузки, тем длительнее аэробный коридор его обеспечения. Последнее обстоятельство и обеспечивает возможность большей нагрузки и быстрого восстановления. Соответственно существенное увеличение предельной нагрузки в конечном итоге, безусловно, отразится и на длительности восстановления. Поэтому в динамике тренированности (2, 3 группы) и отмечается уменьшение указанных закономерностей, связанных с истощенностью данного адаптационного резерва.

Соответствие, проявляющееся прямой связью, с временными нагрузочными критериями (точкой ускользания, экстремумами и их границами) определяется не только длительностно-временным сродством настоящих точек, но и их происхождением, при котором, T1, T2 являются визуальными характеристиками ритмограммы, а экстремумы определяют ее внутреннюю сущность, обуславливаясь распределением кардиоинтервалов.

Обратная связь с временными восстановительными критериями определяется закономерностью, когда энергосбережение, обеспеченное формированием хронотропного резерва при нагрузке оборачивается усилением потенциала восстановления реализующегося в ускорении последнего. Выраженность настоящей закономерности определяется как мощностью хронотропного резерва (фактически отсутствующего у нетренированных), так и полнотой его использования (при пиковых нагрузках у спортсменов).

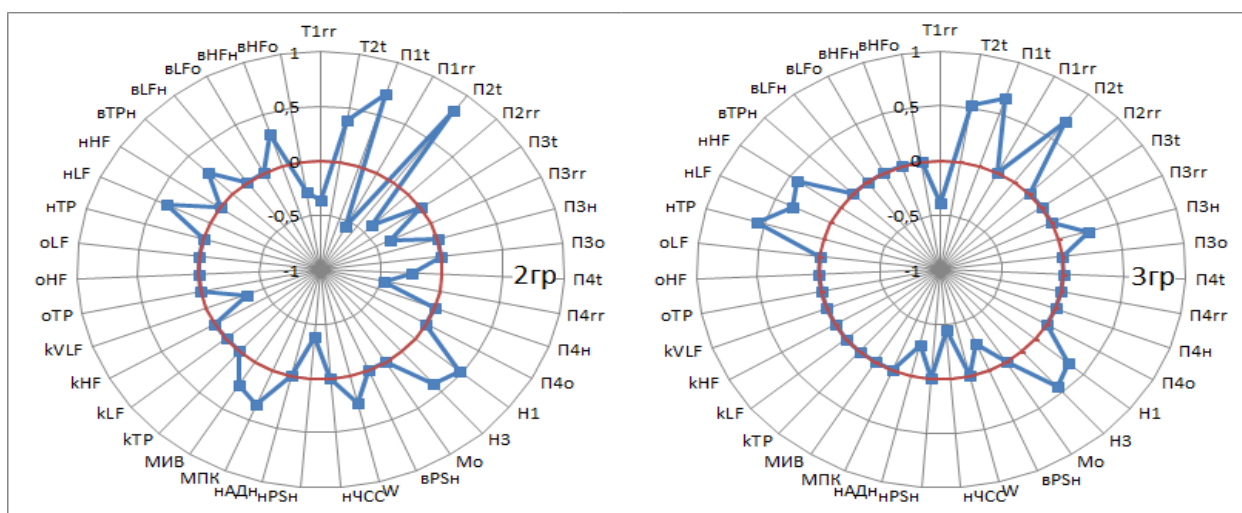


Рис. 17. Корреляционные взаимосвязи маркера T1t во 2 и 3 группе

Неустойчивая взаимосвязь с интервальными критериями определяется противоречием взаимокompенсации, когда укорочение кардиоинтервала мигрирующей вправо точки возмещается отрицательным хронотропным эффектом адаптации, проявляющимся общим урежением ЧСС в динамике тренированности. Причиной этих взаимоотношений является общая регуляция, речь о которой пойдет ниже.

Неустойчивые взаимоотношения со статическим спектром ВРС определяются незначительным усилением мощности последнего при правой

миграции T1, однако депрессия корреляций в динамике тренированности не позволяет свидетельствовать в пользу взаимообусловленности нагрузочных маркеров и клино-ортостатической активности ВНС.

Динамическое вегетативное регулирование определяется выраженным соответствием правой миграции T1 поздней депрессии ВРС в период нагрузки и ранней активации при восстановлении. При этом вегетативный баланс обоих периодов в динамике тренированности определяется преимущественно парасимпатическим доминированием. Минимизация взаимоотношений в сравниваемых группах при восстановлении обуславливается несовершенством регуляции в отсутствие и максимальной нагрузкой в апогее тренированности.

Анализ интервального маркера T1rr

Если в динамике тренированности возрастает удаление точки перегиба, то соответственно должна уменьшаться длительность кардиоинтервала в ней. Однако формирование хронотропного резерва адаптации несколько смягчая эту закономерность, существенно изменяет взаимоотношения с другими критериями (рис. 18, 19). При этом увеличение кардиоинтервала T1 определяется ускорением восстановления, но уменьшением перенесенной нагрузки, что обуславливается в первом случае меньшей средней нагрузочной ЧСС, которая в случае высокой тренированности достигается за счет хронотропного резерва, а в ее отсутствие – низкими нагрузками, а во втором – определяется лабильностью T1, когда правая миграция определяет энергосбережение и большую нагрузку при соответственно меньшем кардиоинтервале, левая – наоборот.

Существенная связь с интервальными показателями нагрузки и восстановления определяется выраженной зависимостью одноименных ЧСС, когда меньший кардионитервал T1 обуславливает большую ЧСС нагрузки и соответственно восстановления. Некоторое смягчение связи в динамике тренированности определяется усилением тормозных вегетативных влияний.

Нестабильность связи с временными критериями определяется обстоятельством, когда длительность RR-интервала T1 в отсутствие

тренированности существенно уступает таковой при развитии последней даже в условиях правой миграции, что безусловно находит свое отражение при анализе связи как с нагрузочными так и восстановительными маркерами.

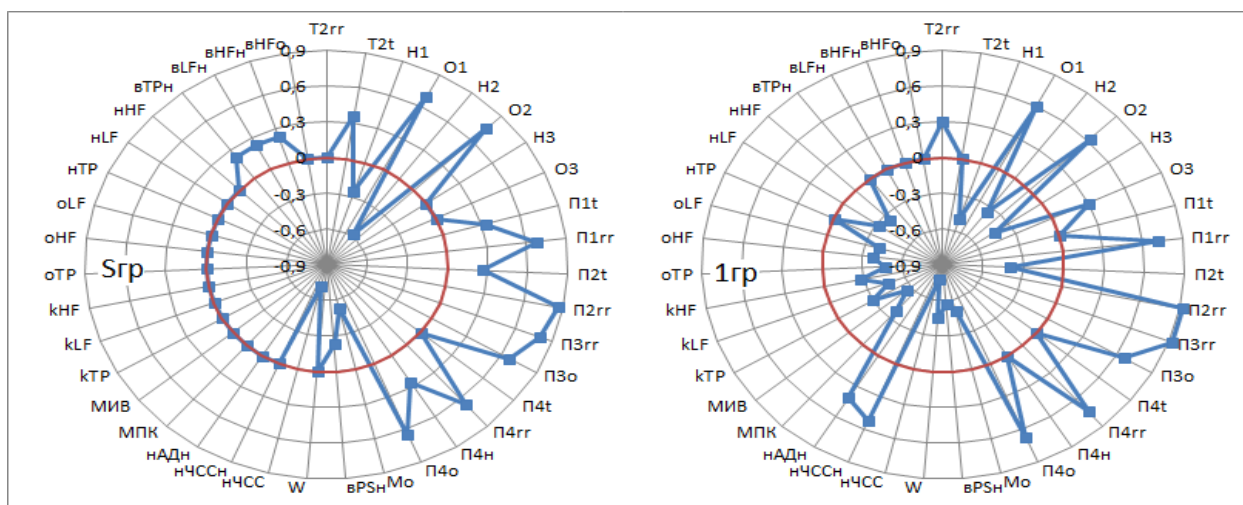


Рис. 18. Корреляционные взаимосвязи маркера T1rr в S-популяции и 1 группе

ВРС покоя определяется соответствием меньшего кардиоинтервала T1 усилению мощности как HF так и LF клино-ортостатического спектра.

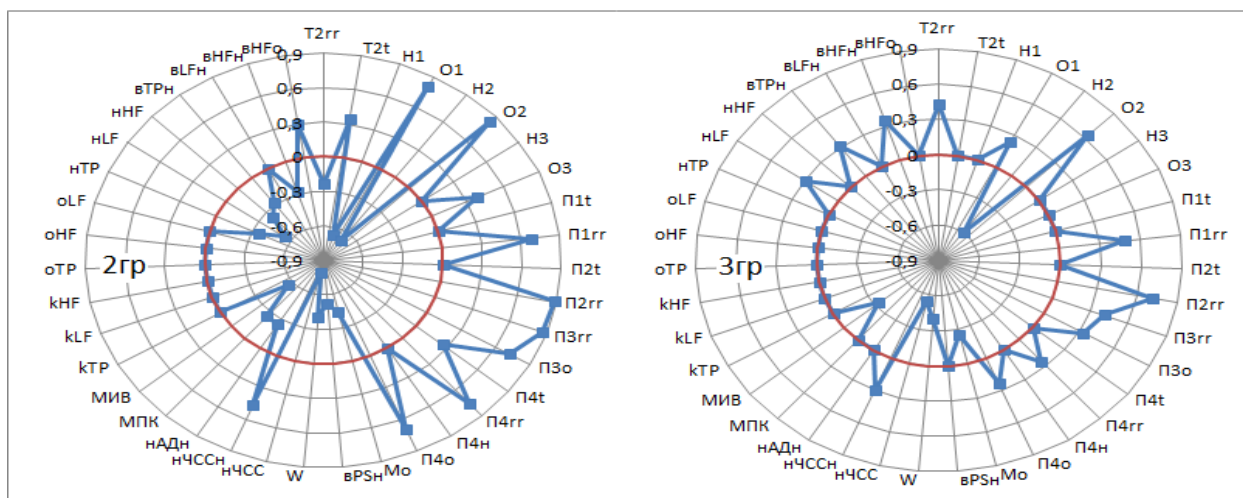


Рис. 19. Корреляционные взаимосвязи маркера T1rr во 2 и 3 группе

При этом специфичность этой взаимосвязи в отсутствие тренированности и ее инверсия в динамике обуславливается формированием структурного следа адаптации, выражающегося в снижении реактивности ЧСС на нагрузку.

Неустойчивость динамических спектральных маркеров также определяется накоплением хронотропного резерва. При этом в нагрузочный период это приводит к нивелированию связи в сводной и 3 группах и определяется соответствием уменьшения КИ поздней депрессии ВРС в динамике. В период

восстановления депрессия регуляции в 1, 2 группах трансформируется в соответствие уширения T1rr вегетативной активности в сводной и 3 группах. Объяснение данного факта связано с преобладанием влияния укорочения RR-длительности при правой миграции T1 над хронотропным резервом в 1, 2 группах и обратной закономерностью в сводной и третьей.

4.2. Стабилизация СР при расширения нагрузочной толерантности

4.2.1. Анализ временного маркера T2t

Динамика тренированности определяется поступательным смещением точки стабилизации ритма, проявляющимся увеличением времени до момента ее возникновения. При этом закономерности взаимодействия с другими критериями определяются подвижностью и пределом их изменчивости (рис. 20, 21).

Увеличение длительности T2 закономерно связано с ростом максимальной перенесенной нагрузки и уменьшением средней ЧСС восстановления, а соответственно ускорением последнего. В основе продолжительности T2 лежит вегетативное обеспечение нагрузки, проявляющееся затухающими колебаниями СР. При этом длительно не затухающие колебания свидетельствуют о продолжающемся вегетативном контроле, что определяет потенциал преодоления нагрузки. Соответственно ускорение восстановления также определяется качеством вегетативного сопровождения нагрузочного периода, когда включение тормозных процессов не задерживается из-за перенапряжения регуляции.

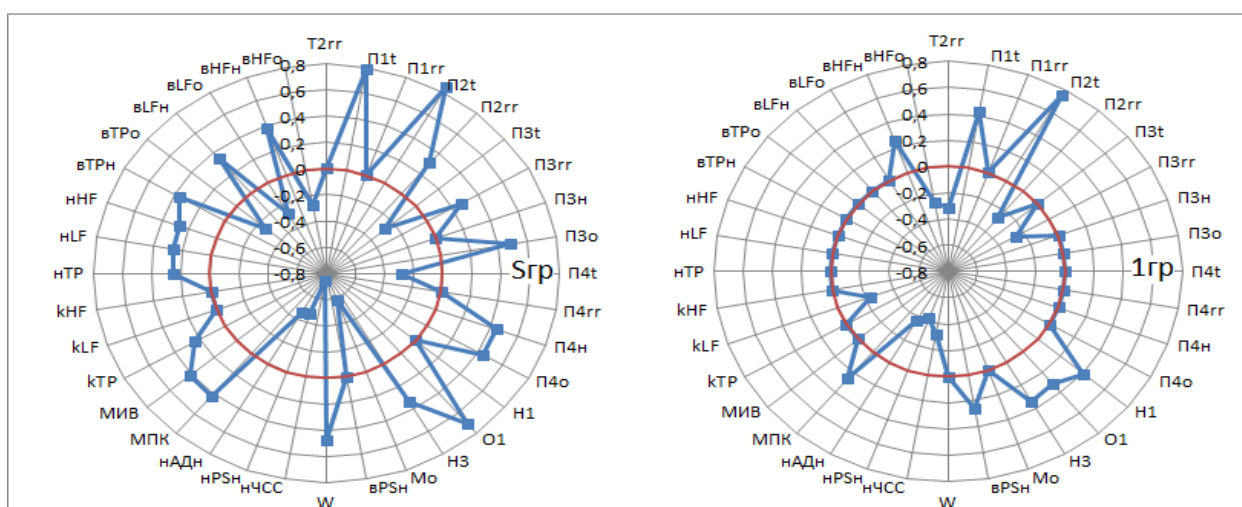


Рис. 20. Корреляционные взаимосвязи маркера T2t в S-популяции и 1 группе

Проявление этих закономерностей в сводной группе и их депрессия (до инверсии) в динамике тренированности обусловлена преимущественным влиянием последней на миграцию T2, когда в группах объединенных по уровню выносливости подвижность T2 ограничивается а преодоление дополнительной нагрузки (на волевом компоненте, не имеющем регуляционной поддержки) нарушает настоящую закономерность. Кроме того, дополнительная (избыточная нагрузка) без вегетативной компенсации требует дополнительных (временных) резервов восстановления.

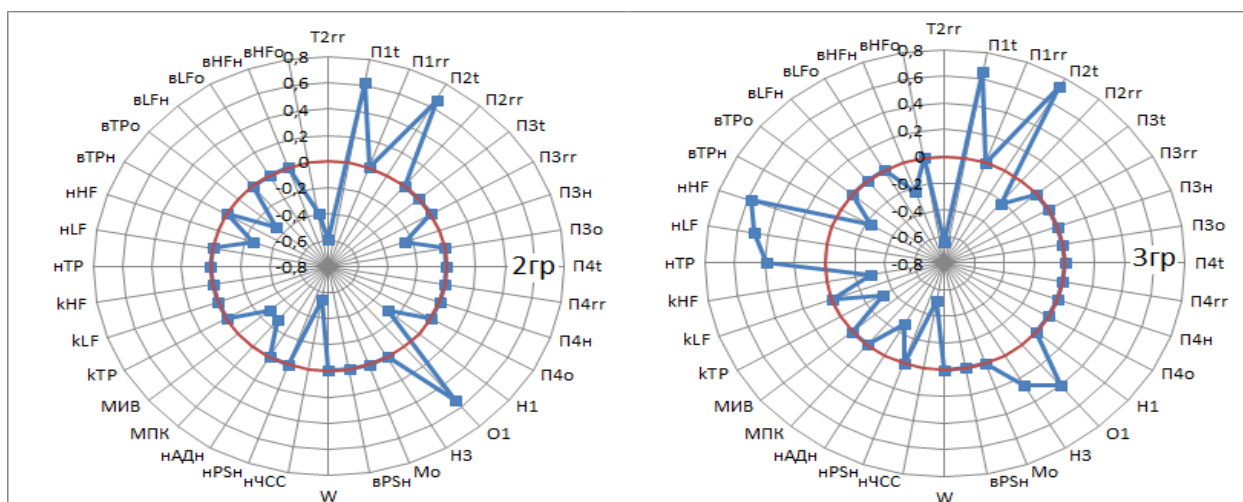


Рис. 21. Корреляционные взаимосвязи маркера T2t во 2 и 3 группе

Следовательно, развитие тренированности предполагает некоторое запаздывание вегетативного обеспечения по отношению к нагрузке, переносимость которой определяется еще и волевым компонентом. При этом, процесс пролонгации, усиления или восстановления вегетативного обеспечения более высокой нагрузочной ступени отражает суть тренировки выносливости.

Выраженная прямая связь, как и в ситуации с T1 с временными нагрузочными критериями определяется как одноименным средством настоящих точек, так и их происхождением, при котором, экстремумы определяют внутреннюю сущность T2, обуславливаясь распределением RR- длительностей.

Обратная связь с временными восстановительными критериями определяется совершенствованием приспособительной реактивности, когда более длительное вегетативное сопровождение нагрузочного периода способствует раннему включению одноименного контроля восстановления и соответственно

приводит ускорению последнего. Минимизация и неустойчивость закономерностей в динамике тренированности определяется функциональной перегрузкой, необходимой для формирования выносливости, и возникающей в результате вегетативного запаздывания, но требующей дополнительных резервов (в частности временных) для восстановления.

Некоторое снижение интенсивности связи при сопоставлении с T1 и преимущественное ее возрастание по сравнению со снижением в динамике тренированности определяется для T2, вероятно, большей регуляционной направленностью маркера и обуславливается механизмами формирования выносливости (регуляционного запаздывания), описанными выше. В то время как T1, безусловно имея в своей основе регуляционную составляющую, тем не менее, в большей степени отражает изменчивость ЧСС в ответ на влияние последней.

Минимизация взаимосвязи с интервальными критериями определяется как противоречие взаимокompенсации – укорочения RR-длительности удаленной T2 отрицательной хроноэмансипацией CP, так и феноменом вегетативного запаздывания при формировании выносливости. Причиной этих взаимоотношений является вегетативное обеспечение, влияние которого в покое и динамике тренированности является предметом дальнейшего обсуждения.

Минимальный рост общей мощности ВРС преимущественно за счет высокочастотного компонента, и обратная динамика медленных волн лишь обозначают тенденцию связи вегетативной регуляции клиностаза и нагрузочных маркеров в смешанной популяции. Лабильзация взаимосвязей в динамике тренированности не позволяет осуществлять внутригрупповой прогноз нагрузочной толерантности по клино-ортостатической активности ВНС.

Динамическое вегетативное регулирование определяется выраженной обусловленностью удаленности T2 поздней депрессией ВРС в период нагрузки и ранним включением при восстановлении. При этом вегетативный баланс нагрузочного периода на пике тренированности определяется преимущественно парасимпатическим доминированием. Минимизация связей в группах сравнения в период восстановления обуславливаются несовершенством регуляции в

отсутствие и максимальной нагрузкой в апогее тренированности.

4.2.2. Анализ интервального маркера T2rr

Длительность кардиоинтервала точки стабилизации в процессе формирования тренированности определяется: правой миграцией T2, формированием хронотропного резерва, феноменом вегетативного запаздывания. Перечисленные обстоятельства в зависимости от доминирования оказывают существенные влияния на взаимоотношения с другими критериями (рис. 22, 23). При этом увеличение T2rr обуславливает ускорение восстановления и увеличение перенесенной нагрузки, что свидетельствует о преобладающем влиянии хронотропного резерва при формировании тренированности.

Преимущественно прямая связь с временными нагрузочными и обратная – с восстановительными критериями также определяется, главным образом, хронотропным влиянием, обуславливающим замедление ЧСС обоих периодов.

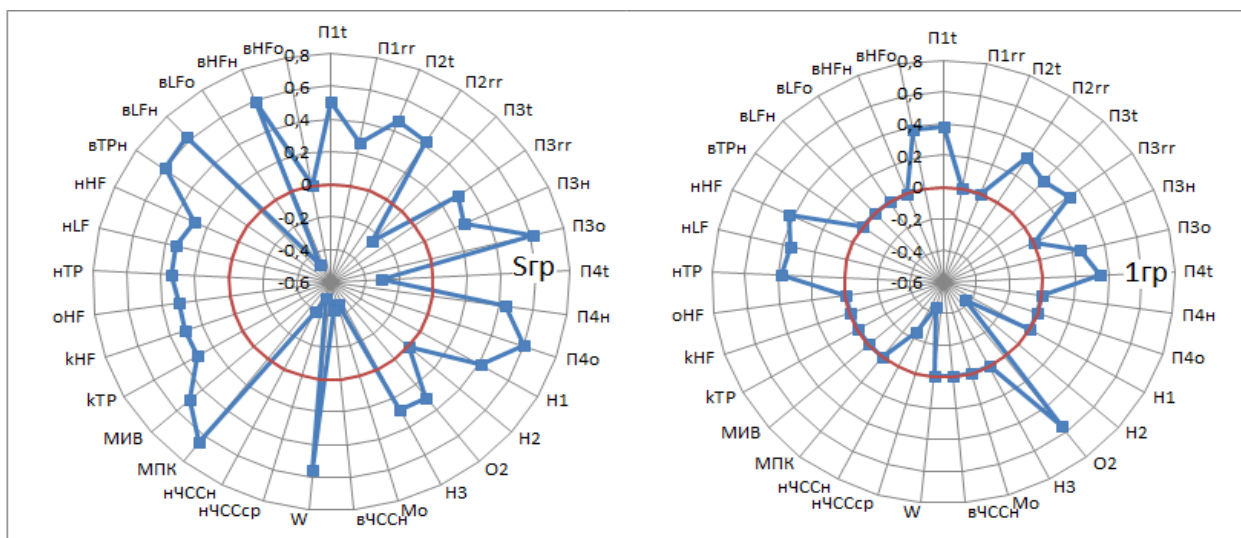


Рис. 22. Корреляционные взаимосвязи маркера T2rr в S-популяции и 1 группе

Умеренная положительная связь с интервальными показателями нагрузки и восстановления определяется взаимообусловленностью одноименных ЧСС, когда длительный интервал T2 обуславливает урежение нагрузочного и соответственно восстановительного СР. Лабильность связей в динамике тренированности определяется феноменом запаздывания.

ВРС покоя определяется соответствием большего интервала T2 усилению общей

спектральной мощности за счет обоих составляющих в клино- и преимущественно высокочастотной – в ортостазе. При этом обратная закономерность в отсутствие и ее инверсия – на пике тренированности, определяется дезрегуляцией и созреванием вегетативного обеспечения соответственно.

Соответствие большего кардиоинтервала T2 удаленной точке спектрального минимума обуславливается не столько длительностью вегетативного обеспечения, сколько определяющим уровнем хронотропного торможения CP нагрузочного периода. Минимизация взаимосвязи в динамике тренированности определяется накоплением, доступностью и расходом хронотропного резерва в условиях внутригрупповой функциональной перегрузки.

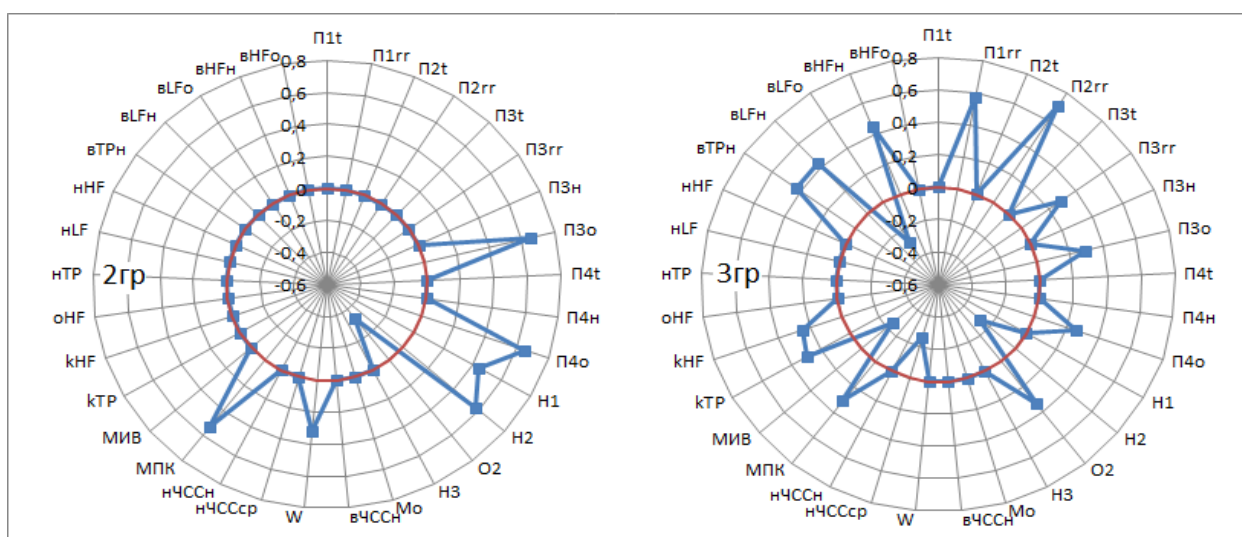


Рис. 23. Корреляционные взаимосвязи маркера T2gr во 2 и 3 группе

Соответствие большего T2gr скорости усиления ВРС восстановления определяется взаимообусловленностью длительного вегетативного обеспечения нагрузки ранним его восстановлением на отдыхе. Усиление настоящей закономерности в апогее тренированности определяется наивысшим развитием вегетативной регуляции в этот период.

4.3. Анализ распределения кардиоинтервалов в период стресс-теста

Сравнительный анализ распределения RR-длительностей в кластерах выявил их существенные различия (по χ^2) и групповые особенности (рис. 24).

Первая группа: определяется М-образным распределением с двумя

выраженными максимумами ($\max_1, 2$) и одним минимумом ($2.2; 0.525$), при чем \max_1 (1.8Гц), соответствующий минимальным частотам превосходит \max_2 (2.4Гц) по значению (0.072_{\max_1} против 0.061_{\max_2}) и площади, если последнюю определять от реальных границ распределения до перпендикуляра к оси OX в точке минимума (2.2Гц).

Вторая группа: также обуславливается (подобным первой группе) М-образным распределением, причем первый максимум ($2.1; 0.07$) существенно превосходит второй ($2.8; 0.075$) по площади, но проигрывает по значению. По сравнению с первой группой усредненные границы, математическое ожидание, медиана и экстремумы существенно смещены вправо (по оси OX), кроме того, второй максимум значительно меньше по площади и выше по значению.

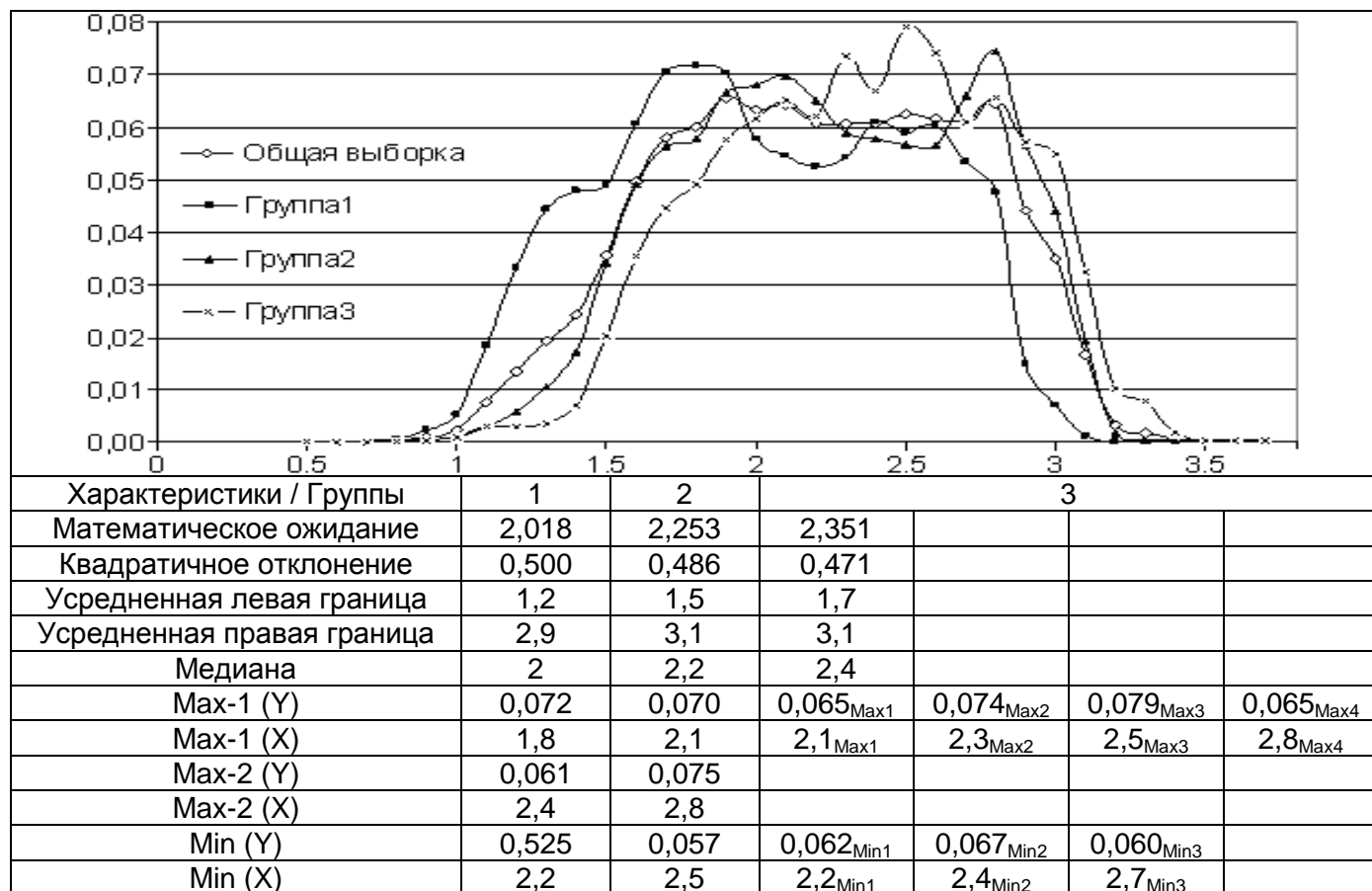


Рис. 24. Общее распределение R-R длительностей (нагрузка + отдых)

Третья группа: имеет полимодальное распределение, при чем его границы, медиана и математическое ожидание существенно смещены вправо относительно групп сравнения.

Физиологической основой правой миграции математических характеристик

и изменчивости форм распределений, возможно, является различия групп по толерантности к физической нагрузке, когда более тренированный организм медленнее (экономнее) использует при нагрузке и быстрее восстанавливает после нее хронотропный резерв, отражая (характеризуя) по сути различия вегетативного обеспечения лежащего в основе этой толерантности (тренированности).

С целью детального изучения изменчивости распределений последние исследованы отдельно при нагрузке (рис. 25) и восстановлении (рис. 26).

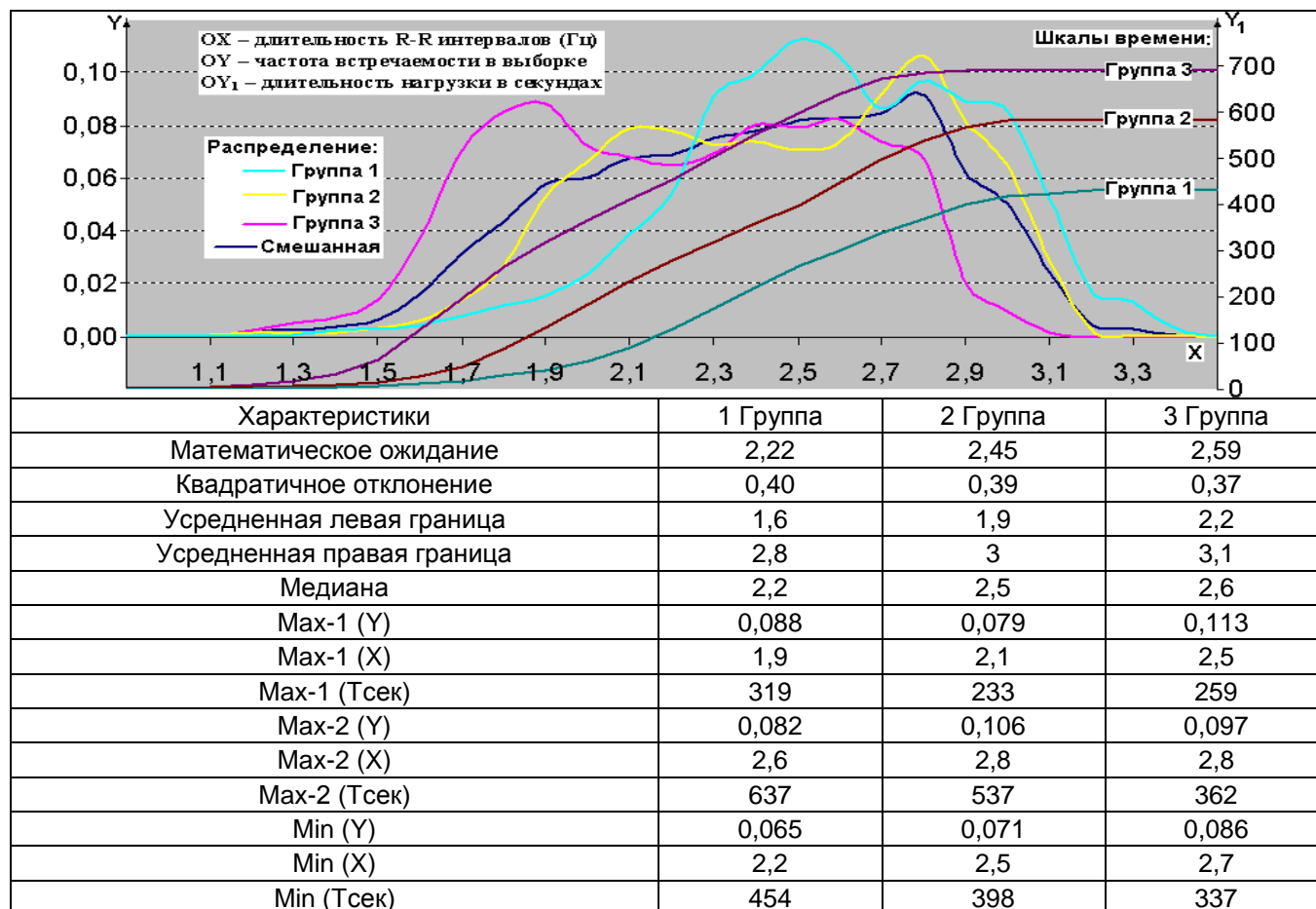


Рис. 25. Распределение КИ нагрузки со шкалой времени*

Примечание. *При построении распределения КИ равномерная шкала в Герцах соответствует шкале времени нелинейно.

Нагрузочный период

Выявленные закономерности распределений (нагрузочный период) фактически полностью соответствуют вышеизученным (нагрузка + отдых), отличаясь лишь значениями экстремумов и границ. Последнее в большей степени касается левых «рубежей», так как они на общем графике в основном характеризует восстановление.

Экстремумы распределений кардиоинтервалов сравниваемых групп (1-3) определяются выраженным смещением вправо по оси ОХ в сторону увеличения частоты. Однако их временные характеристики (время достижения экстремумов) имеют обратную закономерность. Различаются также площади под кривой распределения: S1 – до min, S2 – после min и временные интервалы между экстремумами: T1 – интервал между максимумами, T2 – интервал между max1 и min, T3 – интервал между min и max2.

С улучшением переносимости нагрузки:

1. возрастает длительность T1 (318, 304, 103 секунд – здесь и далее, соответственно в 1, 2, 3 группах), расширяются (0.7, 0.7, 0.3 Гц) и сдвигаются вправо его частотные границы (1.9-2.6, 2.1-2.8, 2.5-2.8);

2. увеличивается длительность T2, достигающая апогея во второй группе как в частотном (0.3, 0.4, 0.2 Гц) так и временном эквиваленте (135, 165, 78 сек.). Частотные границы существенно сдвигаются вправо (1.9-2.2, 2.1-2.5, 2.5-2.7);

3. заметно возрастает частотная (0.4, 0.3, 0.1) и значительно – временная (183, 139, 25) длительность T3, достигая максимума в 1 группе. Частотные границы имеют существенный правый сдвиг (2.2-2.6, 2.5-2.8, 2.7-2.8).

4. изменяется баланс площадей S1, S2: от выраженного преобладания S1 в третьей группе (0.64; 0.35), выравнивания во второй (0.5; 0.48) и смены лидера в первой группах (0.46; 0.52).

Восстановительный период

Групповые распределения при восстановлении имеют весьма характерный параболический характер с заметным снижением крутизны нисходящей ветви в пределах 1.9 – 2.5 Гц. Межгрупповые различия опосредованы смещением границ, максимумов и точек падения крутизны – вправо, а так же заметным последовательным (от первой к третьей группе) снижением значений (частот – Y) максимумов. Однако обращает на себя внимание факт, что временные характеристики (время достижения) мигрирующих (по оси ОХ) экстремумов сравниваемых групп по сути, совпадают:

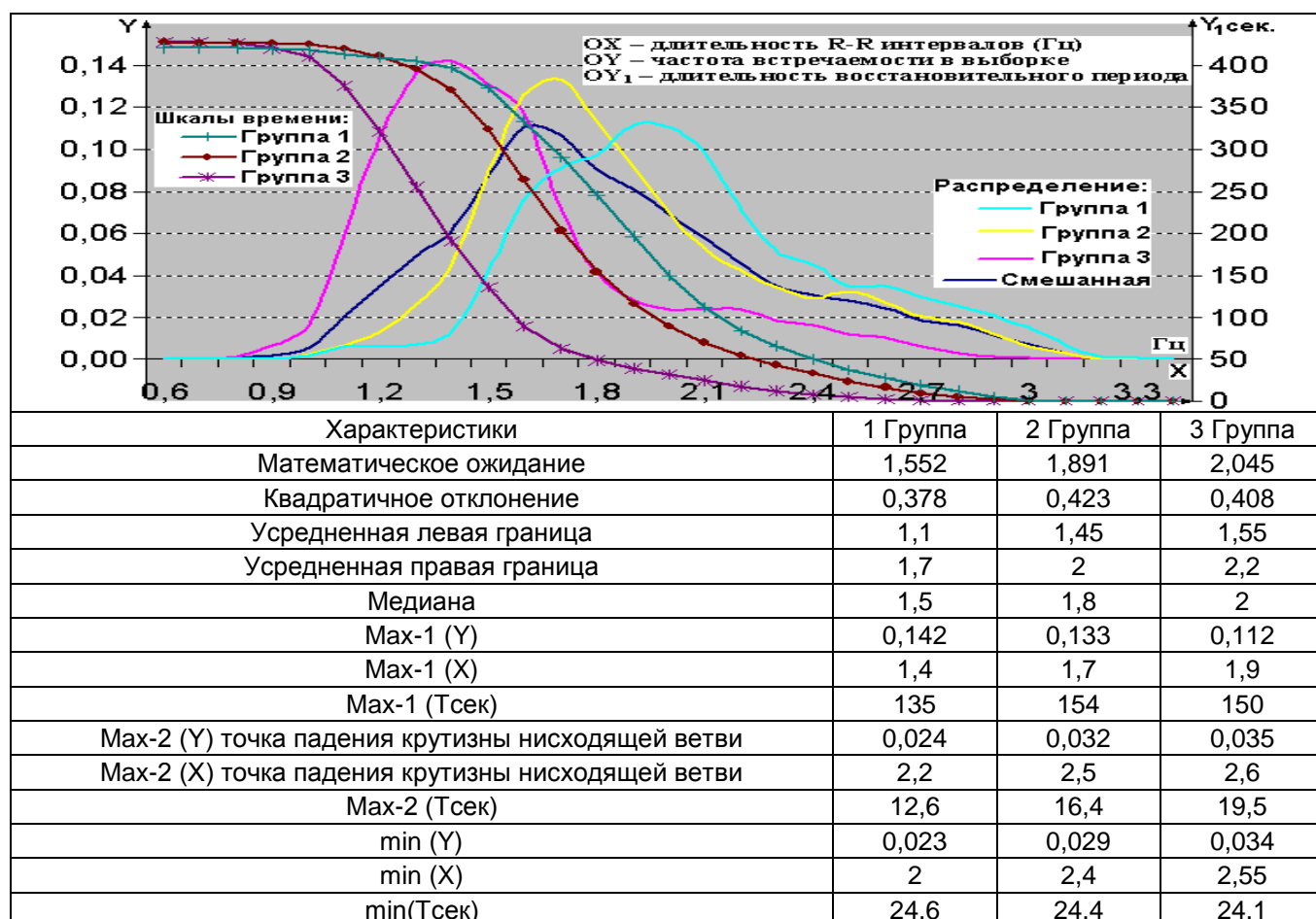


Рис. 26. Распределение КИ восстановления со шкалой времени

1. незначительное различие \max_2 (12.6, 16.4, 19.5) в сравниваемых группах сменяется фактическим совпадением минимумов (24.6, 24.4, 24.1);

2. небольшое отличие \max_1 (135, 154, 150) минимизируется статистически неразличимыми интервалами, из которых они выделены (200-90; 202-116; 190-90) и площадью под кривой распределения: S_3 до \min (0.86, 0.86, 0.84), S_4 после \min (0.13, 0.13, 0.15). Незначительно различаются также временные интервалы между экстремумами: T_4 – интервал между максимумами, T_5 – интервал между \max_1 и \min , T_6 – интервал между \min и \max_2 .

С улучшением переносимости нагрузки:

1. уменьшается время достижения максимумов;

2. возрастает временная длительность T_4 (122.4, 137.6, 130.5 в 1, 2, 3 группах), при неизменном частотном диапазоне (0.8, 0.8, 0.7 Гц) и выраженном правом сдвиге его границ (1.4-2.2, 1.7-2.5, 1.9-2.6);

3. длительность T_5 увеличивается во временном (110.4, 129.6, 125.9 сек.) и

не изменяется в частотном (0.6, 0.7, 0.65 Гц) эквиваленте. Частотные границы интервалов существенно сдвигаются вправо (1.4-2, 1.7-2.4, 1.9-2.55);

4. заметно снижается временная (12, 8, 4.6 сек.) и незначительно частотная (0.2, 0.1, 0.05) длительность T₆, достигая максимума в 1 группе. Частотные границы имеют существенный правый сдвиг (2-2.2, 2.4-2.5, 2.55-2.6).

5. баланс площадей S₃, S₄ стабилен: (0.84; 0.15) в третьей, (0.86; 0.13) во второй и (0.86; 0.13) в первой группах.

Таким образом, улучшение переносимости физической нагрузки определяется существенным смещением частотных диапазонов и экстремумов распределения влево (при неизменных временных минимумах).

Если принять во внимание, что увеличение толерантности к физической нагрузке проявляется изменением вегетативной регуляции, тогда динамика распределения кардиоинтервалов является ее отражением. В связи с этим физиологическая интерпретация распределения весьма существенна.

Данные распределения (отдельно при нагрузке и восстановлении), по математической сути, являются суперпозицией двух распределений, каждое из которых отражает работу своей подсистемы составляющих единое целое. В свою очередь экстремумы распределений отражают ключевые процессы функционирования подсистем: максимумы – функциональный апогей подсистемы, минимумы – переходный процесс. Иными словами, весьма вероятно, что минимумы группового распределения определяет границы смены вегетативной регуляции (депрессии вагуса и активации симпатки в период нагрузки и, наоборот, в период восстановления), а максимумы - точки наивысшего функционирования парасимпатической и симпатической подсистем. При этом интервалы T₁, T₄ отражают вегетативную регуляцию в целом (в период нагрузки и восстановления соответственно); T₂, T₅; T₃, T₆ – симпатический или парасимпатический баланс.

Для подтверждения выдвинутой гипотезы необходимо выявить взаимосвязь полученных экстремумов с показателями вегетативного гомеостаза в период нагрузочного тестирования. При этом вегетативный спектр клино-

ортостатической пробы, вероятно, будет иметь лишь вспомогательное значение.

Анализ экстремумов

Удаленность первого нагрузочного максимума в смешанной популяции обеспечивается усилением всех регуляторных составляющих клиностаза с выраженным парасимпатическим доминированием. Ортостаз определяется равным гуморально-метаболическим и парасимпатическим обеспечением. Депрессия связей в динамике тренированности и тенденция к их восстановлению (с вегетативной составляющей ортостаза) на пике, определяется выраженной изменчивостью структуры вегетативного обеспечения СР в процессе формирования выносливости (рис. 27, 28).

Удаленность второго нагрузочного максимума смешанной популяции определяется фактически равным вегетативным сопровождением в клиностазе и парасимпатическим – в ортоположении. Максимальный уровень подчиненности с гуморально-метаболическим преобладанием в ортостазе в отсутствие тренированности, минимизация связей при ее формировании и обратный симпатический и реактивный парасимпатический (индекс Эвинга) контроль на пике обуславливают лабильность статической регуляции СР (рис. 29, 30).

Интенсивность первого максимума восстановления определяется усилением парасимпатической активности ортостаза только на пике тренированности.

Раннее возникновение V_{mx1} в смешанной популяции определяется усилением парасимпатической активности клиностаза и одноименной реактивности (индекс Эвинга) в ортоположении. Минимизация связей в динамике тренированности опосредуется на пике клиностатическим восстановлением симпато-парасимпатической регуляции и парасимпатической реактивности в ортоположении (максимум последней определяется при формировании тренированности) (рис. 39, 40).

Насыщенность второго максимума в смешанной популяции опосредуется усилением смешанной преимущественно парасимпатической вегетативной активности клиностаза и парасимпатической – в ортоположении, а также в обоих случаях обратной связью с симпато-парасимпатическим балансом. При этом

последняя закономерность в динамике определяется только в период формирования тренированности, в то время как остальные минимизируются. Новая обратная взаимосвязь с гуморально-метаболическим компонентом определяется только в отсутствие тренированности.

Время наступления данного экстремума в сводной группе определяется обратной связью с парасимпатической активностью и прямой – с вегетативным балансом как в клино-, так и (в большей степени) ортостазе. При этом динамика тренированности в клиностазе не имеет маркеров и проявляется исключительно прямой гуморально-метаболической связью на пике. Ортостаз, в свою очередь, определяется общими со сводной группой закономерностями в отсутствие и на пике тренированности прирастая в последнем обратной связью с парасимпатической реактивностью (K30/15) (рис. 41, 42).

Взаимосвязь полученных экстремумов с показателями вегетативного гомеостаза в период нагрузки определяется следующими закономерностями:

1. В смешанной популяции общее увеличение длительности вегетативного обеспечения обуславливается поздним возникновением и более интенсивной выраженностью максимумов распределения. Причем симпатическая активность определяется преобладающей взаимосвязью со временем достижения экстремумов. При этом обе вегетативные ветви обуславливаются доминированием взаимосвязи со 2 максимумом.

2. Первая группа определяется обратной связью низкочастотного спектра с выраженностью первого максимума и прямым соответствием времени его (отдаленного) наступления. Отсутствие существенных связей с остальными компонентами обуславливает исключительность симпатической регуляции.

3. Снижение низкочастотных вегетативных влияний на фоне усиления высокочастотных в формировании спектра распределения характеризует вторую группу, проявляя расширение регуляторных влияний включением парасимпатического обеспечения.

4. Прямое соответствие спектральной активности всех областей границам экстремумов, свидетельствует в пользу полноценного вегетативного обеспечения

в третьей группе. Причем, повышение симпатической активности увеличивает плотность и уменьшает длительность 1-го максимума, в то время как активация парасимпатической – увеличивает длительность и выраженность второго.

Таким образом, в ряду увеличения тренированности происходит оптимизация вегетативного обеспечения, который развивается от исключительно симпатического участия в первой до парасимпатического подключения во второй и выраженной активности обеих ветвей в третьей группе. Причем, в последней, симпатические и парасимпатические влияния разнесены по времени и оказывают воздействие на принципиально различные области распределения RR-длительностей. Кроме того, усиление симпатических влияний отзывается уплотнением и укорочением первого максимума, в то время как парасимпатический контроль увеличивает длительность второго экстремума.

Если при изучении преобладания регуляторных ограничений для 1-го нагрузочного экстремума существенная взаимосвязь с обеими ветвями ВНС восстановления выявлена только в смешанной популяции, то 2-ой экстремум, имея ту же основу в сводной группе, в динамике опосредуется смешанным балансом в отсутствие и выраженным парасимпатическим обеспечением при формировании и на пике тренированности.

Раннее возникновение первого восстановительного максимума в смешанной популяции определяется высокой скоростью возрождения полноценного вегетативного обеспечения. Усиление настоящей закономерности в динамике обуславливает регуляторную мобилизацию в апогее тренированности. При этом динамика лидерства регуляции сердечного ритма развивается от симпатического доминирования в отсутствие и формировании тренированности до парасимпатической инверсии на пике. Связь вегетативного спектра с интенсивностью настоящего экстремума минимальна и определяется влиянием парасимпатической активности в смешанной популяции и первой группе.

Определение второго максимума обуславливается той же динамикой вегетативной активности в смешанной популяции, обнаруживаясь при этом минимальным обеспечением в отсутствие, обоюдным при формировании и

парасимпатическим на пике тренированности. Смешанное вегетативное регулирование интенсивности настоящего экстремума сменяется выраженным парасимпатическим доминированием на пике тренированности.

Преимственность регуляции проявляется обратной связью 1 и 2 восстановительных максимумов со смешанным нагрузочным вегетативным обеспечением в сводной группе и в период формирования тренированности.

Таким образом, экстремумы функции распределения нагрузочных кардиоинтервалов является отражением вегетативного обеспечения и его развития в процессе формирования тренированности. При этом соответствие минимумов группового распределения инверсии-смене вегетативного обеспечения, а максимумов - точкам наивысшего функционирования симпатической ($Nmx1$) и парасимпатической ($Nmx2$) подсистем, актуально только в апогее тренированности, в то время как отсутствие и формирование последней определяются принципиально иным обеспечением экстремумов: преимущественно симпатическим и смешанным соответственно.

Период восстановления опосредуется моносистемным регулированием экстремумов, различающимся в динамике: от симпатического в отсутствие, до смешанного в период формирования и парасимпатического – на пике тренированности.

Неоднородная вегетативная регуляция и малая выраженность изучаемых закономерностей в смешанной популяции определяется инверсией связей в динамике тренированности, когда ее высокий уровень – приводит к формированию, а минимальный к депрессии вегетативной регуляции.

Тем не менее, предложенная систематизация позволяет провести вероятностный анализ распределений с точки зрения идеальной вегетативной регуляции и выделить следующие закономерности, характеризующие увеличение толерантности к ФН. В период нагрузки:

1. расширяются частотные: 0.3, 0.7, 0.7 Гц (3, 2 и 1 группы соответственно) и временные (103, 304, 318 сек) области вегетативного обеспечения;
2. границы смены вегетативной регуляции снижается по частоте: 2.7, 2.5, 2.2

Гц, но увеличивается по времени достижения (337, 398, 454 сек);

3. усиливается частотный (0.2, 0.4, 0.3 Гц) и временной (78, 165, 135 сек.) симпатический контроль, границы которого смещаются влево.

4. существенно активизируется парасимпатическая регуляция в частотных (0.1, 0.3, 0.4 Гц) и временных (25, 139, 183) диапазонах с заметным смещением границ влево.

5. инверсия вегетативного обеспечения: симпатическое доминирование при достижении высокой толерантности сменяется парасимпатическим (смена лидера по S1, S2 и T2, T3).

В период восстановления:

6. ускоряется вегетативное торможение как во временном – max2 (12.6, 16.4, 19.5), max1 (135, 154, 150), так и частотном аспекте – max2 (1.4, 1.7, 1.9), max1 (2.0, 2.4, 2.55)

7. не изменяются частотные: 0.8, 0.8, 0.7 Гц (1, 2 и 3 группы соответственно) и уменьшаются временные (122.4, 137.6, 130.5 сек) зоны смешанного вегетативного обеспечения (T4);

8. минимум функции распределения снижается по частоте: 2, 2.4, 2.55 Гц, и не изменяется по времени достижения (24.6, 24.4, 24.1 сек);

9. смешанное вегетативное обеспечение T5 (низкочастотный диапазон) не изменяется в частотном (0.6, 0.7, 0.65 Гц) и снижается во временном (110.4, 129.6, 125.9 сек.) диапазоне, его границы подвержены существенной левой миграции.

10. расширяется смешанное вегетативное обеспечение T6, достигая временного (12, 8, 4.6 сек.) и частотного (0.2, 0.1, 0.05 Гц) максимума в первой группе при этом ее границы существенно смещаются влево.

11. частотный баланс (S3/S4) сравниваемых групп остается фактически неизменным (0.86/0.13, 0.86/0.13, 0.84/0.15).

12. Моносистемное вегетативное регулирование экстремумов: от симпатического в отсутствие, до смешанного в период формирования и парасимпатического – на пике тренированности.

Выводы. В процессе нагрузочного тестирования смешанная выносливость

определяется динамикой переносимости физической нагрузки. Маркерами этого процесса является смещение экстремумов распределения в низкочастотную область спектра (сторону увеличения длительности кардиоинтервалов), при чем при нагрузке их временные характеристики (время достижения экстремумов) увеличиваются, а в период восстановления – уменьшается. При этом изменчивость частотных и временных интервалов является отражением вегетативной регуляции, которая вероятно проявляется:

а) в нагрузочный период

- усилением вегетативного обеспечения посредством как симпатической (в большей степени) так и парасимпатической активации,

- соответствием локализации экстремумов СР активности вегетативной подсистемы

- инверсией вегетативного регуляции (сменой лидера) в динамике тренированности: от симпатического к парасимпатическому доминированию;

б) в период восстановления:

- ускорением вегетативного торможения по двум направлениям – временном и частотном,

- укорочением времени восстановления (преимущественно за счет низкочастотной составляющей),

- расширением высокочастотного диапазона регуляции,

- моносистемным регулированием экстремумов СР: от симпатического в отсутствие, до смешанного в период формирования и парасимпатического – на пике тренированности.

Принципиальной отличительной чертой вегетативной регуляции в рассматриваемые периоды является, во-первых: увеличение времени достижения экстремумов при нагрузке и ускорение их наступления при восстановлении; во-вторых: полисистемное вегетативное обеспечение экстремумов в нагрузочный период против моносистемного при восстановлении; в-третьих: увеличение области активного вегетативного обеспечения при нагрузке в противовес ее уменьшению (времени торможения за счет увеличения интенсивности) при

восстановлении.

Формы групповых распределений и их математические характеристики определяют не только принципиальные межгрупповые различия, но и отражают динамику развития тренированности (выносливости), то есть являются ее динамическими критериями.

Развитие смешанной выносливости связано с поступательным смещением экстремумов и математических характеристик распределения RR-длительностей в сторону их увеличения.

Характеристики распределения нагрузочных RR-интервалов являясь динамическими маркерами толерантности к физической нагрузке, могут быть использованы как объективные критерии последней в определении здоровья здоровых, спортивной медицине и нагрузочной кардиологии. Показатели изменчивости распределений также являются критериями вегетативного гомеостаза, так как отражают по сути особенности вегетативного обеспечения сравниваемых групп, различающихся уровнем выносливости.

4.4. Динамика распределения КИ нагрузочной КРГ при формировании смешанной выносливости

4.4.1. Анализ первого нагрузочного максимума (Nmx1t)

Процесс формирования выносливости определяется увеличением времени до момента наступления первого нагрузочного максимума.

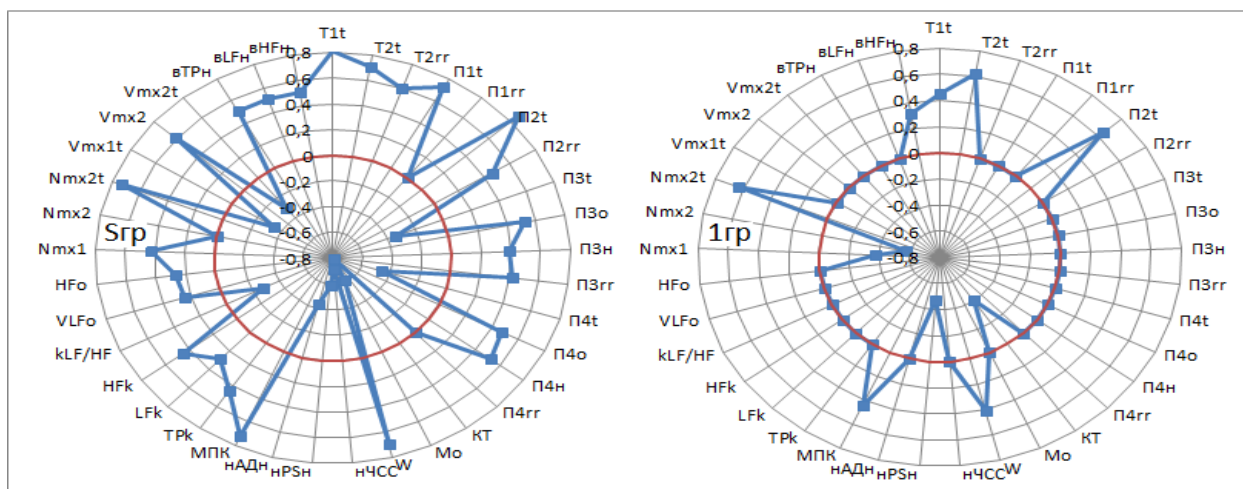


Рис. 27. Корреляционные взаимосвязи маркера Nmx1t в S-популяции и 1 группе

Увеличение длительности Nmx1 закономерно связано с ростом нагрузочной

толерантности, уменьшением одноименной ЧСС, а также ускорением восстановления (рис. 27, 28). Настоящая закономерность обусловлена хроносберегающей способностью тренированности, которую и реализует настоящий экстремум. Снижение мощности связи в динамике определяется функциональной перегрузкой и физиологическим пределом миграции данного маркера, опосредующей насыщение настоящего приспособительного резерва. При этом существенное увеличение предела нагрузки определяет в конечном итоге и снижение скорости восстановления (2, 3 группы).

Соответствие, проявляющееся прямой связью, с временными нагрузочными критериями (точками перегиба, ускользания, границами экстремумов) определяется общностью происхождения, при котором изучаемый экстремум включает в себя или находится в непосредственной близости от указанных маркеров. Обратная связь с временными критериями восстановления обеспечивается формированием хронотропного резерва, определяющего тренированность в нагрузочный период и преломляющегося при восстановлении усилением его потенциала реализующегося в ускорении последнего. Выраженность настоящей закономерности определяется как мощностью хронотропного резерва, так его полнотой и достаточностью при использовании (максимальных нагрузках у спортсменов).

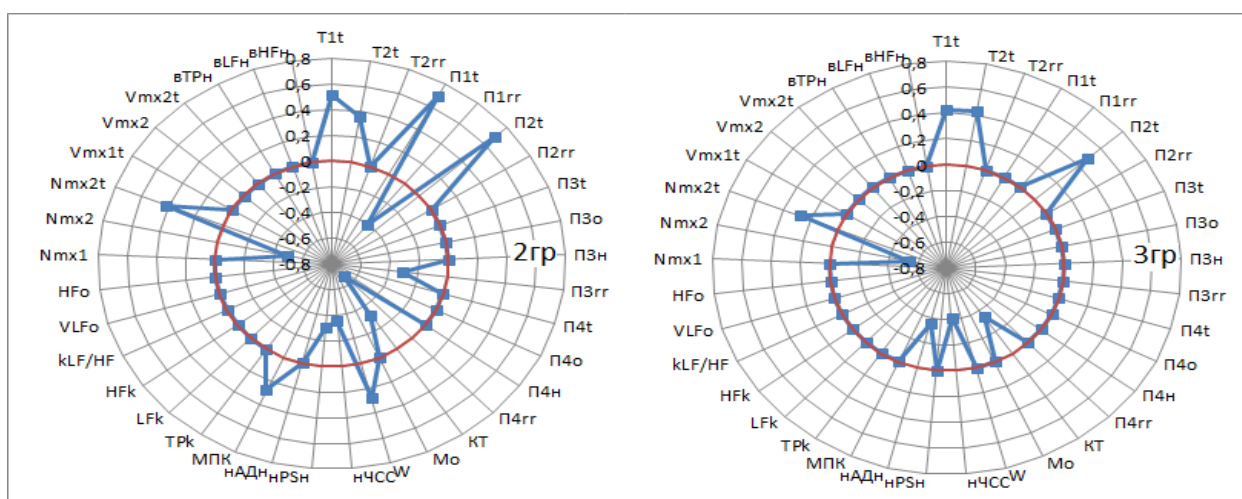


Рис. 28. Корреляционные взаимосвязи маркера Nmx1t во 2 и 3 группе

Неустойчивая взаимосвязь с интервальными критериями определяется хронотропным противоречием, когда укорочение кардиоинтервала мигрирующей

вправо точки возмещается отрицательным хронотропным эффектом адаптации, проявляющимся общим урежением СР в динамике тренированности.

Взаимоотношения со статическим спектром ВРС определяются соответствием усиления спектральной активности отдаленному нагрузочному максимуму. При этом в смешанной популяции спектр клиностаза обеспечивается всеми регуляционными составляющими с выраженным парасимпатическим доминированием; ортостаз, гуморально-метаболической и парасимпатической активностью. Депрессия связи в ряду сравнения определяется лабильностью вегетативного обеспечения СР в процессе формирования тренированности обуславливающей отсутствие взаимосвязи статических и нагрузочных маркеров.

Динамический вегетативный контроль определяется выраженным соответствием временного отдаления N_{mx1} поздней депрессии ВРС в период нагрузки и ранней активации при восстановлении. При этом умеренная прямая связь с нагрузочной динамикой ВРС в смешанной популяции определяется соответствием усиления (возрастания длительности вегетативного обеспечения) спектральной мощности увеличению интенсивности максимума и времени его достижения. Причем симпатическая активность имеет доминирующее значение.

Мобилизация вегетативной регуляции в ряду увеличения тренированности развивается от выраженного симпатического участия в первой до его ослабления во второй и нового подключения в третьей группе. Причем, на пике тренированности, усиление симпатических влияний отзывается уплотнением и укорочением первого максимума, в то время как парасимпатический контроль фактически не участвует в его формировании.

Соответствие позднего нагрузочного максимума раннему включению вегетативной регуляции в смешанной популяции обуславливается увеличением длительности вегетативного обеспечения нагрузочного периода приводящей к его раннему включению при восстановлении. Минимизация связи в динамике тренированности определяется групповой стабилизацией адаптационных реакций, реализующихся феноменами запаздывания, функциональной перегрузки и, как следствие, относительной недостаточностью резервов восстановления.

4.4.2. Анализ второго нагрузочного максимума (Nmx2t)

Динамика тренированности обуславливается правой миграцией второго нагрузочного максимума, определяемой увеличением времени до момента его наступления. Увеличение длительности Nmx2 опосредуется ростом нагрузочной толерантности, снижением средней нагрузочной ЧСС, а также ускорением восстановления (рис. 29, 30). Настоящая закономерность обусловлена феноменом замедления СР при формировании тренированности, которую и реализует настоящий экстремум.

Депрессия связи в динамике обусловлена ограничением объема хронотропного резерва и его относительной недостаточностью в противовес правой миграции маркеров распределения, в обстоятельствах тождественной тренированности. При этом существенное увеличение нагрузочной толерантности закономерно определяет и падение скорости восстановления (2, 3 группы).

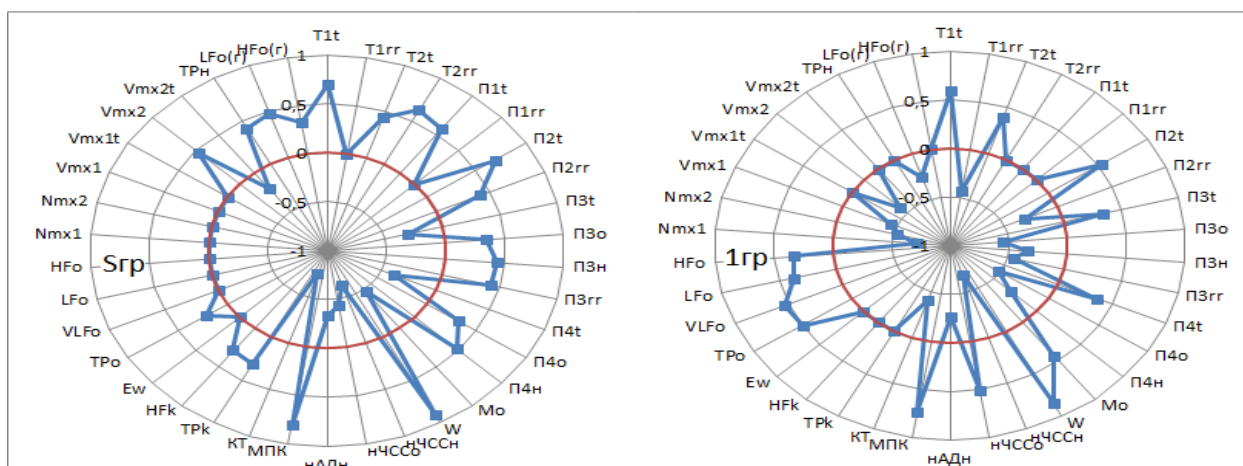


Рис. 29. Корреляционные взаимосвязи маркера Nmx2t в S-популяции и 1 группе

Соответствие, проявляющееся прямой связью, с временными нагрузочными критериями (точками перегиба, ускользания, границами экстремумов) как и в случае с Nmx1 определяется общностью происхождения, при котором сравниваемые маркеры имеют характерные черты и свойства определяемые однонаправленной подвижностью в динамике.

Обратная связь с временными критериями восстановления определяется влиянием хронотропного резерва, урежающего СР в нагрузочный период и ускоряющего восстановление в последствии. Экспрессивность настоящей закономерности определяется объемом и доступностью хронотропного резерва.

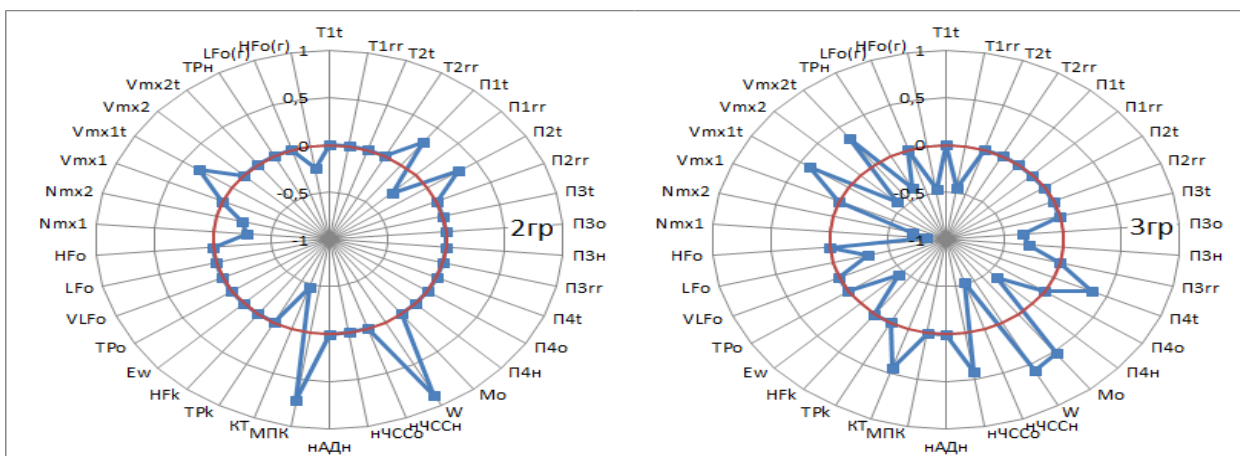


Рис. 30. Корреляционные взаимосвязи маркера Nmx2t во 2 и 3 группе

Лабильность взаимосвязи с интервальными критериями определяется хронотропным противоречием, когда укорочение кардиоинтервала мигрирующей вправо точки возмещается отрицательным хронотропным эффектом адаптации, проявляющимся общим урежением СР в динамике тренированности.

Погранично-умеренные взаимоотношения со статическим спектром ВРС определяются соответствием смешанной (симпато-парасимпатической) активации клино- и вагусной заинтересованности ортостаза отдаленности настоящего нагрузочного максимума. Обратная связь с вегетативным балансом клиностаза также определила доминирование ПР как маркера настоящего экстремума.

Минимизация связей в динамике определяется адаптационной перестройкой, проявляющейся запаздыванием формирования вегетативного статуса покоя против нагрузочной хронотропной изменчивости и опосредующей разрыв нагрузочно-статических взаимоотношений. Выраженная обратная связь индекса Эвинга и симпатической активности ортостаза в группе спортсменов, обуславливаются вегетативной эмансипацией, когда взрывная сила и стрессовая напряженность, опосредуемая этими маркерами, предопределяя избыточное энергопотребление, подвергаются регрессии в пользу принципиально иной цели – увеличения толерантности к физической нагрузке.

Динамический вегетативный контроль определяется выраженным соответствием временной удаленности Nmx2 поздней депрессии ВРС в период нагрузки и ранней активации при восстановлении.

При этом в смешанной популяции позднее возникновение настоящего

максимума определяется увеличением (длительности) нагрузочной симпатопарасимпатической активности. Причем симпатическая заинтересованность является доминирующей. Диалектика вегетативного обеспечения в ряду увеличения тренированности выражается от регуляционной депрессии в первой, до парасимпатического подключения во второй и выраженной активности обеих ветвей в третьей группе. При этом на пике тренированности исключительно ПР существенно увеличивает длительность настоящего экстремума.

Если в смешанной популяции и в отсутствие тренированности вегетативное регулирование восстановления определяется положительным и фактически равным симпатопарасимпатическим балансом, то при формировании и на пике выносливости – обратным парасимпатическим доминированием. Инверсия выявленной закономерности обуславливается функциональной перегрузкой требующей дополнительных резервов восстановления.

4.4.3. Определение временной динамики КРГ нагрузочного периода

Анализ временного маркера П1t

Динамика тренированности определяется смещением настоящей границы распределения вправо – увеличением времени до момента ее наступления. Удаленность П1t обуславливает возрастание перенесенной нагрузки и ускорение восстановления (рис. 31, 32). Основой этих закономерностей является формирование хронотропного резерва адаптации, который и обеспечивает возможность преодоления большей нагрузки и быстрого восстановления.

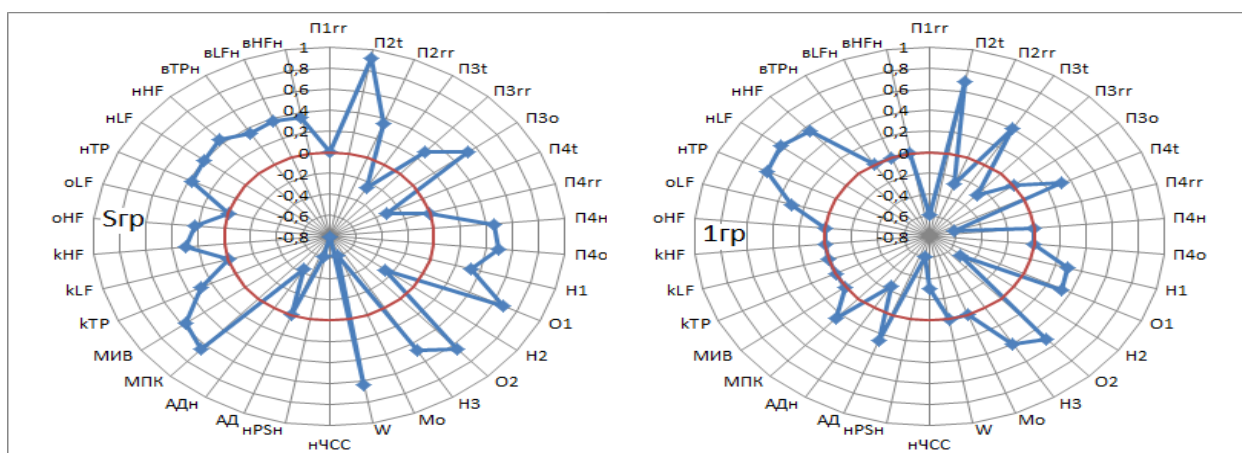


Рис. 31. Корреляционные взаимосвязи маркера П1t в S-популяции и 1 группе

Лабильность связей в динамике тренированности определяется

функциональной перегрузкой, существенно истощающей нагрузочный и восстановительный потенциал. Прямая связь с временными нагрузочными критериями определяется их происхождением, так как все они ограничены настоящей зоной распределения RR-длительностей.

Обратная связь с временными маркерами восстановления опосредована ускорением восстановления в ответ на урежение ЧСС нагрузки. Устойчивость этой закономерности определяется доступностью хронотропного резерва (минимального у нетренированных), а также полнотой его использования (при пиковых нагрузках у спортсменов). Лабильность взаимосвязи с интервальными критериями обусловлена компенсационным частотным противоречием, когда укорочение кардиоинтервала удаленной П1 возмещается отрицательным общим урежением ЧСС в динамике тренированности.

Незначительное усиление мощности статического спектра в условиях правой миграции П1 и отрицательная инверсия в ряду усиления тренированности, преимущественно в ее апогее, определяемая нагрузочной динамикой, не позволяют свидетельствовать в пользу взаимообусловленности нагрузочных маркеров и клино-ортостатической активности ВНС.

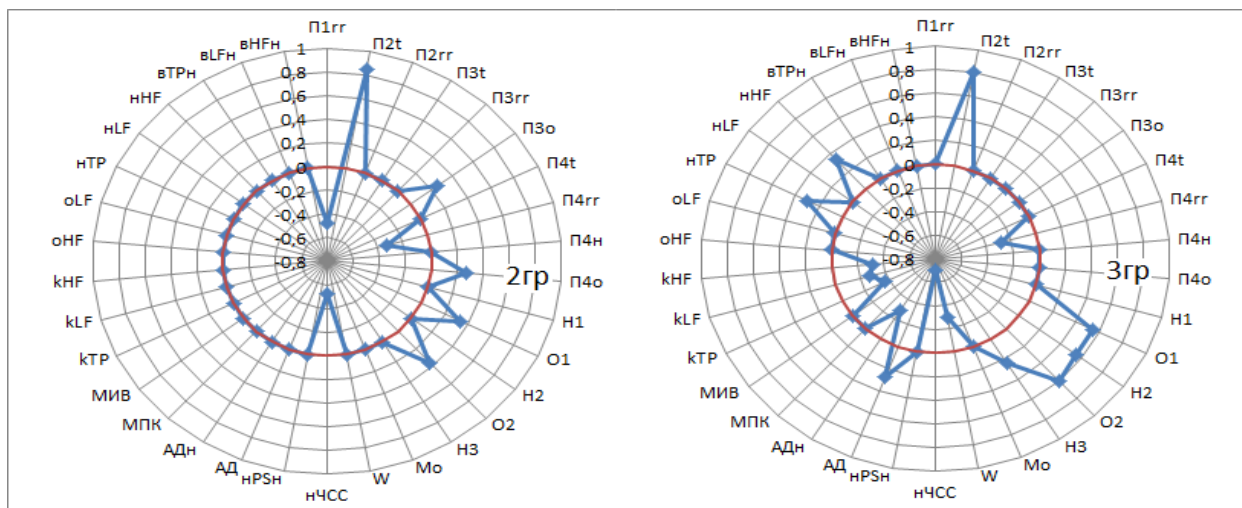


Рис. 32. Корреляционные взаимосвязи маркера П1t во 2 и 3 группе

Динамический вегетативный контроль определяется выраженным соответствием правой миграции П1 поздней депрессии ВРС в период нагрузки и ранней активации при восстановлении. При этом нагрузочный контроль смешанной популяции и на пике тренированности определяется выраженным

парасимпатическим доминированием. Депрессия связей в динамике восстановления обуславливается несовершенством регуляции в отсутствие и функциональной перегрузкой при формировании и в апогее тренированности.

Анализ интервального маркера П1rr

Удаляясь по времени в динамике тренированности граница распределения П1 обуславливает уменьшение кардиоинтервала в ней. Тем не менее, проявлению данной закономерности препятствует формирование хронотропного резерва адаптации, выражающееся общим урежением СР в ответ на привычную нагрузку, возникающим также вследствие тренированности. Преобладание того или иного процесса модифицирует взаимоотношения с другими критериями (рис. 33, 34). При этом, увеличение кардиоинтервала П1 обуславливает ускорение восстановления, что определяется снижением нагрузочной лабильности ЧСС усиливая тем самым потенциал восстановления.

Отсутствие связи с перенесенной нагрузкой в смешанной популяции и соответствие большего П1rr меньшей мощности в период формирования и развитой тренированности определяется компенсацией уменьшения кардиоинтервала общим урежением СР в первом случае, и декомпенсацией – истощенностью данного механизма – во втором.

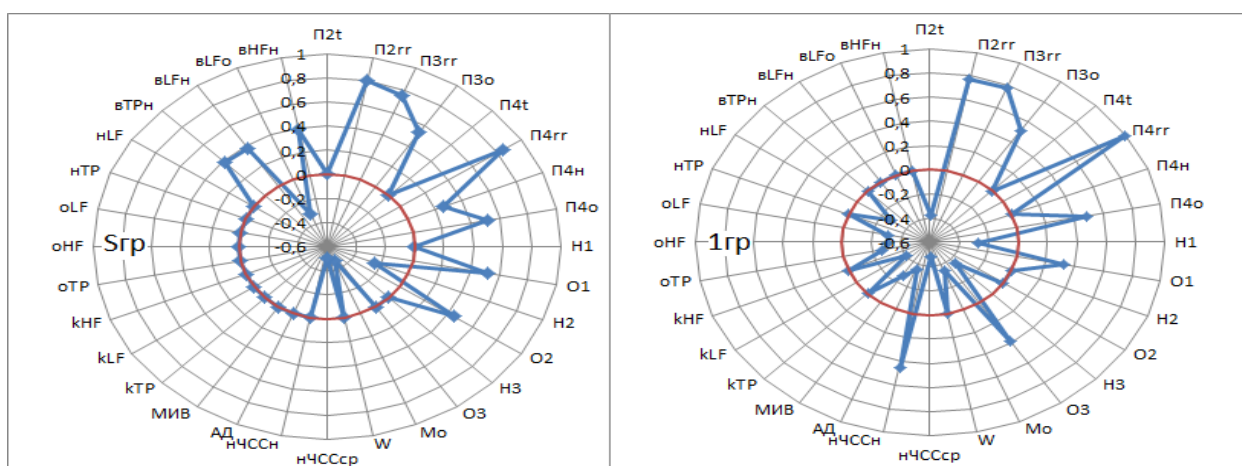


Рис. 33. Корреляционные взаимосвязи маркера П1rr в S-популяции и 1 группе

Существенная связь с интервальными показателями нагрузки и восстановления определяется взаимообусловленностью одноименных ЧСС, когда меньший П1rr определяет большую ЧСС нагрузки и соответственно восстановления. Нестабильность связей в динамике объясняется усилением

тормозных вегетативных влияний.

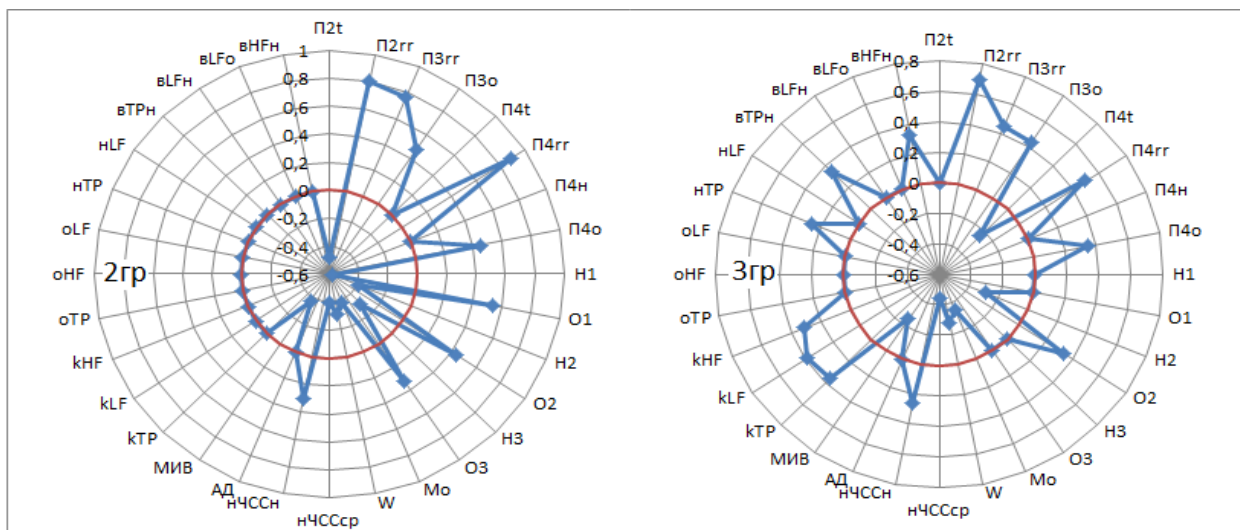


Рис. 34. Корреляционные взаимосвязи маркера P1rr во 2 и 3 группе

Лабильность отношений с временными критериями определяется различием длительности кардиоинтервалов P1 в отсутствие и в апогее тренированности даже с учетом правой миграции, что безусловно находит свое отражение при анализе связи с нагрузочными и восстановительными маркерами.

ВРС покоя в отсутствие тренированности определяется соответствием меньшего кардиоинтервала P1 усилению спектральной мощности, в то время как на пике – ее обуславливает больший интервал. Данные обстоятельства, определяя минимизацию связей в смешанной популяции, обуславливаются накоплением хронотропного резерва, снижающим нагрузочную ЧСС.

Неустойчивость динамических спектральных маркеров также определяется снижением нагрузочной реактивности СР. При этом нагрузочный период обуславливается минимальной тенденцией соответствия расширения кардиоинтервала поздней депрессии ВРС. Период восстановления обнаруживает соответствие расширения P1rr возрастанию вегетативного обеспечения. Выявление настоящей закономерности в смешанной популяции и на пике тренированности обуславливается выраженной зависимостью времени включения вегетативного торможения при восстановлении от характеристик нагрузочного ритма и вероятно его регуляции. Минимизация закономерности в отсутствие и при формировании тренированности определяется несовершенством

регуляционных механизмов.

Анализ временного маркера P2t

В динамике тренированности граница распределения кардиоинтервалов P2t определяется расширением временного интервала до момента ее наступления. Увеличение времени наступления P2t определяет возрастание перенесенной нагрузки и ускорение восстановления (рис. 34, 35). Основой этих закономерностей является урежение CP, как ответная реакция определяющая формирование выносливости, при этом меньшие (относительные) адаптационные затраты на единицу нагрузки определяют рост ее толерантности и потенциал быстрого восстановления. Минимизация внутригрупповых связей в динамике тренированности определяется избыточной нагрузкой, исчерпывающей адаптационные резервы в нагрузочный период и требующей дополнительного времени восстановления.

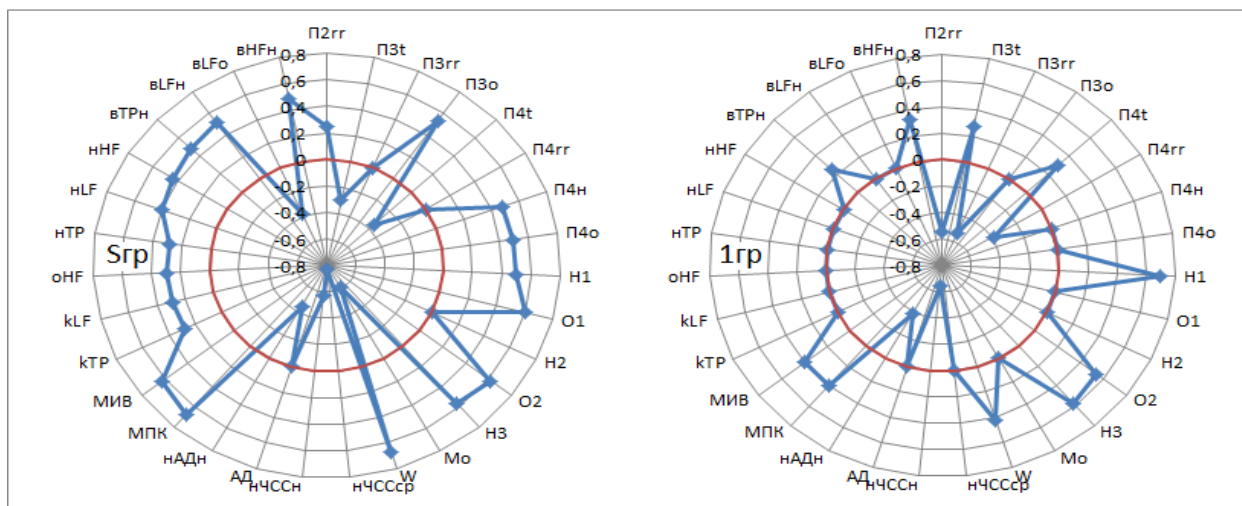


Рис. 35. Корреляционные взаимосвязи маркера T2t в S-популяции и 1 группе

При этом функциональная перегрузка в апогее тренированности, тем не менее, сопровождается высокой скоростью восстановления, что вероятно определяется выраженной тормозной вегетативной активностью. Прямая связь с временными нагрузочными критериями обуславливается их происхождением, так как P2 определяет одну из границ их распределения.

Полярные закономерности с временными восстановительными критериями обуславливают уменьшение времени восстановления в ответ на снижение нагрузочной ЧСС.

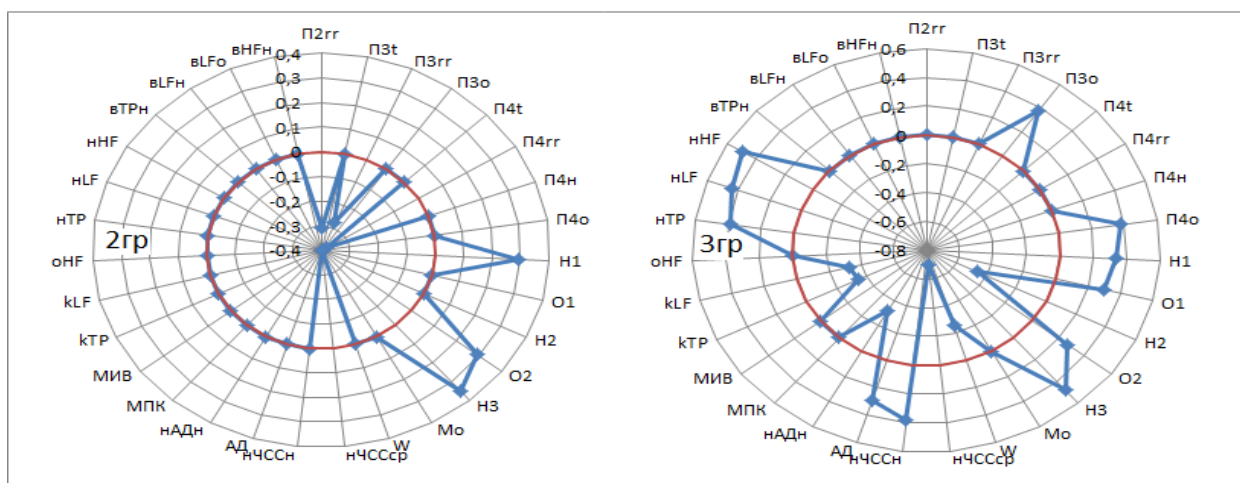


Рис. 36. Корреляционные взаимосвязи маркера П2t во 2 и 3 группе

Устойчивость этой закономерности определяется выраженностью хронотропного резерва, а также полнотой его использования. Лабильность взаимосвязи с интервальными критериями обусловлена частотным противоречием, когда укорочение кардиоинтервала удаленной П2 возмещается общим урежением СР в динамике тренированности.

Статистически подтвержденное усиление мощности статического спектра в условиях удлинения П2t в смешанной популяции, а также инверсия связи в ряду усиления тренированности, достигающая максимума преимущественно на ее пике, и определяемая учащением ритма в связи с функциональной перегрузкой, позволяют предположить сложную взаимосвязь нагрузочных маркеров и клино-ортостатической активности ВНС. Тем не менее, не смотря на ее наличие, прогнозирование толерантности по данным статической регуляции представляется затруднительным.

Динамический вегетативный контроль определяется соответствием отдаленной П2 поздней депрессии ВРС в период нагрузки и ранней активации при восстановлении. При этом нагрузочный контроль смешанной популяции и на пике тренированности определяется парасимпатическим доминированием. Депрессия связей в динамике восстановления обуславливается несовершенством регуляции и функциональной перегрузкой.

Анализ интервального маркера П2rr

Правая миграция П2 в динамике тренированности обуславливает

уменьшение кардиоинтервала в ней. Однако, общее снижение ЧСС, как результат тренированности препятствует выявлению данной закономерности при анализе взаимосвязей с нагрузочно-восстановительными маркерами (рис. 37, 38). При этом, увеличение кардиоинтервала П2 обуславливает ускорение восстановления, что определяется урежением нагрузочной ЧСС и усилением потенциала восстановления.

Повышение нагрузочного максимума в сводной группе при расширении П2 и инверсия настоящей закономерности в динамике тренированности определяется отрицательной хронотропной компенсацией в смешанной популяции и ее отсутствием при внутригрупповом анализе.

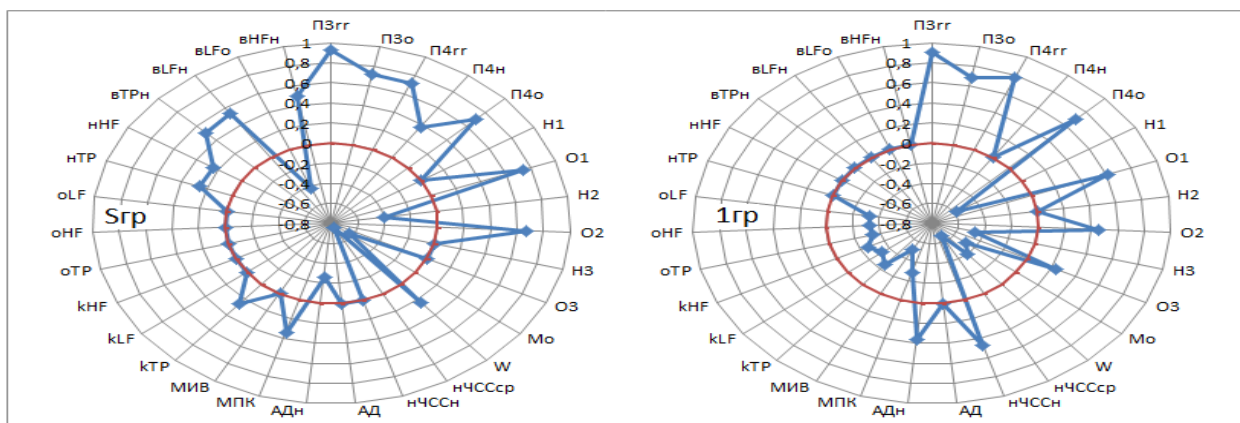


Рис. 37. Корреляционные взаимосвязи маркера П2rr в S-популяции и 1 группе

Существенная связь с интервальными показателями нагрузки и восстановления определяется регуляционным единством ЧСС. Снижение взаимосвязи в период достижения тренированности при восстановлении определяется высокой нагрузкой требующей дополнительных резервов восстановления.

ВРС покоя определяется пограничным соответствием большего интервала П2 усилению мощности как HF так LF в клиностазе. При этом характерность этой закономерности в условиях тренированности и ее инверсия в отсутствие последней (1 группа) обуславливается формированием структурного следа адаптации, определяющего выносливость и выражающегося в снижении реактивности ЧСС на нагрузку.

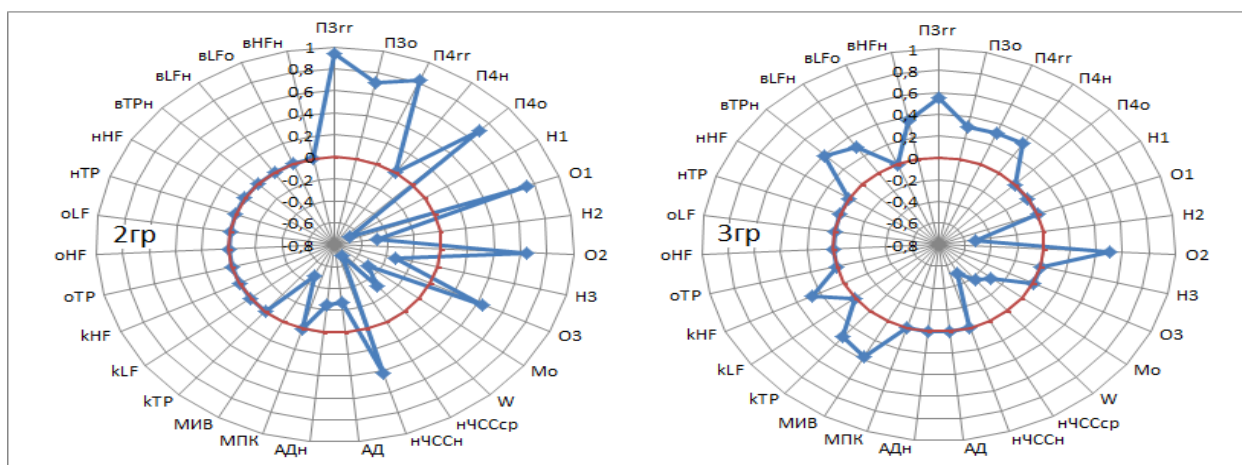


Рис. 38. Корреляционные взаимосвязи маркера П2гр во 2 и 3 группе

Минимальная выраженность взаимосвязи, определяемая инверсией в процессе формирования тренированности, не позволяет использовать ее атрибуты для прогноза переносимости ФН.

Нагрузочный период смешанной популяции обуславливается соответствием увеличения интервала П2 поздней депрессии ВРС. Минимизация закономерностей в динамике тренированности определяется несовершенством регуляции и развитием хронотропного торможения. Период восстановления вскрывает выраженное соответствие расширения П2гр ускорению вегетативного обеспечения. Выявление данной закономерности в смешанной популяции и на пике тренированности (исключительно парасимпатическая активность) обуславливается зависимостью времени включения вегетативного торможения при восстановлении от характеристик нагрузочного ритма и вероятно его регуляции. Минимизация закономерности в отсутствие и при формировании тренированности имеет те же причины, что и в нагрузочный период.

4.5. Динамика распределения кардиоинтервалов восстановительной КРГ при формировании смешанной выносливости

4.5.1. Анализ первого восстановительного максимума (V_{mx1t})

Динамика тренированности определяется смещением настоящей границы распределения влево, то есть уменьшением времени до момента ее наступления. Раннее наступление первого восстановительного максимума в смешанной популяции обуславливает возрастание перенесенной нагрузки и ускорение

восстановления (рис. 39, 40).

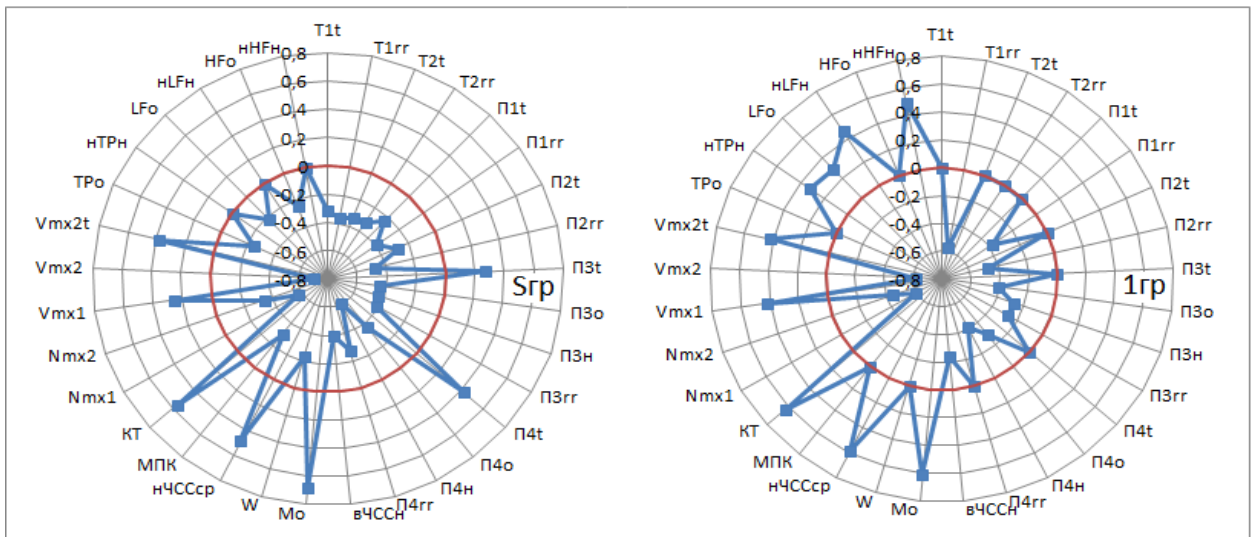


Рис. 39. Корреляционные взаимосвязи маркера Vmx1t в S-популяции и 1 группе

Основой этих закономерностей является тренированность, обеспечивающая раннее торможение СР при восстановлении, предопределяя увеличение нагрузочной толерантности в условиях стремительного восстановления. Визуальная достаточность хронотропного резерва смешанной популяции преломляется при стадийном рассмотрении (групповом ограничении) функциональной перегрузкой и хронотропной восстановительной недостаточностью. При этом, резерв устойчивости СР смешанной популяции, включающей субъектов разной степени тренированности, свидетельствует лишь о неоднородности популяции, а не о ее адаптивной привлекательности.

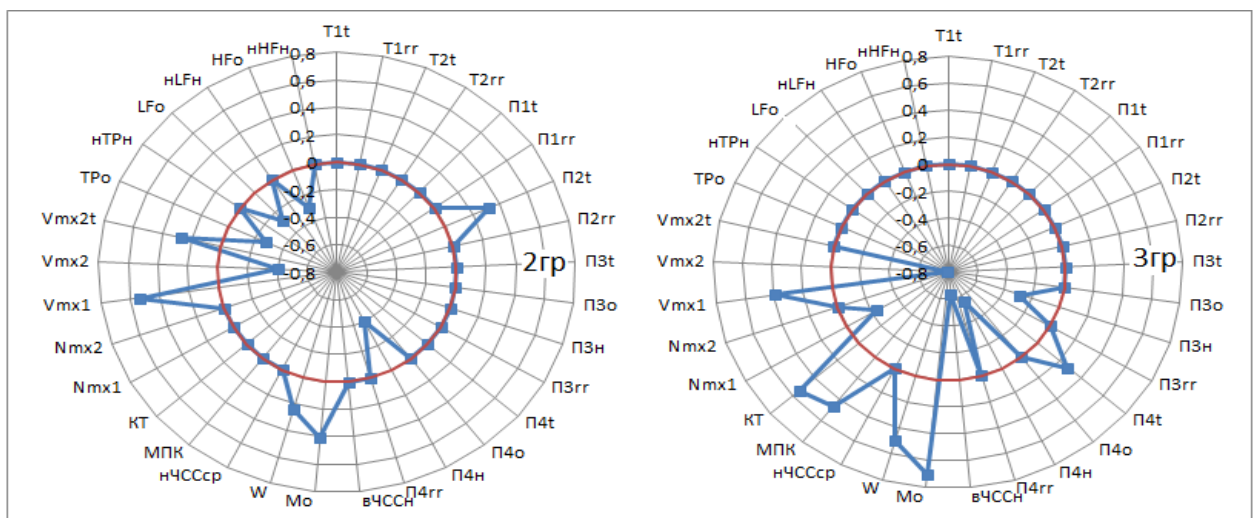


Рис. 40. Корреляционные взаимосвязи маркера Vmx1t во 2 и 3 группе

Обратная связь с временными нагрузочными маркерами опосредована

ускорением восстановления в ответ на увеличение длительности вегетативного обеспечения нагрузочного ритма. Депрессия настоящей закономерности в динамике тренированности определяется как групповой стабилизацией изучаемых критериев так и «функциональной перегрузкой» вызывающей снижение скорости восстановления.

Аналогичная взаимосвязь с интервальными критериями обусловлена соответствием большего нагрузочного кардиоинтервала раннему восстановительному экстремуму. При этом минимизация настоящей закономерности в период формирования и на пике тренированности обуславливается функциональной перегрузкой, требующей дополнительного времени восстановления.

Соответствие возрастания спектральной мощности ВРС клиностаза главным образом за счет быстрой составляющей раннему нахождению настоящего экстремума определяется преимущественно парасимпатическим обеспечением скорости восстановления. При этом взаимосвязь последней с коэффициентом вегетативного баланса является еще одним подтверждением данного факта. Инверсия изучаемых закономерностей в динамике тренированности, определяется становлением вегетативного обеспечения в процессе формирования выносливости и обуславливается тенденцией наиболее полного включения всех ветвей вегетативной регуляции в апогее нагрузочной толерантности.

Взаимосвязь с ортостазом определяется сравнительно бледным, но родственным корреляционным пейзажем и проявляется в тех же закономерностях парасимпатического доминирования. Выраженная взаимосвязь с коэффициентом Эвинга, усиливающаяся в динамике, обуславливается существенным влиянием на скорость восстановления парасимпатической реактивности.

Поздняя депрессия нагрузочной ВРС, проявляясь ранним восстановительным максимумом и обуславливаясь полноценным и длительным вегетативным обеспечением в смешанной популяции, существенно трансформирует взаимосвязи в динамике. Преобладание настоящей закономерности в период формирования тренированности, определяется

соответствием нагрузочной толерантности, имеющимся резервам вегетативного обеспечения. Инверсия связи в отсутствие и снижение в апогее тренированности, обуславливается регуляционной незрелостью и функциональной перегрузкой, соответственно нарушающих торможение СР в период восстановления.

Соответствие раннего возникновения настоящего экстремума высокой скорости восстановления разветвленного спектра ВРС опосредует его смешанное и устойчивое вегетативное обеспечение. Усиление закономерности в динамике тренированности обуславливается мобилизацией вегетативного обеспечения в ее апогее. Динамика лидерства в регуляции СР от симпатического доминирования в отсутствие и формировании тренированности до парасимпатической инверсии на пике также свидетельствует об оптимизации вегетативного регулирования.

4.5.2. Анализ второго восстановительного максимума (Vmx2t)

Значение настоящего максимума в динамике тренированности характеризуется уменьшением времени до момента его наступления.

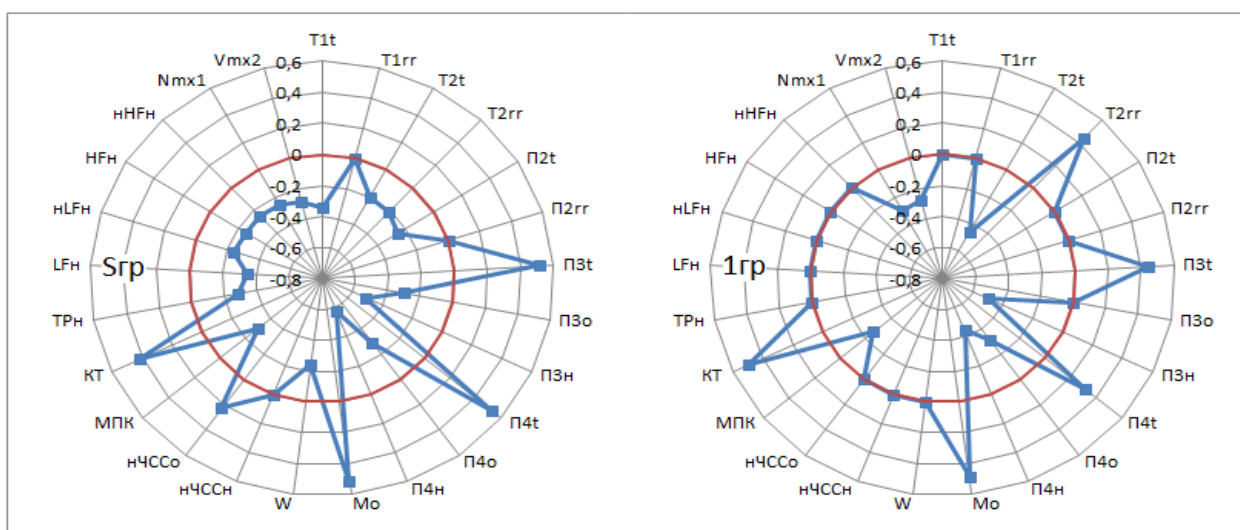


Рис. 41. Корреляционные взаимосвязи маркера Vmx2t в S-популяции и 1 группе

Уменьшение интервала Vmx2 определяется ростом максимальной нагрузки и снижением нагрузочного ритма (рис. 41, 42). Раннее включение восстановительного торможения ЧСС, обеспечивается меньшей ЧСС нагрузки, определяемом хронотропным резервом, выраженность которого обуславливается тренированностью. Последнее обстоятельство и обеспечивает увеличение нагрузочной толерантности. Лабильность взаимосвязей в динамике

тренированности определяется для нагрузочной толерантности функциональной перегрузкой требующей дополнительных затрат на восстановление особенно на пике тренированности; для нагрузочного ритма достаточностью хронотропных резервов в условиях формирования тренированности и истощенностью последних на пике, что определяет влияние на скорость восстановления: неизменность во 2 и снижение в 3 группе.

Выраженное и устойчивое соответствие раннего V_{mx2} быстрому восстановлению обуславливается фактически равной зависимостью настоящих маркеров от времени включения вегетативного торможения в период восстановления.

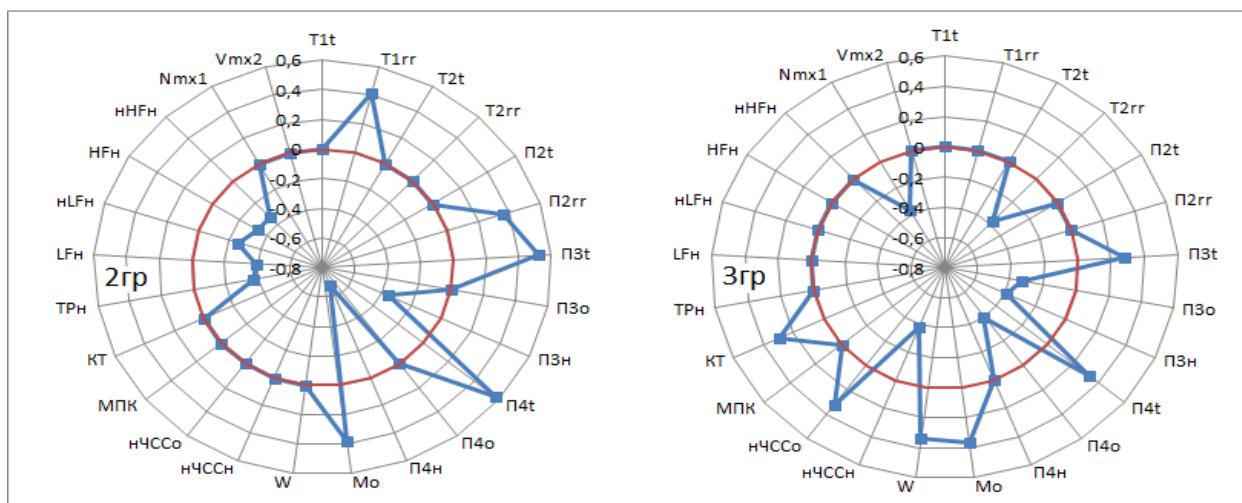


Рис. 42. Корреляционные взаимосвязи маркера V_{mx2t} во 2 и 3 группе

Обратная связь с временными нагрузочными критериями определяется ускорением восстановления в условиях увеличения длительности вегетативного обеспечения нагрузочного ритма. Лабильность настоящей закономерности в динамике тренированности определяется внутригрупповой устойчивостью изучаемых маркеров (связанной в отсутствие тренированности с регуляционной недостаточностью, в апогее – с пределом подвижности и лишь в период формирования – с приспособительным оптимумом) и «функциональной перегрузкой» замедляющей восстановление.

Аналогичная взаимосвязь с интервальными нагрузочными критериями определяется соответствием увеличения длительности их кардиоинтервалов раннему восстановительному экстремуму и обуславливается развитием

хронотропного резерва адаптации урежающего СР как нагрузочного так и восстановительного периодов. Изменчивость связи в динамике тренированности определяется компенсацией хронотропного резерва функциональной перегрузкой обуславливающей снижение скорости восстановления.

Обусловленность раннего наступления V_{mx2} преимущественно высокочастотной активностью спектра ВРС определяется взаимосвязью скорости восстановления и вагусного потенциала покоя. Причем данная закономерность деградируя в динамике клиностаза остается устойчивой – в ортоположении, подключая, кроме того, и низкочастотную составляющую. При этом клиностатическая депрессия, вероятно, объясняется предельностью резерва миграции экстремума в апогее тренированности, а ортостатическая стабильность – устойчивостью парасимпатического обеспечения. Высокая парасимпатическая реактивность, предопределенная в апогее тренированности коэффициентом Эвинга подтверждает значимость вагусного доминирования.

Динамический вегетативный контроль определяется соответствием раннего восстановительного максимума отдаленной депрессии нагрузочной ВРС и быстрой ее активации в период восстановления. При этом длительное преимущественно симпатическое доминирование определяет вегетативный баланс нагрузочного периода. Устойчивость закономерности в период формирования тренированности, а также ее депрессия в 1 и 3 группах, определяется функционально-нагрузочной оптимальностью, во-первых, регуляционной несостоятельностью, во-вторых, и функциональной перегрузкой на пике тренированности, соответственно.

Восстановительный вегетативный баланс обнаруживается преимущественно парасимпатическим регулированием в отсутствие, симпатическим при формировании, паритетом на пике тренированности. При этом сохранение прямого симпатического обеспечения на пике тренированности с добавлением парасимпатического торможения является новым адаптационным механизмом, выработанным в процессе формирования выносливости.

4.5.3. Определение динамики КРГ восстановительного периода

Анализ временного маркера ПЗt

Динамика тренированности определяется смещением настоящей границы распределения влево, то есть уменьшением времени до момента ее наступления.

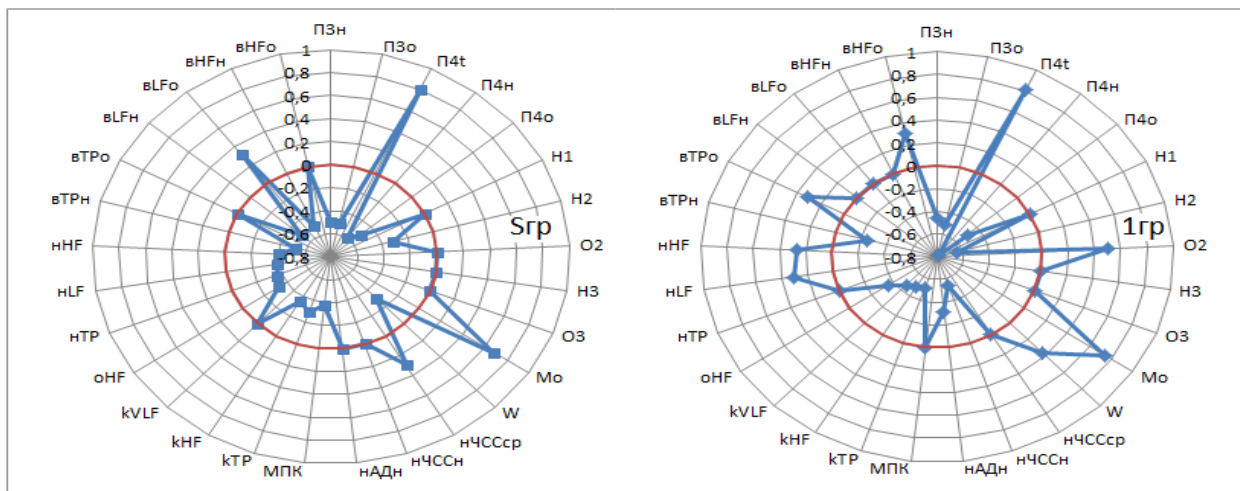


Рис. 43. Корреляционные взаимосвязи маркера ПЗt в S-популяции и 1 группе

Раннее наступление ПЗ обуславливает возрастание перенесенной нагрузки и ускорение восстановления (рис. 43, 44). Основой этих закономерностей является быстрое включение регуляционного торможения СР при восстановлении, который и обеспечивает возможность преодоления большей нагрузки и стремительного восстановления. Лабильность связей в динамике тренированности определяется функциональной перегрузкой, требующей дополнительных резервов восстановления.

Обратная связь с временными нагрузочными маркерами опосредована ускорением восстановления в ответ на урежение ЧСС нагрузки. Неустойчивость подобных взаимоотношений определяется объемом хронотропного резерва, а также полнотой его использования.

Аналогичная взаимосвязь с интервальными критериями обусловлена соответствием большего нагрузочного кардиоинтервала ранней ПЗ. При этом минимизация и лабильность настоящей закономерности обуславливается незрелостью регуляции в отсутствие тренированности и функциональной перегрузкой, отдаляющей ПЗ, в иные периоды.

Соответствие ранней ПЗ большей мощности статического спектра ВРС

определяется зависимостью скорости восстановления от активности вегетативного обеспечения.

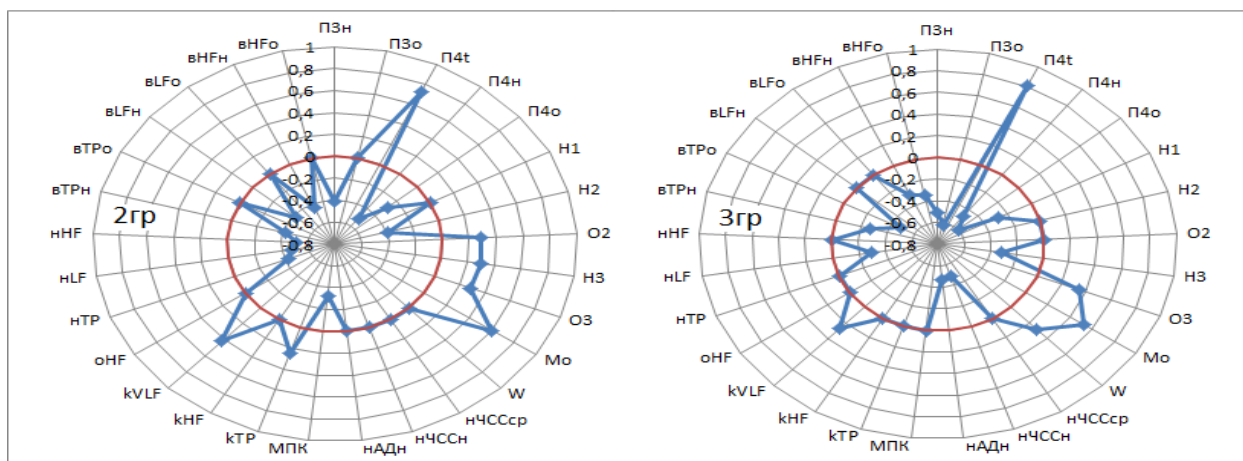


Рис. 44. Корреляционные взаимосвязи маркера ПЗt во 2 и 3 группе

При этом связь с клиностазом существенно доминирует над орто- а с парасимпатической регуляцией над симпатической. Прогрессирующая депрессия взаимосвязи в динамике тренированности определяется непропорциональным возрастанием перенесенной нагрузки, требующей дополнительных резервов (длительности) восстановления.

Динамический вегетативный контроль определяется выраженным соответствием раннего возникновения ПЗ поздней депрессии нагрузочной ВРС и ранней активации последней при восстановлении. Кроме того, если вегетативный баланс нагрузочного периода на пике тренированности определяется преимущественно симпатическим доминированием, то восстановительный – парасимпатическим. Минимизация связей в отсутствие тренированности, их выраженное усиление в период формирования и некоторое снижение в апогее тренированности определяется соответственно несовершенством регуляции, минимальной и выраженной функциональной перегрузкой.

Анализ интервального маркера ПЗrr

Длительность КИ настоящей точки в процессе формирования выносливости определяется ранним возникновением ПЗ, однако выраженность отрицательного хронотропного эффекта адаптации нивелирует эту изменчивость, опосредуя взаимоотношения с другими критериями, преобладающим влиянием (рис. 45, 46).

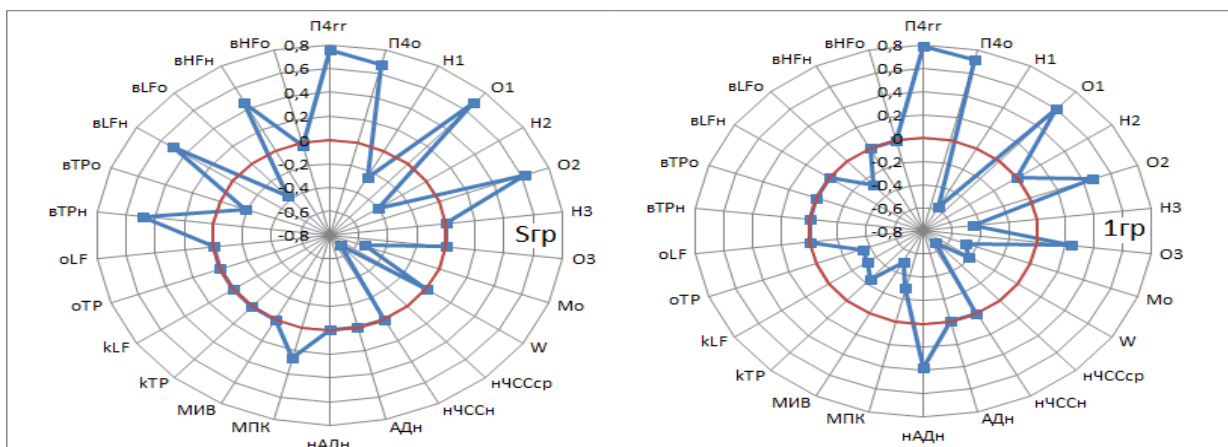


Рис. 45. Корреляционные взаимосвязи маркера ПЗгг в S-популяции и 1 группе

При этом увеличение RR-интервала ПЗ обуславливает ускорение восстановления и рост нагрузочной толерантности на фоне снижения нагрузочной ЧСС. Сущностью этих закономерностей является проявление отрицательного хронотропного эффекта, обусловленного формированием тренированности.

Погранично малая прямая связь с временными нагрузочными маркерами в смешанной популяции и ее инверсия в динамике тренированности опосредована во-первых, доминированием хронотропного резерва тренированного организма; во-вторых, ранним возникновением основного маркера (ПЗ), который в условиях равенства резервов требует соответствующего уменьшения КИ в нем.

Выраженная прямая взаимосвязь с интервальными критериями обусловлена единством регуляции СР, когда бережное расходование хронотропного резерва при нагрузке оборачивается его быстрым возобновлением в альтернативный период, определяющим как нагрузочную так и восстановительную динамику.

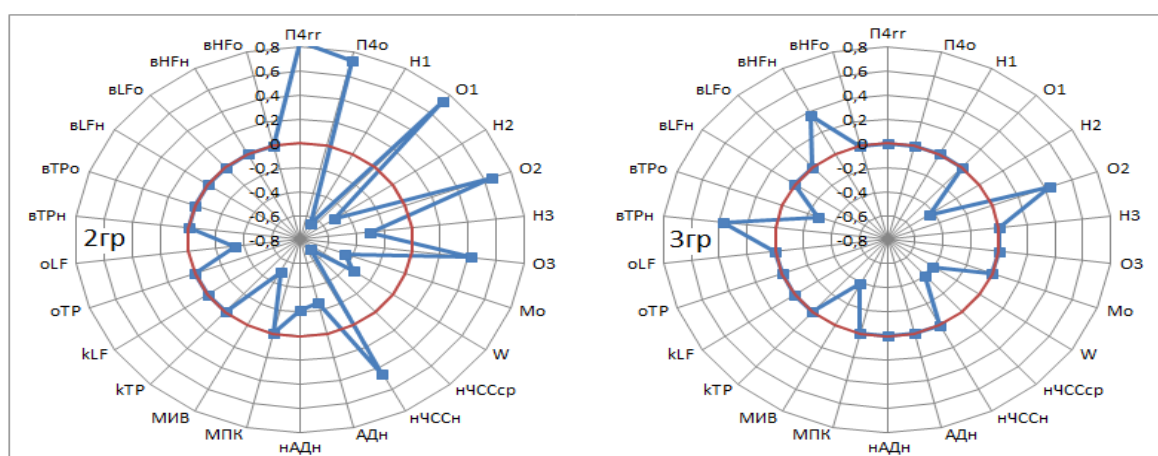


Рис. 46. Корреляционные взаимосвязи маркера ПЗгг во 2 и 3 группе

Снижение интенсивности связей в апогее тренированности определяется

как функциональной перегрузкой, так и не менее вероятной истощенностью резерва миграции основного маркера (ПЗ) в период восстановления.

Отсутствие связей кардиоинтервала ПЗ с ВРС покоя определяется его выраженной лабильностью определяемой взаимокомпенсирующими влияниями. При этом соответствие минимума вегетативной активности увеличению настоящего кардиоинтервала в отсутствие тренированности и постепенная утрата этой закономерности в динамике тренированности иллюстрирует совершенствование статического регуляционного гомеостаза.

Нагрузочный вегетативный контроль, обуславливаясь погранично малым соответствием большего кардиоинтервала ПЗ позднему регуляционному минимуму в сводной группе, определяет связь раннего хронотропного возрождения с длительностью нагрузочной регуляции. При этом подпороговая инверсия отношений в ряду увеличения тренированности определяются частотной лабильностью изучаемого маркера.

В период восстановления выраженное прямое соответствие RR-интервала ПЗ скорости возобновления вегетативного обеспечения определяет регуляционное единство, когда интенсивность вегетативного торможения опосредует объем хронотропных резервов и соответственно длительность кардиоинтервалов восстановительных критериев. Максимум настоящей закономерности на пике тренированности обусловлен доминирующим влиянием хронотропной активности в условиях стагнации (миграции) ПЗ, что в отсутствии последнего оборачивается неустойчивостью связей в иные периоды. Исключительно парасимпатический контроль настоящей закономерности в апогее тренированности, позволяет объективно определить его как «вагусное торможение».

Анализ временного маркера П4t

Пограничное значение связей П4 в динамике тренированности характеризуется уменьшением времени до момента его наступления.

Уменьшение интервала П4 определяется ростом максимальной нагрузки и урежением нагрузочной ЧСС (рис. 47, 48). Раннее включение регуляционного

торможения ЧСС восстановления, обеспечивается меньшей ЧСС нагрузки, определяемой хронотропным резервом, выработанным в процессе тренировки. Последнее обстоятельство и обеспечивает возможность большей толерантности физической нагрузки. Лабильность взаимосвязей в динамике тренированности определяется нарушением регуляции в отсутствие тренированности и функциональной перегрузкой на ее пике.

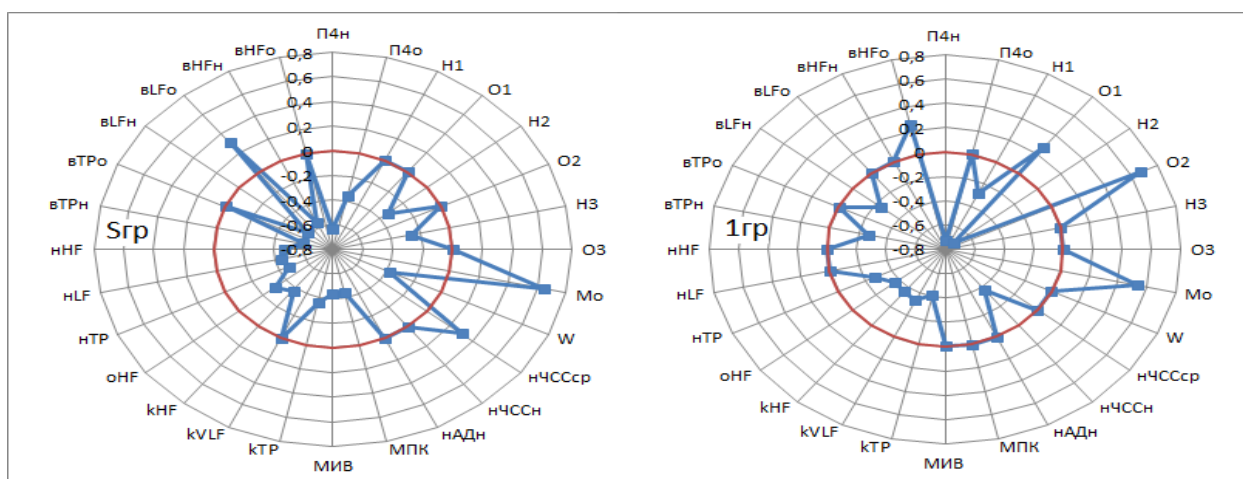


Рис. 47. Корреляционные взаимосвязи маркера P4t в S-популяции и 1 группе

Выраженное стабильное соответствие ранней P4 быстрому восстановлению обуславливается зависимостью от раннего включения регуляционного торможения, определяющего ЧСС восстановления.

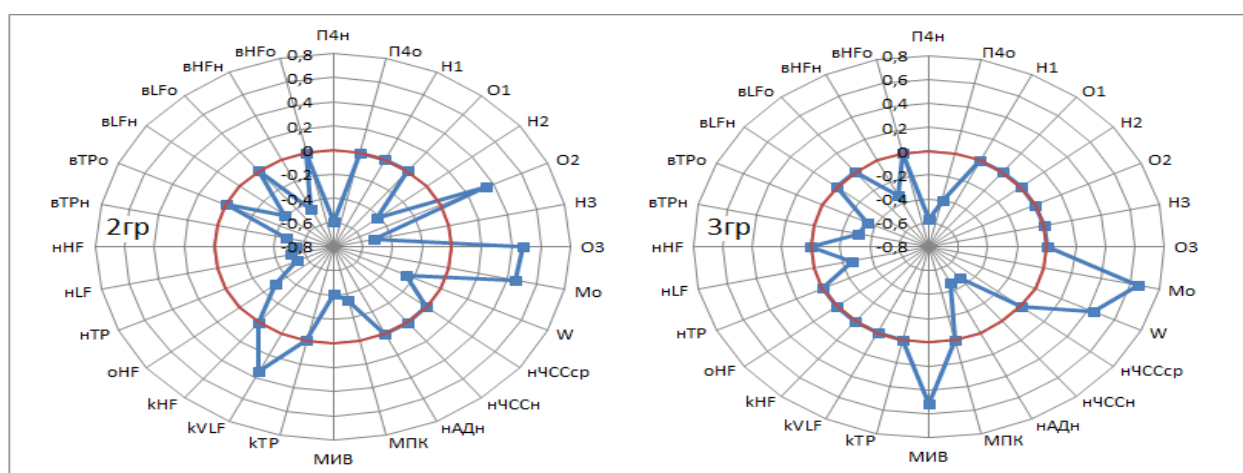


Рис. 48. Корреляционные взаимосвязи маркера P4t во 2 и 3 группе

Обратная связь с временными нагрузочными критериями определяется ускорением восстановления в условиях общего снижения ЧСС нагрузки. Неустойчивость подобных взаимоотношений определяется объемом и лабильностью хронотропного резерва.

Аналогичная взаимосвязь с интервальными критериями обусловлена соответствием большего нагрузочного кардиоинтервала (Т1, 2; П1, 2) ранней П4. При этом минимизация и лабильность настоящей закономерности обуславливается незрелостью регуляции в отсутствие тренированности и функциональной перегрузкой, вызывающей увеличение интервала П4, в ее апогее.

Обусловленность раннего наступления П4t большей мощностью статического спектра ВРС определяется взаимосвязью скорости восстановления и активностью вегетативного обеспечения в покое. При этом связь с клиностазом существенно превалирует над таковой в ортоположении а парасимпатическая регуляция над симпатической. Депрессия закономерности в динамике тренированности определяется несоразмерным возрастанием перенесенной нагрузки адаптационным резервам восстановления.

Динамический вегетативный контроль определяется соответствием ранней П4t отдаленной депрессии нагрузочной ВРС и ранней ее активации в период восстановления. При этом вегетативный баланс нагрузочного периода (на пике тренированности) определяется преимущественно симпатическим доминированием. Восстановительный период характеризуется большей парасимпатической заинтересованностью. Депрессия взаимосвязей в отсутствие тренированности, их явное усиление в период формирования и некоторое снижение на пике тренированности определяется соответственно несовершенством регуляции, минимальной и выраженной функциональной перегрузкой.

Анализ интервального маркера П4rr

Длительность КИ данной точки в процессе формирования общей выносливости определяется несколькими взаимовлияющими тенденциями: во-первых, левой миграцией П4, приводящей к уменьшению КИ; усилением отрицательного хронотропного эффекта адаптации нивелирующим эту изменчивость, во-вторых; снижением функциональных возможностей миграции на пике тренированности в связи с насыщением настоящей адаптационной реакции, в-третьих; предельной нагрузкой – функциональной перегрузкой (на

фоне истощенности имеющихся физиологических резервов) в апогее тренированности, требующей дополнительного времени восстановления, в четвертых (рис. 49, 50).

При этом максимум зависимости снижения интервала ПЗ при росте нагрузочной толерантности в период формирования тренированности определяется преобладанием миграции настоящего маркера, в то время как ее минимизация в группах сравнения имеет различные причины. От несовершенства регуляции в отсутствие тренированности, до насыщения и функциональной перегрузки на ее пике, а также компенсации процессов в смешанной популяции.

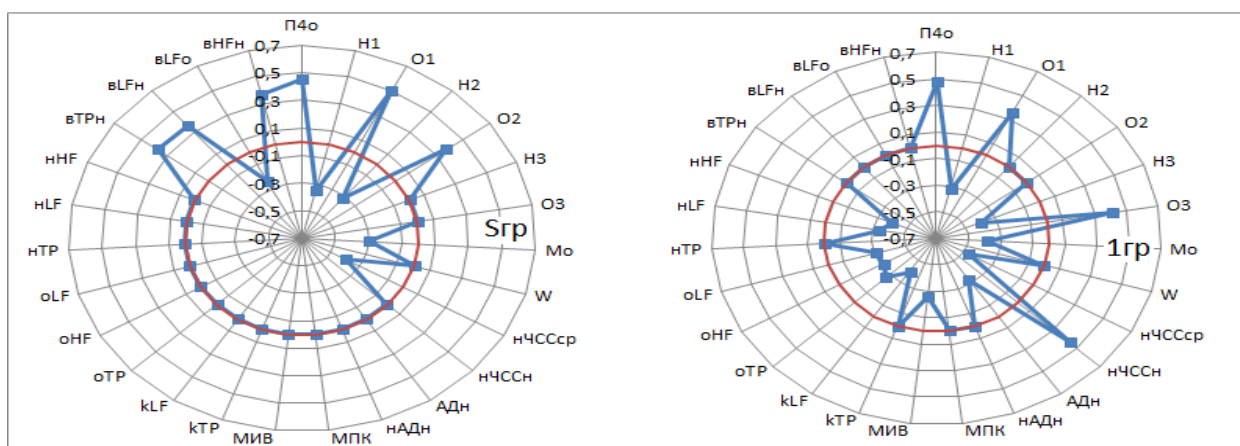


Рис. 49. Корреляционные взаимосвязи маркера П4гр в S-популяции и 1 группе

Соответствие расширения настоящего КИ ускорению восстановления и снижению средней нагрузочной ЧСС определяется единством регуляции CP и проявляет влияние хронотропного торможения. Утрата закономерности на пике тренированности имеет адапционно-перегрузочные причины.

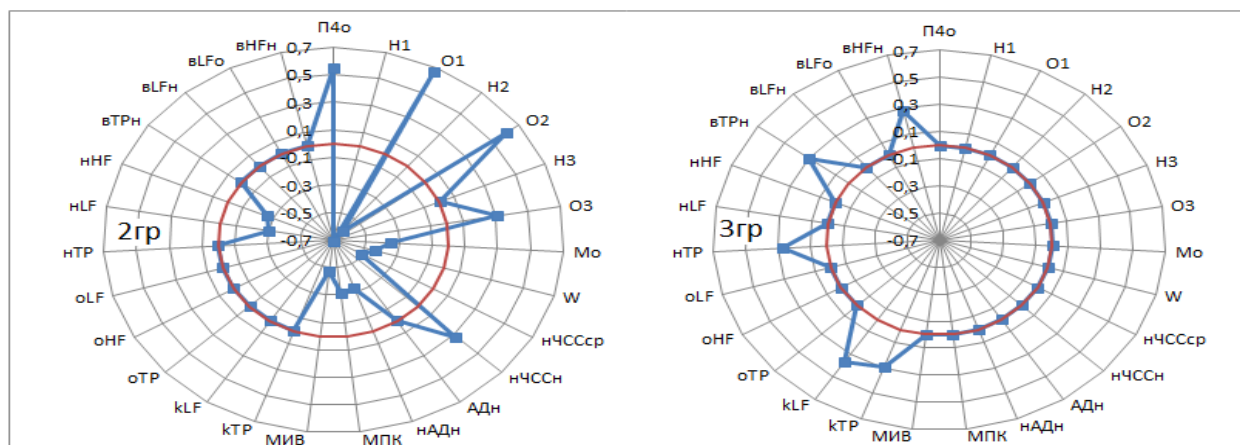


Рис. 50. Корреляционные взаимосвязи маркера П4гр во 2 и 3 группе

Прямая связь с временными нагрузочными маркерами в смешанной

популяции, ее возрастающая инверсия в процессе формирования тренированности и возврат к положительной динамике на пике определяется влиянием хронотропного резерва, возрастающим в процессе тренированности, когда максимально длительный вегетативное обеспечение нагрузки оборачивается выраженным торможением в ее отсутствие.

Выраженная прямая взаимосвязь с интервальными критериями проявляет единство регуляции СР, определяющее сбережение хронотропного резерва при нагрузке в пользу его быстрого восстановления в альтернативный период.

Соответствие возрастания настоящего кардиоинтервала минимуму вегетативной активности в отсутствие тренированности и рост обратной закономерности в процессе ее усиления определяется возрастающим влиянием вегетативного обеспечения на СР восстановительного периода достигающим максимума на пике тренированности.

Пороговая положительная связь кардиоинтервала П4 длительности вегетативного обеспечения нагрузочного периода в смешанной популяции и на пике тренированности против ее инверсии в отсутствие и при формировании последней определяются степенью хронотропного сопротивления, определяющих дестабилизацию П4гг.

В период восстановления соответствие роста кардиоинтервала П4 скорости возобновления вегетативного обеспечения определяет взаимосвязь вегетативного торможения объема хронотропных резервов и длительности кардиоинтервалов восстановительных критериев. Минимум настоящей закономерности в отсутствие и при формировании тренированности является следствием регуляционной несостоятельности и хронотропной недостаточности соответственно. Как и для ПЗгг лишь парасимпатический контроль настоящей закономерности в апогее тренированности, позволяет определить его как «вагусное торможение».

4.6. Динамика скорости восстановления сердечного ритма

4.6.1. Анализ маркера ПЗн

В динамике тренированности происходит существенное увеличение угла наклона линейного тренда восстановленного из точки окончания нагрузки к

временной границе распределения ПЗ. Иными словами формирование тренированности сопровождается поступательным увеличением скорости восстановления ЧСС.

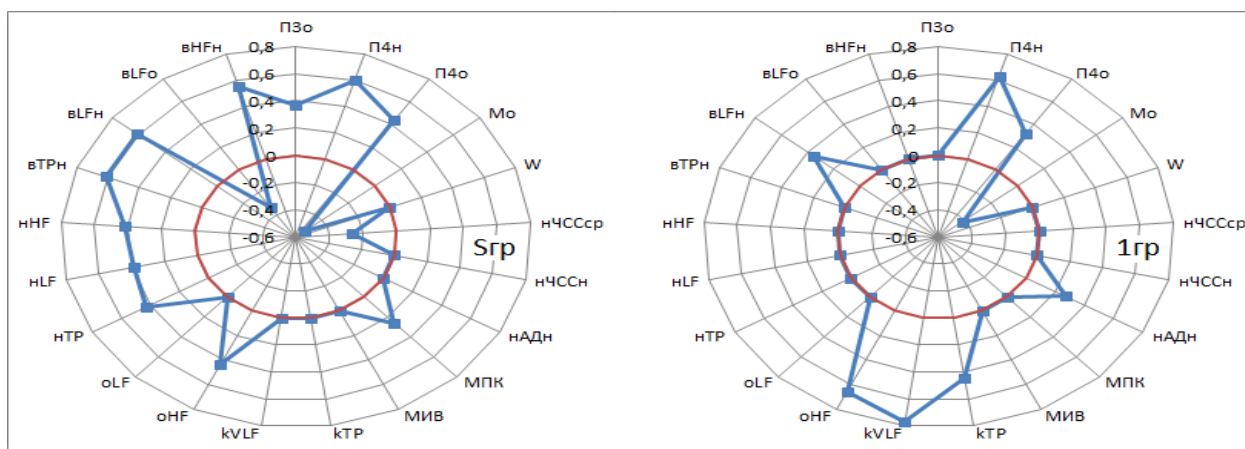


Рис. 51. Корреляционные взаимосвязи маркера ПЗн в S-популяции и 1 группе

Если увеличение скорости восстановления закономерно и существенно опосредует снижение средней ЧСС одноименного периода, обуславливая тем самым родственность показателей, то погранично слабый уровень положительной взаимосвязи с перенесенной нагрузкой, средней (нагрузочной) ЧСС, МПК, МИВ в сводной группе, а также их инверсия в динамике тренированности определяется адаптационной перестройкой, обуславливающей структурный след адаптации (рис. 51, 52). При этом, если смешанная популяция в силу существенной неоднородности по уровню тренированности и определяется положительной закономерностью, то родственные объединения в период отсутствия и формирования тренированности в силу несовершенства и/или становления адаптационных механизмов – вообще таковыми не блещут. Максимум выносливости в свою очередь определяется умеренной инверсией связей опосредуемой, вероятно нагрузочным перенапряжением, требующим дополнительных резервов адаптации (восстановления).

Соответствие, проявляющееся умеренной прямой связью, с временными нагрузочными критериями (точкой перегиба, ускользания, экстремумами и их границами) только в смешанной популяции определяется ее неоднородностью. В тоже время инверсия связи в отсутствие и медленное ее обострение к максимуму тренированности опосредуется не только групповым средством, нивелирующим

общие закономерности, но и совершенствованием регуляции в динамике, когда более длительный контроль нагрузки определяет ускорение восстановления.

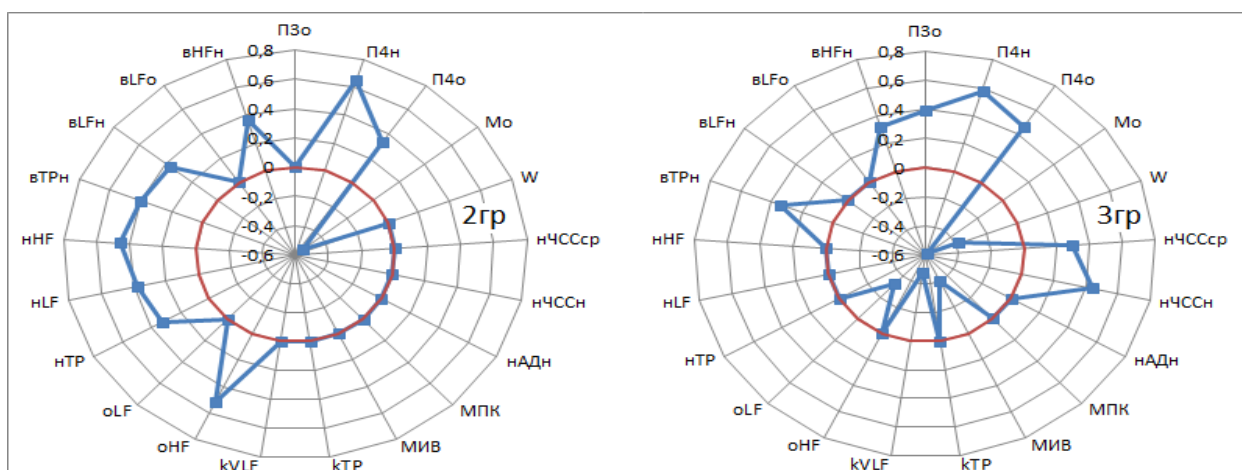


Рис. 52. Корреляционные взаимосвязи маркера П3н во 2 и 3 группе

Обратная связь с временными восстановительными критериями определяется родственностью их происхождения, когда увеличение угла наклона тренда – то есть рост скорости восстановления определяет раннюю регистрацию временных восстановительных маркеров. Устойчивость настоящей закономерности в смешанной популяции и в динамике тренированности подтверждает ее существенность для всего периода формирования структурного следа адаптации.

Неустойчивость взаимосвязи с интервальными критериями определяется противоречием миграции нагрузочных (восстановительных) маркеров и влияния отрицательного хронотропного эффекта адаптации, при этом доминирование последнего в апогее тренированности все-таки позволяет отследить тенденцию соответствия увеличения кардиоинтервала нагрузочного (восстановительного) критерия большей скорости восстановления.

Минимальная связь скорости восстановления с ВРС клиностаза вскрывается выраженным нарушением вегетативного обеспечения за счет существенного роста гуморально-метаболической активности в отсутствие тренированности и выраженной инверсией настоящей закономерности в динамике.

Выраженный парасимпатический контроль ортостаза в отсутствие и при формировании тренированности минимизируется в апогее определяясь (обратной

связью) исключительно симпатической ответственностью.

Таким образом, статические показатели ВРС не позволяя прогнозировать изменчивость скорости восстановления при нагрузочном тестировании в смешанной популяции в динамике тренированности выявляют ряд особенностей вегетативного обеспечения позволяющих в однородных группах судить не только о развитии регуляции в динамике, но и о ее зрелости в разные фазы формирования тренированности.

Динамический вегетативное регулирование определяется прямым соответствием скорости восстановления длительности вегетативного обеспечения во время нагрузки. Максимум настоящей закономерности в период формирования (смешанный контроль с парасимпатическим доминированием) и ее депрессия в отсутствие и на пике тренированности определяется несовершенством, во-первых, оптимизацией, во-вторых, и истощенностью резервов (и восстановления и вегетативного регулирования нагрузки) при максимальном напряжении в третьих.

Выраженное соответствие скорости падения ЧСС и усиления смешанной вегетативной активности восстановительного периода в сводной группе преломляется в динамике максимальным проявлением во 2, 3 и депрессией в 1 группах. Данное обстоятельство, определяясь формированием оптимального структурного следа адаптации, во-первых, опосредуется несовершенством вегетативного обеспечения – во-вторых. При этом фактически равная связь с вегетативным балансом в сводной и второй группах, модулируется в исключительный приоритет парасимпатической регуляции – в третьей.

4.6.2. Анализ маркера ПЗо

В динамике тренированности происходит существенное увеличение значения ПЗо, определяющее, по сути, снижение средней ЧСС восстановления на данном участке. Иными словами формирование тренированности опосредуется поступательным снижением средней ЧСС восстановления.

Увеличение RR-длительности на участке ПЗ закономерно и существенно опосредует не только снижение средней ЧСС восстановительного, но и является следствием урежения нагрузочного ритма, обнаруживая тем самым не только

родственное, но и регуляционное единство показателей (рис. 53, 54).

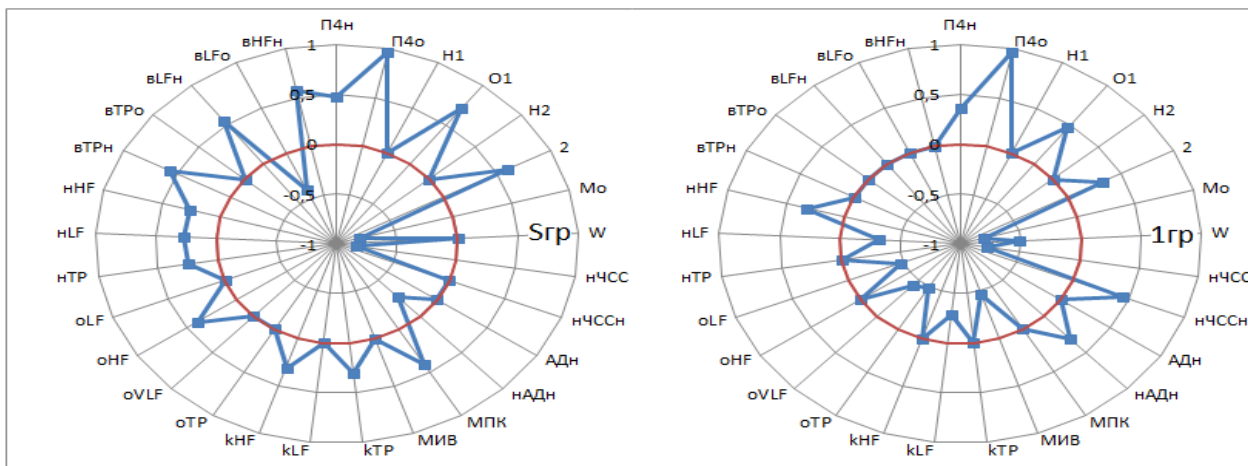


Рис. 53. Корреляционные взаимосвязи маркера П3о в S-популяции и 1 группе

При этом погранично низкий уровень взаимосвязи с перенесенной нагрузкой и МИВ в сводной группе, обуславливая соответствие большей нагрузки раннему восстановлению, преломляется в динамике выраженной и устойчивой инверсией, определяемой внутригрупповым ограничением (отменой влияния) тренированности отзывающимся закономерным удлинением восстановления на усиление нагрузки. Следует отметить, что выявленные закономерности касаются не ЧСС восстановления в целом, а лишь участка ПЗ, как самого раннего наиболее чувствительного индикатора – предиктора восстановления.

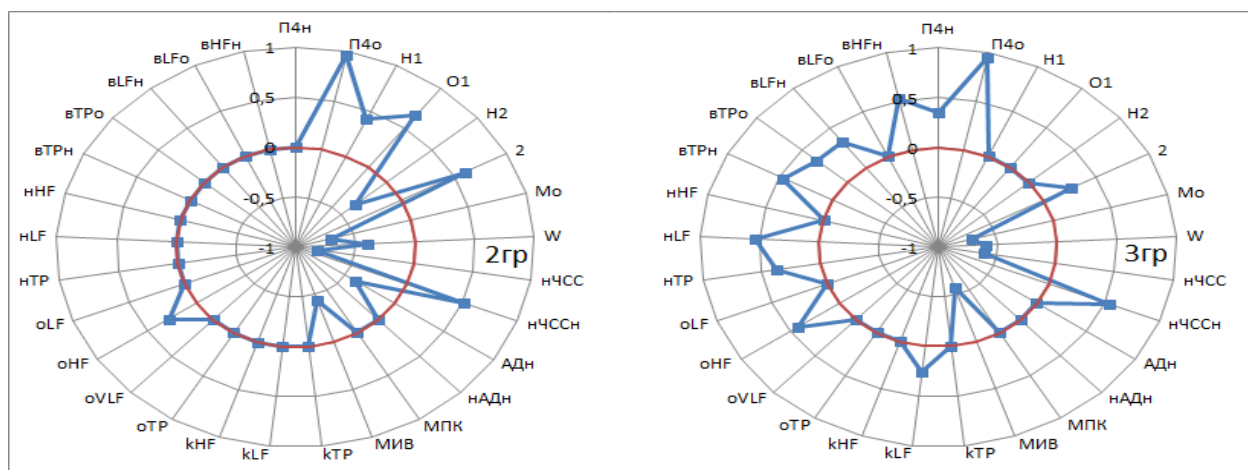


Рис. 54. Корреляционные взаимосвязи маркера П3о во 2 и 3 группе

В свою очередь умеренное влияние тренированности на МПК в смешанной популяции отражающееся ранним восстановлением на возрастание кислородного обеспечения в динамике отзывается неустойчивой инверсией (обусловленной регуляционной несостоятельностью в отсутствие и ее совершенствованием в

период формирования выносливости) возрождающей положительные черты только на пике тренированности, опосредуя даже при ограничении последней оптимум структурного следа адаптации рационально координирующего энергообеспечение нагрузки и СР восстановительного периода.

Соответствие, проявляющееся выраженной прямой связью, с временными нагрузочными критериями (точкой перегиба, ускользания, экстремумами и их границами) в смешанной популяции определяется влиянием тренированности, когда продление регуляционного контроля нагрузочного периода оборачивается и ускорением восстановления. При этом лабильность (до инверсии) связи в отсутствие и медленное ее усиление в динамике тренированности опосредуется формированием структурного следа адаптации обуславливающим прогрессивное совершенствование регуляции, в то время как групповое сродство (по уровню тренированности индивидуумов) препятствует проявлению (нивелирует выраженность) этих закономерностей.

Обратная связь с временными восстановительными критериями определяется закономерностью их раннего проявления вследствие увеличения скорости и соответственно быстрого снижения ЧСС исследуемого периода. Выраженность и стабильность настоящей закономерности как в смешанной популяции так и в динамике тренированности доказывает ее существенность для всего периода формирования выносливости.

Выраженная прямая взаимосвязь с интервальными нагрузочными критериями определяется регуляционным единством (вегетативным торможением) определяющим длительность кардиоинтервалов как нагрузочного, так и восстановительного периодов наилучшим образом вскрываемая в их реперных (критических) точках. Некоторое снижение закономерности на пике тренированности определяется избыточностью перенесенной нагрузки требующей дополнительных резервов (времени) восстановления.

Околопороговая связь длительности кардиоинтервалов ПЗ с ВРС клиностаза определяется увеличением общего вегетативного обеспечения преимущественно за счет парасимпатической активности, при этом динамика тренированности

определяется исключительно симпатической изменчивостью от инверсии в отсутствие до усиления в апогее.

В ортостазе умеренный парасимпатический контроль длительности ПЗ в смешанной популяции отражается в ортостазе этапной изменчивостью влияний всех составляющих: (кроме VLF) от обратной зависимости в отсутствие до прямой – на пике тренированности. При этом в отсутствие тренированности определяющим в ускорении восстановления является депрессия гуморально-метаболической, при ее развитии – усиление парасимпатической активности.

Таким образом, статические показатели ВРС демонстрируя ограниченность прогноза восстановления в смешанной популяции, определяемого за счет парасимпатической активности клино-, ортостаза (преимущественно), в динамике тренированности усиливают свою значимость вскрываясь гуморально-метаболической и парасимпатической отзывчивостью в отсутствие и в апогее соответственно.

Динамический вегетативное регулирование определяется прямым соответствием урежения ЧСС на участке ПЗ длительности смешанного вегетативного обеспечения нагрузки. Лабильность настоящей закономерности в отсутствие и при формировании, а также ее преимущественно симпатическое обострение в апогее тренированности определяется совершенствованием адаптационных механизмов в динамике.

Сочетание усиления смешанного вегетативного обеспечения восстановительного периода с расширением RR-длительности ПЗ преломляется в динамике парасимпатическим включением лишь в апогее тренированности, обуславливаясь допороговой лабильностью в иные периоды.

4.6.3. Анализ маркера П4н

Формирование выносливости определяется существенным ростом наклона линейного тренда восстановленного из точки окончания нагрузки к временной границе распределения П4. Соответствие увеличения угловой величины П4н ускорению восстановления во всех изучаемых группах обуславливается родственностью изучаемых показателей и единством регуляции, определяющей

ЧСС восстановительного периода (рис. 55, 56).

Умеренная положительная взаимосвязь с перенесенной нагрузкой, МПК, МИВ в сводной и 2 группах, а также их инверсия в группах сравнения определяются, во-первых, влиянием структурного следа адаптации при формировании общей выносливости, когда рост настоящих показателей в нагрузочный период опосредуется быстрым восстановлением; во-вторых – обратной закономерностью, когда незрелая регуляция в отсутствие тренированности и необходимость дополнительных резервов при максимальной нагрузке в апогее тренированности не имеют или растрачивают эти возможности.

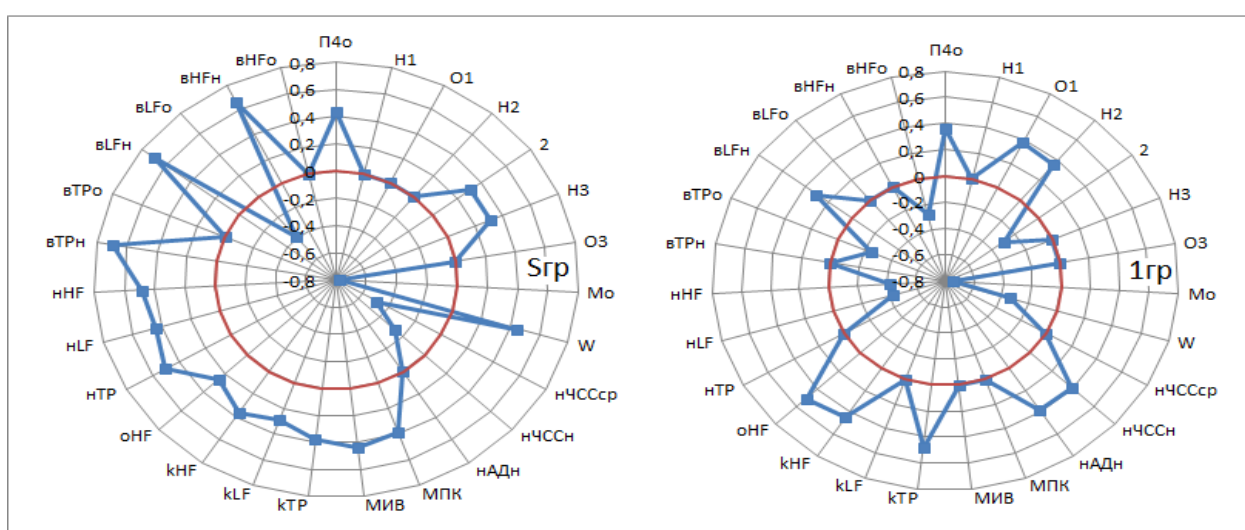


Рис. 55. Корреляционные взаимосвязи маркера П4н в S-популяции и 1 группе

Соответствие высокой скорости восстановления на данном участке снижению нагрузочной ЧСС в сводной группе и на пике тренированности опосредуется единством регуляции СР, когда развитие хронотропного резерва при нагрузке преломляется быстрым восстановительным торможением. При этом периоды отсутствия и формирования тренированности не располагают этим резервом в силу адаптационной несостоятельности и перестройки соответственно.

Умеренная прямая связь, с временными нагрузочными маркерами (Т, П: 1, 2) в смешанной популяции в ущерб динамической нестабильности определяется влиянием различной степени тренированности, когда длительный период нагрузочной регуляции оборачивается ранним его восстановлением.

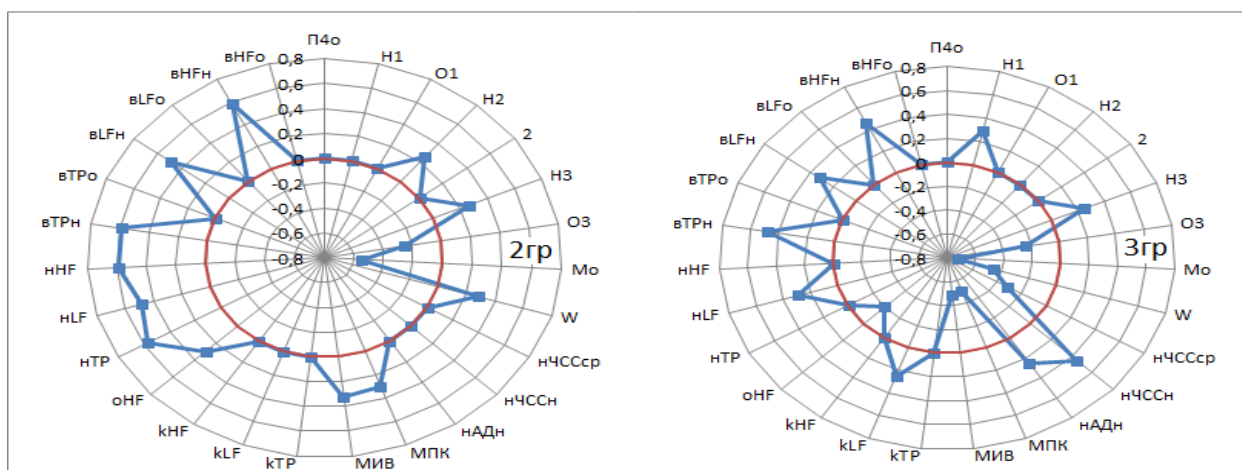


Рис. 56. Корреляционные взаимосвязи маркера П4н во 2 и 3 группе

Минимизация связей в отсутствие и медленное их усиление в апогее тренированности опосредуется совершенствованием регуляции в условиях отсутствия внутригруппового разнообразия.

Обратная связь с временными восстановительными маркерами определяется единством происхождения, когда ускорение восстановления опосредуется ранней реализацией временных восстановительных маркеров. Устойчивость настоящей закономерности во всех изучаемых группах подтверждает ее значимость для всего периода формирования общей выносливости.

Соответствие увеличения кардиоинтервала нагрузочных критериев большей скорости восстановления на участке П4 в сводной группе и на пике тренированности определяется влиянием хронотропного резерва адаптации при этом если в первом случае основой феномена является различная степень тренированности субъектов, то во втором – высокий уровень изучаемого резерва. Лабильность взаимосвязей в группах сравнения определяется нарушением регуляции и ее перестройкой в отсутствие и при формировании тренированности.

Умеренная прямая связь скорости восстановления с симпатопарасимпатической активностью ВРС покоя в смешанной популяции вскрывается депрессией закономерности в динамике тренированности. При этом определяющее значение вегетативной активности в условиях различного уровня индивидуальной тренированности нивелируется в динамике ее однородностью в группах сравнения.

Динамический вегетативное регулирование определяется выраженным

прямым соответствием скорости восстановления П4 длительности вегетативного обеспечения во время нагрузки в смешанной популяции. Максимум настоящей закономерности в период формирования (смешанный контроль) ее инверсия в отсутствие и симпатическое преломление на пике тренированности определяется оптимизацией, несовершенством и истощенностью резервов регуляции соответственно.

Выраженное соответствие скорости восстановления и усиления смешанной вегетативной активности восстановительного периода в сводной группе преломляется в динамике максимальным проявлением во 2, парасимпатической акцентуацией в 3 и депрессией в 1 группах. Данное обстоятельство, определяясь формированием оптимального структурного следа адаптации, в первом и втором случае, опосредуется несовершенством вегетативного обеспечения – во-вторых.

4.6.4. Анализ маркера П4о

В процессе формирования общей выносливости происходит существенное увеличение значения П4о, определяющее, по сути, снижение средней ЧСС восстановления на данном участке.

Увеличение средней длительности кардиоинтервалов на участке П4 определяет не только снижение средней ЧСС восстановительного, но и является результатом урежения нагрузочного ритма, обнаруживая регуляционное сродство показателей (рис. 57, 58).

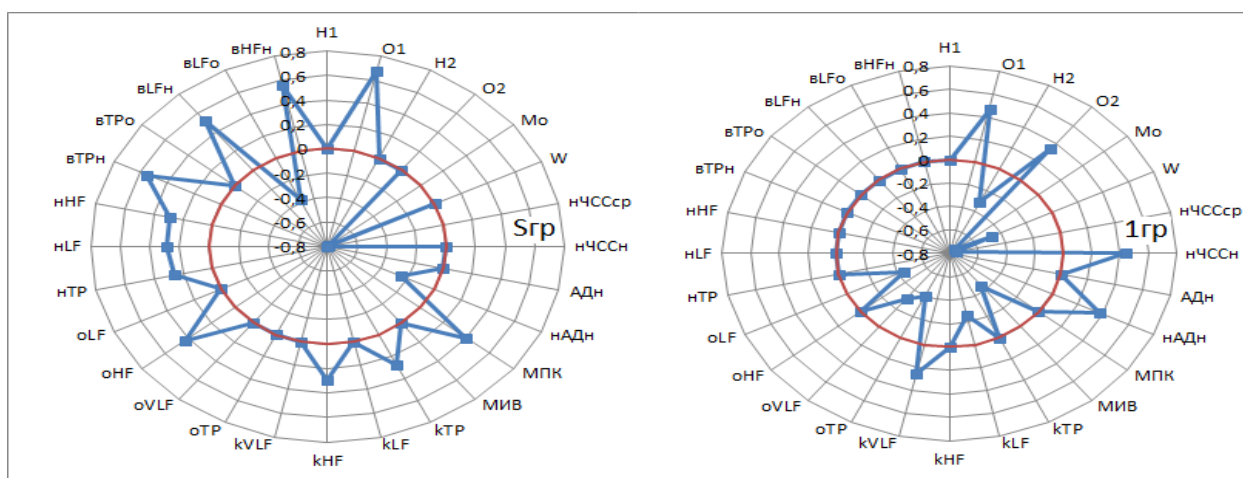


Рис. 57. Корреляционные взаимосвязи маркера П4о в S-популяции и 1 группе

При этом выраженная депрессия кардиоинтервалов участка П4, как

следствие возрастания перенесенной нагрузки – устойчивая в динамике, проявляет необходимость замедления восстановления в условиях группового ограничения общей выносливости. В свою очередь обратная закономерность в смешанной популяции обуславливается влиянием различной степени тренированности входящих в нее субъектов, погранично малый уровень настоящей закономерности опосредуется узкими временными границами изучаемого участка.

Умеренное соответствие роста МПК раннему восстановлению в смешанной популяции, обусловленное влиянием общей выносливости, в процессе ее становления оборачивается пороговой лабильностью, когда обратная взаимосвязь, определяющая адапционную несостоятельность в отсутствие тренированности, вскрывается возрастающей инверсией при формировании и усилении тренированности, однако в условиях групповой стабильности, не достигающей существенных значений.

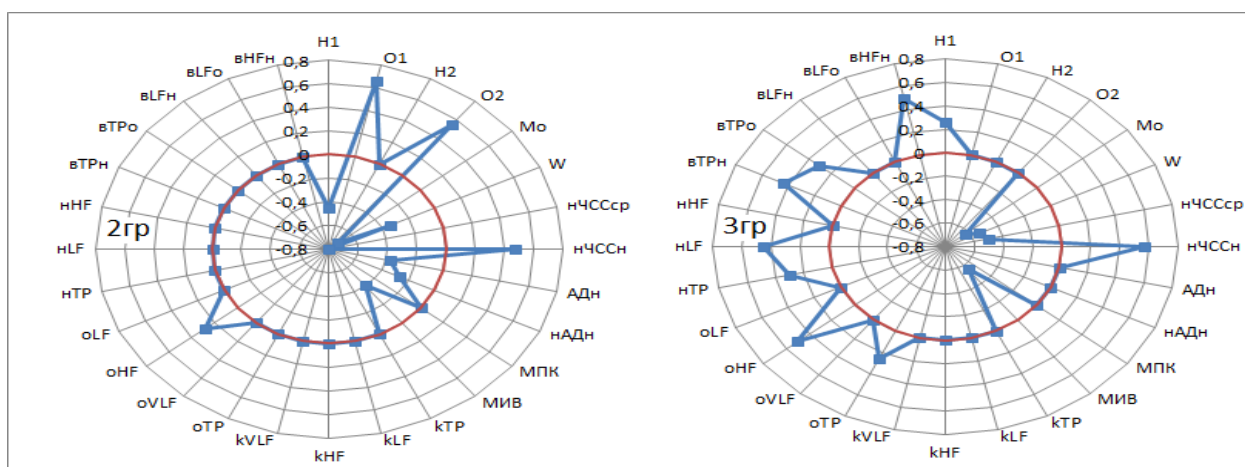


Рис. 58. Корреляционные взаимосвязи маркера П4о во 2 и 3 группе

Умеренная прямая связь, с временными нагрузочными критериями (точкой перегиба, ускользания, экстремумами и их границами) в смешанной популяции определяясь влиянием тренированности, лабиализуется в динамике. При этом обратная закономерность в отсутствие и ее инверсия при формировании общей выносливости опосредуются нарушением и последующем становлением адапционной реактивности, определяющим совершенствование регуляции.

Обратная связь с временными восстановительными критериями определяется закономерностью их ранней регистрации в условиях расширения

среднего значения кардиоинтервалов исследуемого периода. Устойчивость настоящей закономерности преимущественно в смешанной популяции и ее дестабилизация в динамике определяется влиянием тренированности: существенно различимой, во-первых, и ее групповой стабилизацией, во-вторых.

Выраженная прямая связь с интервальными нагрузочными маркерами обуславливается регуляционным единством (хронотропным резервом) определяющим длительность КИ обоих периодов. Снижение закономерности на пике тренированности определяется избыточностью нагрузки против имеющихся резервов, требующей дополнительных резервов восстановления.

Вегетативное регулирование клиностаза опосредует ускорение восстановления на участке П4 преимущественно за счет ортостатической парасимпатической активности как в смешанной популяции так и усиливаясь в динамике тренированности. Не смотря на пороговый уровень иных взаимосвязей, заслуживают внимания динамические изменения, когда в отсутствие тренированности быстрое восстановление определяется меньшей вегетативной активностью, а ее наличие - большей. При этом гуморально-метаболический компонент демонстрирует противоположные тенденции.

Таким образом, статические показатели ВРС определяя ограниченность прогноза восстановления, тем не менее, проявляют тенденции вегетативного становления и детализируют его в динамике тренированности.

Динамический вегетативное регулирование опосредуется соответствием ускорения восстановления длительности смешанного вегетативного обеспечения нагрузки. Лабильность настоящей закономерности при формировании, а также ее преимущественно симпатическое обострение в апогее тренированности определяется совершенствованием адаптационных механизмов.

Сочетание роста смешанной вегетативной активности восстановительного периода с расширением кардиоинтервалов П4 преломляется в динамике парасимпатическим включением лишь в апогее тренированности.

4.7. Вегетативное регулирование СР в процессе формирования смешанной физической выносливости

4.7.1. Регуляция СР в нагрузочный период

Соответствие медленного роста ЧСС нагрузки на участке тренда отдаленной точке минимизации ВРС по всем спектральным потокам в сводной и 2 группах определяется выраженным влиянием вегетативного обеспечения на сердечный ритм (рис. 59). Сохранение настоящей закономерности в 1 группе только для медленной составляющей, а в 3 – фактически для высокочастотной обуславливается в несовершенной и напряженной вегетативной регуляцией соответственно. Причем если для первой группы это проявляется исключительно симпатическим регулированием сердечного ритма, то для 3 – снижением связи по всем спектральным составляющим, что обуславливается не снижением вегетативного обеспечения, а его максимальным включением (исчерпанностью) на фоне максимальной нагрузки.

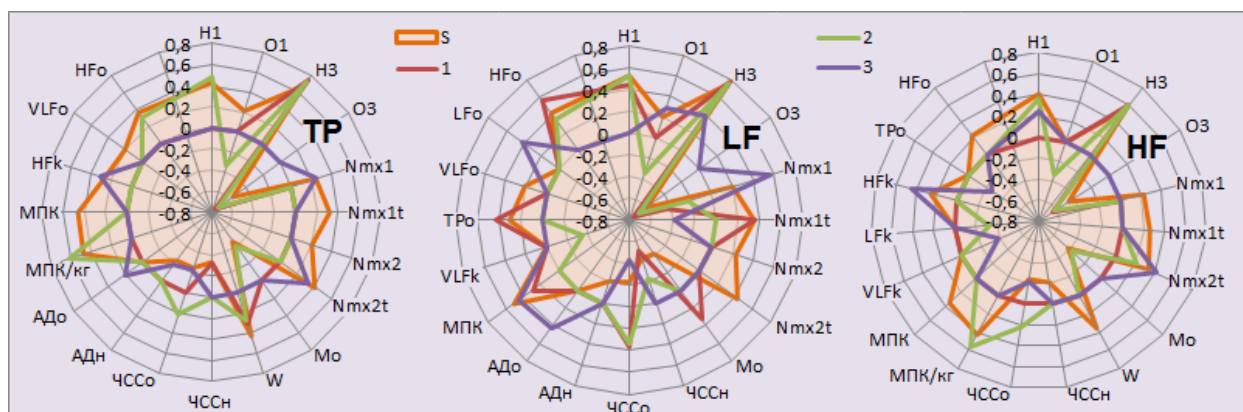


Рис. 59. Корреляционные взаимосвязи маркера нагрузочных спектров СР

Соответствие меньшей ЧСС тренда отдаленной точке деградации спектра в сводной и третьей группе и обратная закономерность в группах сравнения определяется увеличением хронотропного резерва адаптации с усилением тренированности.

Соответствие меньшей скорости роста ЧСС (и непосредственно ЧСС) на участке ОЗ, НЗ поздней точке депрессии ВРС по всем спектральным составляющим определяется существенным вегетативным обеспечением сердечного ритма во всех изучаемых группах. Общее снижение зависимости в 3

группе при сохранении симпатической регуляции обуславливается напряжением вегетативного обеспечения в условиях переносимости максимальных нагрузок.

Существенное превосходство связи ВРС нагрузки и тренда «3» по сравнению с трендом «1» обуславливается, вероятно, оптимальным соответствием данного тренда динамике вегетативного обеспечения.

Умеренная прямая связь с максимумами распределения и временем их наступления в сводной группе определяется соответствием усиления спектральной мощности увеличению интенсивности максимумов и времени их достижения. Причем если связь с интенсивностью максимумов не различима, то – со временем их достижения существенно разнится, определяясь преобладанием 2 максимума. Таким образом, увеличение длительности вегетативного обеспечения в период нагрузки определяется поздним возникновением и более интенсивной выраженностью максимумов распределения. Причем симпатическая активность определяется преобладающей взаимосвязью со временем достижения экстремумов. При этом обе вегетативные ветви обуславливаются доминированием взаимосвязи со 2 максимумом.

Обратная взаимосвязь низкочастотного спектра и выраженности первого максимума в первой группе сопровождается соответствием усиления спектральной мощности позднему наступлению данного экстремума. И определяется в первом случае несимметричностью и распластанностью (низкой плотностью и растянутостью) распределения, во – втором, симпатической регуляцией RR-длительности. Более того, отсутствие существенных связей с остальными компонентами спектра обуславливает исключительность симпатической регуляции.

Снижение взаимосвязи низкочастотной составляющей и усиление высокочастотного участия в формировании спектра распределения характеризует 2-ю группу и обуславливает подключение в ней парасимпатического обеспечения.

Прямое соответствие спектральной активности всех областей границам экстремумов, свидетельствует в пользу полноценного вегетативного обеспечения в третьей группе. Причем, повышение симпатической активности увеличивает

плотность и уменьшает длительность первого максимума, в то время как активация парасимпатической – увеличивает длительность и выраженность второго. Таким образом, в ряду увеличения тренированности происходит оптимизация вегетативного обеспечения, который развивается от исключительно симпатического участия в первой до парасимпатического подключения во второй и выраженной активности обеих ветвей в третьей группе. Причем, в последней, симпатические и парасимпатические влияния разнесены по времени и оказывают воздействие на принципиально различные области распределения RR-длительностей. Кроме того, усиление симпатических влияний отзывается уплотнением и укорочением первого максимума, в то время как парасимпатический контроль увеличивает длительность второго экстремума.

Соответствие в сводной и 2 группе удаленной точки депрессии ВРС (по всем спектральным составляющим) быстрому восстановлению, определяется выраженной связью вегетативного обеспечения нагрузки и длительности восстановления. В условиях развития выносливости наличие обратной закономерности для низкочастотного спектра в 1 группе обуславливается несовершенством вегетативного обеспечения, проявляющегося симпатическим дисбалансом, отсутствие связей в 3 группе – напряжением регуляции в условиях максимизации нагрузок. Кроме того, наряду с усилением и расширением вегетативного обеспечения во второй группе обращает на себя внимание преобладание связи с высокочастотным спектром, что определяет преимущество парасимпатического обеспечения.

Соответствие большей нагрузки отдаленной точке минимизации ВРС в сводной группе обуславливается выраженным влиянием вегетативной регуляции на физическую работоспособность, особенность которого проявляется симпатическим доминированием. Отсутствие существенных закономерностей в ряду увеличения тренированности вероятно связано с внутригрупповой неустойчивостью сравниваемых показателей. Причем если в 1 группе существенные (исключительно) симпатические влияния являются следствием несовершенства регуляции, то инверсия связей в 3 группе – реакцией

вегетативного перенапряжения на максимум нагрузки, пограничные связи во 2 группе обуславливаются, вероятно, формированием нового структурного следа адаптации, проявляющегося в общей популяции полноценным вегетативным регулированием работоспособности.

Обусловленность меньшей нагрузочной ЧСС и скорости ее роста удаленной точке депрессии ВРС определяется существенным участием вегетативной регуляции в модуляции синусного узла. Причем если средние значения ЧСС определяются фактически равным симпато-парасимпатическим регулированием, то скорость изменения частоты, определяемая наклоном линейной регрессии, имеет преимущественно симпатическое регулирование. В ряду увеличения тренированности несовершенство регуляции проявляется в первой и второй группах инверсией связи с низкочастотным спектром, когда ближней точке депрессии LF соответствует меньшая ЧСС. В условиях сохранения обратной взаимосвязи с «наклоном» (скоростью изменчивости частоты), данное обстоятельство, вероятно связано с минимальным уровнем хронотропного резерва, при котором увеличение ЧСС существенно превышает регуляционные резервы ВНС. В условиях развитой тренированности наблюдается обратная закономерность, когда вегетативное регулирование имеет точкой приложения не скорость изменения, а непосредственно ЧСС, причем ее регуляция осуществляется всем адаптационным спектром.

Опосредованность удаленной точки минимизации ВРС более низким АД и скоростью его роста в сводной группе, определяется преимущественно симпатическим участием. В период отсутствия и формирования тренированности существенные закономерности не определяются, что вероятно связано с несовершенством регуляции и выработыванием нового структурного следа адаптации соответственно. Причиной этого явления кроется в формировании инотропного резерва, когда повышение тренированности приводит к снижению среднего АД, а повышение нагрузки к обратному эффекту. Активное влияние вегетативной регуляции в 3 группе определяется более выраженным симпатическим и парасимпатическим участием. Причем, если удаленная

депрессия симпатки снижает АД, то подобный эффект парасимпатки его увеличивает. Вероятно, последнее обстоятельство связано с максимальными нагрузками, когда организм вынужден использовать все адаптационные резервы.

Соответствие большего МПК поздней точке минимизации ВРС обуславливается выраженным участием всех составляющих вегетативного обеспечения в регуляции энергообеспечения. Причем данный эффект достигает апогея уже в период формирования тренированности. Исключительно симпатический контроль потребления кислорода в 1 и 3 группах определяется, вероятно, стресс реакцией, порожденной несовершенством регуляции и мобилизацией резервов для преодоления максимальных нагрузок соответственно.

Обусловленность поздней депрессии ВРС возрастающей мощностью высокочастотного спектра клиностаза выявляет в сводной группе парасимпатический контроль как единственный потенциальный маркер нагрузочной толерантности. Причем обоюдная инертность спектров в отсутствие тренированности, сменяется симпатическим маркером в период формирования и парасимпатическим в апогее тренированности. Кроме того, обращает на себя внимание обратная зависимость симпатического и прямая - парасимпатического маркера. Существенную обратную связь во 2 и 3 группах демонстрирует также и гуморально-метаболический компонент. Иными словами, проявителями (определителями) потенциальной нагрузочной толерантности в период клиностаза будут возрастание парасимпатической (3 группа), снижение симпатической (2 группа) и гуморально-метаболической активности (2, 3 группы).

Соответствие поздней депрессии ВРС усилению общей и высокочастотной активности ортостаза определяют общую спектральную мощность и парасимпатический контроль в сводной группе как потенциальные маркеры нагрузочной толерантности и регуляции. Те же закономерности сохраняются и в отсутствие тренированности. Развитая тренированность и период ее формирования характеризуются соответственно симпатическим и парасимпатическим доминированием.

Анализ спектральной мощности ВРС покоя и его динамики в нагрузочный

период позволяет выявить следующие закономерности:

1. Маркером вегетативного обеспечения нагрузочной толерантности в период клиностаза является парасимпатическая активность. В динамическом ряду тренированности отсутствие маркеров в первой, вскрывается симпатической и гуморально-метаболической депрессией во второй и парасимпатическим доминированием в третьей группах.

2. Ортостатическими маркерами являются: общая спектральная мощность и парасимпатический контроль в сводной и первой группах, симпатическое и парасимпатическое доминирование соответственно в третьей и второй.

Таким образом, наличие связи спектра ВРС покоя с одноименной нагрузочной динамикой свидетельствует о возможности предположения вегетативного обеспечения нагрузочного периода по показателям клино-ортостаза, однако существенные различия закономерностей возникающие в связи с индивидуальным уровнем тренированности (выносливости) субъектов подвергают сомнению корректность экстраполяции. В то же время, работа с однородными группами позволяет улучшить их качество.

4.7.2. Регуляция СР в период восстановления

Взаимосвязь скоростей изменчивости ЧСС (1 и 2 трендов) и усиления вегетативного обеспечения в период восстановления определяется соответствием меньшей скорости роста ЧСС трендов быстрому восстановлению вегетативной регуляции (рис. 60, 61). Закономерность подтверждается и соответствием абсолютных значений ЧСС трендов (показатель функции «отрезок»), когда меньшая средняя ЧСС тренда обуславливает быстрое восстановление регуляции. При этом дезрегуляция в период детренированности сменяется существенным усилением вегетативного обеспечения в период формирования тренированности. Депрессия закономерности в 3 группе определяется стресс-реакцией возникающей в результате нагрузочного апогея. Кроме того, если в сводной и второй группах нагрузочные тренды определяют фактически равный симпатопарасимпатический баланс восстановления, то в 3 группе он существенно смещается в сторону парасимпатической регуляции.

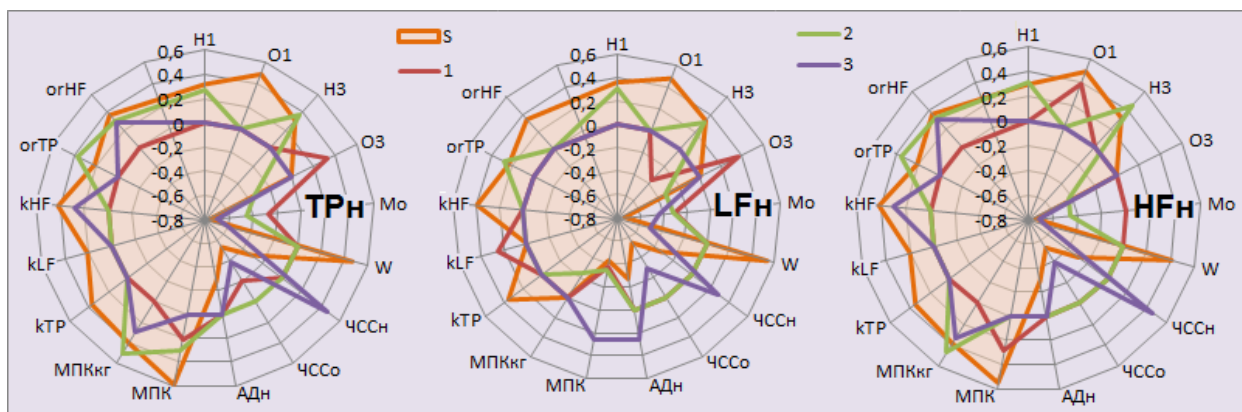


Рис. 60. Корреляционные взаимосвязи спектров СР восстановительного периода

Раннее возникновение первого максимума определяется высокой скоростью восстановления и доминированием среднего значения общей спектральной мощности и ее составляющих. Усиление закономерности в динамике тренированности обуславливается мобилизацией вегетативного обеспечения в ее апогее. Обращает на себя внимание динамика лидерства регуляции СР от симпатического доминирования в отсутствии и формировании тренированности до парасимпатической инверсии на пике. При этом связь спектра восстановления с интенсивностью настоящего экстремума минимальна (рис. 62, 63).

Определение второго максимума обуславливается той же динамикой спектра восстановления, однако выраженность связей существенно проигрывает таковым первого. При этом устойчивого вегетативного доминирования в динамике тренированности не определяется, обнаруживаясь минимальной активностью в отсутствие, смешанной при формировании и парасимпатической на пике тренированности. Причем выявленная в последнем случае обратная связь определяется выраженным тормозным влиянием вагуса. Отсутствие настоящей закономерности в группах сравнения компенсируется прямой симпатической заинтересованностью, когда снижение мощности последней приводит к увеличению скорости восстановления. Вероятно, сохранение настоящей закономерности на пике тренированности с добавлением вагусного торможения является новым адаптационным механизмом, выработанным в процессе формирования выносливости.

Обращают на себя внимание и четкие взаимоотношения с интенсивностью

данного экстремума, когда большая скорость и среднее значение спектра определяют его усиление.

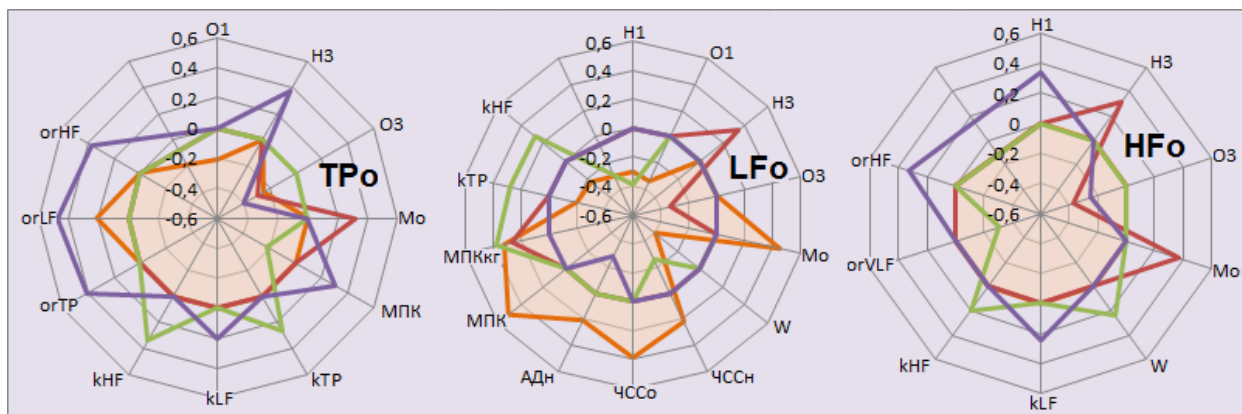


Рис. 61. Корреляционные связи спектров СР восстановительного периода

Интенсивность первого максимума фактически не имеет существенных связей с показателями variability клино-ортостаза, однако их поступательная (существенная) изменчивость в ряду усиления тренированности определяется, вероятно, принципиальными различиями в формировании этих взаимоотношений. Данной обстоятельство находит свое подтверждение при анализе времени регистрации настоящего экстремума, когда большая спектральная мощность клиностаза определяется ранним возникновением максимума. При этом связь с общей мощностью спектра определяется преимущественно быстрой и частично низкочастотной составляющей. Малая выраженность изучаемых закономерностей определяется инверсией связей в динамике тренированности, когда ее высокий уровень – приводит формированию, а минимальный к депрессии вегетативной регуляции.

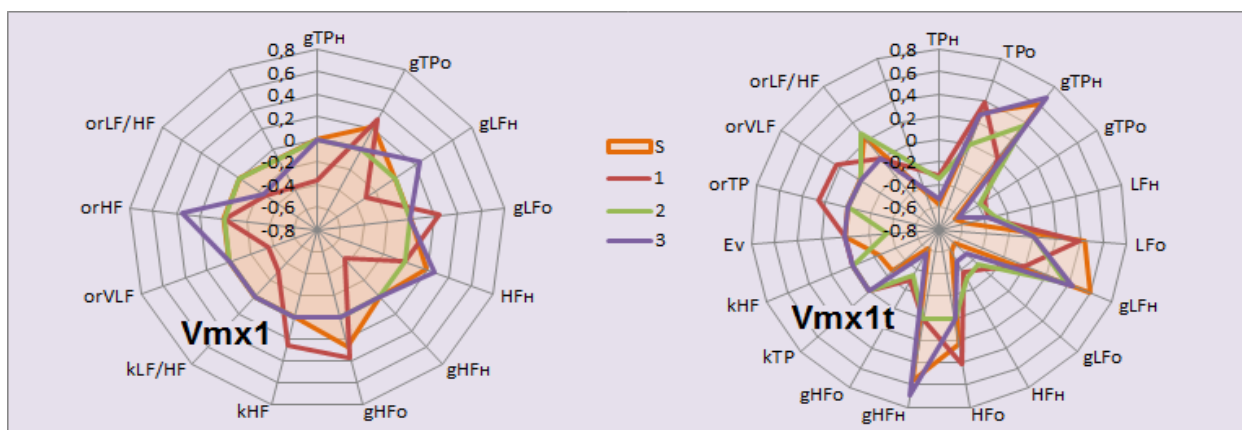


Рис. 62. Корреляционные взаимосвязи маркера Vmx1

Насыщенность второго максимума определяется усилением спектра ВРС

клино- и ортостаза преимущественно за счет высокочастотной составляющей. При этом в динамике тренированности прослеживается усиление данной закономерности.

Время наступления данного экстремума также определяется спектром ВРС, когда возрастание преимущественно высокочастотной активности обуславливает его раннее возникновение. Причем данная закономерность деградирует в динамике тренированности в клиностазе и устойчива – в ортостазе. В последнем случае, кроме того, усиливается и низкочастотная активность. При этом клиностатическая депрессия, вероятно, объясняется предельностью резерва миграции экстремума в апогее тренированности, а ортостатическая стабильность – устойчивостью парасимпатического обеспечения.

Выраженная обусловленность изменчивости ЧСС и вегетативного обеспечения восстановления определяется соответствием снижения частоты усилению вегетативной регуляции. Причем, если в сводной группе имеет место равный вегетативный баланс, то в ряду формирования тренированности он принципиально различен: от преимущественно симпатического обеспечения в первой, смены лидера – во второй и выраженного парасимпатического доминирования – в третьей группах. Взаимосвязи Vmx1 с показателями ВРС ортостаза – минимальны.

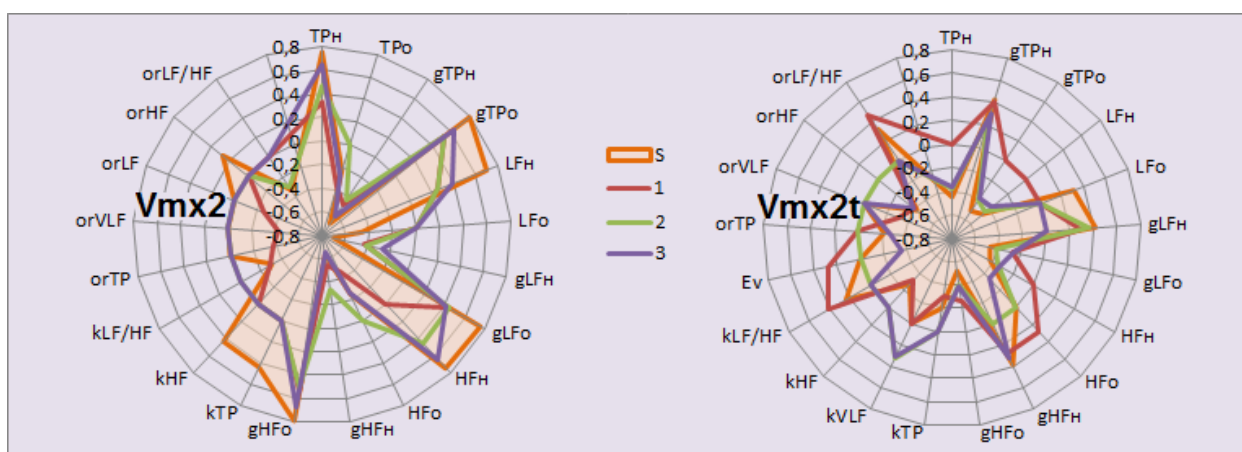


Рис. 63. Корреляционные взаимосвязи маркера Vmx2

Прямое соответствие спектральной активности восстановления мощности перенесенной нагрузки обуславливается вероятной зависимостью последней от вегетативного обеспечения, когда высокая скорость развития данного процесса

позволяет осуществить большой объем работы. Депрессия закономерности в ряду увеличения тренированности и ее инверсия в 3 группе определяется необходимостью дополнительных резервов восстановления при максимальной толерантности (существенном усилении переносимой нагрузки). Те же закономерности, но меньшей выраженности характеризуют средние значения спектральной мощности (определяемые функцией «отрезок»). Кроме того, баланс вегетативных составляющих имеет определенные группоспецифические особенности, которые в сводной группе определяются выраженным симпатопарасимпатическим регулированием с симпатическим преимуществом, в первой – минимальным обоюдным участием, во второй – пограничным (по значимости) исключительно парасимпатическим регулированием, ярко выраженным двусторонним балансом с парасимпатическим доминированием – в третьей.

Соответствие нагрузочной ЧСС и скорости ее роста усилению адаптационного спектра периода восстановления определяется вероятной обусловленностью изменчивости ЧСС вегетативной активности, когда меньшая хронотропная лабильность нагрузочного периода определяется ранним вегетативным обеспечением восстановления. Причем размытие закономерностей в отсутствие тренированности и появление симпатической заинтересованности при ее формировании определяется несовершенством адаптационных процессов и выработыванием структурного следа адаптации соответственно. Максимум адаптационного контроля с выраженным парасимпатическим доминированием в 3 группе определяет апогей тренированности, при этом инверсия связи скорости усиления регуляции и ЧСС обуславливается максимальной нагрузочной толерантностью и не отменяет основной закономерности соответствия меньшей средней ЧСС нагрузки раннему восстановлению вегетативного обеспечения.

Соответствие лабильности нагрузочного АД мощности адаптационного спектра восстановительного периода, определяется вероятным влиянием активности вегетативной регуляции на формирование инотропного резерва адаптации, когда раннее вегетативное регулирование восстановления обуславливается меньшей скоростью роста АД при нагрузке. При этом,

фактически равный вегетативный баланс в сводной группе, сменяется преимущественно парасимпатическим и симпатическим преобладанием соответственно в период формирования и достижения тренированности.

Соответствие большего МПК быстрому возрождению спектра ВРС обуславливается опосредованным участием всех составляющих вегетативного обеспечения восстановления в регуляции энергообеспечения нагрузки. Причем рост потребления кислорода определяется усилением парасимпатических и ослаблением симпатических влияний на сердечный ритм в период восстановления. Динамика выявленных закономерностей в ряду усиления тренированности обнаруживается преимущественно симпатическим обеспечением в первой, обоюдным – во второй, и главным образом, парасимпатическим – в третьей группе. Инверсия симпатических влияний в период наивысшей тренированности определяется вероятно стресс реакцией при максимальных нагрузках.

Обусловленность раннего появления ВРС (восстановления) спектральными характеристиками клиностаза вскрывает в сводной группе вегетативный баланс с парасимпатическим доминированием как потенциальный маркер восстановления. При этом минимальная симпатическая заинтересованность клиностаза в отсутствие тренированности, сменяется симпато-парасимпатическим участием в период формирования и парасимпатическим в апогее тренированности.

Таким образом, клиностатическими проявителями (определителями) потенциала восстановительного периода в смешанной популяции – будет увеличение парасимпатической активности, а в ряду усиления тренированности – возрастание симпатических, обоюдных и парасимпатических проявлений.

Соответствие раннего появления ВРС спектральным характеристикам ортостаза определяет в сводной группе разносторонний адаптационный пейзаж с выраженным парасимпатическим доминированием.

Минимизация связей в отсутствие тренированности их появление при формировании и усиление в апогее тренированности определяют общую спектральную мощность и парасимпатический (симпато-парасимпатический в 3

группе) контроль как потенциальные маркеры нагрузочной толерантности и регуляции.

Анализ спектральной мощности ВРС покоя и его динамики при восстановлении позволяет выявить следующие закономерности:

1. Клиностатическими проявителями (определителями) потенциала восстановительного периода будет увеличение симпато-парасимпатической активности, а в ряду усиления тренированности – возрастание симпатических, симпато-парасимпатических и парасимпатических проявлений (1 – 3 гр.) соответственно.

2. Ортостатическими показателями определяющими вегетативную регуляцию восстановления является парасимпатическая активность и общая спектральная мощность. Причем в ряду увеличения тренированности минимизация закономерностей в отсутствие последней сменяется включением общей спектральной мощности и парасимпатической заинтересованности во 2 и добавлением симпатической активности в 3 группе.

Таким образом, наличие связи спектра ВРС покоя с одноименной динамикой восстановления свидетельствует о вероятной возможности предположения (предсказания, предвидения) вариантов вегетативного обеспечения восстановительного периода по показателям клино-ортостаза, однако большой разброс и существенная разнородность общей выборки заметно снижает вероятность правильных выводов. Тем не менее, работа с однородными группами (развивающими выносливость) при изучении здоровья здоровых позволяет уменьшить вероятность ошибки.

4.8. Вегетативная регуляция и контроль нарушений СР в динамике нагрузочной толерантности

В процессе проведения стресс-тестов в группах практически здоровой молодежи, мы столкнулись с манифестацией преходящих нарушений СР, отсутствующих в покое и имеющих характерные особенности в нагрузочный и восстановительный периоды. Поиск взаимосвязей выявленных нарушений с

внешними причинами выявил их отсутствие с мощностью перенесенной нагрузки, средней и максимальной ЧСС. При этом анализ проводился как в бинарной форме (есть/нет), так и количественно – по числу возникших эпизодов нарушений ритма. Предположительно основой нарушений СР может быть его вегетативное регулирование.

По материалам настоящего исследования известно, что объективная классификация смешанной популяции вскрыла ее неоднородность (табл. 71, 72), при которой нагрузочная толерантность, длительность и интенсивность (диапазон изменчивости и уровень) вегетативного обеспечения возрастают в ряду 1 – 3, достигая максимума в 3 кластере.

Таблица 71

Нагрузочная толерантность и вегетативные маркеры КРГ

Группа* / Спектр		W (Ватт)	T2t (сек.)	nLFn	nLFo	nHFn	nHFo
S	Пц25	150,0	203,6	-10,74	8,66	-18,98	12,15
	Пц50	210,0	264,8	-5,00	23,34	-6,62	36,90
	Пц75	240,0	335,5	-1,83	47,28	-2,53	82,71
1	Пц25	90,0	144,5	-6,49	4,54	-12,04	6,45
	Пц50	120,0	200,2	-2,49	9,94	-3,85	18,00
	Пц75	150,0	231,2	-1,01	23,67	-0,95	42,01
2	Пц25	180,0	202,7	-10,53	7,85	-16,85	12,01
	Пц50	195,0	252,4	-4,06	16,78	-4,74	27,18
	Пц75	230,0	307,3	-1,67	36,10	-1,87	64,71
3	Пц25	235,0	323,3	-12,43	20,78	-30,07	38,23
	Пц50	240,0	356,4	-7,71	32,28	-10,56	67,40
	Пц75	270,0	413,8	-4,49	53,90	-5,20	163,88
Mann-Whitney**				1:2		1:2	1:2

Примечания: * – различия по критерию множественных сравнений Kruskal-Wallis существенны ($p < 0.05$); ** – различия по критерию парных сравнений Mann-Whitney существенны ($p < 0.05$), цифры (1, 2) указывают на отсутствие различий в парах

Полученные результаты позволяют выделить выносливость как основную черту кластерных различий. При этом усиление вегетативного обеспечения с ростом нагрузочной толерантности (W) обеспечивается как увеличением длительности (T, tLF, tHF), расширением диапазона (LFn, HFn), так и возрастанием значения его симпатической и парасимпатической составляющих (LFo, HFo) при неизменном доминировании последней (HF). Кроме того, известно, что тренировка аэробно-анаэробной выносливости расширяет адаптационные возможности организма, определяя их не только увеличением

специфической нагрузочной толерантности, но и существенно облегчая приспособление к принципиально иным жизнеугрожающим факторам, предупреждая возникновение летальных аритмий.

В этой связи вегетативная регуляция нагрузочной толерантности, предшествуя ее фенотипическому воплощению – фактор, предопределяющий адаптационные возможности организма. Иными словами активизация вегетативного обеспечения: увеличение длительности, активности и парасимпатического доминирования определяет развитие нагрузочной толерантности и вероятно препятствует развитию жизнеугрожающих аритмий.

Таблица 72

Основные маркеры вегетативной регуляции (в виде Me (25Пц-75Пц))

Группы	Нагрузочный период*			Восстановительный период*		
	TPo	LFo	HFo	TPв	LFв	HFв
S	4,35 (3,62-5,14)	3,93 (3,50-4,61)	4,51 (3,89-5,73)	17,65 (5,31-50,36)	6,83 (2,16-20,28)	11,69 (3,49-36,24)
3	3,69 (3,49-4,02)	3,43 (3,37-3,82)	4,03 (3,69-4,50)	4,00 (1,94-9,52)	1,59 (0,86-4,10)	2,22 (0,84-6,06)
2	4,36 (3,60-5,26)	3,99 (3,50-4,68)	4,53 (3,84-6,03)	15,06 (6,30-26,28)	6,09 (2,88-9,40)	9,09 (3,92-16,37)
1	4,96 (4,31-5,97)	4,24 (3,88-5,01)	5,09** (4,29-6,49)	75,56 (30,04-150,35)	29,13 (14,45-46,75)	52,74 (13,92-113,51)

Примечания: * Критерий Kruskal-Wallis определяет статистическую существенность различий всех маркеров; ** Различия между 1 и 2 группами по критерию Mann-Whitney на границе существенности ($p=0.05$)

Нагрузочный период

Описание нарушений СР: одиночные экстрасистолические комплексы (чаще) наджелудочкового происхождения на высоте нагрузки.

Выявленные нарушения СР обуславливаются определенной закономерностью: при минимальной длительности вегетативного обеспечения (1 кластер) нарушения СР встречается с частотой 36%, при умеренной (2 кластер) – 21%, при максимальной – 8%. Наличие экстрасистолии в 1 – 3 кластерах определено связано с критерием T2t ($r_{1-3} = -0.77, -0.61, -0.41; p<0.05$), низкочастотной – LF ($r_{1-3} = -0.53, -0.52, -0.36; p<0.05$) и высокочастотной – HF ($r_{1-3} = -0.37, -0.47, -0.49; p<0.05$) динамикой.

Высокий уровень обратной корреляционной взаимосвязи между наличием экстрасистолии и критерием – T, определяющим выраженность вегетативного

обеспечения, указывает на участие последнего в патофизиологии нарушений сердечного ритма. Проявление экстрасистолии в условиях ранней симпатопарасимпатической депрессии полностью подтверждает нашу гипотезу о влиянии вегетативной активности на формирование аритмии. При этом преобладание симпатических влияний в 1 группе, уравновешенных парасимпатикой во 2 и доминирование последней в 3 группе определяет принципиальные различия вегетативных основ дезрегуляции СР.

Уровень и динамика регуляционного порога экстрасистолии по среднему значению критерия T и его доверительному интервалу от 123,04 (119,18 – 127,89) секунд в первом до 135,71 (128,79 – 142,64) – во втором и 233,53 (228,74 – 238,32) – в третьем кластере соответствуют их минимальному квартильному уровню и свидетельствуют о возрастании устойчивости СР к экстракардиальным влияниям в условиях формирования выносливости. При этом уменьшается вероятность манифестации аритмии, количество эпизодов, увеличивается время до ее возникновения и мощность потенциально опасной нагрузки.

Период восстановления

Описание выявленных нарушений СР: наличие 1 – 3 групп состоящих из 5 – 7 чередующихся удлинённых и укороченных кардиоинтервалов с последующим возвратом к исходному уровню длительности на фоне низкой динамики восстановления.

По материалам настоящего исследования вегетативные влияния восстановительного периода, определяющие урежение СР, в процессе формирования выносливости, обеспечиваются усилением как симпатической, так и парасимпатической ответственности, при этом последняя имеет решающее значение. При этом настоящая манифестация нарушений СР внутри групп снижается с увеличением скорости восстановления и усилением вегетативного обеспечения. В свою очередь наличие нарушений проводимости в 1 – 3 кластерах определено связано со скоростью восстановления ($r_{1-3} = 0.74, 0.7, 0.62; p < 0.05$), низкочастотной – LF ($r_{1-3} = -0.48, -0.29, -0.37; p < 0.05$) и высокочастотной – HF ($r_{1-3} = -0.38, -0.15, -0.25; p < 0.05$) динамикой. Соответственное увеличение количества

нарушений проводимости падению скорости восстановления ЧСС свидетельствует об участии регуляции СР в оптимизации восстановления.

Проявление нарушений ритма при низком уровне симпатического и парасимпатического обеспечения подтверждает этот вывод. Кластерный уровень фактически не меняет выявленной закономерности. Незначительное снижение корреляционных взаимосвязей (2, 3 кластер) определяется возрастающей ролью нагрузочного компонента, требующего дополнительных резервов восстановления. При этом связь нарушений СР с перенесенной нагрузкой существенно возрастает лишь в 3 кластере (0.14, 0.01, 0.64 соответственно).

Уровень и динамика регуляционного порога нарушений СР по значению критериев математической модели КРГ (табл. 73), определяющих скорость восстановления соответствуют их минимальному квартильному уровню (в кластере) и свидетельствуют о возрастании устойчивости СР к экстракардиальным влияниям в условиях формирования выносливости. При этом вероятность манифестации аритмии уменьшается с увеличением скорости и соответствующем снижении средней ЧСС восстановительного периода. Однако при детальном изучении проявлений настоящего феномена обращают на себя внимание некоторые особенности. Так, частота его встречаемости в кластерах определяется неожиданной закономерностью. При минимальной длительности вегетативного обеспечения (1 кластер) нарушения СР встречается с частотой 3%, при умеренной (2 кластер) – 2%, при максимальной – 6%.

Вероятно, возрастание частоты феномена (в 3 группе) в условиях развитой выносливости, определяется существенно большей реализацией причин препятствующих воплощению его физиологической основы – сигнала включающего (требующего) хронотропное торможение. В динамике формирования выносливости на наш взгляд это выглядит следующим образом. Хаотичность изменчивости КРГ, определяющая неэффективность, каких бы то ни было регулирующих сигналов – в 1 кластере, обуславливается минимумом вегетативных свобод приводящих к общей дезрегуляции восстановления. При этом достигаемый физический максимум в тесте не может существенно

преобладать над регуляционными возможностями организма. Данное обстоятельство – достижения паритета между незначительной мощностью нагрузки и ее вегетативным обеспечением и определяет небольшую частоту нарушения проводимости лишь в связи с его неустойчивостью (паритета).

В свою очередь игнорирование регуляционными системами сигнала к торможению в период формирования и апогея выносливости свидетельствует об адапционном десинхронозе, проявляющем поломку приспособительных механизмов. Данное обстоятельство, вероятно, определяется несоответствием переносимого нагрузочного максимума (развитого в процессе тренировочной работы и существенно превышающего в абсолютных цифрах уровень 1 кластера) регуляционным возможностям адапционных систем организма на момент тестирования. Иными словами, когда силовые (мышечные) возможности опережают таковые в вегетативном обеспечении. Последнее, как правило, связано с нарушением нагрузочно-восстановительного баланса в процессе тренировочной работы. А в 3 кластере с систематической перегрузкой спортсмена, препятствующей улучшению спортивного результата, в виду систематического недовосстановления.

Таблица 73

Критерии КРГ при экстрасистолии восстановительного периода

Критерий модели	Кластеры					
	1		2		3	
	СЗ	ДИ	СЗ	ДИ	СЗ	ДИ
МК1	82.11	74.2 – 90.0	85.87	82.4 – 89.3	94.10	90.8 – 97.4
МК2	114.32	111.4 – 117.2	105.1	101.1 – 109.1	81.34	78.5 – 84.2

Примечание: СЗ – среднее значение; ДИ – доверительный интервал

В целом и нагрузочные и восстановительные нарушения ритма в кластерных группах имеют принципиально различную основу. В 1 группе – это тотальная вегетативная недостаточность, при которой физическая нагрузка, даже на уровне ДОО, вызывает адапционное перенапряжение, проявляющееся дистрофией миокарда, клеток водителя ритма и проводящей системы требующее метаболических резервов, отсутствующих у организма на данный момент.

Во второй группе в нагрузочный период относительная вегетативная

недостаточность провоцируется несоответствием преодолеваемой физической нагрузки, имеющимся резервам, но в отличие от первой группы ее мощность существенно превышает ДОО (и уровень первой группы). Пограничная, но статистически существенная прямая связь между нагрузочной мощностью и наличием экстрасистолии (0.38, $p < 0.05$) в данной группе; выявленное в индивидуальной динамике (в группе шесть зависимых пар – КРГ полуторамесячной динамики), а затем и в установочном эксперименте (трехдневная динамика в 4 парах) отсутствие эпизодов нарушения ритма при снижении на 1 ступень от максимума нагрузочной мощности, свидетельствуют о перегрузочном характере экстрасистолии.

Причинами срыва СР в данной ситуации является феномен «наведенного гетерохронизма»: временного несоответствия регуляционно-приспособительных (адаптационных) возможностей (в том числе ВНС) мышечной переносимости ФН. Возникая у начинающих спортсменов, а также в связи с ранним вхождением в тренировочный график после болезни, иного нагрузочно-временного десинхроноза (длительного перерыва и проч.), проявляясь в том числе батмо-, дромotropной эмансипацией миокарда он чаще всего связан с нарушением медико-педагогического контроля дозирования физической нагрузки.

Перегрузочный генез выраженного снижения скорости восстановления знаменующегося нарушением СР во 2 кластере выявляется в условиях длительных динамических наблюдений. При этом устойчивость феномена в повторном тестировании (при снижении нагрузки на одну ступень), его отсутствие в период тренировочных макроциклов существенно меньших по объему нагрузки (например, до и после перехода от одноразовых к двухразовым тренировкам в день) является подтверждением настоящего довода.

Переносимость околопредельных нагрузок в третьей группе, существенно превышающих ДОО и показатели кластеров сравнения, лишь на первый взгляд не позволяют говорить о вегетативной недостаточности нагрузочного периода, которая, тем не менее, развивается по несколько иному сценарию (подтвержденному экспериментально) нежели чем во второй группе. Обратная

связь между мощностью нагрузки и вегетативным регулированием (-0.25 ; $p=0.07$), не смотря на статистическую неполноценность свидетельствует, о том что меньшая нагрузка чаще является причиной аритмии. Индивидуальная динамика 7 зависимых пар подтвердило эту закономерность: в 4 случаях из 7 нарушения СР возникали при меньшей (чем в парном исследовании) нагрузке. Данные обстоятельства, а также торпидность эпизодов нарушения ритма при снижении на 1 ступень от максимума нагрузочной мощности при анализе экспериментальных пар (3 из 5), вскрывают напряженность адаптационных процессов, причина которых опосредуется реакцией организма на систематические перегрузки – перетренированностью. В свою очередь метаболические нарушения миокарда, являющиеся ее следствием, знаменуются эмансипацией подавленной в норме функции автоматизма низлежащих отделов проводящей системы.

Регуляция и ритмогенез восстановительного периода в 3 кластере во многом определяется высоким уровнем перенесенной нагрузки. При этом и снижение скорости восстановления и появление аритмических комплексов – последовательные результаты систематической тренировочной перегрузки. В свою очередь наличие одного или нескольких удлиненных кардиоинтервалов регламентирующих сигнал на урежение ритма с последующим возвратом к исходному уровню длительности (при минимальной восстановительной динамике RR-интервалов) – результат не вегетативного безучастия, а неспособности водителя ритма подчиниться экстракардиальным регуляционным влияниям. Снижение мощности нагрузки на одну ступень в установочном эксперименте, как правило, не приводит к увеличению скорости восстановления и не препятствует аритмическим проявлениям. Между тем наблюдение в динамике, выявляет выраженное ускорение восстановления без аритмических маркеров в периоды существенного снижения тренировочных нагрузок. Данные обстоятельства свидетельствуют не только об устойчивости феномена, но и его перегрузочном происхождении.

При этом систематическое нарушение медико-педагогического контроля дозирования физической нагрузки в процессе подготовки спортсмена является,

пожалуй, единственной причиной сложившейся ситуации.

Таким образом, во всех изучаемых кластерах причиной описанных нарушений ритма является вегетативный дисбаланс. Однако если в первой группе он определяется изначальной регуляторно-адаптационной недостаточностью, вызванной привычной гиподинамией, то во 2 и 3 – речь идет о первичной физической перегрузке потребовавшей от организма больших приспособительных возможностей, чем он располагает, явившейся следствием ее неправильного дозирования. При этом если в 1 группе нарушения СР имеют, по сути, случайный характер, в связи с невозможностью *de facto* достижения существенной физической перегрузки, а во второй – в нагрузочный период являются преходящими – обратимыми, то выраженная торпидность нарушений в 3-м кластере (а в период восстановления во 2 и 3) опосредуется глубокими нарушениями метаболизма миокарда, вероятно связанными с его стрессовым повреждением. Последнее является кардиальным проявлением стрессовой тетрады Селье-Меерсона, формирование и воздействие компонентов которой исследовано еще в работах НИИ общей патологии и патологической физиологии АМН СССР (Ф.З. Меерсон 1986, 1988, 1993).

Некорректное дозирование ФН, приводящее к выраженному недовосстановлению, перегрузкам, перетренировке является следствием недостаточного внимания или игнорирования в спортивной подготовке физиологических основ адаптации, базирующейся на теории функциональных систем П.К. Анохина (1975), дозозависимости влияния физических нагрузок Л.Х. Гаркави (1990), обобщенных С.Е. Павловым (2000, 2011).

Таким образом, нагрузочные нарушения СР, изучение которых не утрачивает актуальности, могут быть и результатом тренировочно-перегрузочного нигилизма, свидетельствуя о пределе, истощенности адаптационных возможностей организма. Четкий систематический индивидуальный мониторинг нагрузочной толерантности и вегетативного обеспечения, знание адаптационно-перегрузочной динамики, определенной последовательным снижением длительности нагрузочного вегетативного обеспечения, показателей скорости восстановления и

лишь затем вскрывающейся нарушениями СР, позволяет не допустить их возникновения, а кроме того не отменяет иных возможностей спортивного совершенствования (биомеханики движения, скорости, силы, восстановления и проч.). При этом только развитие всех необходимых качеств в рамках формирующейся функциональной системы, позволит им синергидно сочетаясь улучшить соревновательный результат при (без сомнения), меньших, но оптимальных нагрузочно-сердечных затратах.

Выводы

1. Угнетение вегетативной регуляции СР – снижение длительности обеспечения и активности обеих ветвей в нагрузочный период, определяя нагрузочную интолерантность, утрату выносливости и дезадаптацию, может приводить к возникновению нарушений СР. В свою очередь феномен конечной экстрасистолии (1-3 комплекса на высоте нагрузки) признак вегетативной депрессии СР, возникшей вследствие физической перегрузки.

2. Формирование смешанной выносливости расширяет возможности регулирования, определяя устойчивость СР: увеличивает время до возникновения перегрузочной экстрасистолии и мощность провоцирующей нагрузки.

3. Настоящие нагрузочные нарушения СР имеет принципиально различную регуляционную основу в зависимости от уровня развития выносливости. Преимущественно симпатическое обеспечение пессимума вегетативной активности в ее отсутствие (минимальном уровне выносливости), сменяется парасимпатическим «беспределом» в апогее (выносливости).

4. Изучение вегетативного обеспечения нагрузочной толерантности позволяет прогнозировать и профилактировать развитие перегрузочных нарушений СР. При этом мощность нагрузки, применяемая в тестировании, не только не является предельной (или субмаксимальной), а соответствует индивидуальному уровню ДОО, что определяет высокий уровень ее безопасности при максимальной прогностической эффективности и информативности.

5. Вегетативная депрессия восстановительного периода, определяясь существенным падением активности обеих ветвей, обуславливает снижение

скорости восстановления и может проявляться преходящим нарушением СР являющимся ее ранним маркером.

6. причины преходящих нарушений СР восстановительного периода различаются в зависимости от уровня развития выносливости. Если низкий уровень (1 кластер) опосредуется первичной вегетативной депрессией (гиподинамической дисфункцией ВНС), то средний (2 кластер) и высокий уровень (3 кластер) физической перегрузкой. При чем в последнем случае (3 кластер) ее систематический характер, определяет развитие перетренированности, а настоящее нарушение СР является ее ранним признаком.

7. Увеличение частоты нарушений СР в 3 кластере результат несоответствия высоких физических возможностей индивида примененному уровню тренировочных нагрузок (нарушение врачебно-педагогического контроля).

8. Совершенствование вегетативного обеспечения при формировании выносливости снижает вероятность нарушений СР в период восстановления изменяя значение их манифестации от маркера вегетативной дистонии к предиктору физической перегрузки и перетренировки.

9. Единство вегетативного обеспечения СР нагрузки и восстановления, включая выявленные феномены нарушений нуждаются в дальнейшем изучении (уточнении генеза, причин и условий возникновения), систематизации и разработки профилактических подходов. Настоящая необходимость продиктована не столько профилактикой жизнеугрожающих аритмий, сколько ранней диагностикой усвоения организмом физических нагрузок и профилактикой их перегрузочно – перетренировочных последствий, препятствующих расширению адаптационных возможностей организма, спортивному совершенствованию и вредящих здоровью.

10. Применение нагрузочного тестирования по настоящему протоколу позволяет осуществить четкий мониторинг адаптационных возможностей организма: изучить нагрузочную толерантность и ее вегетативное регулирование, предупредить возникновение перегрузки и ее последствий, способствует корректному дозированию и оптимальной переносимости физической нагрузки.

4.9. Групповой (факторный) анализ адаптационной реактивности

С целью выявления особенностей адаптационной реактивности в динамике нагрузочной толерантности была проведена факторизация полученных данных в каждой из групп испытуемых.

Анализ адаптационной реактивности смешанной популяции

В результате факторного анализа данных в сводной группе после варимакс-вращения выделились 6 факторов, объединяющих 67.3% дисперсии.

В первый фактор (доля общей дисперсии – 34.2%) вошли следующие 9 показателей с наибольшими факторными нагрузками: T1t (0.81), ПРЛЖ (0.81), МПК (0.8), W (0.86), ИТ (-0.77), П1t (0.78), П2t (0.84), Nmx1t (0.8), Nmx2t (0.84). 4 показателя не достигли уровня статистической существенности T2t (0.62), T2gr (0.57), СНИ (-0.6), ИХР (0.38). По совокупности маркеров фактор получил название «аэробный нагрузочно-временной».

Второй фактор (доля общей дисперсии – 10.3%) объединил 8 показателей: T1gr (0.83), ЧССmx (-0.77), П1gr (0.89), П2gr (0.9), П3gr (0.89), П4gr (0.87), Nmx1 (0.83), Nmx2 (0.78). Показатель Vmx1t (-0.47) не достиг статистического порога. Наименование фактора «интервальный нагрузочно-восстановительный».

Третий фактор (доля общей дисперсии – 7.0%) имеет 4 составляющих: SPs (-0.66), П3t (-0.78), П4t (-0.76), П4н (0.69). Максимальные факторные нагрузки 8 показателей не достигли существенности: кТР (0.54), кНФ (0.56), П3н (0.62), вТРо (0.63), вLFo (0.59), вНFo (0.6), Vmx2 (0.62), Vmx2t (-0.58). Название фактора «восстановительно-временной».

Четвертый фактор (доля общей дисперсии – 6.4%) объединил 3 показателя: нТРн (-0.94), нLFн (-0.84), нНФн (-0.84). Еще три показателя: ТРt (-0.34), LFt (-0.46), HFt (-0.44) не достигли статистической значимости. Фактор получил название «регуляционно-нагрузочный».

В пятый фактор (доля общей дисперсии – 5.2%) вошли 2 ортостатических показателя с наибольшими факторными нагрузками: оТР (0.77), оLF (0.73). Показатели kLF (0.58), оНФ (0.47) не достигли существенности. Его название

«спектрально-статический».

Шестой фактор (доля общей дисперсии – 4.2%) включает 2 составляющих: АД (0.74), ИИР (0.74) и называется «нагрузочно-тоническим». Показатель Vmx1 (-0.34) не достиг порога существенности.

Анализ адаптационной реактивности 1 группы

Факторный анализ данных первой группы после варимакс-вращения выделил 7 факторов, объединяющих 80.3% дисперсии.

В первый фактор (доля общей дисперсии – 21.3%) вошли 10 показателей с наибольшими факторными нагрузками: T1gr (-0.83), SPs (0.68), ЧССср (0.92), П1gr (-0.75), П2gr (0.9), П3gr (0.9), П4gr (0.77), Nmx1 (-0.84), Nmx2 (-0.68), Vmx1t (0.69). Два показателя Vmx2 (-0.61), κLF (0.54) не достигли статистической значимости. Наименование фактора «интервальный нагрузочно-восстановительный».

Второй фактор (доля общей дисперсии – 16.4%) объединил 6 показателей: κTR (-0.67), П3t (0.83), П3н (-0.73), П4t (0.74), П4н (-0.89), Vmx2t (0.65). Значимость трех показателей: ИХР (-0.41), κHF (-0.59), оHF (-0.56) не выявлена. Его название «восстановительно-временной, спектрально-статический».

Третий фактор (доля общей дисперсии – 13.6%) включает 8 составляющих: T1t (0.68), ПРЛЖ (0.74), МПК (0.81), W (0.80), ИТ (-0.8), П2t (0.7), Nmx1t (0.74), Nmx2t (0.83). Два показателя T2t (0.62), Vmx1 (-0.56) не достигли уровня значимости. Наименование фактора «нагрузочно-временной».

Четвертый фактор (доля общей дисперсии – 10.7%) объединил 4 показателя: T2gr (0.71), TPt (0.82), LFt (0.76), HFt (0.85). Показатель П1t (0.62) не имеет статистической существенности. Название фактора «регуляционно-нагрузочный, интервальный».

В пятый фактор (доля общей дисперсии – 7.3%) вошли 3 показателя: АД (0.83), ИИР (0.87), СНИ (0.81). Его название «нагрузочно-тонический».

Шестой фактор (доля общей дисперсии – 5.8%) объединивший 2 показателя: оTR (0.75), оLF (0.86) получил название «спектральный ортостатический». Существенность показателя vLFo (0.51) не выявлена.

Седьмой фактор (доля общей дисперсии – 5.3%) включает 4 составляющих: нТРн (0.7), вТРо (-0.78), нLFн (0.82), вНFo (-0.77) и называется «регуляционный нагрузочно-восстановительный». Показатель нНFn (0.62) не достиг уровня значимости.

Анализ адаптационной реактивности 2 группы.

Факторный анализ данных второй группы после варимакс-вращения также выделил 7 факторов, объединяющих 72,8% дисперсии.

В первый фактор (доля общей дисперсии – 19.3%) вошли 10 показателей с наибольшими факторными нагрузками: Т1гг (-0.91), SPs (0.67), ЧССср (0.84), П1гг (-0.82), П2гг (-0.92), П3гг (-0.89), П4гг (-0.81), Nmx1 (-0.93), Nmx2 (-0.81), Vmx2 (-0.73). Показатель V1mx (-0.42) не имеет статистической значимости. Название фактора «интервальный нагрузочно-восстановительный».

Второй фактор (доля общей дисперсии – 16.1%) объединил 8 показателей: П3т (-0.71), П3н (0.8), П4т (-0.72), П4н (0.65), вТРо (0.78), вLFo (0.69), вНFo (0.79), Vmx2t (-0.66) и получил название «временной, регуляционно-восстановительный». Значение показателя оНФ (0.5) статистически не существенно.

Третий фактор (доля общей дисперсии – 12.3%) включает 8 составляющих: Т1т (0.77), Т2т (0.69), П1т (0.8), П2т (0.89), Nmx1t (0.81) и называется «нагрузочно-временной».

Четвертый фактор (доля общей дисперсии – 8.6%) объединил 5 показателей: нТРн (-0.83), нLFн (-0.7), нНFn (-0.78), ТРт (-0.73), НFт (-0.7). Существенность показателей Т2гг (0.47), LFт (-0.58), Vmx1t (0.45) не выявлена. Наименование фактора «регуляционно-нагрузочный».

В пятый фактор (доля общей дисперсии – 6.7%) вошли 3 показателя с наибольшими факторными нагрузками: АД (0.76), ИИР (0.79), СНИ (-0.75). Его название «нагрузочно-тонический». Показатели ИХР (-0.51), кТР (-0.51), кНФ (-0.48) статистически не существенны.

Шестой фактор (доля общей дисперсии – 5.5%) объединил 5 показателей: ПРЛЖ (-0.77), МПК (-0.83), W (-0.87), Nmx2t (-0.79), ИТ (0.65) и был назван

«аэробно-нагрузочный».

Седьмой фактор (доля общей дисперсии – 4.3%), включающий 2 составляющие: oTP (0.82) и oLF (0.72) назван «спектрально-ортостатическим». Показатель kLF (0.44) не достиг порога существенности.

Анализ адаптационной реактивности 3 группы

Факторный анализ данных третьей группы после варимакс-вращения также выделил 7 факторов, объединяющих 70,3% дисперсии.

В первый фактор (доля общей дисперсии – 20.9%) вошли 5 показателей с наибольшими факторными нагрузками: П1t (-0.75), П1rr (0.93), П2t (-0.6), П2rr (0.79), П3rr (0.77), П4rr (0.89). Показатели TPt (0.42) и Vmax1 (0.43) не достигли порога существенности. Название фактора «нагрузочный интервально-временной».

Второй фактор (доля общей дисперсии – 11.4%) объединил 7 показателей: SPs (-0.89), W (-0.7), ИТ (-0.68), П4t (-0.78), П4н (0.76), Vmx1t (-0.79), Vmx2 (0.75) и назван «регуляционный восстановительно-временной, нагрузочно-тренировочный». Статистическая существенность показателей МПК (-0.37), П3t (-0.6), П3/н (0.59), вTPo (0.5), вLFO (0.48) не подтверждена или погранична.

Третий фактор (доля общей дисперсии – 10.9%) включает 5 составляющих: ИХР (0.69), СНИ (0.77), нTPн (-0.76), нLFн (-0.71), нHFн (-0.89) и называется «регуляционно-нагрузочный».

Четвертый фактор (доля общей дисперсии – 8.7%) объединил 2 показателя: T1t (0.7), Nmx1t (0.85). Существенность показателей T2t (0.54), HFн (0.45) не выявлена. Его название «нагрузочно-временной».

В пятый фактор (доля общей дисперсии – 7.2%) вошли 3 показателя с наибольшими факторными нагрузками: oTP (-0.83), oLF (-0.75), oHF (-0.70). Показатели ИИР (0.46), вHFo (-0.51), Vmx2t (0.62) статистически не существенны. Название фактора «спектральный ортостатический».

Шестой фактор (доля общей дисперсии – 6.1%) объединил 3 показателя: T1rr (0.84), Nmx1 (0.69), Nmx2 (0.65) и назван «нагрузочно-интервальным». Показатели T2rr (0.47), ЧССmx (-0.58), АД (0.49), ПРЛЖ (0.62), LFн (0.61), Nmx2t

(-0.55) не достигли порога существенности.

Седьмой фактор (доля общей дисперсии – 5.2%) включает 2 составляющих: кТР (-0.88), кНФ (-0.84). Показатель кLF (-0.48) статистически не существен. Фактор называется «спектральный клиностатический».

Сравнительная характеристика адаптационной реактивности

Формирование первого фактора, определяясь в сводной группе временными характеристиками точек перегиба и ускользания, нагрузочных экстремумов и их границ, а также мощности нагрузки и тренированности свидетельствует о существенной значимости данных показателей при формировании адаптационного пейзажа, а также их взаимосвязи и вероятной взаимообусловленности. Для решения вопроса формирования адаптационной реактивности необходимо проанализировать ряд усиления тренированности.

Эволюция первого фактора в динамике нагрузочной переносимости проявляясь интервальными критериями ритмограммы (точки перегиба, экстремумов и их границ) при нагрузке и восстановлении, скоростью восстановления и нагрузочной ЧСС в 1 и 2 группах и отличаясь только наличием временной координаты первого нагрузочного максимума (в 1 группе), в третьей группе демонстрирует интервально-временные нагрузочные и интервальные восстановительные (погранично-экстремумные) характеристики. При этом проявление временных критериев в апогее тренированности обуславливается более строгим контролем сердечного ритма, обусловленным наличием вегетативного обеспечения нагрузочного периода. Подтверждением настоящего предположения является и наличие временного спектрального максимума (нТР) в 1 факторе 3 группы. Таким образом, если в отсутствие и в период формирования тренированности адаптационный пейзаж имеет только интервальную регуляцию, что и определяет ЧСС нагрузки и скорость восстановления, то в условиях развитой выносливости основа приспособительной реактивности приобретает строгую временную структуру, которая, вероятно, определяется усилением вегетативного обеспечения нагрузочного периода.

Динамика второго по значимости фактора обуславливается во всех трех группах показателями восстановления, однако наряду с общими проявлениями (угловыми и временными пограничными критериями) первая группа характеризуется орто-клиностатическим спектром, 2 – ортостатическим, 2 и 3 – динамическим восстановительным, 3 – максимальным нагрузочным показателем, коэффициентом тренированности и скоростью восстановления. При этом развитие спектра ВРС от статического к динамическому (восстановительному) проявляет совершенствование регуляции, определяющей внешние атрибуты улучшения нагрузочной переносимости – нагрузочно-тренировочные, скоростно-восстановительные показатели.

Таким образом, обусловленность 2 фактора в сводной группе исключительно интервальными нагрузочно-восстановительными показателями, вскрывается в динамике тренированности усилением вегетативного обеспечения, определяющим расширение адаптационных возможностей.

Третий фактор, включающий временные (в том числе угловые и скоростные) критерии восстановления и спектр клиностаза в сводной группе преломляется временными нагрузочными (перегиб, экстремумы, максимальная мощность) показателями, а также коэффициентом тренированности – в первой и второй (без показателя тренированности и мощности) группах, трансформируясь в регуляционно-нагрузочные доминанты – третьей. При этом если в перигее тренированности речь идет о всеобъемлющем проявлении адаптационного ландшафта нагрузочного периода, а на этапе формирования тренированности – лишь о временных критериях (жесткости) нагрузочной ритмограммы, то фаза тренированности определяется потенциалом регуляции сердечного ритма, обуславливающим нагрузочную динамику ЧСС и АД. Таким образом, если 3 группа уже демонстрирует причины адаптационной реактивности, то 2 и 1 лишь этапы ее замедленной реализации, с максимальной задержкой в отсутствие тренированности.

Четвертый фактор, определяясь в сводной группе нагрузочным спектром, и обладая той же природой в 1 и 2 группах, в третьей – обуславливается

временными нагрузочными критериями (перегиба, ускользания и 1 максимума). При этом если первая группа демонстрирует только временной компонент нагрузочного спектра, то 2, кроме того, еще и угловой, характеризующий скорость изменения регуляции. Нагрузочный спектр 3 группы представлен скоростным компонентом в 3, временным – в 1 (TP), настоящем (HF) и 6 (LF) факторах, что в очередной раз свидетельствуют не только о разнообразном и более тонком регуляционном пейзаже, но и его основополагающем влиянии. Таким образом, маркером развития тренированности является усиление и усложнение регуляционной составляющей сердечного ритма. Причем, если в условиях развитой тренированности регуляционный компонент предшествует и определяет временные критерии нагрузочной ритмограммы, то в период ее отсутствия и формирования имеет место обратная закономерность, свидетельствующая о незрелой регуляции при формировании нагрузочного ритма.

Если проявление 5 фактора в сводной группе определяется спектральными показателями ВРС ортостаза, то в динамике тренированности он имеет иные проявления от тонических (АД, ИИР, СНИ) показателей в первой, до тонико-спектральных (АД, ИИР, СНИ, спектр клиностаза) во второй и спектрально-восстановительных (спектр ортостаза; HF и второй максимум восстановительного периода) в третьей группе. При этом усиление регуляционных влияний в динамике тренированности от слабо выраженных клиностатических в период формирования до ортостатических и динамических (восстановительных) в ее апогее определяют значение и диалектику вегетативного обеспечения. Кроме того, если в отсутствие тренированности решающее значение приобретает тонический компонент, то в процессе формирования выносливости на первое место выходит регуляционные критерии, вероятно, предшествующие и обуславливающие последний, имеющий меньшее значение, определяя его проявление в следующем факторе.

Таким образом, созревание вегетативного обеспечения, предшествующее формированию приспособительных реакций, обуславливает расширение нагрузочной толерантности.

Шестой фактор, определяясь показателями ортостаза в первой, нагрузочно-тренировочными критериями – во второй и интервально-нагрузочными – в третьей группе перерождается тоническими проявлениями в сводной группе. Если принять во внимание, что данный и последующие факторы имеют минимальное значение в формировании адаптационного пейзажа, то для 1 группы ожидаемым и типичным проявлением будут регуляционные компоненты. Не смотря на то, что 2 и 3 группы определяются нагрузочными показателями их внутренняя суть принципиально различна.

Если во 2 группе показатели тренированности, максимальной нагрузки, МПК, динамики ЧСС, являются основными, характеризующими переносимость ФН и потому их минимальное участие в формировании адаптационных резервов свидетельствует о незрелости и недостаточности последних, то характеристики 3 группы, определяют, селективную зависимость достигнутых адаптационных показателей, интервальных характеристик Т1 и нагрузочных экстремумов.

Седьмой фактор, проявляясь регуляционным (вегетативным) нагрузочно-восстановительным спектром в первой, ортостатическим – во второй и клиностатическим в третьей группе обуславливает выраженные различия адаптационных приоритетов в динамике тренированности. При этом данные показатели в наименьшей степени влияют на приспособительную активность указанных групп. При этом минимизация регуляции сердечного ритма (при нагрузке и восстановлении) в 1 группе свидетельствует о выраженном несовершенстве вегетативного обеспечения. Минимальное влияние клиностатического спектра в 3 группе обуславливает ограничение его использования как маркера реализации адаптационных резервов – нагрузочной толерантности в условиях развитой выносливости.

Заключение

Факторный анализ вскрыл характерные особенности (адаптационные приоритеты) – определяющие формирование смешанной выносливости (Таб. 74).

Адаптационный пейзаж сводной группы определяется: во-первых, временными нагрузочными критериями, обуславливающими максимальную

аэробную потребность, мощность нагрузки и тренированность; во-вторых, интервальными показателями нагрузки и восстановления; в-третьих, временными восстановительными критериями, обусловленными спектром клиностаза и восстановления; в-четвертых, нагрузочным спектром; в-пятых, спектром ортостаза; в-шестых, вазотоническим (инотропным) компонентом.

Таблица 74

Факторный анализ: динамика адаптационных возможностей организма

Показатели	Фактор (ф) 1 2 3 4 5-7		
	Кластер		
	1	2	3
T1t	T1t	T1t	T1t
T1rr	T1rr	T1rr	T1rr
T2t	T2t	T2t	T2t
T2rr	T2rr	T2rr	T2rr
П(1,2)t	П(1,2)t	П(1,2)t	П(1,2)t
П(1,2)rr	П(1,2)rr	П(1,2)rr	П(1,2)rr
Регуляция нагрузки (РН)	РН	РН	РН
Регуляция восстановления (РВ)	РВ	РВ	РВ
Регуляция покоя (РП)	РП	РП	РП
Кол-во динамических показателей регуляции	1 (4ф)	2 (2, 4ф)	4 (1-4ф)

В первой группе адаптационный потенциал, во-первых, имеет хронотропное обеспечение, то есть реализуется за счет длительности нагрузочно-восстановительных кардиоинтервалов, обеспечивая тем самым не только ЧСС нагрузки, но и скорость восстановления; во-вторых, определяется вариабельностью покоя и временных экстремумов восстановления; в-третьих, временными критериями (экстремумов) нагрузочного периода, определяя тренированность и перенесенную (максимальную) нагрузку; в-четвертых, временными характеристиками нагрузочного спектра и кардиоинтервалом ускользания, (что, во-первых, обуславливается сродством этих показателей, а во-вторых, свидетельствует о минимальном участии вегетативного обеспечения в адаптационном балансе данной группы); в-пятых, незначительным инотропным влиянием; в-шестых, ортостатическим спектром; в-седьмых, динамическим нагрузочно-восстановительным регуляционно-спектральным участием.

Таким образом, существенное значение в определении адаптационного пейзажа имеют все интервальные показатели, определяющие как среднюю ЧСС

нагрузки, так и скорость восстановления. При этом погранично-временные восстановительные критерии имеют большее значение, нежели чем нагрузочные, а также показатель тренированности и нагрузочного максимума. Кроме того, обращает на себя внимание существенность временных графических маркеров, в то время как динамические регуляторные показатели минимальны. Следует отметить также влияние клиностатических показателей ВРС, снижение активности которых существенно ухудшает адаптационные возможности.

Обратная связь с длительностью кардиоинтервалов; прямая – с нагрузочной ЧСС, скоростью восстановления, АД, ИИР, временными критериями переходных зон восстановительного распределения обуславливается депрессией хроно(ино)тропных резервов и перенапряжением приспособительных механизмов в условиях отсутствия тренированности.

Динамика приспособительных закономерностей 2 группы, во-первых, определяется выраженной хронотропной реализацией посредством интервальных границ перегиба, экстремумов, а также их выраженности, обуславливающей ЧСС нагрузки и скорость восстановления; во-вторых, временными и спектральными характеристиками восстановительного периода, определяющими скорость восстановления; в-третьих, тотальным проявлением временных нагрузочных характеристик: ускользания, перегиба, экстремумов и их границ; в-четвертых, нагрузочным спектром (временными и угловыми характеристиками); в-пятых, инотропным участием, обеспечивающим, в-шестых, максимальную аэробную емкость, нагрузочную мощность и тренированность; в-седьмых, ортостатическим спектром, завершающим формирование адаптационного пейзажа.

Таким образом, максимальное значение в формировании адаптационных резервов 2 группы обеспечивается интервальными нагрузочно-восстановительными, временными восстановительными и нагрузочными критериями. При этом существенное значение имеют регуляционные восстановительные и в меньшей степени одноименные нагрузочные маркеры. Минимальное участие остается за коэффициентом тренированности, максимумом нагрузки и статической ВРС.

Обратная связь с длительностью кардиоинтервалов, максимальной мощностью; прямая – с нагрузочной ЧСС, скоростью восстановления, коэффициентом тренированности обуславливается отсутствием достаточного хронотропного резерва и перестройкой адаптационной матрицы в условиях формирования тренированности.

Структура адаптационного следа 3 группы обуславливается, во-первых, временными характеристиками СР нагрузочного периода, а также интервальным балансом распределения (нагрузки и восстановления); во-вторых, временными критериями экстремумов и спектра восстановления (TR, LF), определяющими скорость последнего, мощность нагрузки и тренированность; в-третьих, нагрузочным спектром регуляции СР, ИХР, СНИ; в-четвертых, временными критериями нагрузочной ритмограммы: перегиба, ускользания, первого максимума; в-пятых, ортостатическим спектром; в-шестых, интервальными критериями нагрузочного ритма: перегиба, экстремумов и ЧСС нагрузки (погранично: ускользания, АД, ПРЛЖ); в-седьмых, спектром клиностаза – завершающим формирование пейзажа.

Таким образом, адаптационная привлекательность и потенциал в условиях развитой выносливости определяется жесткой интервально-временной структурой (переходных зон) распределения кардиоинтервалов, обусловленной динамическим (нагрузочно-восстановительным) вегетативным регулированием. Скорость восстановления и коэффициент тренированности, также являются определяющими, в то время как графические критерии ритмограммы и совокупное значение клино-ортостатических компонентов ВРС имеют минимальное влияние.

Обратная связь с максимальной мощностью нагрузки, статическим спектром ВРС, нагрузочными критериями переходных зон распределения свидетельствует о напряженности адаптационных процессов.

В сравнительном аспекте обращает на себя внимание развитие адаптационных резервов от интервальных характеристик к временным и строгим интервально-временным, от статической регуляции к динамической, от

графических маркеров к распределительным.

Выявленная в динамике тренированности инверсия связи с интервальными критериями, скоростью восстановления, средней ЧСС нагрузки определяется развитием хронотропного резерва адаптации.

Выводы

Адаптационный пейзаж в отсутствие тренированности (1 группа), определяясь, во-первых, исключительно интервальными нагрузочно-восстановительными; во-вторых, временными восстановительными; в-третьих, временными нагрузочными критериями, вскрывает ее общую приспособительную несостоятельность. При этом динамические регуляционные показатели не только не имеют решающего значения, но и уступают влиянию статическим.

Адаптационный пейзаж в период формирования выносливости (2 группа), не имея отличий от 1 группы, во-первых; во-вторых, обеспечивает временные восстановительные маркеры одноименными показателями вегетативного обеспечения; определяет временные нагрузочные критерии, в-третьих; усиливаясь, в-четвертых, одноименным вегетативным регулированием, опосредует расширение приспособительных возможностей.

Адаптационный пейзаж 3 группы, определяясь, во-первых, интервально-временными нагрузочными; во-вторых, вегетативными и временными восстановительными маркерами, опосредующими мощность перенесенной нагрузки и тренированность; в-третьих, вегетативно-нагрузочными маркерами обеспечивает оптимальную переносимость физического стресса, в то время как статические критерии ВРС имеют минимальное влияние (7 фактор).

В сравнительном аспекте развитие функциональной системы адаптации происходит от интервальных характеристик к временным, интервально-временным и регуляционно-интервально-временным; от статической регуляции к динамической; от ритмографических маркеров к критериям функции распределения.

ГЛАВА 5. Анализ адаптационных резервов организма

Последовательный ряд кардиоинтервалов, полученный в процессе проведения активной клино-ортостатической пробы (АОП) подвергается частотному анализу с целью определения мощности спектров соответствующих активности ветвей ВНС, обуславливающих адаптационные резервы организма. При этом выраженность индивидуальной изменчивости вегетативной активности, вероятно, обуславливается связью с перенесенной физической нагрузкой и уровнем развития выносливости.

Для отработки гипотезы проведен сравнительный анализ спектра ВРС смешанной популяции и двух групп выделенных по анамнестическому критерию отношения к систематическим физическим нагрузкам.

1 группа – смешанная популяция, сформированная из практически здоровых старших школьников и студентов, вне зависимости от их отношения к систематическим физическим нагрузкам (1-й функциональный класс (1ФК));

2 группа – учащиеся, занимающиеся ФК только по плану учебного учреждения (1.5 часа 2 раза в неделю) – (2-й функциональный класс (2ФК));

3 группа – спортсмены циклических видов спорта, подвергающиеся ежедневным (минимум 6 тренировок в недельном микроцикле) тренировкам длительностью 1.5 – 2 часа (3-й функциональный класс (3ФК));

4 группа – та же, что и 2, но после 40 минутной преимущественно аэробной физической нагрузки (4-й функциональный класс (4ФК));

5 группа – та же, что и 3, но после преимущественно аэробной 1.5 часовой тренировки (5-й функциональный класс (5ФК)).

5.1. Сравнительный спектральный анализ СР при проведении АОП

Статистически существенные отличия между первой и второй группой выявлены в клиностазе по общей мощности спектра и высокочастотному компоненту (табл. 75).

Абсолютное преобладание в первой группе высокочастотной составляющей связано в первую очередь с превалированием общей мощности и не имеет

статистически достоверного подтверждения при анализе относительных показателей, однако умеренное доминирование медианы по %HF (1.2) позволяет говорить о наличии подобной тенденции и в относительных единицах. Кроме этого обращает на себя внимание ориентация на относительное преобладание медленных и очень медленных волн во второй группе (1.36 и 1.32 по медиане соответственно).

Таблица 75

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 2 групп

Группа	Пц	Ps	TP мс ²	VLF мс ²	LF мс ²	HF мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
1	25	59,00	1183,7	350,05	300,7	347,28	26,8	47,27	0,37	16,56	17,6	28,58	
	50	68,00	2360,1	639,6	589,96	829,94	37,92	62,08	0,61	24,89	25,89	43,42	
	75	73,00	4349,3	995,75	1315,45	2197,4	52,73	73,21	1,12	40,48	34,12	57,82	
2	25	64,00	1212,6	355,1	287,43	501,3	33,36	47,47	0,5	22,34	22,32	31,11	
	50	69,00	2168,3	587,81	601,54	727,56	39,54	60,47	0,65	31,01	30,08	37,8	
	75	74,00	2518,7	732,28	818,07	945,34	52,53	66,64	1,11	37,4	36,37	52,2	
d%	25	8,47	2,44	1,44	-4,41	44,35	24,48	0,42	35,14	34,90	26,82	8,85	
	50	1,47	-8,13	-8,10	1,96	-12,34	4,27	-2,59	6,56	24,59	16,18	-12,94	
	75	1,37	-42,09	-26,46	-37,81	-56,98	-0,38	-8,97	-0,89	-7,61	6,59	-9,72	
T	0.05	1.98	-0,32	0,21	0,29	-0,05	0,16	-0,36	0,36	-0,16	-1,36	-1,32	1,20
	0.01	2.61											

Примечание. Здесь и далее темным шрифтом в таблице обозначены статистически существенные межгрупповые различия при $p < 0.01$

Следовательно, преобладание в положении клиностаза общей мощности спектра за счет высокочастотной составляющей свидетельствует о большем парасимпатическом участии и соответственно лучшем адаптационном потенциале в первой группе. В то же время относительное преобладание интенсивности медленных и очень медленных волн во второй группе указывает на заинтересованность симпатического и гуморально-метаболического компонентов, то есть включения дополнительной адаптации в покое, что в свою очередь свидетельствует о напряженности приспособительных реакций и снижении адаптационных резервов во второй группе. Относительные показатели очень медленных волн могут быть расценены и как показатель нестационарности процесса, однако отсутствие видимого тренда на ритмограмме исключает это предположение. Следует отметить также, что статистически значимое преобладание показателей в первой группе не столько связано с превалированием

по величине, сколько с различием в распределении признака, что обнаруживается при перцентильном сравнении и подтверждается наличием непараметрических статистически значимых различий, а также фактическим отсутствием различий медиан (параметрический критерий).

В ортостазе существенные различия между сравниваемыми группами выявлены по абсолютной интенсивности высокочастотного компонента и относительному вкладу медленных волн (табл. 76).

Таблица 76

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 2 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP мс ²	VLF мс ²	LF мс ²	HF мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
1	25	1,27	77	1402,0	521,3	541,2	111,6	69,97	13,58	2,33	29,6	29,42	7,69	
	50	1,42	88	2355,7	868,1	880,9	247,1	79,95	20,06	3,99	40,43	45,57	9,75	
	75	1,56	98	3550,5	1469,1	1640,2	400,2	86,42	30,03	6,36	55,49	57,97	15,08	
2	25	1,28	78,25	1491,9	754,1	445,1	160,6	61,21	17,11	1,58	41,24	22,74	8,43	
	50	1,35	88	2232,8	1121,5	619,4	286,1	72,96	27,04	2,74	52,64	32,09	12,37	
	75	1,46	92,75	2783,6	1474,2	1098,1	466,3	82,89	38,79	4,85	64,22	45,05	19,27	
d%	25	0,24	1,62	6,41	44,66	-17,77	43,84	-12,5	25,99	-32,2	39,32	-22,7	9,62	
	50	-5,08	0,00	-5,22	29,19	-29,69	15,81	-8,74	34,80	-31,3	30,20	-29,6	26,87	
	75	-6,30	-5,36	-21,60	0,34	-33,05	16,53	-4,08	29,17	-23,7	15,73	-22,3	27,79	
T	0.05	1.98	1,09	0,06	0,23	-1,29	0,90	-0,17	1,92	-1,92	1,43	-2,64	3,06	-1,04
	0.01	2.61												

Статистически значимое преобладание во второй группе абсолютной интенсивности высокочастотного компонента не связано с общей мощностью спектра, но и не подкрепляется его относительным качеством при сохранении направления преобладания в пользу второй группы (-1.04) погранично умеренного по интенсивности. То есть данное преобладание в большей степени связано не с количественным доминированием, а опять же с распределением признака, что подтверждается незначительным преобладанием по медиане, как в абсолютном, так и относительном проявлении. Патофизиологической основой данного процесса является недостаточная клино-ортостатическая реактивность высокочастотного компонента во 2 группе. Обращает на себя внимание существенное доминирование относительной мощности медленных волн в первой группе, как по распределению признака, так и его интенсивности. Таким образом, если абсолютное преобладание быстрых волн связано с недостаточной клино-

ортостатической реактивностью во 2 группе, то относительное доминирование низкочастотного компонента в двух качественных ипостасях позволяет с определенной долей уверенности утверждать о большей симпатической заинтересованности в первой группе, а стало быть, ее лучшей адаптационной активности. Кроме того, несмотря на отсутствие статистической существенности по непараметрическим критериям, умеренное и значительное преобладание абсолютных и относительных проявлений очень медленных волн во второй группе (параметрические критерии) позволяет свидетельствовать о включении в адаптационный синдром метаболического компонента, что, в свою очередь, говорит о низком адаптационном потенциале данной группы. Этот же вывод подтверждается и в связи с заметным преобладанием отношения LF/HF в первой группе.

При сравнении общей группы (1) и спортсменов циклических видов спорта (3) до тренировки, систематически подверженных аэробно-анаэробной физической нагрузке выявлены достоверные различия в клиностазе по всем спектральным характеристикам кроме (%LF) относительного вклада медленных волн (табл. 77).

Таблица 77

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 3 групп

Группа	Пц	Ps	TP мс ²	VLF мс ²	LF мс ²	HF мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
1	25	59,00	1183,7	350,05	300,7	347,28	26,8	47,27	0,37	16,56	17,6	28,58	
	50	68,00	2360,1	639,6	589,96	829,94	37,92	62,08	0,61	24,89	25,89	43,42	
	75	73,00	4349,3	995,75	1315,5	2197,4	52,73	73,21	1,12	40,48	34,12	57,82	
3	25	54,00	3819,4	648,07	618,37	1997,3	21,47	56,23	0,27	12,81	15,02	43,15	
	50	60,00	5058,2	883,46	1342,2	2425,6	29,92	70,08	0,43	17,97	20,9	56,47	
	75	69,00	7921,9	1649,9	1795,3	4095,8	43,77	78,53	0,78	24,77	32,34	61,21	
d%	25	-8,47	222,67	85,14	105,64	475,14	-19,89	18,95	-27,03	-22,64	-14,66	50,98	
	50	-11,76	114,32	38,13	127,51	192,26	-21,10	12,89	-29,51	-27,80	-19,27	30,06	
	75	-5,48	82,14	65,69	36,48	86,39	-16,99	7,27	-30,36	-38,81	-5,22	5,86	
T	0.05	1.98	3,58	-3,81	-1,58	-4,12	-3,07	2,39	-2,39	1,06	2,00	2,07	-3,66
	0.01	2.61											

При поквартильном анализе исследуемых групп очевидно, что преобладание общей мощности спектра в 3 группе обеспечивается доминированием абсолютных значений всех его составляющих, однако характер

данного преобладания весьма неоднозначен. Самый большой вклад в общую мощность, судя по параметрическим критериям различия медиан, вносит низкочастотная составляющая (-4.12). Тем не менее, преобладание абсолютного значения медленных волн в 3 группе является, по сути, ложным, так как этот процесс подкрепляется обратной закономерностью в нормализованных и относительных единицах. Иными словами, абсолютное доминирование LF связано лишь с большей интенсивностью спектра в целом, а относительное его преобладание в общей группе свидетельствует о большей симпатoadреналовой заинтересованности в покое, о напряжении и сужении адаптационных резервов даже вне стрессового воздействия.

Высокочастотные волны, на первый взгляд занимают второе место по величине различия медиан (-3.07) в формировании общей спектральной мощности. Однако как в абсолютных, нормализованных (-2.39), а также и относительных (-3.66) значениях их доминирование в третьей группе однозначно и весьма значительно, что, безусловно, выводит HF на ведущее место в формировании общей мощности и подчеркивает суть адаптационных приспособительных реакций клиностаза третьей группы. Их основой является оптимальная способность к максимально быстрому ответу на потенциальное стрессовое воздействие.

Превалирование интенсивности очень медленных волн имеет тот же генез, что и в случае с низкочастотной составляющей, - обеспечивается за счет преобладания общей интенсивности спектра. И в данном случае абсолютное доминирование (-1.58) является «ложным», так как сопровождается обратным соотношением в относительных единицах (2.00). Это в свою очередь свидетельствует о большей гуморально-метаболической заинтересованности в 1 группе, что может быть расценено как фактор адаптационной напряженности, характеризующий переход от более совершенной вегетативной регуляции к филогенетически более древней гуморально-метаболической.

Достоверно меньшее значение отношения медленных и быстрых волн (LF/HF) в третьей группе, подтверждает наши выводы о высокочастотном

доминировании и свидетельствует о более рациональном перераспределении общей мощности спектра в сторону потенциального развития максимально быстрой адаптации в данной группе.

Таким образом, адаптационный баланс третьей группы является более совершенным как по качественным, так и количественным спектральным критериям variability.

Использование параметрических (доверительного интервала разности медиан) и непараметрических критериев не противопоставляет методы, а позволяет найти новое качество, опираясь на их суть. Непараметрические критерии позволяют диагностировать статистическую значимость различий не только по величине, но и по характеру выборки исследуемого признака (даже не говоря о том, что каждый из сравниваемых признаков не имеет нормального распределения). Доверительный же интервал различия медиан позволяет определить выраженность, интенсивность отличий, а в случае отсутствия их статистической существенности обратить внимание на тенденции доминирования.

Таблица 78

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 3 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF
1	25	1,27	77	1402,02	521,27	541,21	111,63	69,97	13,58	2,33	29,6	29,42	7,69
	50	1,42	88	2355,67	868,06	880,96	247,06	79,95	20,06	3,99	40,43	45,57	9,75
	75	1,56	98	3550,54	1469,1	1640,16	400,18	86,42	30,03	6,36	55,49	57,97	15,08
3	25	1,36	77	1903,04	672,81	804,14	235,1	63,79	18,15	1,76	32,08	28,89	8,8
	50	1,53	87	2928,26	1051,63	1189,52	373,92	76,49	23,51	3,25	42,27	39,94	14,18
	75	1,72	97	4132,92	1655,29	1850,07	534,2	81,85	36,21	4,52	56,66	49,1	21,16
d%	25	7,11	0,00	35,74	29,07	48,58	110,61	-8,83	33,65	-24,5	8,38	-1,8	14,43
	50	7,90	-1,1	24,31	21,15	35,03	51,35	-4,33	17,20	-18,5	4,55	-12,4	45,44
	75	9,95	-1,0	16,40	12,67	12,80	33,49	-5,29	20,58	-28,9	2,11	-15,3	40,32
T	0.05	1.98	0,44	-1,29	-1,16	-1,36	-0,59	1,21	-1,21	1,11	-0,53	1,77	-2,02
	0.01	2.61											

Ортостаз демонстрирует существенные различия по парасимпатической реактивности (коэффициент 30/15), общей мощности, интенсивности высокочастотной части спектра, нормализованным единицам, отношению интенсивности медленных и быстрых волн (табл. 78).

При анализе спектральных характеристик в ортостазе следует отметить статистически значимое умеренное (1.29 по медиане) превалирование общей интенсивности спектра в 3 группе. Как и в клиностазе оно сопровождается доминированием высокочастотной составляющей, как в абсолютных, так и в нормализованных единицах. Однако особенность данного превалирования заключается в том, что различие медиан увеличивается от незначительного в первом случае, до умеренного во втором (0.59 и 1.21 соответственно). Это позволяет высказать предположение об отличии, как по характеру распределения признаков, так и по их выраженности. Несмотря на то, что непараметрические критерии не выявили статистически существенных различий в относительных единицах, внушительное неравенство медиан сравниваемых групп по %HF (-2.02) позволяет свидетельствовать в пользу сохранения тенденции и направления доминирования быстрых волн.

Обращает на себя внимание, умеренное преобладание медианы абсолютной низкочастотной составляющей спектра в третьей группе (-1.36), несмотря на отсутствие статистически значимых различий по непараметрическим критериям. Однако данное преобладание связано с доминированием общей мощности и не является истинным, так как в нормализованных и относительных единицах имеет место обратная закономерность – превалирование в первой группе (статистически значимое по непараметрическим критериям в первом случае (по медиане 1.21) и незначительное во втором, с учетом выраженного усиления преобладания медианы (1.77)).

Следует отметить также статистически существенное преобладание коэффициента LF/HF в первой группе, которое, однако, не сопровождается уверенным превалированием медиан, что по большому счету может свидетельствовать в пользу отличия по распределению признака, а не по его интенсивности.

Таким образом, адаптация сравниваемых групп к ортостазу имеет разные сценарии. В первой группе – за счет активации низкочастотной составляющей спектра, в третьей за счет высокочастотной. Однако это лишь видимая часть

айсберга (Рис. 64).

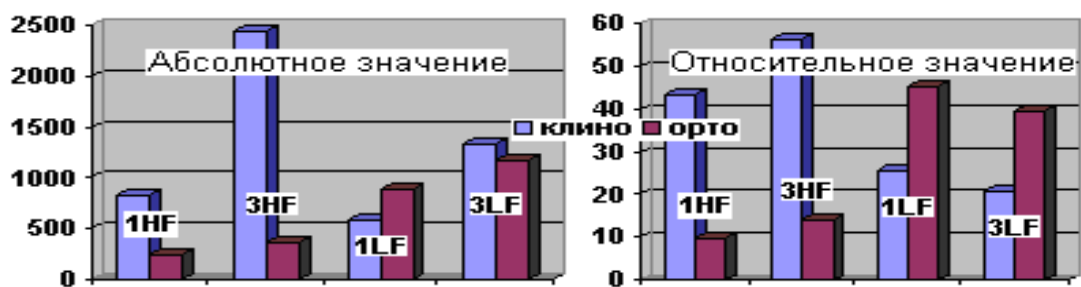


Рис. 64. Клино-ортостатическая реактивность 1 и 3 групп

При рассмотрении диаграмм заметно, что адаптация к ортостазу в обеих группах, однонаправлена: высокочастотная часть спектра снижается в интенсивности, низкочастотная наоборот усиливается. Однако следует отметить, что падение мощности быстрых волн в третьей группе более значительно, чем в первой, а увеличение интенсивности LF наоборот более выражено в первой группе. Следовательно, адаптация к ортостазу в первой группе осуществляется в большей степени за счет активации симпатического отдела ВНС, а в третьей – за счет изменения (снижения) парасимпатического тонуса, что отражает лучшую адаптационную активность последней, так как сохраняется потенциальный резерв симпатического участия. В противовес этому данный резерв в первой группе фактически исчерпан, так как повышение симпатического тонуса выявлено нами уже в клиностазе. Статистически значимое преобладание отношения медленных и быстрых волн (LF/HF) в 1 группе в данной ситуации должно рассматриваться не как лучшее по сравнению с группой 3, а в сравнении со спектральными показателями в клиностазе, что и позволит избежать неправильной трактовки.

Значительное преобладание индекса 30/15 в 3 группе также свидетельствует о высокой реактивности парасимпатического отдела ВНС, что подтверждает наши выводы о достаточности и оптимальной выраженности адаптационных резервов в данной группе.

Отсутствие различий по ЧСС сокращений позволяет исключить его влияние на ВРС и не только проводить сравнение в более корректных условиях, но и косвенно подтвердить возможность оптимизирующего либо угнетающего влияния других факторов (рефлекторных, гуморальных, метаболических).

Статистически значимые различия в клиностазе по всем показателям спектра кроме абсолютного и относительного вклада медленных волн (LF, %LF) выявлены при сравнении общей (1) и группы неспортсменов после ФН (4).

Необходимость в сравнении вышеназванных групп продиктована нашим желанием продемонстрировать серьезные различия в спектральных характеристиках, в том случае, если при сборе анамнеза не было уделено внимания наличию физической нагрузки не только перед обследованием, но и за несколько часов до него. Это тем более имеет значение при выработке норм в собственной лаборатории или для какой-либо обследуемой группы. Речь в данном случае идет не только о спортивной, но и о любой значимой физической нагрузке. Здесь мы специально используем определение – «значимая нагрузка» без каких-либо конкретных характеристик, так как у обычного человека, ведущего пассивный образ жизни, дозирование физической нагрузки представляет значительные трудности, в связи с ее весьма и весьма ограниченной переносимостью. Это обстоятельство в свою очередь обусловлено крайне ограниченными адаптационными резервами или их отсутствием (например, в связи с наличием хронических заболеваний). В физиологическом смысле значимость – это способность вызывать развитие типичных адаптационных изменений, адаптационного синдрома, то есть по большому счету формирование функциональной системы. В том случае, если физическая нагрузка не вызвала развития ответной реакции – адаптационного синдрома, она может не учитываться, например 20 - 30 минутная аэробная специфическая (соответствующая специализации) нагрузка у спортсмена через 1 - 1.5 часа после нее. В то же время длительная аэробная нагрузка в виде 2 часового мытья полов в спортивном зале даже для спортсмена перворазрядника будет весьма существенна и вызовет развитие адаптационного синдрома, что субъективно проявится ощущением усталости, спустя значительное время после физической нагрузки. Другой пример, 10 – 15 минутная утренняя пробежка обывателя, впервые вышедшего на тропу здорового образа жизни, может создать проблемы в виде усталости, слабости в течение всего последующего дня. Поэтому, выясняя в

анамнезе наличие физической нагрузки, необходимо решить вопрос о ее значимости для данного конкретного субъекта, опираясь на данные физикального наблюдения и анамнеза, а уже затем решать вопрос трактовки данных, полученных в результате обследования (табл. 79).

Таблица 79

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 4 групп

Группа	Пц	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс ²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
1	25	59,00	1183,7	350,05	300,7	347,28	26,8	47,27	0,37	16,56	17,6	28,58	
	50	68,00	2360,1	639,6	589,96	829,94	37,92	62,08	0,61	24,89	25,89	43,42	
	75	73,00	4349,3	995,75	1315,5	2197,4	52,73	73,21	1,12	40,48	34,12	57,82	
4	25	68,75	517,2	260,99	104,77	80,78	54,46	23,59	1,2	34,58	20,66	10,87	
	50	75,50	798,4	318,55	273,25	110,69	66,47	33,53	1,99	44,88	31,76	14,13	
	75	88,25	1054,7	370,51	471,98	180,01	76,41	45,54	3,46	64,33	40,64	20,1	
d%	25	16,53	-56,31	-25,44	-65,16	-76,74	103,21	-50,10	224,32	108,82	17,39	-61,97	
	50	11,03	-66,17	-50,20	-53,68	-86,66	75,29	-45,99	226,23	80,31	22,67	-67,46	
	75	20,89	-75,75	-62,79	-64,12	-91,81	44,91	-37,80	208,93	58,92	19,11	-65,24	
T	0.05	1.98	-1,58	1,17	1,21	0,91	0,76	-4,40	4,40	-3,47	-2,97	-1,25	4,32
	0.01	2.62											

Итак, в первой группе умеренно (1.17) преобладает общая мощность спектра, в основном за счет равного по интенсивности (1.21) превалирования абсолютных значений очень медленных волн. Однако это связано с общей интенсивностью спектра и сопровождается обратной закономерностью со стороны относительного качества данной волны, причем доминирование %VLF также статистически существенно по непараметрическим критериям и, еще более значимо по выраженности (-2.97). В отличие от очень медленных волн, доминирование высокочастотного компонента в первой группе весьма стабильно по направленности, как в абсолютном, так и относительном качестве. Причем существенность этого преобладания во всех случаях подтверждена непараметрическими критериями, однако его выраженность различна: от незначительной (0.76) в абсолютных цифрах до архи значимой в относительных (4.4_{norm}, 4.32). Преобладание медленных волн в первой группе не имеет статистического подтверждения, однако направление и выраженность данного процесса могут и должны быть учтены (по различию медиан). Его проявлением является незначительное абсолютное превалирование в первой группе (0.91) и

относительное (противоположное, умеренной силы 1.25) в группе сравнения. В данной ситуации мы не можем сослаться на нормализованные единицы выраженности медленных волн, так как компонент VLF воспринимается нами как гуморально-метаболический фактор адаптации, а не только как индикатор нестационарности временного ряда. Однако значительная (3.47) статистически существенная выраженность отношения интенсивностей медленных и быстрых волн позволяет нам высказать предположение о включении симпато-адреналовой адаптации в четвертой группе.

Таким образом, первая группа демонстрирует лучшие адаптационные возможности за счет преобладания общей мощности спектра и его высокочастотной составляющей. В четвертой группе для обеспечения адаптации к клиностазу задействованы гуморально-метаболический и симпатоадреналовый факторы, что подтверждается значительным доминированием коэффициента LF/HF. Как неблагоприятный фактор следует отметить также умеренное (1.58) статистически значимое преобладание частоты сердечных сокращений в четвертой группе.

В ортостазе существенность различий достигается по четырем показателям: коэффициенту 30/15, абсолютной интенсивности медленных и быстрых волн а также относительному вкладу последних (табл. 80).

При сравнении спектральных характеристик исследуемых групп выявлено умеренное (1.12), статистически значимое преобладание абсолютной интенсивности медленных волн в 1 группе, причем в относительных единицах усиливается выраженность (2.03) и сохраняется направление доминирования, несмотря на отсутствие статистического подтверждения по непараметрическим критериям. Этот факт при условии отсутствия статистически значимых различий по общей мощности свидетельствует не только о перераспределении спектральных характеристик в пользу низкочастотного компонента, но и большей относительной заинтересованности данного спектра в приспособительных реакциях к ортостазу. Иными словами по относительной составляющей спектра мы можем судить о внутренней заинтересованности, предпочтительности

вегетативной составляющей нервной системы в развитии адапционных реакций, что, по сути, определяет цену усилий, напряжения этой системы в достижении абсолютного качества.

Таблица 80

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 4 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс²	HF,мс²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
1	25	1,27	77	1402,0	521,27	541,21	111,63	69,97	13,58	2,33	29,6	29,42	7,69	
	50	1,42	88	2355,7	868,06	880,96	247,06	79,95	20,06	3,99	40,43	45,57	9,75	
	75	1,56	98	3550,5	1469,1	1640,2	400,18	86,42	30,03	6,36	55,49	57,97	15,1	
4	25	1,05	88	725,73	263,65	234,36	54,78	80,84	11,92	4,26	29,05	28,42	4,02	
	50	1,15	100	1231,9	619,01	404,88	72,59	83,36	16,64	5,04	61,53	32,62	7,08	
	75	1,22	111	1762,9	1230,9	515,21	113,05	88,08	19,16	7,39	66,73	61,68	8,7	
d%	25	-17,5	14,3	-48,24	-49,42	-56,70	-50,93	15,54	-12,2	82,83	-1,86	-3,40	-47,7	
	50	-18,8	13,6	-47,70	-28,69	-54,04	-70,62	4,27	-17,1	26,32	52,19	-28,4	-27,4	
	75	-21,9	13,5	-50,35	-16,21	-68,59	-71,75	1,92	-36,2	16,19	20,26	6,40	-42,3	
T	0.05	1.98	2,84	-2,35	1,41	0,85	1,12	0,51	-0,66	0,66	-0,81	-3,12	2,03	0,72
	0.01	2.62												

Высокочастотный компонент спектра в абсолютных и относительных единицах статистически существенно, однонаправлено, но незначительно по выраженности (0.51 и 0.72) преобладает в первой группе, что при отсутствии различий по общей мощности свидетельствует в пользу наличия резервов быстрой адаптации в данной группе.

Таким образом, доминирование в первой группе высоко и низкочастотных составляющих спектра свидетельствует в пользу ее лучшей адапционной готовности, которая проявляется большей активностью симпато-адреналовой системы и наличием парасимпатических резервов. Об этом также свидетельствует значительное (2.84) статистически существенное преобладание парасимпатической реактивности (коэффициента 30/15). Кроме того, следует отметить полновесное по медиане, (хотя и несущественное по непараметрическим критериям) преобладание в 4 группе частоты сердечных сокращений (2.35) и относительного качества очень медленных волн (3.12), что позволяет подтвердить меньшую адапционную привлекательность 4 группы по наличию гуморально-метаболической и хронотропной заинтересованности.

При сравнении общей группы и группы спортсменов после тренировки

выявлены статистически существенные различия на границе значимости ($p=0.49$), только по общей мощности спектра в клиностазе (табл. 81).

Таблица 81

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 5 групп

Группа	Пц	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF
1	25	59,00	1183,7	350,05	300,7	347,28	26,8	47,27	0,37	16,56	17,6	28,58
	50	68,00	2360,1	639,6	589,96	829,94	37,92	62,08	0,61	24,89	25,89	43,42
	75	73,00	4349,3	995,75	1315,45	2197,37	52,73	73,21	1,12	40,48	34,12	57,82
5	25	63,50	1688,1	414,05	467,1	511,57	32,71	47,16	0,49	16,08	21,62	28,56
	50	69,00	2360,1	608,73	636,6	1021,19	42,6	57,4	0,74	23,79	30,64	39,87
	75	70,50	3029,5	900,44	982,64	1419,24	52,84	67,3	1,12	40,48	37,17	54,51
d%	25	7,63	42,61	18,28	55,34	47,31	22,05	-0,23	32,43	-2,90	22,84	-0,07
	50	1,47	0,00	-4,83	7,91	23,04	12,34	-7,54	21,31	-4,42	18,35	-8,18
	75	-3,42	-30,35	-9,57	-25,30	-35,41	0,21	-8,07	0,00	0,00	8,94	-5,72
T	0.05	1.98	0,00	0,21	-0,24	-0,38	-1,24	1,24	-0,60	0,29	-1,76	0,90
	0.01	2.61										

Итак, при сравнении исследуемых групп выявлено единственное статистически значимое отличие по общей мощности спектра, однако направление доминирования выяснить весьма затруднительно в виду равенства медиан и разнонаправленности поквартильного доминирования, по сути, оно связано с математическим распределением признака, а не с интенсивностью преобладания. Кроме этого имеет место погранично высокое по интенсивности (1.76) превалирование относительного качества медленных волн в пятой группе, что, при отсутствии статистической значимости, предположительно свидетельствует о симпато-адреналовой адаптационной напряженности.

Таким образом, отсутствие различий не позволяет предпочесть адаптационные резервы одной из сравниваемых групп. Однако данный факт еще раз подчеркивает важность проведения функциональных проб и сбора анамнестических данных в процессе обследования, так как отсутствие различий в спектральных характеристиках не позволяет свидетельствовать об идентичности адаптационных возможностей. В данном случае пятая группа включает в себя спортсменов после тренировки, а первая – общий контингент обследуемых по обращаемости при отсутствии значимой физической нагрузки в анамнезе, исходя из этого предпочтение в плане функционального состояния, безусловно, отдается

в пользу пятой группы, кроме того, объяснимым становится напряжение симпато-адреналовой активности. Существенные межгрупповые различия в ортостазе не выявлены (табл. 82).

Таблица 82

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 1 и 5 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс ²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	%LF	%HF	
1	25	1,27	77	1402,0	521,27	541,21	111,63	69,97	13,58	2,33	29,6	29,42	7,69	
	50	1,42	88	2355,7	868,06	880,96	247,06	79,95	20,06	3,99	40,43	45,57	9,75	
	75	1,56	98	3550,5	1469,1	1640,2	400,18	86,42	30,03	6,36	55,49	57,97	15,08	
5	25	1,28	80	1413,2	483,33	658,59	97,42	76,21	13,79	3,21	29,59	39,94	6,81	
	50	1,42	91	2109,9	802,7	1087,6	258,41	82,98	17,02	4,88	37,15	49,16	9,34	
	75	1,73	99	3248,0	1090,5	1453,1	415,55	86,21	23,79	6,25	48,13	56,06	15,04	
d%	25	0,20	3,90	0,80	-7,28	21,69	-12,73	8,92	1,55	37,77	-0,03	35,76	-11,44	
	50	0,00	3,41	-10,43	-7,53	23,46	4,59	3,79	-15,15	22,31	-8,11	7,88	-4,21	
	75	10,94	1,02	-8,52	-25,77	-11,41	3,84	-0,24	-20,78	-1,73	-13,26	-3,29	-0,27	
T	0.05	1.98	0,00	-0,99	0,47	0,38	-0,74	-0,05	-1,03	1,03	-1,16	0,84	-1,01	0,18
	0.01	2.61												

По имеющимся данным можно лишь предположить, что в пятой группе более выражена низкочастотная адаптационная волна, как в абсолютном, так и относительном качестве. Это подтверждается умеренным различием медиан от 0.74 по абсолютному значению до 1.03 в нормализованных единицах и 1.01 в относительных. Кроме того, умеренное преобладание в пятой группе значения отношения медленных и быстрых волн также свидетельствует в пользу ее низкочастотной активности. Следовательно, как и в клиностазе в пятой группе имеет место тенденция к большей заинтересованности симпатической адаптации, что легко объяснимо опираясь на данные анамнеза о перенесенной значимой физической нагрузке.

Таким образом, отсутствие значимых различий в положении ортостаза в сравниваемых группах, так же как и в клиностазе не позволяет говорить об идентичности функциональных резервов, а с учетом анамнеза и тенденций вегетативного реагирования свидетельствует в пользу лучшей адаптационной активности в пятой группе.

Кроме того, следует отметить, что и выработка лабораторных норм, так же как и трактовка самих результатов должна соответствовать субъекту

обследования. Это соответствие вероятно должно включать отношение обследуемого к физической нагрузке, его тренированность, период и характер нагрузочных сборов, вид спорта, возраст, время суток, время последней значимой физической нагрузки.

Следовательно, не смотря на перенесенную физическую нагрузку, которая, привела к сужению адаптационных резервов в 5 группе, они остались сопоставимы с группой сравнения, что в свою очередь указывает на высокую толерантность к физической нагрузке и подтверждает наши предположения о высоком адаптационном потенциале в группе спортсменов. Существенные различия общей мощности спектра в большей степени связаны с их математическим распределением, а не собственно интенсивностью, поэтому не могут быть однозначно истолкованы.

Значительное количество существенных различий выявлено при сравнении групп спортсменов и неспортсменов до физической нагрузки (табл. 83, 84).

Таблица 83

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 3 и 2 групп

Группа	Пц	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс ²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
3	25	54,00	3819,5	648,07	618,37	1997,3	21,47	56,23	0,27	12,81	15,02	43,15
	50	60,00	5058,2	883,46	1342,2	2425,6	29,92	70,08	0,43	17,97	20,9	56,47
	75	69,00	7921,9	1649,9	1795,3	4095,	43,77	78,53	0,78	24,77	32,34	61,21
2	25	64,00	1212,5	355,1	287,43	501,3	33,36	47,47	0,5	22,34	22,32	31,11
	50	69,00	2168,3	587,81	601,54	727,6	39,54	60,47	0,65	31,01	30,08	37,8
	75	74,00	2518,7	732,28	818,07	945,3	52,53	66,64	1,11	37,4	36,37	52,2
d%	25	18,52	-68,25	-45,21	-53,52	-74,90	55,38	-15,58	85,19	74,40	48,60	-27,90
	50	15,00	-57,13	-33,47	-55,18	-70,00	32,15	-13,71	51,16	72,57	43,92	-33,06
	75	7,25	-68,21	-55,62	-54,43	-76,92	20,01	-15,14	42,31	50,99	12,46	-14,72
T	0.05	2.0	3,18	-3,61	-1,30	-3,70	2,11	-2,11	1,03	3,03	2,63	-4,14
	0.01	2.67										

Общая мощность спектра значительно (3.61) и статистически существенно преобладает в третьей группе. Данный процесс сопровождается абсолютным превалированием в той же группе всех составляющих спектра. Однако внешнее проявление адаптационного пейзажа соответствует внутреннему напряжению приспособительных реакций лишь для высокочастотной составляющей спектра, причем выраженность внутреннего усилия (4.14) значительно выше внешнего

(2.57). В отличие от быстрого компонента характер низкочастотных и очень медленных волн весьма изменчив, что проявляется преобладанием внутреннего напряжения в группе сравнения. Причем выраженность данного процесса для очень медленных волн значительна и статистически значима как в абсолютных, так и относительных проявлениях и составляет соответственно 1.3 и -3.03. Характер изменчивости низкочастотного спектра несколько иной: абсолютное преобладание статистически значимо и более интенсивно (3.7), чем внутреннее напряжение (2.63), несущественное по непараметрическим критериям.

Следует отметить, отсутствие статистической значимости и весьма умеренную выраженность доминирования показателя LF/HF в третьей группе, что позволяет сделать предположение о необходимости воспринимать адаптационный пейзаж как целостную картину, в которой определяющее значение может иметь направленность процесса, а не только выраженность отдельных компонентов.

Таким образом, адаптационный пейзаж третьей группы предпочтителен по отношению к группе сравнения, так как характеризуется доминированием общей мощности спектра, проявляющейся превосходством быстрой адаптационной волны, как по абсолютной интенсивности, так и внутреннему напряжению.

Превалирование внутреннего напряжения низкочастотного компонента и очень медленных волн в группе сравнения подтверждает заинтересованность симпато-адреналовой и гуморально-метаболической составляющих в обеспечении приспособительных реакций в покое, что, по сути, свидетельствует о напряженности адаптационных механизмов во второй группе. Выраженное преобладание ЧСС в ней (3.18), несмотря на отсутствие статистической значимости, косвенно подтверждает наши предположения.

Умеренное преобладание (1.12) общей мощности спектра в третьей группе обеспечивается значительным (2.01) абсолютным и относительным (1.72) доминированием низкочастотного компонента, что, несмотря на отсутствие существенности различий в последнем случае, позволяет подтвердить характер процесса. Обращает на себя внимание и значительное преобладание (1.97) относительного качества очень медленных волн во второй группе, что, тем не

менее, свидетельствует о гуморально-метаболическом напряжении в этой группе, несмотря на отсутствие статистической значимости доминирования по непараметрическим критериям.

Таблица 84

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 3 и 2 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP,мс²	VLF,мс ²	LF,мс²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
3	25	1,36	77	1903,0	672,8	804,14	235,1	63,79	18,15	1,76	32,08	28,89	8,8	
	50	1,53	87	2928,3	1051,6	1189,5	373,92	76,49	23,51	3,25	42,27	39,94	14,18	
	75	1,72	97	4132,9	1655,3	1850,1	534,2	81,85	36,21	4,52	56,66	49,1	21,16	
2	25	1,28	78,25	1491,9	754,1	445,1	160,57	61,21	17,11	1,58	41,24	22,74	8,43	
	50	1,35	88	2232,8	1121,5	619,36	286,12	72,96	27,04	2,74	52,64	32,09	12,37	
	75	1,46	92,75	2783,6	1474,1	1098,1	466,32	82,89	38,79	4,85	64,22	45,05	19,27	
d%	25	-6,4	1,62	-21,60	12,08	-44,65	-31,70	-4,04	-5,73	-10,2	28,55	-21,3	-4,20	
	50	-12,0	1,15	-23,75	6,64	-47,93	-23,48	-4,61	15,01	-15,7	24,53	-19,6	-12,7	
	75	-14,8	-4,38	-32,65	-10,94	-40,64	-12,71	1,27	7,13	7,30	13,34	-8,3	-8,93	
T	0.05	2.0	-2,64	0,25	-1,12	0,31	-2,01	-0,25	-0,81	0,81	-0,71	1,97	-1,72	-0,54
	0.01	2.67												

Таким образом, преобладание общей мощности спектра за счет его низкочастотной составляющей при условии превалирования внутренней симпатoadренальной напряженности, а также значительное (2.64), статистически значимое преобладание индекса 30/15 в той же группе, подтверждающее высокую реактивность парасимпатической нервной системы, свидетельствует в пользу лучшей адаптационной активности третьей группы.

Заинтересованность гуморально-метаболического компонента в группе сравнения позволяет предположить наличие напряженности адаптационных реакций в ней.

При анализе групп спортсменов и неспортсменов после физической нагрузки в клиностазе выявлены статистически значимые отличия по общей интенсивности спектра, абсолютному значению очень медленных и быстрых волн, отношению LF/HF, относительной интенсивности высокочастотного компонента; в ортостазе – по коэффициенту 30/15, абсолютной интенсивности медленных и быстрых волн (табл. 85, 86).

Общая мощность спектра значительно (4.69) и статистически существенно преобладает в пятой группе. Этот процесс обеспечивается не менее выраженным

(3.6) и статистически существенным превалированием абсолютных и относительных (4.2) значений высокочастотной составляющей, что свидетельствует не только о внешнем, но и существенном внутреннем превосходстве быстрой адаптационной волны в пятой группе.

Таблица 85

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 5 и 4 групп

Группа	Пц	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс ²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
5	25	63,50	1688,1	414,05	467,1	511,57	32,71	47,16	0,49	16,08	21,62	28,56	
	50	69,00	2360,1	608,73	636,6	1021,19	42,6	57,4	0,74	23,79	30,64	39,87	
	75	70,50	3029,5	900,44	982,64	1419,24	52,84	67,3	1,12	40,48	37,17	54,51	
4	25	68,75	517,16	260,99	104,77	80,78	54,46	23,59	1,2	34,58	20,66	10,87	
	50	75,50	798,4	318,55	273,25	110,69	66,47	33,53	1,99	44,88	31,76	14,13	
	75	88,25	1054,7	370,51	471,98	180,01	76,41	45,54	3,46	64,33	40,64	20,1	
d%	25	8,27	-69,36	-36,97	-77,57	-84,21	66,49	-49,98	144,9	115,0	-4,44	-61,94	
	50	9,42	-66,17	-47,67	-57,08	-89,16	56,03	-41,59	168,9	88,65	3,66	-64,56	
	75	25,18	-65,19	-58,85	-51,97	-87,32	44,61	-32,33	208,9	58,92	9,34	-63,13	
T	0.05	2.0	-1,53	4,69	2,58	2,33	3,60	-3,62	3,62	-2,38	-3,13	-0,20	4,20
	0.01	2.7											

Статистически существенное и значительное (2.58) абсолютное преобладание очень медленных волн в пятой группе связано с превалированием общей мощности спектра и сопровождается обратной закономерностью в относительных единицах (-3.13), что позволяет высказать предположение, даже в отсутствие статистической значимости различий, о внутренней напряженности гуморально-метаболического компонента в четвертой группе. Значительное абсолютное преобладание низкочастотного компонента (2.33) в пятой группе сопровождается фактически равным внутренним напряжением симпато-адреналовой адаптационной волны в группе сравнения и в связи с этим определяет в ней выраженное одноименное напряжение. Заметное (2.38) и статистически подтвержденное преобладание значения LF/HF в четвертой группе, в связи с отсутствием (статистически значимых) низкочастотных изменений, подтверждает эпохальность преобладания быстрой адаптационной волны в пятой группе.

Таким образом, доминирование в пятой группе волны быстрой адаптации, как по внешней выраженности, так и внутреннему обеспечению, позволяет

свидетельствовать в пользу лучшей ее адапционной привлекательности. Преобладание внутреннего напряжения гуморально-метаболической составляющей в четвертой группе указывает на сужение ее адапционных резервов. Значительное преобладание коэффициента LF/HF и умеренное превалирование частоты сердечных сокращений в четвертой группе косвенно подтверждают наши предположения.

Таблица 86

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 5 и 4 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
5	25	1,28	80	1413,2	483,33	658,59	97,42	76,21	13,79	3,21	29,59	39,94	6,81	
	50	1,42	91	2109,9	802,7	1087,6	258,41	82,98	17,02	4,88	37,15	49,16	9,34	
	75	1,73	99	3248,0	1090,5	1453,1	415,55	86,21	23,79	6,25	48,13	56,06	15,04	
4	25	1,05	88	725,73	263,65	234,36	54,78	80,84	11,92	4,26	29,05	28,42	4,02	
	50	1,15	100	1231,9	619,01	404,88	72,59	83,36	16,64	5,04	61,53	32,62	7,08	
	75	1,22	111	1762,9	1230,9	515,21	113,05	88,08	19,16	7,39	66,73	61,68	8,7	
d%	25	-17,68	10,0	-48,65	-45,45	-64,41	-43,77	6,08	-13,56	32,71	-1,82	-28,84	-40,9	
	50	-18,81	9,9	-41,61	-22,88	-62,77	-71,91	0,46	-2,23	3,28	65,63	-33,65	-24,2	
	75	-29,58	12,4	-45,72	12,88	-64,54	-72,80	2,17	-19,46	18,24	38,65	10,02	-42,2	
T	0.05	2.0	2,42	-1,85	0,76	0,54	1,14	0,38	-0,09	0,09	-0,12	-2,96	2,44	0,55
	0.01	2.7												

Умеренное (1.14), статистически существенное преобладание абсолютной интенсивности низкочастотного компонента, сопровождающееся ярким (2.44) относительным доминированием, даже при отсутствии статистической значимости различий (в последнем случае) позволяет свидетельствовать в пользу активной заинтересованности в пятой группе симпато-адреналовой адапционной волны как приспособительной реакции к ортостазу. Статистически существенное, но незначительное (0.38) превалирование абсолютной интенсивности быстрых волн в пятой группе, не сопровождающееся каким бы то ни было значимым преобладанием внутреннего напряжения, может быть истолковано как сохранность (неисчерпанность) резервов быстрой адаптации. Следует отметить также значительное (2.96) преобладание относительной напряженности очень медленных волн в четвертой группе, что при незначительных различиях абсолютной интенсивности и отсутствия статистической значимости различий по данному признаку, тем не менее, позволяет предположить участие в адаптации к клиностазу гуморально-

метаболической составляющей. Статистически существенное и значительное (2.42) преобладание $K_{30/15}$ свидетельствует в пользу лучшей парасимпатической реактивности в пятой группе. Выраженное преобладание ЧСС (1.85) в 4 группе, даже при отсутствии статистической значимости различий позволяет косвенно предположить снижение адаптационного потенциала в ней.

Таким образом, преобладание низкочастотной симпато-адреналовой волны в абсолютных и относительных проявлениях в пятой группе, сопровождающееся доминированием парасимпатической реактивности, при наличии высокочастотных резервов свидетельствует в пользу преимущественной адаптационной зрелости пятой группы.

Уверенное доминирование внутреннего гуморально-метаболического напряжения в 4 группе при учете умеренного преобладания ЧСС позволяет предположить снижение адаптационной реактивности в ней.

Аналогичный анализ в группах спортсменов до (2) и после ФН (4) выявил достоверные различия в клиностазе по абсолютной интенсивности медленных и быстрых волн, в том числе без учета очень медленной составляющей спектра, а также относительной интенсивности быстрых волн. В ортостазе существенные различия выявлены по парасимпатической реактивности и абсолютной интенсивности HF компонента (табл. 87, 88).

Таблица 87

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 2 и 4 групп

Группа	Пц	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
2	25	64,00	1212,5	355,1	287,43	501,3	33,36	47,47	0,5	22,34	22,32	31,11	
	50	69,00	2168,3	587,81	601,54	727,56	39,54	60,47	0,65	31,01	30,08	37,8	
	75	74,00	2518,7	732,28	818,07	945,34	52,53	66,64	1,11	37,4	36,37	52,2	
4	25	68,75	517,16	260,99	104,77	80,78	54,46	23,59	1,2	34,58	20,66	10,87	
	50	75,50	798,4	318,55	273,25	110,69	66,47	33,53	1,99	44,88	31,76	14,13	
	75	88,25	1054,7	370,51	471,98	180,01	76,41	45,54	3,46	64,33	40,64	20,1	
d%	25	7,42	-57,35	-26,50	-63,55	-83,89	63,25	-50,31	140,00	54,79	-7,44	-65,06	
	50	9,42	-63,18	-45,81	-54,57	-84,79	68,11	-44,55	206,15	44,73	5,59	-62,62	
	75	19,26	-58,12	-49,40	-42,31	-80,96	45,46	-31,66	211,71	72,01	11,74	-61,49	
T	0.05	2.1	-1,07	4,78	2,34	2,49	4,24	-4,01	4,01	-2,24	-2,36	-0,29	4,56
	0.01	2.8											

Абсолютная интенсивность высокочастотного компонента значительно

(4.24) и статистически существенно преобладает во второй группе и сопровождается еще более выраженным (4.56), внутренним напряжением.

Абсолютная напряженность низкочастотного компонента менее значимо (2.49), но по-прежнему статистически существенно превалирует в той же группе и сопровождается фактически равнозначным (0.29) внутренним межгрупповым участием. Следует отметить не имеющее статистического подтверждения, но значительное преобладание по медиане (2.34) во второй группе абсолютной интенсивности очень медленных волн, относительное доминирование которых также весьма выражено (-2.36), но противоположно по направлению, то есть превалирует в группе сравнения. Кроме того, обращает на себя внимание значительное преобладание во второй группе (4.78) общей мощности спектра, при отсутствии статистической значимости по непараметрическим критериям.

Таким образом, преобладание высокочастотной составляющей спектра во второй группе свидетельствует в пользу превалирования в ней быстрой адаптационной волны, что делает ее более привлекательной по отношению к группе сравнения. Значительное преобладание общей мощности спектра (4.78) в той же группе, даже при отсутствии статистически значимых различий косвенно подтверждает наши предположения. Значительное внутреннее напряжение очень медленных волн в четвертой группе связано, по-видимому, с включением гуморально-метаболического контроля, несмотря на их абсолютное преобладание во второй группе, что вероятно связано с превалированием в ней общей мощности спектра. Абсолютное преобладание низкочастотного компонента во второй группе, также связано с доминированием общей мощности и не имеет под собой значимой основы, что подтверждается отсутствием внутреннего напряжения. Следовательно, гуморально-метаболическое участие в адаптации к клиностазу в четвертой группе, а также существенное преобладание (2.24) значения LF/HF, свидетельствующее о симпатическом напряжении, даже при отсутствии статистической значимости различий позволяют предположить сужение адаптационных резервов в данной группе.

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 2 и 4 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
2	25	1,28	78	1491,9	754,09	445,06	160,57	61,21	17,11	1,58	41,24	22,74	8,43	
	50	1,35	88	2232,8	1121,5	619,36	286,12	72,96	27,04	2,74	52,64	32,09	12,37	
	75	1,46	92	2783,6	1474,2	1098,1	466,32	82,89	38,79	4,85	64,22	45,05	19,27	
4	25	1,05	88	725,73	263,65	234,36	54,78	80,84	11,92	4,26	29,05	28,42	4,02	
	50	1,15	100	1231,9	619,01	404,88	72,59	83,36	16,64	5,04	61,53	32,62	7,08	
	75	1,22	111	1762,9	1230,9	515,21	113,05	88,08	19,16	7,39	66,73	61,68	8,7	
d%	25	-17,71	12,4	-51,36	-65,04	-47,34	-65,88	32,07	-30,33	169,6	-29,56	24,98	-52,3	
	50	-14,46	13,6	-44,83	-44,80	-34,63	-74,63	14,25	-38,46	83,94	16,89	1,65	-42,8	
	75	-16,63	19,9	-36,67	-16,50	-53,08	-75,76	6,26	-50,61	52,37	3,91	36,91	-54,8	
T	0.05	2.1	2,24	-2,34	1,97	1,83	0,80	1,90	-2,00	2,00	-2,53	-1,02	-0,07	2,34
	0.01	2.8												

Несоответствие значительного преобладания по медиане общей мощности спектра во второй группе статистической значимости различий по непараметрическим критериям не противопоставляет использованные методы, а позволяет подчеркнуть тот факт, что при незначительной общей выраженности (интенсивности) признака и визуальных, казалось бы, значительных отличиях, статистическая существенность различий может полностью отсутствовать.

Иными словами, значительное абсолютное преобладание не имеет качественного – статистически существенного значения в связи с малой выраженностью самого признака и может быть интерпретировано как отсутствие потенциальных возможностей (резервов) реагирования со стороны общей мощности спектра – совокупности адаптационно-приспособительных реакций всех систем регуляции: вегетативной и гуморально-метаболической.

Итак, во второй группе значительно (1.9) и статистически существенно преобладает абсолютная мощность высокочастотного спектра, сопровождающаяся одноименным существенным (2.34) внутренним напряжением, что, несмотря на отсутствие статистической значимости, позволяет высказать предположение о доминировании быстрой адаптационной волны во второй группе. Однако следует обратить внимание не только на малую интенсивность HF компонента, но и на то, что данный процесс является лишь слабым отражением подобных, но более выраженных изменений в ортостазе, на

диаграмме это хорошо заметно (рис. 65).

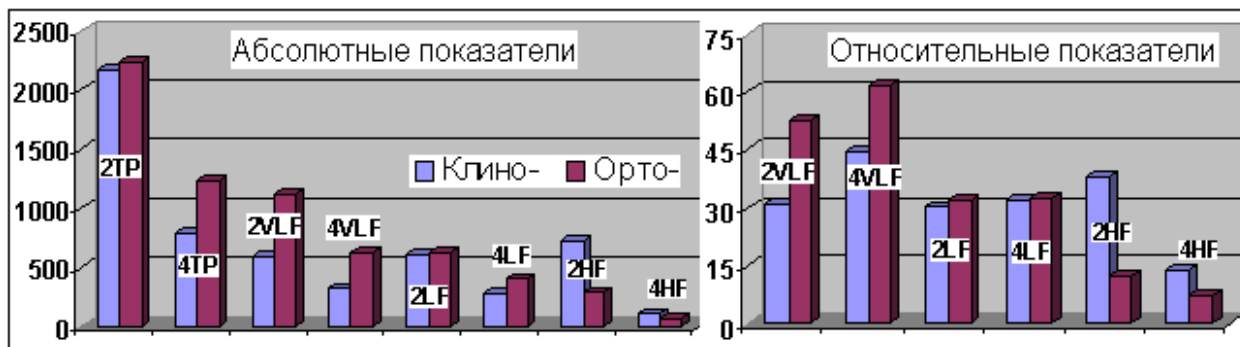


Рис. 65. Клино-ортостатическая реактивность сердечного ритма 2 и 4 групп

Анализируя ее видно, что адаптация к ортостазу осуществляется в сравниваемых группах совершенно одинаково, лишь незначительно – статистически несущественно, отличаясь по выраженности, что проявляется снижением высокочастотной составляющей, фактически неизменной активностью медленных волн и возрастанием интенсивности очень медленного компонента. Причем со стороны относительной напряженности тенденции совершенно идентичны. Незначительные отличия связаны лишь с более выраженным снижением высокочастотной интенсивности при адаптации к ортостазу во второй группе и чуть более выраженным возрастанием интенсивности медленных волн в четвертой группе.

Таким образом, во второй группе адаптация к ортостазу развивается преимущественно за счет снижения интенсивности высокочастотного спектра и увеличения VLF компонента, в четвертой за счет возрастания низкочастотного спектра и VLF компонента, последнее обстоятельство в обеих группах свидетельствует о включении филогенетически более древней системы гуморально-метаболической адаптации.

Следовательно, существенное (1.97), но не сопровождающееся статистической значимостью преобладание общей мощности спектра во второй группе за счет высокочастотного компонента, не может свидетельствовать в пользу ее лучшей адаптационной состоятельности по совокупности выше изложенных фактов. Однако значительное (2.24), статистически существенное снижение коэффициента 30/15 в четвертой группе указывает на нарушение

приспособительных реакций и свидетельствует о снижении реактивности парасимпатической нервной системы, а при учете отношения медленных и быстрых волн (2.53 в пользу четвертой группы) позволяет говорить о сужении адаптационных резервов в четвертой группе.

Исследование показателей в группе спортсменов до (3) и после тренировки (5) выявило достоверные различия только в клиностазе по общей мощности спектра, абсолютной интенсивности медленных и быстрых волн, а так же относительной напряженности последних (табл. 89, 90).

Таблица 89

Клиностаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 3 и 5 групп

Группа	Пц	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс ²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
3	25	54,00	3819,5	648,07	618,37	1997,3	21,47	56,23	0,27	12,81	15,02	43,15	
	50	60,00	5058,2	883,46	1342,2	2425,6	29,92	70,08	0,43	17,97	20,9	56,47	
	75	69,00	7921,9	1649,88	1795,3	4095,8	43,77	78,53	0,78	24,77	32,34	61,21	
5	25	63,50	1688,1	414,05	467,1	511,57	32,71	47,16	0,49	16,08	21,62	28,56	
	50	69,00	2360,1	608,73	636,6	1021,2	42,6	57,4	0,74	23,79	30,64	39,87	
	75	70,50	3029,5	900,44	982,64	1419,2	52,84	67,3	1,12	40,48	37,17	54,51	
d%	25	17,59	-55,80	-36,11	-24,46	-74,39	52,35	-16,13	81,48	25,53	43,94	-33,81	
	50	15,00	-53,34	-31,10	-52,57	-57,90	42,38	-18,09	72,09	32,39	46,60	-29,40	
	75	2,17	-61,76	-45,42	-45,27	-65,35	20,72	-14,30	43,59	63,42	14,94	-10,95	
T	0.05	2.0	-4,48	4,15	1,49	4,18	2,61	-3,12	3,12	-1,54	-1,41	-3,07	3,97
	0.01	2.66											

Общая мощность спектра значительно (4.15) и статистически существенно преобладает в третьей группе. Основой доминирования, на первый взгляд является весьма насыщенное (4.18) и статистически значимое превалирование абсолютных значений низкочастотной составляющей. Однако процесс ее (%LF) внутреннего напряжения имеет обратную направленность и выражается значительным преобладанием (-3.07) в группе сравнения, что, несмотря на отсутствие статистической значимости, позволяет предположить заинтересованность симпато-адреналовой составляющей в адаптации пятой группы к клиностазу, а преобладание абсолютных значений в третьей группе, связать лишь с превалированием общей мощности. Значительное (2.61), статистически существенное доминирование высокочастотного спектра в третьей группе сопровождается еще более выраженным (3.97) и статистически значимым

внутренним напряжением, что позволяет сделать вывод о господстве быстрой адаптации в развитии приспособительных реакций к клиностазу.

Отсутствие статистической значимости при сравнении очень медленных волн, тем не менее, позволяет отследить тенденцию изменчивости, которая заключается в умеренном (1.49) преобладании абсолютной интенсивности в третьей группе и обратной закономерности при сравнении внутреннего напряжения – умеренного преобладания в пятой группе (-1.41). Последнее предполагает гуморально-метаболическую заинтересованность в развитии приспособительных реакций в данной группе. Кроме того, обращает на себя внимание значительное по медиане (4.48) но несущественное по непараметрическим критериям преобладание частоты сердечных сокращений в пятой группе, что позволяет сделать вывод о преимущественном участии хронотропного компонента в адаптации к физической нагрузке в ней.

Умеренное превалирование (1.54) значения LF/HF в пятой группе, несмотря на отсутствие статистической значимости, позволяет подтвердить большую заинтересованность медленных волн в развитии адаптационных реакций.

Таблица 90

Ортостаз. Сравнительный спектральный анализ ВРС 3 и 5 групп

Группа	Пц	30/15	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
3	25	1,36	77	1903,0	672,81	804,14	235,1	63,79	18,15	1,76	32,08	28,89	8,8	
	50	1,53	87	2928,3	1051,6	1189,5	373,92	76,49	23,51	3,25	42,27	39,94	14,18	
	75	1,72	97	4132,9	1655,3	1850,1	534,2	81,85	36,21	4,52	56,66	49,1	21,16	
5	25	1,28	80	1413,2	483,33	658,59	97,42	76,21	13,79	3,21	29,59	39,94	6,81	
	50	1,42	91	2109,9	802,7	1087,6	258,41	82,98	17,02	4,88	37,15	49,16	9,34	
	75	1,73	99	3248,0	1090,5	1453,1	415,55	86,21	23,79	6,25	48,13	56,06	15,04	
d%	25	-6,45	3,9	-25,74	-28,16	-18,10	-58,56	19,47	-24,0	82,39	-7,76	38,25	-22,6	
	50	-7,33	4,6	-27,95	-23,67	-8,57	-30,89	8,48	-27,6	50,15	-12,1	23,08	-34,1	
	75	0,90	2,1	-21,41	-34,12	-21,46	-22,21	5,33	-34,3	38,27	-15,1	14,18	-28,9	
T	0.05	2.0	1,63	-1,2	1,16	1,14	0,30	0,32	-1,83	1,83	-2,04	1,09	-2,45	1,51
	0.01	2.66												

Таким образом, значительное преобладание общей мощности спектра за счет низкочастотной составляющей в третьей группе свидетельствует в пользу ее лучшей адаптационной активности. Внутренняя напряженность медленных и очень медленных волн в пятой группе при отсутствии статистической значимости

различий позволяет высказать предположение о незначительной симпато-адреналовой и гуморально-метаболической заинтересованности в развитии приспособительных реакций, что по совокупности факторов (сочетание с преобладанием частоты сердечных сокращений и значением LF/HF), тем не менее, свидетельствует о сужении адаптационных резервов.

Отсутствие статистически значимых различий при сравнении групп в ортостазе лишь подчеркивает развитость адаптационных реакций, у спортсменов, несмотря на наличие значимых физических нагрузок, что свидетельствует о высокой толерантности к ним. Однако на наш взгляд следует обратить внимание на некоторые тенденции в развитии приспособительных реакций к ортостазу. Значительное преобладание (2.45) внутренней напряженности медленных волн в пятой группе, умеренное превалирование (1.51) относительного напряжения высокочастотного спектра в третьей группе при отсутствии различий по абсолютным значениям, а так же существенное доминирование (2.04) показателя LF/HF в пятой группе на первый взгляд может свидетельствовать о лучшей адаптационной реактивности в ней. Однако следует иметь в виду, что приспособительные реакции к ортостазу зарождаются еще в клиностазе и включают, как парасимпатическую, так и симпатическую реактивность, что в нашем случае имеет следующий вид (рис. 66):

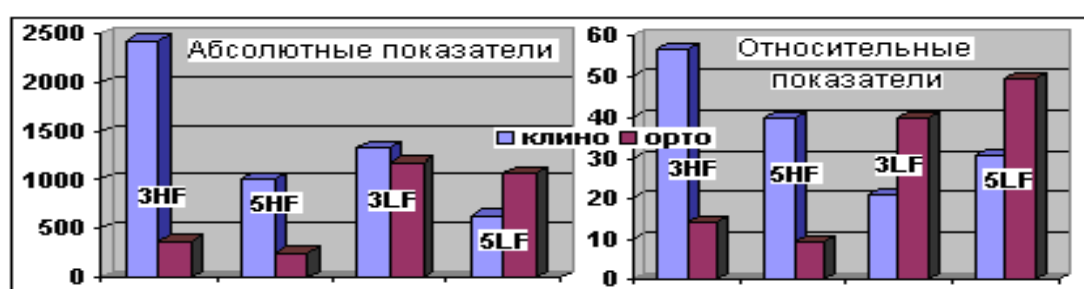


Рис. 66. Клино-ортостатическая реактивность ВРС 3 и 5 групп

На диаграмме видно, что адаптация к ортостазу происходит в обеих группах за счет снижения высокочастотной и повышения низкочастотной интенсивности спектров. Однако амплитуда изменчивости высокочастотного компонента в третьей группе значительно превосходит таковую в группе сравнения, что позволяет первой осуществить адаптацию к ортостазу фактически только за счет

снижения высокочастотной составляющей и кроме всего прочего сохранить резервы быстрой адаптационной волны в ортостазе. Что же касается низкочастотной составляющей, то рост ее абсолютной интенсивности в пятой группе, так и не достигает уровня третьей группы, несмотря даже на некоторое снижение интенсивности в ней по сравнению с клиностазом. Следует отметить также, что изменчивость низкочастотного компонента достигается в обеих группах фактически равным возрастанием внутреннего напряжения, однако изначально меньший уровень в третьей группе позволяет говорить о наличии потенциальных резервов в ней.

Таким образом, наличие высоко и низкочастотных спектральных резервов в третьей группе свидетельствует в пользу лучшей ее адаптационной активности, умеренное преобладание (1.63) коэффициента $30/15$ в ней (не смотря на отсутствие статистически значимых различий) подтверждает наши предположения.

Заключение к 5.1

Сравнение общей группы (1) и группы спортсменов без физической нагрузки (2) выявило лучшую адаптационную привлекательность первой из них. Объективной основой этого является преобладание в положении клиностаза общей адаптационной и парасимпатической активности в первой группе и относительной гуморально-метаболической и симпатической заинтересованности во второй; в положении ортостаза - относительное доминирование низкочастотного компонента в первой группе и преобладание гуморально-метаболической ответственности во второй.

При сопоставлении общей (1) и группы спортсменов до физической нагрузки (3) выявлены существенные особенности приспособительного баланса каждой из них. В клиностазе выявлено преобладание в 3 группе общей адаптационной активности за счет всех составляющих. Причем симпатическое и гуморально-метаболическое участие предполагает инверсию доминирования: от преобладания в 3 группе по абсолютным проявлениям до его противоположности (превалирования в группе сравнения) - по относительным. Парасимпатическая

составляющая, в свою очередь, доминирует однонаправлено (во всех ипостасях) и обеспечивает основу потенциальной приспособительной реактивности 3 группы.

Вышеизложенное, а также меньшее значение отношения медленных и быстрых волн (LF/HF) в третьей группе, свидетельствует о более рациональном перераспределении интенсивности спектра в сторону потенциального развития максимально быстрой адаптации в ней.

Адаптация сравниваемых групп к ортостазу также имеет разные сценарии. В первой группе – за счет активации симпатического отдела ВНС, в третьей – в связи со снижением парасимпатического тонуса, что отражает лучшую адаптационную активность последней, так как сохраняется потенциальный резерв симпатического участия. В противовес этому данный стратегический запас в первой группе фактически исчерпан, так как повышение симпатического тонуса выявлено нами уже в клиностазе.

Значительное преобладание индекса 30/15 в 3 группе также свидетельствует о высокой реактивности парасимпатического отдела ВНС, что подтверждает наши выводы о достаточности и оптимальной выраженности адаптационных резервов в данной группе.

Таким образом, адаптационный баланс третьей группы является более совершенным как по качественным, так и количественным спектральным критериям variability.

Сравнение общей (1) и группы спортсменов после физической нагрузки (4) выявило лучшую приспособительную активность первой из них.

В клиностазе первая группа демонстрирует преобладание общей адаптационной мощности за счет парасимпатической составляющей. В четвертой группе для обеспечения адаптации к клиностазу задействованы гуморально-метаболический и симпато-адреналовый факторы, что подтверждается значительным доминированием значения LF/HF. Как неблагоприятный фактор следует отметить также статистически существенное преобладание частоты сердечных сокращений в 4 группе.

Ортостатическое доминирование в первой группе высоко и низкочастотных

составляющих спектра свидетельствует в пользу ее лучшей адаптационной готовности, которая проявляется большей активностью симпато-адреналовой системы и наличием парасимпатических резервов. Об этом также свидетельствует значительное (2.84) статистически значимое преобладание $K_{30/15}$ в ней.

Сопоставление общей (1) и группы спортсменов после физической нагрузки (5) фактически не выявило существенных отличий их адаптационной активности.

Наличие в клиностазе выраженных различий по общей адаптационной мощности, тем не менее, не позволяет выяснить направление доминирования в виду равенства медиан и разнонаправленности поквартильного преобладания. Пограничное по интенсивности (1.76) превалирование относительной мощности медленных волн в пятой группе (при отсутствии статистической значимости) предположительно свидетельствует о напряженности симпатоадреналовой заинтересованности в ней.

Таким образом, отсутствие различий не позволяет предпочесть адаптационные резервы одной из сравниваемых групп. Однако данные факт еще раз подчеркивает важность анамнестических данных в процессе обследования, так как отсутствие различий в спектральных характеристиках не позволяет свидетельствовать об идентичности адаптационных резервов. В данном случае пятая группа включает в себя спортсменов после тренировки, а первая общий контингент обследуемых по обращаемости при отсутствии значимой физической нагрузки в анамнезе, исходя из этого предпочтение в плане функционального состояния, безусловно, отдается в пользу пятой группы, кроме того, объяснимым становится напряжение симпатоадреналового гомеостаза.

Отсутствие значимых различий в положении ортостаза, так же как и в клиностазе не позволяет говорить об идентичности функциональных резервов, а с учетом анамнеза и тенденций вегетативного реагирования (большей симпатической заинтересованности) свидетельствует в пользу лучшей адаптационной активности в пятой группе.

Следовательно, отсутствие статистически существенных различий между 1 и 5 группой свидетельствует о том, что, несмотря на перенесенную физическую

нагрузку, которая, безусловно, привела к сужению адаптационных резервов в последней (5) их объем и характер сопоставимы с данными, полученными в группе сравнения. Данное обстоятельство в свою очередь указывает на выраженную толерантность к физической нагрузке и подтверждает наши предположения о высоком адаптационном потенциале в группе спортсменов.

Кроме того, следует отметить, что и выработка референтных величин (лабораторных норм) для сравнения, так же как и трактовка самих результатов должна соответствовать субъекту обследования. Это соответствие должно включать на наш взгляд: отношение обследуемого к физической нагрузке, его тренированность, период и характер нагрузочных сборов, вид спорта, возраст, время суток, время после последней значимой физической нагрузки.

Адаптационный пейзаж группы спортсменов до физической нагрузки (3) предпочтителен по отношению к группе (2) сравнения (неспортсменов до физической нагрузки), так как характеризуется доминированием общей мощности спектра сопровождающейся превосходством быстрой адаптационной волны.

Превалирование внутреннего напряжения низкочастотного компонента и очень медленных волн в группе сравнения подтверждает заинтересованность симпатoadренальной и гуморально-метаболической составляющих в обеспечении приспособительных реакций в покое, что, по сути, свидетельствует о напряженности адаптационных механизмов во второй группе. Выраженное преобладание ЧСС в ней (3.18) косвенно подтверждает наши предположения.

Ортостатическое преобладание общей мощности спектра за счет его низкочастотной составляющей, а также выраженное преобладание индекса 30/15 в той же группе, подтверждающее высокую реактивность парасимпатической нервной системы, свидетельствует в пользу лучшей адаптационной активности третьей группы. Заинтересованность гуморально-метаболического компонента в группе сравнения (2) позволяет предположить напряженность адаптационно-приспособительной активности в ней.

Сопоставление групп спортсменов (5) и неспортсменов (4) после ФН выявило лучшую приспособительную активность в первой из них.

Клиностатическое доминирование в 5 группе общей спектральной мощности, за счет парасимпатической составляющей, подтверждает ее адаптационное преимущество. Превалирование внутренней плотности гуморально-метаболической составляющей в четвертой группе позволяет предположить сужение адаптационных резервов за счет одноименного напряжения. Значительное преобладание коэффициента LF/HF и умеренное превалирование частоты сердечных сокращений в четвертой группе косвенно подтверждают наши предположения.

Ортостатическое преобладание симпато-адреналовой волны в пятой группе, сопровождающееся доминированием парасимпатической реактивности, при наличии одноименных резервов свидетельствует в пользу преимущественной адаптационной зрелости пятой группы.

Уверенное доминирование внутреннего гуморально-метаболического напряжения в четвертой группе при учете умеренного преобладания частоты сердечных сокращений позволяет предположить снижение адаптационной реактивности в ней.

Сравнение групп спортсменов до (2) и после (4) физической нагрузки выявило ряд приспособительных особенностей.

Во-первых, преобладание в клиностазе парасимпатической активности при отсутствии статистически существенного доминирования общей спектральной мощности. Во-вторых, значительное внутреннее напряжение очень медленных волн в четвертой группе связанное, по-видимому, с включением гуморально-метаболической адаптации. В-третьих, существенное преобладание (2.24) значения LF/HF, свидетельствующее о симпато-адреналовом напряжении.

Вышеизложенные факты, даже при отсутствии статистической значимости различий указывают на сужение адаптационных резервов в 4 группе.

Адаптация к ортостазу во 2 группе идет за счет снижения интенсивности высокочастотного спектра и увеличения VLF компонента, в четвертой за счет увеличения низкочастотного спектра и VLF компонента, последнее обстоятельство в обеих группах свидетельствует о включении филогенетически

более древней системы гуморально-метаболической адаптации. Значительное (2.24), статистически существенное снижение коэффициента 30/15 в четвертой группе указывает на нарушение приспособительных реакций и свидетельствует о снижении реактивности парасимпатической нервной системы, а при учете отношения медленных и быстрых волн (2.53 в пользу четвертой группы) позволяет говорить о сужении адаптационных резервов в четвертой группе.

Сопоставление групп спортсменов до (3) и после (5) физической нагрузки вскрыло существенные особенности их реагирования.

Существенное преобладание общей мощности спектра за счет парасимпатического доминирования в третьей группе свидетельствует в пользу ее выраженной адаптационной активности. Внутренняя напряженность медленных и очень медленных волн в пятой группе при отсутствии статистической значимости различий позволяет высказать предположение о незначительной симпато-адреналовой и гуморально-метаболической заинтересованности в развитии приспособительных реакций, что по совокупности факторов (сочетание с преобладанием частоты сердечных сокращений и значением LF/HF), тем не менее, свидетельствует об уменьшении адаптационных резервов.

Адаптация к ортостазу происходит в обеих группах за счет снижения высокочастотной и повышения низкочастотной интенсивности спектров. Однако амплитуда изменчивости высокочастотного компонента в третьей группе значительно превосходит таковую в группе сравнения, что позволяет третьей группе осуществить адаптацию к ортостазу фактически только за счет снижения высокочастотной составляющей и, кроме всего прочего, сохранить резервы быстрой адаптационной волны в ортостазе. Изменчивость низкочастотного компонента достигается в обеих группах фактически равным возрастанием внутреннего напряжения, однако изначально меньший уровень в третьей группе позволяет говорить о наличии в ней потенциальных резервов.

Таким образом, наличие высоко и низкочастотных спектральных резервов в третьей группе свидетельствует в пользу ее обширной адаптационной активности, умеренное преобладание (1.63) коэффициента 30/15 указывающее на

доминирование парасимпатической реактивности в ней и отвечающее за включение «возвращающих к норме» механизмов (восстановления), подтверждает это заключение.

5.2. Групповые закономерности адаптационной изменчивости

С целью углубленного исследования внутригруппового адаптационного пейзажа, а также выявления специфических дифференциальных особенностей группового реагирования, возникла необходимость сравнения спектров в клино- и ортостазе.

При исследовании смешанной популяции, достоверные различия при сравнении спектров в клино- и ортостазе выявлены по всем составляющим кроме общей мощности (табл. 91, рис. 67).

Таблица 91

Адаптационный клино-ортостатический пейзаж смешанной популяции

Проба	Пц	Ps	TP,мс ²	VLF,мс ²	LF,мс ²	HF,мс ²	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	
Клино-	25	59	1183,7	350,05	300,70	347,28	26,80	47,27	0,37	16,56	17,60	28,58	
	50	68	2360,1	639,60	589,96	829,94	37,92	62,08	0,61	24,89	25,89	43,42	
	75	73	4349,3	995,75	1315,5	2197,4	52,73	73,21	1,12	40,48	34,12	57,82	
Орто-	25	77	1402,0	521,27	541,21	111,63	69,97	13,58	2,33	29,60	29,42	7,69	
	50	88	2355,7	868,06	880,96	247,06	79,95	20,06	3,99	40,43	45,57	9,75	
	75	98	3550,5	1469,1	1640,2	400,18	86,42	30,03	6,36	55,49	57,97	15,08	
d%	25	30,5	18,4	48,9	80,0	-67,9	161,1	-71,3	529,7	78,7	67,2	-73,1	
	50	29,4	-0,2	35,7	49,3	-70,2	110,8	-67,7	554,1	62,4	76,0	-77,5	
	75	34,2	-18,4	47,5	24,7	-81,8	63,9	-59,0	467,9	37,1	69,9	-73,9	
T	0.05	1.98	-9,25	1,53	-1,41	-1,62	3,93	-10,18	11,99	-7,39	-2,75	-5,37	11,14
	0.001	2.62											

Состояние клиностаза в первой группе характеризуется значительным, статистически существенным преобладанием мощности высокочастотного компонента спектра как в абсолютном (3.93), так и еще более значимо в нормализованном (11.99) и относительном (11.14) качестве. Во-первых, это свидетельствует о наличии быстрых адаптационных резервов, а во-вторых и в-третьих о значительном преобладании тонуса парасимпатической порции ВНС, обеспечивающей первичный эффект.

Положение ортостаза требует статистически существенной активации низкочастотного компонента, причем умеренной (1.62) в абсолютных значениях,

весьма значимой в нормализованных (10.18), менее выраженной (5.37) в относительных проявлениях. Доминирование низкочастотной составляющей свидетельствует в пользу включения симпато-адреналовой адаптационной волны и превалирования тонуса симпатического отдела ВНС.

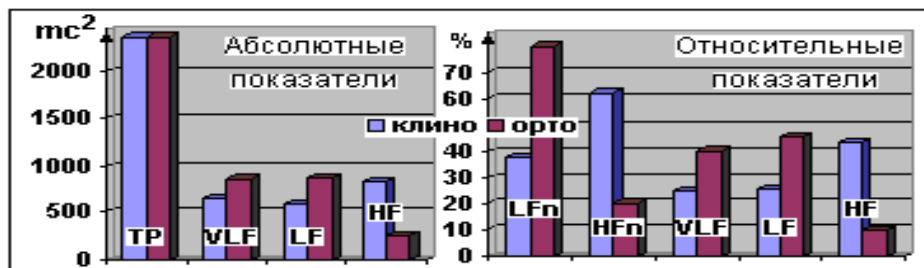


Рис. 67. Сравнительный клино-ортостатический баланс смешанной популяции.

Статистически существенное преобладание интенсивности сверхмедленных волн (умеренное (1.41) в абсолютном и значительное (2.75) в относительном проявлении) указывает на развитие гуморально-метаболических приспособительных реакций и значительное внутреннее напряжение их при развитии адаптации к ортостазу.

Являясь интегральной величиной, характеризующей участие всей вегетативной нервной системы в развитии адаптационных реакций, значение отношения медленных и быстрых волн тем более выражено, чем больше изменчивость входящих в него компонентов. В данном случае значительное участие симпатического и парасимпатического компонентов в адаптации к ортостазу порождают высокоинтенсивное (7.39) значение интегрального компонента.

Включение богатого адаптационного потенциала при предложенном изменении положения тела отозвалось статистически существенным и значительным (9.25) увеличением частоты сердечных сокращений, изменчивость которой также можно расценивать как результирующий показатель всех приспособительных реакций.

Кроме того, адаптация к изменению положения тела проявляется не только и не столько повышением активности различных адаптационных систем, а, по большому счету, способностью этих систем к максимальной изменчивости – возможности демонстрировать наибольшие различия при развитии адаптационно-

приспособительных реакций. В данной группе наибольшую абсолютную изменчивость демонстрирует высокочастотный компонент, далее низкочастотный и очень медленный, причем та же закономерность сохраняется и для внутреннего напряжения – тонуса систем. Что же касается сравнительного участия адаптационных систем в приспособительных реакциях в клино- и ортостазе соответственно, то оно имеет рейтинг представленный в таблице 92.

Таблица 92

Сравнительное участие адаптационных систем смешанной популяции

Проба	Клиностатическая						Ортостатическая							
	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF		
T	0,05 0,001	1,98 2,6	0,62	4,05	4,75	-1,55	3,46	6,08	1,67	-4,96	-6,83	0,64	-11,87	-14,03

В клиностазе статистически существенно и значительно преобладает высокочастотный компонент как в абсолютном (VLF 4.05, LF 4.75) так и относительном (VLF 3.46, LF 6.08) выражении. Причем абсолютное преобладание над VLF сопровождается фактически равным относительным (4.05, 3.46), в то же время абсолютное преобладание над LF достигается более выраженным относительным (4.75, 6.08). По абсолютной интенсивности превалирование низкочастотного компонента над сверхмедленным статистически несущественно (0.62). При изучении относительного темперамента имеет место противоположная акцентуация – умеренное (1.55) доминирование VLF, хотя и по-прежнему без статистической значимости.

В ортостазе статистически существенно и значительно преобладают сверхмедленные и медленные волны как в абсолютном (4.96, 6.83) так и относительном (11.87, 14.03) выражении. Причем для обоих имеет место единая закономерность – значительного возрастания относительного доминирования по отношению к абсолютному. Сравнение темперамента преобладающих волн не выявило статистически существенных различий, как в абсолютном, так и относительном выражении, тем не менее, тенденция умеренного (1.67) преобладания медленных волн в абсолютном выражении минимизируется относительным качеством (0.67).

В группе неспортсменов без физической нагрузки отличия характеристик в клино- и ортостазе охватывают весь спектр за исключением общей мощности и его медленной составляющей (табл. 93, рис. 68).

Таблица 93

Адаптационный клино-ортостатический пейзаж 2 группы

Проба	Пц	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
Клино-	25	64,00	1212,55	355,10	287,43	501,30	33,36	47,47	0,50	22,34	22,32	31,11	
	50	69,00	2168,29	587,81	601,54	727,56	39,54	60,47	0,65	31,01	30,08	37,80	
	75	74,00	2518,67	732,28	818,07	945,34	52,53	66,64	1,11	37,40	36,37	52,20	
Орто-	25	78,25	1491,95	754,09	445,06	160,57	61,21	17,11	1,58	41,24	22,74	8,43	
	50	88,00	2232,80	1121,48	619,36	286,12	72,96	27,04	2,74	52,64	32,09	12,37	
	75	92,75	2783,64	1474,15	1098,14	466,32	82,89	38,79	4,85	64,22	45,05	19,27	
d%	25	22,3	23,0	112,4	54,8	-68,0	83,5	-64,0	216,0	84,6	1,9	-72,9	
	50	27,5	3,0	90,8	3,0	-60,7	84,5	-55,3	321,5	69,8	6,7	-67,3	
	75	25,3	10,5	101,3	34,2	-50,7	57,8	-41,8	336,9	71,7	23,9	-63,1	
T	0.05	2.11	-5,41	-0,82	-2,18	-1,16	2,70	-4,68	4,68	-3,02	-2,97	-0,81	6,80
	0.001	2.9											

Состояние клиностаза характеризуется значительным статистически существенным прогрессивным преобладанием высокочастотного компонента в абсолютных (2.7), нормализованных (4.68) и относительных (6.8) единицах, что свидетельствует о наличии быстрых адаптационных резервов и внутренней мобилизации парасимпатического компонента вегетативной нервной системы.

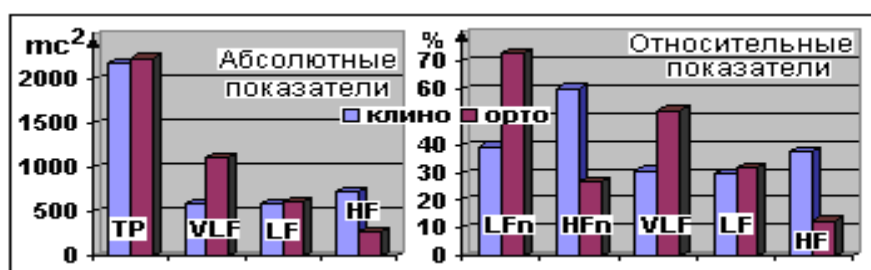


Рис. 68. Сравнительный клино-ортостатический баланс 2 группы

Адаптация к ортостазу осуществляется за счет значительного статистически существенного превалирования очень медленных волн как в абсолютном (2.18), так и чуть более интенсивно в относительном (2.97) выражении, что в целом указывает на включение и мобилизацию гуморально-метаболической регуляции в ответ на изменение положения тела в данной группе.

Следует обратить внимание на отсутствие статистически существенных различий по низкочастотному компоненту спектра при сохранении тенденции

преобладания в ортостазе: умеренной (1.16) по абсолютным, незначительной (0.81) по относительным проявлениям. Вышеизложенное, позволяет констатировать безучастность симпато-адреналовых приспособительных реакций, а в целом, свидетельствовать о сужении адаптационных резервов за счет отключения симпатического отдела ВНС.

Статистически существенное и значительное (3.02) преобладание отношения медленных и быстрых волн в ортостазе обеспечивается в данном случае лишь за счет изменчивости высокочастотной составляющей и, являясь интегральной характеристикой ВНС, отражает лишь участие сохранного парасимпатического компонента.

Адаптация к ортостазу, кроме того, проявилась значительным (5.41), статистически существенным увеличением частоты сердечных сокращений. Данный показатель испытывает на себе воздействия как вегетативной, гуморально-метаболической, так и собственной внутриорганной системы регуляции и потому может быть оценен только в сравнении с одноименными показателями других групп.

Наибольшей абсолютной изменчивостью обладает высокочастотный компонент, второе место принадлежит очень медленному спектру, та же закономерность имеет место и для относительного напряжения.

Сравнительный рейтинг участия адаптационных систем (табл. 94).

Таблица 94

Сравнительное участие адаптационных систем 2 группы

Проба	Клиностатическая						Ортостатическая							
	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF		
T	0.05 0.001	2.11 2.9	0,03	1,84	2,04	-0,07	1,85	1,88	-1,23	-7,58	-4,01	-1,70	-7,46	-4,88

В клиностазе статистически существенное преобладание той или иной составляющей спектра не выявлено, однако имеется тенденция умеренного преобладания низкочастотного компонента как в абсолютных (VLF 1.84, LF 2.04), так и относительных (VLF 1.85, LF 1.88) значениях. Следует отметить, что абсолютное и относительное превалирование HF над VLF является фактически

равно выраженным (1.84, 1.85), та же тенденция характерна и для доминирования над LF (2.04, 1.88). Сравнение абсолютной и относительной интенсивности медленных и очень медленных волн не выявило каких бы то ни было существенных отличий (0.03, -0.07).

Решающую роль в ортостазе играют очень медленные волны, их выраженность статистически существенно и значительно преобладает над высокочастотной интенсивностью как в абсолютном (HF 7.56), так и относительном (HF 7.46) проявлении. Легко заметить, что абсолютное и относительное преобладание равно выражено. Преобладание над низкочастотной составляющей выражено умеренно как в абсолютном (LF 1.23), так и чуть более интенсивно в относительном (LF 1.7) качестве и не сопровождается статистической значимостью. В свою очередь выраженность низкочастотного компонента значительно и статистически существенно преобладает над высокочастотным, соответственно в абсолютных и относительных цифрах на 4.01 и 4.88. В относительном качестве преобладание выражено чуть более существенно.

В группе спортсменов до тренировки при сравнении спектральных характеристик в клино- и ортостазе выявлены достоверные различия по всем составляющим спектра кроме абсолютной интенсивности медленных и очень медленных волн (табл. 95, рис. 69).

Положение клиностаза обеспечивается в данной группе значительным (3.15), статистически существенным доминированием общей мощности спектра, за счет значительного преобладания высокочастотного компонента как в абсолютном (4.19), нормализованном (8.98) так и относительном (8.77) качестве. Причем обращает на себя внимание прогрессивный характер превалирования – значительное (более чем в 2 раза) его усиление от абсолютных к относительным значениям. Данные показатели свидетельствуют о наличии значительного объема быстрых адаптационных резервов, обеспеченных высоким тонусом парасимпатического отдела ВНС.

Адаптационный пейзаж 3 группы (спортсмены до нагрузки)

Проба	Пц	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
Клино-	25	54,00	3819,45	648,07	618,37	1997,35	21,47	56,23	0,27	12,81	15,02	43,15	
	50	60,00	5058,18	883,46	1342,24	2425,60	29,92	70,08	0,43	17,97	20,90	56,47	
	75	69,00	7921,95	1649,88	1795,34	4095,77	43,77	78,53	0,78	24,77	32,34	61,21	
Орто-	25	77,00	1903,04	672,81	804,14	235,10	63,79	18,15	1,76	32,08	28,89	8,80	
	50	87,00	2928,26	1051,63	1189,52	373,92	76,49	23,51	3,25	42,27	39,94	14,18	
	75	97,00	4132,92	1655,29	1850,07	534,20	81,85	36,21	4,52	56,66	49,10	21,16	
d%	25	42,6	-50,2	3,8	30,0	-88,2	197,1	-67,7	551,9	150,4	92,3	-79,6	
	50	45,0	-42,1	19,0	-11,4	-84,6	155,6	-66,5	655,8	135,2	91,1	-74,9	
	75	40,6	-47,8	0,3	3,0	-87,0	87,0	-53,9	479,5	128,7	51,8	-65,4	
T	0.05	2.0	-5,66	3,15	0,14	0,16	4,19	-8,46	8,98	-4,97	-3,14	-3,74	8,77
	0.001	2.7											

Положение клиностаза обеспечивается в данной группе значительным (3.15), статистически существенным доминированием общей мощности спектра, за счет значительного преобладания высокочастотного компонента как в абсолютном (4.19), нормализованном (8.98) так и относительном (8.77) качестве. Причем обращает на себя внимание прогрессивный характер превалирования - значительное (более чем в 2 раза) его усиление от абсолютных к относительным значениям. Данные показатели свидетельствуют о наличии значительного объема быстрых адаптационных резервов, обеспеченных высоким тонусом парасимпатического отдела ВНС.

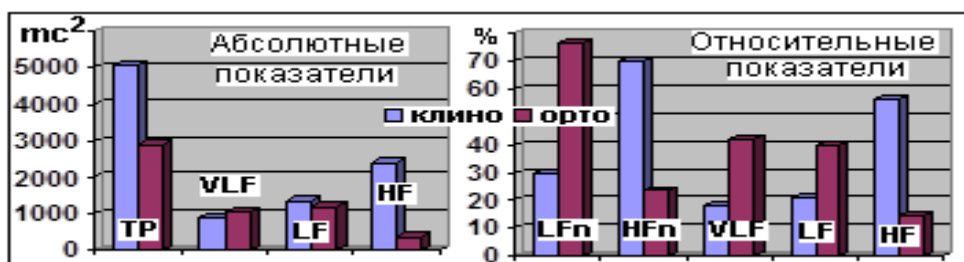


Рис. 69. Сравнительный клино-ортостатический баланс 3 группы

Состояние ортостаза сопровождается статистически существенным и значительным усилением внутреннего (относительного) тонуса низкочастотного (3.74) и очень медленного (3.14) компонентов спектра, однако это не приводит к внешнему (абсолютному) проявлению – статистически существенные различия по этим компонентам отсутствуют, тенденции отличий – минимальны.

Таким образом, состояние ортостаза в данной группе сопровождается

усилением тонуса симпатического отдела ВНС и гуморально-метаболического участия, однако непосредственное (внешнее) обеспечение данного состояния связано с изменчивостью (уменьшением интенсивности по сравнению с клиностазом) парасимпатического компонента ВНС.

Статистически существенное и значительное (4.97) преобладание отношения медленных и быстрых волн в ортостазе непосредственно связано с абсолютной изменчивостью составляющих адаптационного спектра и обеспечивается балансом высокочастотного компонента, а также сопровождается статистически существенным и значительным (5.66) увеличением частоты сердечных сокращений.

Максимальную абсолютную изменчивость демонстрирует высокочастотный компонент (4.19), причем выраженность этого процесса приводит к появлению статистически существенной изменчивости общей мощности спектра (3.15), различия по LF и VLF несут существенны. Выраженность относительного баланса имеет следующий вид: наибольший размах демонстрирует высокочастотный компонент (8.77), далее низкочастотные (3.74) и очень медленные волны (3.14).

Сравнительный рейтинг участия адаптационных систем соответственно в клино- и ортостазе представлен ниже (табл. 96).

Таблица 96

Сравнительное участие адаптационных систем 3 группы

Проба	Клиностатическая						Ортостатическая							
	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF		
T	0,05 0,001	2,03 2,72	0,69	4,61	4,88	0,42	6,08	7,25	0,55	-1,62	-3,36	-0,15	-5,03	-6,37

В клиностазе статистически существенно и значительно преобладает высокочастотный компонент как в абсолютном (VLF 4.61, LF 4.88), так и относительном (VLF 6.08, LF 7.25) обеспечении. Причем абсолютное доминирование над VLF достигается более выраженным относительным преобладанием (4.61, 6.08), та же закономерность характерна и для преобладание над LF (4.88, 7.25). Превалирование низкочастотного компонента над мощностью

очень медленных волн статистически несущественно и незначительно как в абсолютных (0.69), так и относительных проявлениях (0.42).

В ортостазе статистически существенно преобладают очень медленные и медленные волны как в абсолютном (1.62, 3.36), так и относительном (5.03, 6.37) выражении. Причем для обоих составляющих спектра имеет место единая закономерность – значительного возрастания относительного доминирования по отношению к абсолютному. Сравнение темперамента преобладающих волн не выявило статистически существенных различий как в абсолютном, так и относительном выражении, тем не менее, тенденция незначительного (0.55) преобладания медленных волн в абсолютном качестве меняется на противоположную минимальной интенсивности (-0.15) в относительном.

В группе неспортсменов после перенесенной физической нагрузки статистически существенные различия выявлены только для ЧСС, высокочастотной (HF_n,%) и медленной (LF_n) составляющей (табл. 97, рис. 70).

Таблица 97

Адаптационный клино-ортостатический пейзаж 5 группы

Проба	Пц	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LF _n	HF _n	LF/HF	% VLF	% LF	% HF	
Клино-	25	68,75	517,16	260,99	104,77	80,78	54,46	23,59	1,20	34,58	20,66	10,87	
	50	75,50	798,40	318,55	273,25	110,69	66,47	33,53	1,99	44,88	31,76	14,13	
	75	88,25	1054,70	370,51	471,98	180,01	76,41	45,54	3,46	64,33	40,64	20,10	
Орто-	25	88,00	725,73	263,65	234,36	54,78	80,84	11,92	4,26	29,05	28,42	4,02	
	50	100,00	1231,93	619,01	404,88	72,59	83,36	16,64	5,04	61,53	32,62	7,08	
	75	111,25	1762,92	1230,96	515,21	113,05	88,08	19,16	7,39	66,73	61,68	8,70	
d%	25	28,0	40,3	1,0	123,7	-32,2	48,4	-49,5	255,0	-16,0	37,6	-63,0	
	50	32,5	54,3	94,3	48,2	-34,4	25,4	-50,4	153,3	37,1	2,7	-49,9	
	75	26,1	67,1	232,2	9,2	-37,2	15,3	-57,9	113,6	3,7	51,8	-56,7	
T	0.05	2.36	-3,46	-1,51	-1,36	-1,02	0,73	-2,13	2,13	-1,73	-0,24	-0,31	1,66
	0.001	3.50											

Отсутствие статистической значимости по большинству показателей в данной группе связано с незначительной выраженностью собственно составляющих спектра, несмотря на высокий процент прироста, что также связано с малым значением изначальной интенсивности.

Положение клиностаза характеризуется умеренным (1.66) статистически существенным преобладанием относительного напряжения высокочастотного

компонента, однако изменчивость его абсолютной интенсивности не имеет статистического подтверждения, хотя и сохраняет тенденцию преобладания в клиностазе правда с выраженной потерей интенсивности доминирования (0.87).

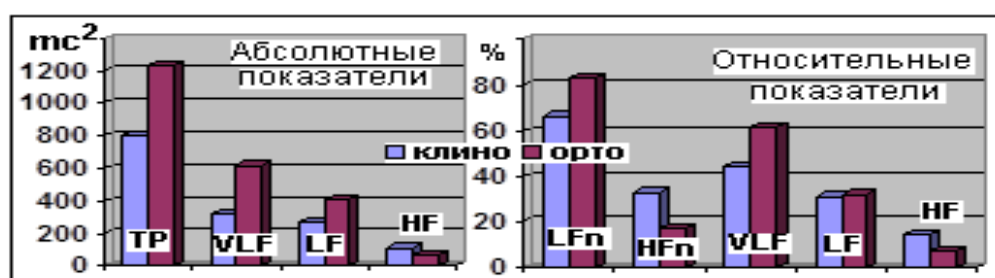


Рис. 70. Сравнительный клино-ортостатический баланс 5 группы

Положение ортостаза не сопровождается статистически существенными спектральными изменениями и проявляется незначительным (1.02 погранично умеренным) преобладанием абсолютной интенсивности низкочастотного компонента, которое минимизируется до 0.31 при анализе относительных значений. Та же тенденция сохраняется и для очень медленных волн: умеренное (1.36) доминирование в абсолютных единицах с выраженной потерей насыщенности (0.24) в относительном качестве.

Тенденция умеренного (1.73) преобладания в ортостазе отношения медленных и быстрых волн также не имеет статистического свидетельства, что подтверждает отсутствие влияний ВНС на приспособительную регуляцию в данной группе.

Наибольший размах спектральных колебаний, при изменении положения тела, имеет абсолютная интенсивность очень медленных, далее – низкочастотных, а затем быстрых волн. Относительное напряжение имеет обратную закономерность: максимальная изменчивость демонстрируется высокочастотным, средняя – низкочастотным, минимальная – очень медленным компонентом. Рейтинг изменчивости спектральных характеристик имеет весьма условное значение, так как лишь показатель HF% имеет статистическое подтверждение.

Минимальная интенсивность общей мощности спектра и его составляющих, с учетом несущественной изменчивости всех спектральных характеристик при изменении положения тела, свидетельствует об «ускользании» сердечного ритма из-под контроля ВНС, гуморально-метаболической регуляции и переходе на

автономный гомеостаз, внешне проявляющийся маловариабельным (ригидным) ритмом.

Таблица 98

Сравнительное участие адаптационных систем 5 группы

Проба	Клиностатическая						Ортостатическая							
	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF		
T	0.05 0.001	2.36 3.5	-0,17	-4,73	-2,18	-1,22	-3,97	-2,58	-1,54	-2,88	-5,54	-0,89	-4,81	-4,91

В клиностазе (табл. 98) статистически существенно и значительно преобладают VLF и LF компоненты спектра как в абсолютном (4.73, 2.18), так и относительном (3.97, 2.58) обеспечении. Причем доминирование над HF более существенно со стороны очень медленных волн, по сравнению с низкочастотным компонентом, однако абсолютное преобладание VLF сопровождается снижением интенсивности в относительных единицах (4.73, 3.97), в то время как превалирование LF обеспечивается увеличением активности в относительных проявлениях (2.18, 2.58). Сравнение доминирующих спектров выявило статистически несущественное и незначительное в абсолютных проявлениях (0.17) преобладание интенсивности очень медленного компонента, возрастающее до умеренных значений (1.22) в относительных единицах при сохранении статистической однородности.

В ортостазе статистически существенно и значительно преобладают сверхмедленный и низкочастотный компонент как в абсолютном (2.88, 5.54), так и относительном (4.81, 4.91) выражении. Причем преобладание над HF более выражено со стороны LF, что подтверждается в абсолютном качестве, но нивелируется в относительном. Преобладание сверхмедленных волн обеспечивается более выраженным относительным усилением (2.88, 4.81), в то же время абсолютное доминирование LF сопровождается некоторым падением тонуса (5.54, 4.91). Сравнение темперамента преобладающих волн не выявило статистически существенных различий, как в абсолютном, так и относительном выражении, причем тенденция умеренного (1.54) преобладания очень медленных волн сопровождается падением интенсивности доминирования в относительном

выражении (0.89).

В группе спортсменов после перенесенной физической нагрузки статистически существенные отличия выявлены по всем составляющим спектра кроме общей мощности и VLF (табл. 99, рис. 71).

Положение клиностаза характеризуется статистически существенным преобладанием высокочастотного компонента, умеренно выраженного (1.15) в абсолютных значениях, значительно возрастающего в нормализованных (6.81) и относительных (5.56) проявлениях, что свидетельствует об умеренном преобладании парасимпатических влияний за счет значительного внутреннего напряжения системы в целом.

Таблица 99

Адаптационный пейзаж группы спортсменов после тренировки

Проба	Пц	Ps	TP, мс ²	VLF, мс ²	LF, мс ²	HF, мс ²	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF
Клино-	25	63,50	1688,11	414,05	467,10	511,57	32,71	47,16	0,49	16,08	21,62	28,56
	50	69,00	2360,07	608,73	636,60	1021,19	42,60	57,40	0,74	23,79	30,64	39,87
	75	70,50	3029,49	900,44	982,64	1419,24	52,84	67,30	1,12	40,48	37,17	54,51
Орто-	25	80,00	1413,24	483,33	658,59	97,42	76,21	13,79	3,21	29,59	39,94	6,81
	50	91,00	2109,93	802,70	1087,60	258,41	82,98	17,02	4,88	37,15	49,16	9,34
	75	99,00	3248,02	1090,52	1453,08	415,55	86,21	23,79	6,25	48,13	56,06	15,04
d%	25	26,0	-16,3	16,7	41,0	-81,0	133,0	-70,8	555,1	84,0	84,7	-76,2
	50	31,9	-10,6	31,9	70,8	-74,7	94,8	-70,3	559,5	56,2	60,4	-76,6
	75	40,4	7,2	21,1	47,9	-70,7	63,2	-64,7	458,0	18,9	50,8	-72,4
T	0.05	2.05	-5,57	-0,75	-1,09	-1,83	1,15	-6,81	6,81	-4,43	-1,38	-3,20
	0.001	2.77										

Ортостаз вызывает статистически существенное, умеренное (1.83) увеличение абсолютной интенсивности низкочастотного компонента, сопровождающееся значительным усилением внутреннего напряжения по нормализованным (6.81) и относительным (3.2) критериям, что указывает на существенную активизацию симпатических влияний.

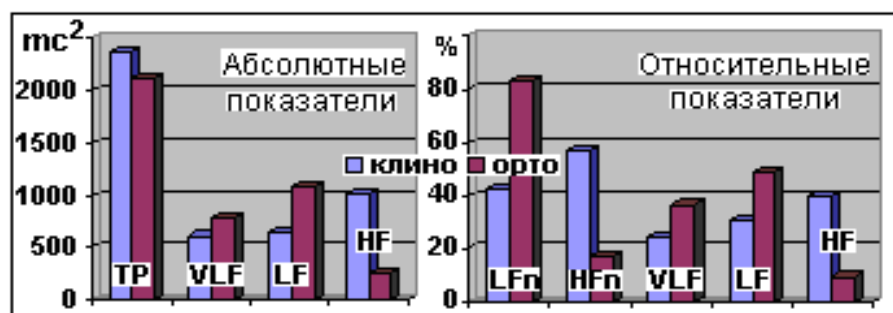


Рис. 71. Сравнительный клино-ортостатический баланс 4 группы.

Преобладание значения отношения медленных и быстрых волн в ортостазе выражено значительно (4.43) и статистически существенно и отражает участие в формировании приспособительных реакций к изменению положения тела обеих ветвей ВНС.

Статистически существенное и значительное (5.57) доминирование частоты сердечных сокращений в ортостазе является результирующим влиянием вегетативной регуляции на сердечную мышцу.

Статистически несущественная изменчивость очень медленных волн в абсолютных и относительных проявлениях с учетом тенденции незначительного и умеренного (соответственно 1.09 и 1.38) преобладания в ортостазе свидетельствует об отсутствии влияний гуморально-метаболического компонента на комплекс адаптационных реакций при изменении положения тела в данной группе.

Наибольшую абсолютную лабильность при изменении положения тела демонстрирует низкочастотный компонент (1.83), далее следуют высокочастотные колебания (1.15), причем изменчивость относительного напряжения вышеуказанных спектров более выражена и сопровождается обратной закономерностью: преобладанием высокочастотного компонента (5.56) над низкочастотным (3.2).

Сравнительный рейтинг участия адаптационных систем в ответ на ортоположение представлен ниже (табл. 100).

Таблица 100

Сравнительное участие адаптационных систем группы спортсменов после тренировки

Проба	Клиностатическая						Ортостатическая							
	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF	LF-VLF	HF-VLF	HF-LF	%LF-VLF	%HF-VLF	%HF-LF		
T	0,05	2,05												
	0,001	2,77	0,83	2,82	2,69	0,19	1,98	2,23	2,34	-1,08	-3,87	1,46	-4,65	-9,39

В клиностазе статистически существенно и значительно преобладает высокочастотный компонент как в абсолютных (VLF 2.82, LF 2.69), так и чуть менее выражено (VLF 1.98, LF 2.34) в относительных проявлениях. Причем

абсолютное доминирование над LF определяется незначительным снижением в превалировании внутреннего обеспечения (2.69, 2.34), в то же время абсолютное преобладание над VLF достигается более выраженным падением интенсивности преобладания при сравнении с одноименным внутренним напряжением (2.82, 1.98). Превалирование низкочастотного компонента над мощностью очень медленных волн статистически несущественно и незначительно (0.83, 0.19).

В ортостазе статистически существенно преобладают сверх медленные и медленные волны как в абсолютном (1.08, 3.87) так и относительном (4.65, 9.39) выражении. Причем и в том и другом случае имеет место общая закономерность – значительного возрастания относительного доминирования по отношению к абсолютному. Кроме того, сравнение темперамента преобладающих волн выявило статистически существенное и значительное преобладание медленных волн в абсолютном выражении (2.34), однако оно не имеет статистического подтверждения со стороны внутреннего напряжения, при сохранении общей тенденции преобладания с падением его интенсивности до умеренных значений (1.46).

Заключение к главе 5

Анализ результатов, полученных в группах до перенесенной ФН, позволяет выявить ряд различий в реакции организма на ортостаз. В группе спортсменов, адаптация к ортостазу осуществляется за счет высокочастотного и сверхмедленного компонентов, причем их абсолютные и относительные составляющие развиваются однонаправленно с преобладанием относительной напряженности. Кроме того, низкочастотный компонент во всех ипостасях изменяется несущественно и потому остается безучастным в рассматриваемой реакции. При этом изменчивость спектральных составляющих, не реализуется в общей мощности спектра, что, в свою очередь, свидетельствует о скрытой адаптационной недостаточности.

В группе спортсменов адаптация к ортостазу сопровождается существенным участием общей мощности спектра, которая обеспечивается ярким высокочастотным балансом. Значительная абсолютная выраженность последнего

(4.19) обеспечивается еще более мощным относительным напряжением (8.77), та же тенденция в группе сравнения менее интенсивна и составляет 2.7 и 6.8 соответственно. Низкочастотные и сверхмедленные волны не принимают абсолютного участия в адаптации к ортостазу, однако это достигается за счет их существенного тонического напряжения, в отличие от группы сравнения, где низкочастотный пейзаж безучастен во всех проявлениях, а сверхмедленный компонент и в абсолютном и тоническом выражении активно влияет на приспособительный баланс. Несмотря на преобладающую тенденцию обеспечения приспособительных реакций к изменению положения тела в обеих группах за счет высокочастотного компонента его вариабельность более выражена в группе спортсменов, что находит свое отражение в динамике коэффициента LF/HF, значение которого фактически в 1.5 раза больше в данной группе (4.97), чем в группе сравнения (3.02).

Сравнительный рейтинг участия адаптационных систем также существенно отличается в исследуемых группах. Если в клиностазе в группе спортсменов преобладающим является высокочастотный компонент, как в абсолютном, так и тоническом выражении, то в группе сравнения частотные лидеры отсутствуют. В положении ортостаза в обеих группах имеют место похожие тенденции: преобладание изменчивости очень медленных и медленных волн, как в абсолютном, так и тоническом выражении, однако степень их выраженности весьма различна. Абсолютное преобладание очень медленных волн в группе неспортсменов значительно мощнее, чем в группе сравнения (7.58 против 1.62), относительное – менее выражено при сохранении общей тенденции (7.46 против 5.03). Та же закономерность по абсолютной выраженности низкочастотного компонента (4.01 против 3.36) и обратная в тоническом виде (4.88 против 6.37).

Таким образом, механизмы адаптации в группе спортсменов принципиально отличается от группы сравнения, и выражаются существенной изменчивостью общей мощности спектра – внешний компонент, за счет преобладающей активности высокочастотного компонента, при сохранении тонической активности всех приспособительных систем – внутренний компонент.

В группе неспортсменов – только за счет внутреннего компонента, который включает в себя высокочастотную и очень медленную составляющую при полной низкочастотной интактности.

Сравнение групп после перенесенной физической нагрузки демонстрирует принципиальные различия в обеспечении приспособительных реакций при изменении положения тела. В группе спортсменов адаптация к ортостазу достигается за счет абсолютной изменчивости высоко- и низкочастотного компонентов спектра, что полностью подтверждается однонаправленным участием относительных – тонических составляющих. Причем более яркое абсолютное участие низкочастотного спектра сопровождается относительным преобладанием высокочастотного компонента. Иными словами адаптация к ортостазу достигается за счет симпатического и парасимпатического компонентов с абсолютным преобладанием первого при тоническом превосходстве второго. Следует отметить безучастность гуморально-метаболической составляющей, что подтверждается отсутствием реакции со стороны очень медленного компонента, как в абсолютном, так и относительном выражении. Кроме того, адаптация к ортостазу в данной группе достигается за счет внутренней изменчивости спектральных составляющих, что подтверждается отсутствием статистически существенной реакции со стороны общей мощности спектра. В группе сравнения при адаптации к ортостазу спектральная изменчивость по всем показателям фактически отсутствует, что проявляется значительной устойчивостью сердечного ритма. Единственный компонент, изменчивость которого в обеих группах однонаправлена это ЧСС, однако и его участие в приспособительных реакциях более выражено в группе спортсменов (5.57 и 3.46 соответственно).

Таким образом, принципиальные отличия адаптационных процессов в исследуемых группах заключаются в том, что у спортсменов после тренировки сохраняется вегетативное обеспечение приспособительных реакций, в то время, как в группе сравнения – напротив, выявляется феномен «ускользания» СР из под вегетативного и гуморально-метаболического контроля, что сопровождается переходом на автономный гомеостаз, внешне проявляющийся ригидным СР.

При сравнении спектральных характеристик реакции на ортостаз в группах спортсменов до и после ФН обращают на себя внимание различия в развитии адаптационных реакций. Во-первых, ортостаз в группе спортсменов до физической нагрузки обеспечивается за счет изменчивости общей мощности спектра и внутреннего баланса, во втором случае исключительно за счет внутренней реактивности. Во-вторых, внутренний баланс в первом случае включает в себя абсолютное участие только высокочастотного компонента при значительном относительном напряжении всех составляющих спектра, во втором – тотальную (абсолютную и относительную) изменчивость высоко- и низкочастотных компонентов при интактности очень медленных волн. В-третьих, абсолютную реактивность в первом случае проявляет только высокочастотный (4,19) компонент, во втором – низкочастотный (1.83) и высокочастотный (1.15), причем их суммарное участие значительно проигрывает высокочастотной изменчивости в первом случае.

Максимальную изменчивость относительной напряженности спектра в группе до физической нагрузки проявляет высокочастотный компонент (8.77), далее низкочастотные (3.74) и очень медленные волны (3.14), после физической нагрузки та же закономерность с умеренным падением интенсивности (5.56 и 3.2 соответственно) при интактности VLF компонента. В-четвертых, абсолютное системное превосходство в клиностазе в первом случае имеет высокочастотный компонент над VLF и LF соответственно 4.61 и 4.88, во втором случае та же закономерность, но с падением мощности до границ статистической существенности – соответственно 2.82 и 2.69; относительное преобладание полностью подчинено вышеизложенной тенденции и в первом случае составляет 6.08 и 7.25, во втором – 1.98 и 2.23. Обращает на себя внимание и тот факт, что реактивность относительного напряжения в первом случае значительно превосходит абсолютное (4.61, 4.88 и 6.08, 7.25), во втором случае – обратная закономерность (2.82, 2.69 и 1.98, 2.23). В ортостазе в первом случае абсолютное преобладание над HF демонстрирует низкочастотный (3.36) и очень медленный компоненты (1.62) во втором – тенденция сохраняется при незначительном

увеличении интенсивности низкочастотного и снижении VLF преобладания (соответственно 3.87 и 1.08). Относительное доминирование подтверждает направление абсолютной изменчивости и составляет в первом случае 6.37 и 5.03, во втором 9.39 (более значимое превосходство) и 4.65 соответственно преобладанию LF и VLF над высокочастотным компонентом. Причем относительное напряжение в первом случае преобладает над абсолютным менее выражено (3.36, 1.62 и 6.37, 5.03), чем во втором (3.87, 1.08 и 9.39, 4.65).

Таким образом, ФН в группе спортсменов, нивелируя внешнюю изменчивость (TP), активизирует внутреннюю реактивность, которая обнаруживает себя синергидным включением смешанной вегетативной регуляции в условиях гуморально-метаболической безучастности. Причем снижение парасимпатического доминирования в клиностазе после физической нагрузки компенсируется лучшей симпатической отзывчивостью.

Спектральная изменчивость на ортостаз в группе неспортсменов до и после тренировки имеет существенные особенности. Если до ФН отклик на ортостаз обеспечивается абсолютной реактивностью высокочастотного и очень медленного спектров при полной интактности низкочастотного, то после ФН все спектральные составляющие ареактивны, за исключением высокочастотного тонуса. При этом амплитуда изменчивости по всем спектральным составляющим в первом случае значительно превосходит таковую после ФН. Увеличение ЧСС и до и после физической нагрузки статистически существенно, однако выраженность данной реакции значительно преобладает в первом случае – 5.41 против 3.46 (доверительный интервал разности).

Ни одна из спектральных составляющих в клиностазе не имеет статистически существенного преимущества в данной группе (до ФН), однако следует обратить внимание на тенденции, выявленные при расчете доверительных интервалов разности. В клиностазе в первом случае уверенно преобладает высокочастотный спектр (VLF 1.84, LF 2.04) при однонаправленной и ровной тонической поддержке (VLF 1.85, LF 1.88). После ФН статистически существенно доминируют сверхмедленные (4.73) и медленные (2.18) волны при

соответствующей тонической поддержке (3.97 и 2.58). В условиях ортостаза в первом случае существенно преобладают сверхмедленные и медленные волны как в абсолютном (7.58, 4.0), так и относительном проявлении (7.46, 4.87). После ФН при сохранившейся тенденции изменилось качество доминирования (2.88, 5.54 и 4.8, 4.91 – соответственно в абсолютном и относительном выражении).

Таким образом, ортостатическая адаптационная активность в группе спортсменов до перенесенной физической нагрузки, включающая парасимпатическую и гуморально-метаболическую составляющие, сменяется после нее ареактивностью со стороны всех составляющих спектра. Тенденция преобладания парасимпатической активности в клиностазе в первом случае сменилась гуморально-метаболическим и симпатическим доминированием после перенесенной физической нагрузки. Направления доминирования в ортостазе в обоих случаях идентичны с учетом падения интенсивности гуморального компонента после нагрузки. В целом, анализ приспособительной реактивности в данной группе, включающий сравнительное обеспечение клино- и ортостаза имеет существенные ограничения в связи с минимальной спектральной активностью и фактическим отсутствием изменчивости после ФН.

Максимальную изменчивость спектральных характеристик демонстрирует общая группа, так как представляет собой смешанную популяцию, включающую представителей каждой из групп. В связи с этим, детальное сравнение ее с любой из определяемых совокупностей будет иметь как общие черты, так и различия, в основе которых лежат характерные признаки других групп. Иными словами, применение для сравнительного анализа критериев смешанной популяции нецелесообразно.

Приспособительные реакции на ортостаз и физическую нагрузку в зависимости от тренированности, не только специфически мобилизуют адаптационные возможности организма, но и качественно (характерно) изменяют внутренний баланс систем обеспечения. Следовательно, решение вопроса, об адаптационной состоятельности субъекта лежит в плоскости сравнительного анализа с нормами его групповой принадлежности.

ГЛАВА 6. Комплекс диагностики и мониторинга функционального состояния, физической подготовленности и тренированности

6.1. Понятийный аппарат

Функциональное состояние организма в широком смысле включает в себя способность, в том числе потенциальную органов и систем, ответственных за определенное действие (совокупность функций) осуществить его (их). Настоящее определение из-за необходимости обобщения не позволяет продемонстрировать глубины процесса. А именно определить действие, о котором идет речь. Данное исследование не ставило целью обнаружить связь физического качества выносливости, здоровья и выживаемости не только потому, что изучаемый контингент объединен диагнозом «практически здоров», но в связи с тем, что данная связь уже доказана. На наш взгляд, наиболее существенные сведения на этот счет представлены лабораторией патофизиологии сердца НИИ общей патологии и патологической физиологии АМН СССР под руководством Ф.З.Меерсона.

Результаты исследования лаборатории, в частности, свидетельствуют, что адаптация к систематической физической нагрузке, формируя системный структурный след адаптации в виде организации доминирующей системы (органов оптимально регулирующих и исполняющих), определяет наличие памятных и избыточных компонентов, которые обуславливают накопление (совершенствование) адаптации и проявление ее перекрестных эффектов в виде предупреждения жизнеугрожающих аритмий и асистолии. Иными словами, опираясь на доказанный факт и в связи с продолжением исследований касающихся формирования адаптации можно констатировать, что уровень развития выносливости определяет здоровье и выживаемость в плане профилактики сердечно-сосудистой смертности.

Таким образом, ФС определяет способность организма, в том числе потенциальную противостоять утомлению и продолжительно выполнять двигательную деятельность без заметного снижения ее эффективности, то есть, выносливость – как физическое качество, увеличивающее адаптационные

возможности и способствующее выживаемости.

В свою очередь, в узком смысле под ФС понимаются возможности и особенности ВНС по осуществлению и регуляции той или иной функции. Поскольку эти исследования классически проводятся в состоянии относительного физиологического покоя, они позволяют оценить лишь потенциальную возможность осуществления этой функции.

Опираясь на результаты настоящего исследования связь между регуляцией СР в покое и физической работоспособностью а равно выносливостью минимальна или фактически отсутствует, тем не менее, она может быть увеличена при рассмотрении потенциально однородных групп и/или еще более существенно в случае развитой регуляции, то есть в апогее тренированности (выносливости). При этом, результаты активности ВНС всегда будут иметь памятный след – определять «цену» физического воздействия, тренировки, суточной активности и тому подобного, не соответствуя потенциальной переносимости ФН, объем которой может быть установлен исключительно при проведении нагрузочного тестирования.

В связи с этим, алгоритм определения функционального состояния здорового человека на наш взгляд должен включать:

- проведение спектрального анализа ВРС в клино- и ортостазе с целью изучения срочного адаптационного потенциала, цены перенесенной нагрузки, циклического (суточного, посттренировочного) мониторингования;

- проведение теста максимальной физической работоспособности с вычислением предложенных маркеров, позволяющих непосредственно оценить физическое качество выносливость и компоненты его регуляции.

В целом, проведение настоящих исследований у спортсмена в динамике, позволяет наиболее точно оценить его подготовленность. При этом кратность исследований определяется их чувствительностью к изменению адаптационной активности: срочной (АОП) – 1 (2) раза в сутки; отсроченной (нагрузочное тестирование) – 1 (2) раза в неделю.

6.2. Примеры нагрузочного тестирования

Пример (Пр.) 1

Таблица 101

Стресс-тест: нагрузочный период

маркер	T1t	T1rr	T2t	T2rr	H1*	O1	H2	O2	H3	O3	П1t	П1rr	П2t	П2rr
Пр. 1	499,1	0,41	335,5	0,47	-0,39	0,60	-0,25	0,53	-0,06	0,03	410,8	0,44	519,4	0,40
Пр. 2	561,1	0,39	488,3	0,42	-0,37	0,60	-0,16	0,48	-0,07	0,04	375,4	0,44	543,9	0,40
Пр. 3	463,0	0,40	292,9	0,46	-0,38	0,58	-0,19	0,49	-0,05	0,032	299,3	0,46	458,4	0,40
Пр. 4	118,9	0,35	141,3	0,33	-1,05	0,48	-0,22	0,38	-0,18	0,03	45,9	0,40	132,1	0,36
Пр. 5	199,0	0,37	230,6	0,35	-0,69	0,51	-0,16	0,41	-0,07	0,02	53,41	0,46	214,8	0,38
S группа														
Пц25	276,1	0,36	203,6	0,40	-0,51	0,50	-0,25	0,41	-0,11	0,021	88,0	0,42	297,2	0,36
Пц50	391,2	0,38	264,8	0,42	-0,44	0,55	-0,19	0,44	-0,07	0,028	258,0	0,44	387,8	0,38
Пц75	469,4	0,40	335,5	0,45	-0,37	0,60	-0,15	0,49	-0,04	0,038	362,9	0,45	467,7	0,40

Примечание: * Здесь и далее H1, H2, H3 взяты с коэффициентом 10^{-3}

Временные и интервальные нагрузочные маркеры Т, П (1, 2) определяясь 4 квартилем смешанной популяции свидетельствуют о высоком уровне хронотропного резерва адаптации и длительности регуляционного контроля СР у обследуемого (табл. 101). При этом модельные характеристики ритмограммы: скорость изменчивости H1 (80Пц), длительность O1 (75Пц); H2 (25Пц), O2(80Пц); скорость H3 (60Пц), длительность O3 (65Пц), полностью подтверждают наши выводы (табл. 101).

Соответствуя крайним квартилям смешанной популяции (временные, интегральный, показатель средней ЧСС – первому; интервальные, скоростные – четвертому) критерии восстановления также свидетельствуют о высоком уровне восстановительного потенциала у обследуемого (табл. 102).

Таблица 102

Стресс-тест: восстановительный период

маркер	П3t	П3rr	П4t	П4rr	П3о	П3н	П4о	П4н	ИП	МК1	МК2
Пр. 1	10,0	0,40	23,3	0,44	0,40	4,54	0,40	4,37	692	109,2	49,4
Пр. 2	13,2	0,42	25,9	0,49	0,36	4,23	0,36	4,30	705	90,3	57,4
Пр. 3	12,5	0,41	35,5	0,45	0,40	4,39	0,40	4,32	765	98,1	63,0
Пр. 4	52,2	0,36	90,5	0,40	0,32	0,68	0,32	0,86	1117	82,8	111,5
Пр. 5	27,2	0,38	107,8	0,45	0,34	1,65	0,35	1,04	1012	87,9	96,6
S группа											
Пц25	10,0	0,375	33,7	0,435	0,336	1,16	0,337	1,14	817,0	84,5	69,2
Пц50	18,6	0,389	53,4	0,454	0,354	1,93	0,355	1,77	917,0	94,6	81,3
Пц75	36,7	0,410	103,5	0,482	0,375	2,83	0,376	2,72	967,5	101,2	93,1

Соответствие АД и ЧСС покоя, средней ЧСС и АД нагрузочного периода – минимальным, мощности перенесенной нагрузки, МПК, диапазона изменчивости ЧСС и АД – максимальным популяционным значениям опосредует высокую нагрузочную толерантность обследуемого продемонстрированную на фоне существенных резервов и минимальных хроно-, инотропных затрат (табл. 103). Настоящий вывод находит свое подтверждение и при изучении динамических коэффициентов.

Таблица 103

Стресс тест: эргометрические маркеры

Маркер	покой		МПК	МПК кг	W Вт	ЧСС				АД			
	САД	ЧСС				н	о	mx	cp	н	о	mx	cp
Пр. 1	110	50	5,1	85,7	240	-48,2	151,5	164	136,3	-52,0	178,0	180	161,7
Пр. 2	120	56	5,3	87,6	240	-50,6	149,9	159	134,0	-56,3	188,3	190	170,6
Пр. 3	120	60	5,22	76,7	240	-48,2	156,4	165	141,2	-54,2	196,5	205	179,4
Пр. 4	110	83	3,34	53,1	60	-18,9	194,2	190	182,7	-60,0	230,0	210	193,3
Пр. 5	120	66	4,26	80,4	150	-35,9	182,2	179	167,5	-24,4	173,3	170	163,3
S группа													
Пц25	110	55	4,3	67,9	150	-58,0	157,2	166,5	141,0	-48,7	179,9	180	170,6
Пц50	120	62	4,7	74,7	210	-48,8	171,9	175,0	154,1	-37,6	195,3	200	181,3
Пц75	120	70	5,1	80,2	240	-42,6	181,0	184,0	164,4	-26,5	211,0	210	193,5

При этом высокий уровень хронотропных и умеренный инотропных резервов у обследуемого проявляется минимальной напряженностью миокарда, определяемой показателем двойного произведения (табл. 104).

Таблица 104

Эргометрические показатели: ДП, ИХР, ИИР

Маркер	ДП				ИХР				ИИР			
	н	о	mx	cp	н	о	mx	cp	н	о	mx	cp
Пр. 1	-144,4	268,7	295	223,3	-82,2	159,7	181	133,9	-47,2	61,8	63,6	47,0
Пр. 2	-155,3	280,0	301	231,2	-88,2	163,6	179	135,9	-46,9	56,9	58,3	42,1
Пр. 3	-157,8	305,6	337	256,0	-74,5	140,8	154	117,4	-45,2	63,7	70,8	49,5
Пр. 4	-146,5	443,9	400	354,3	-22,8	122,0	117	108,0	-54,6	109,1	90,9	75,7
Пр. 5	-96,7	313,6	304	272,2	-45,6	133,2	129	114,6	-20,4	44,5	41,7	36,1
S группа												
Пц25	-169,0	301,5	309,5	255,4	-90,4	124,7	133	103,8	-42,4	54,5	57,7	45,1
Пц50	-145,9	323,6	340,0	275,0	-72,4	143,1	148	118,7	-31,2	63,6	63,6	53,0
Пц75	-114,7	358,3	369,5	304,6	-57,2	168,2	177	136,1	-22,3	75,1	75,0	61,3

В свою очередь минимальная изменчивость АД на нагрузку, определяющая минимум КРРМ и выраженный рост нагрузки при минимальном ответе ЧСС, обуславливающие преобладание ПРЛЖ, а также минимум СНИ также

свидетельствуют об оптимальности хроно-инотропных затрат, определяющих достижение существенной нагрузочной толерантности (табл. 105).

Таблица 105

Эргометрические показатели: КРРМ, ПРЛЖ, СНИ

маркер	КРРМ				ПРЛЖ				СНИ			
	н	о	mx	cp	н	о	mx	cp	н	о	mx	cp
Пр. 1	-3,1	20,7	18,4	19,7	-115,7	222,9	232	186,6	0,2	9,9	9,95	10,0
Пр. 2	-6,6	21,2	18,4	19,1	-114,3	225,8	240	189,9	-0,6	10,4	10	10,2
Пр. 3	-3,3	21,4	20,7	20,4	-106,2	235,2	249	201,8	-1,0	10,3	10,4	10,0
Пр. 4	-13,4	54,0	47,6	45,9	-35,3	119,6	110	98,0	-2,7	25,0	23,6	23,3
Пр. 5	3,5	19,1	17,2	20,5	-69,2	155,4	162	127,2	2,9	12,8	11,8	14,0
S группа												
Пц25	-1,6	18,9	18,4	20,1	-105,0	168,8	175	140,6	-1,2	10,3	10,1	10,4
Пц50	4,8	22,9	21,1	24,6	-82,8	203,8	213	177,1	0,1	11,9	11,5	12,1
Пц75	9,8	26,4	24,4	28,7	-63,1	231,5	248	201,9	2,1	13,6	13,0	14,4

Выраженная изменчивость СР в покое определяется подавляющим парасимпатическим доминированием при этом и гуморально-метаболические и симпатическая регуляционные проявления – минимальны (табл. 106).

Низкий уровень вариабельности ортостаза определяется фактически равной гуморальной и симпатической активностью. При этом парасимпатический контроль, существенно уступая лидерам по мощности, определяется тем же уровнем (медианы: 45-55Пц) относительно смешанной популяции (табл. 107).

Таблица 106

Показатели ВРС клиностаза

Маркер	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	% VLF	% LF	% HF
Пр. 1	4686	751	524	3411	13,3	86,7	0,15	16,0	11,2	72,8
Пр. 2	3576	893	869	1813	32,4	67,6	0,48	25,0	24,3	50,7
Пр. 3	6041	701	835	4503	15,7	84,4	0,19	11,6	13,8	74,6
Пр. 4	1098	192	451	454	49,9	50,1	1,00	17,5	41,1	41,3
Пр. 5	2014	527	343	1143	23,1	76,9	0,30	26,2	17,1	56,7
S группа										
Пц25	1848	552	342	645	21,0	52,7	0,27	20,2	15,0	29,3
Пц50	2698	867	550	1152	31,4	68,6	0,46	30,0	21,2	44,1
Пц75	3975	1138	866	2026	47,3	79,0	0,9	41,3	27,1	60,6

В свою очередь парасимпатическая реактивность, устанавливаемая индексом Эвинга, существенно превосходит средние популяционные значения, соответствуя уровню 75Пц.

Показатели ВРС ортостаза

Маркер	ЧСС	30/15	TP	VLF	LF	HF	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF
Пр. 1	69	1,66	1713	776	735	201	78,5	21,5	3,65	45,3	42,9	11,8
Пр. 2	62	1,49	4543	1732	1603	1207	57,0	43,0	1,33	38,1	35,3	26,6
Пр. 3	75	1,47	3026	879	858	1287	40,0	60,0	0,67	29,1	28,4	42,5
Пр. 4	99	1,53	807	367	352	87,5	80,1	19,9	4,02	45,6	43,6	10,8
Пр. 5	68	1,62	2997	1988	600	409	59,5	40,5	1,47	66,3	20,0	13,7
S группа												
Пц25	70	1,38	1727	594	609	160	65,2	12,6	1,87	28,6	32,5	7,6
Пц50	82	1,51	2640	866	999	309	77,7	22,3	3,49	36,4	44,2	12,8
Пц75	90	1,66	3614	1348	1618	579	87,4	34,8	6,92	49,5	57,9	20,7

Выраженная длительность регуляции нагрузочной ритмограммы, представленной смешанным вегетативным контролем (3-4 кв.) определяется низкой скоростью (1-2 кв.) расходования умеренного объема вегетативных ресурсов (2-3 кв.) (табл. 108).

Скорость возобновления общего вегетативного контроля и его составляющих определяется 4 квартилем смешанной популяции и свидетельствует о ее предельном значении, опосредующим раннее восстановление (табл. 109).

Коэффициент тренированности соответствует 1 квартилю смешанной популяции, определяя высокий уровень выносливости обследуемого.

Вегетативная регуляция нагрузочного периода

Маркер	нТРн	нТРо	нLFн	нLFо	нHFн	нHFо	нTP	нLF	нHF
Пр. 1	-7,86	48,67	-7,18	31,34	-2,47	13,73	6,19	4,36	5,56
Пр. 2	-4,44	29,10	-2,93	14,46	-2,56	16,31	6,24	4,93	6,38
Пр. 3	-6,06	40,20	-5,12	23,56	-4,78	30,05	6,63	4,60	6,29
Пр. 4	-2,14	7,72	-0,75	2,53	-0,72	2,91	3,61	3,39	4,03
Пр. 5	-1,63	7,55	-0,30	1,17	-1,30	6,20	4,33	3,92	4,48
S группа									
Пц25	-33,62	28,70	-10,74	8,66	-18,98	12,15	3,62	3,50	3,89
Пц50	-14,66	68,12	-5,00	23,34	-6,62	36,90	4,35	3,93	4,51
Пц75	-5,61	151,1	-1,83	47,28	-2,53	82,71	5,14	4,61	5,73

Время наступления нагрузочных и восстановительных экстремумов, определяясь уровнем 4 и 1 квартилей соответственно, обуславливается высоким уровнем отрицательного хронотропного эффекта адаптации (табл. 110).

Вегетативная регуляция восстановительного периода

Маркер	вТРн	вТРо	вЛФн	вЛФо	вНФн	вНФо	КТ
Пр. 1	232,80	-110,00	29,32	-19,40	205,62	-103,90	663,8
Пр. 2	114,40	-7,50	20,43	-5,40	80,70	36,50	674,7
Пр. 3	156,20	66,50	30,62	-23,95	155,50	42,00	781,4
Пр. 4	1,86	-1,73	0,71	-0,79	1,33	-1,31	3123,0
Пр. 5	1,76	0,59	1,15	-1,16	1,34	0,36	1627,5
S группа							
Пц25	5,31	-16,97	2,16	-14,56	3,49	-12,87	829,8
Пц50	17,65	-3,95	6,83	-5,49	11,69	-1,95	1172,3
Пц75	50,36	-0,29	20,28	-1,50	36,24	0,23	1518,2

Предварительное заключение: высокий уровень смешанной выносливости, опосредуемый выраженной регуляционной чувствительностью нагрузочного и восстановительного периодов на фоне достаточного объема АР.

Показатели распределения RR-интервалов КРГ

Маркер	Nmx1	Nmx1t	Nmx2	Nmx2t	Vmx1	Vmx1t	Vmx2	Vmx2t
Пр. 1	0,38	465,2	0,42	607,8	0,36	98,0	0,82	194,5
Пр. 2	0,38	487,3	0,42	641,3	0,4	121,0	0,76	188,8
Пр. 3	0,38	410,5	0,42	570,2	0,42	141,0	0,72	213,9
Пр. 4	0,32	94,6	0,38	274,1	0,42	219,8	0,48	259,1
Пр. 5	0,34	161,2	0,4	410,2	0,38	168,9	0,5	226,6
S группа								
Пц25	0,32	200,4	0,40	461,9	0,36	134,5	0,54	210,3
Пц50	0,34	272,4	0,42	544,1	0,40	149,5	0,60	228,7
Пц75	0,36	375,5	0,44	632,8	0,42	170,3	0,68	243,2

Пример 2

Нагрузочные маркеры Т, П (1, 2, t/rr) соответствуют 4 популяционному квартилю и определяют высокий уровень хронотропных резервов и вегетативного контроля у данного обследуемого. При этом минимальная скорость изменчивости ритмограммы Н 1, 2 (25Пц), с учетом избыточности средней RR-длительности О1, 2 (75Пц), а также максимумом О3 (75Пц), средним уровнем размаха Н3 (50Пц) определяют их структуру (табл. 101).

Высокий уровень восстановительного потенциала: минимум ИК, МК2 (25Пц), максимум МК1 (75Пц) определяется ранним возникновением временных маркеров П3 (30Пц), П4 (1кв) при максимальной длительности их

кардиоинтервалов, скорости роста и средней RR-длительности на данных участках (П 3, 4 – 4 квартиль) (табл. 102).

Значительная нагрузочная толерантность обследуемого опосредуется высокой мощностью перенесенной нагрузки (75Пц) и определяется низким уровнем средних (1 кв.) и широким диапазоном изменчивости (4 кв.) ЧСС и АД нагрузочного периода, значительным объемом МПК (4 кв.). Высокий уровень нагрузочной толерантности на фоне низкого уровня ЧСС (25Пц) и среднепопуляционного значения АД покоя обуславливаются оптимальность хроно-инотропного обеспечения (табл. 103).

Широкий диапазон изменчивости хроно- и инотропных резервов (4 кв.) сочетается в первом случае с высоким уровнем (4 кв.) максимальных и средних значений, во втором – с их минимальной (1 кв.) популяционной ролью. При этом напряженность миокарда, определяемая индексом ДП, проявляется умеренным диапазоном (60Пц) и минимальным уровнем (1 кв.) средних и максимальных значений (табл. 104).

Минимальный популяционный уровень (1 кв.) среднего и максимального значения КРРМ и выраженный - ПРЛЖ (70Пц) с учетом предельной широты их диапазонов (4 кв.) опосредуются оптимальной степенью хроно-инотропных затрат на обеспечение достигнутой нагрузки у данного обследуемого (табл. 105).

Выраженная изменчивость СР в покое (70Пц) определяется подавляющим парасимпатическим доминированием (70Пц) при этом и гуморально-метаболические (55Пц) и симпатические (75Пц) проявления более чем в 2 раза уступают лидеру в активности. Сбалансированный вегетативный контроль клиностаза определяется среднепопуляционным уровнем коэффициента LF/HF (табл. 106).

Высокий уровень вариабельности ортостаза (4 кв.) определяется выраженной активностью всех регуляционных составляющих (4 кв.). При этом их относительное преломление определяется равновеликим гуморально-симпатическим (50-25Пц) доминированием на фоне высокой парасимпатической активности (4 кв.) и реактивности (50Пц) (табл. 107).

Предельная длительность вегетативного контроля (4 кв.) нагрузочной ритмограммы с выраженным парасимпатическим доминированием определяется минимальной скоростью (1 кв.) расходования имеющихся вегетативных ресурсов. При этом средний уровень последних не велик в популяционном отношении и колеблется по всем составляющим до 35Пц (табл. 108).

Высокая скорость возобновления общего вегетативного контроля и его составляющих определяется предельным уровнем (4 кв.) смешанной популяции и обуславливает раннее восстановление. Коэффициент тренированности, соответствуя 1 квартилю смешанной популяции, определяет высокий уровень выносливости обследуемого.

Отсроченное наступление нагрузочных (4 кв.) и раннее – восстановительных (1 кв.) экстремумов, обуславливается существенным объемом хронотропных резервов, накопленных в процессе формирования тренированности (табл. 109).

Предварительное заключение: высокий уровень тренированности, опосредуемый выраженной вегетативным обеспечением стресстеста на фоне достаточного объема адаптационных резервов (табл. 110).

Пример 3

Нагрузочные маркеры Т, П (1, 2) не смотря на временную отдаленность обуславливаются предельными RR-интервалами (4 кв.) определяя высокую степень хронотропных резервов и вегетативного контроля у данного обследуемого. При этом минимальная скорость изменчивости ритмограммы Н1 (4 кв), с учетом избыточности RR-длительности О1, 2 (4 кв.), а также высоким уровнем Н,ОЗ (3 кв.), определяют их структуру (табл. 101).

Высокий уровень восстановительного потенциала: минимум ИП, МК2 (1 кв.), максимум МК1 (70Пц) определяется приближением временных маркеров П 3, 4 (1 кв.) при сохранении широты их кардиоинтервалов (75Пц, 50Пц соответственно), максимальной скоростью роста и средней RR-длительности на данных участках (П 3, 4 – 4 квартиль) (табл. 102).

Значительная нагрузочная толерантность обследуемого опосредуется высокой мощностью перенесенной нагрузки (75Пц) и определяется низким уровнем средних (1, 2 кв.) и широким диапазоном изменчивости (3, 4 кв.) ЧСС и АД нагрузочного периода, значительным объемом МПК (4 кв.). Таким образом, высокий уровень нагрузочной толерантности на фоне среднепопуляционного уровня ЧСС и АД (в покое) обуславливаются оптимальностью хроно-инотропного обеспечения (табл. 103).

Широкий диапазон изменчивости хроно- и инотропных резервов (3-4 кв.) сочетается со среднепопуляционным уровнем их максимальных и средних значений. При этом напряженность миокарда, определяемая показателем ДП, проявляется минимальным уровнем (1 кв.) средних значений (табл. 104).

Низкий популяционный уровень (29Пц) среднего и максимального значения КРРМ и выраженный – ПРЛЖ (4 кв.) с учетом предельной широты их диапазонов (4 кв.) опосредуются минимальным уровнем хроно-инотропных затрат на обеспечение достигнутой нагрузки (табл. 105).

Предельная ВРС клиностаза (4 кв.) определяется парасимпатическим доминированием (4 кв.) при этом равновесное гуморально-симпатическое (38-70Пц) обеспечение в сумме фактически в 3 раза уступает лидеру в активности. Сбалансированный вегетативный контроль клиностаза определяется популяционным минимумом коэффициента LF/HF (10Пц) (табл. 106).

Достаточный уровень вариабельности ортостаза (65Пц) опосредуется умеренной гуморально-симпатической (52-45Пц) и предельной парасимпатической активностью (4 кв.). При этом относительное преломление точнее определяет уровень вегетативной регуляции, констатируя гуморально-симпатическую ничтожность (1 кв.) на фоне парасимпатической избыточности (4 кв.) и умеренной реактивности (47Пц) (табл. 107).

Предельная длительность регуляции (4 кв.) нагрузочной ритмограммы, представленной смешанным вегетативным контролем (4 кв.) определяется низкой скоростью (1-2 кв.) расходования достаточного объема вегетативных ресурсов (2 кв.) (табл. 108).

Высокая скорость возобновления регуляции СР в период восстановления обуславливается смешанным вегетативным контролем (4 кв.) с выраженным парасимпатическим доминированием.

Коэффициент тренированности, определяясь 1 квартилем смешанной популяции, соответствует высокому уровню выносливости (табл. 109).

Позднее наступление нагрузочных и раннее – восстановительных экстремумов, обуславливается существенным объемом хронотропных резервов адаптации, определяющих смешанной выносливость обследуемого (табл. 110).

Предварительное заключение: высокий уровень тренированности, опосредуемый выраженной вегетативной активностью нагрузочного и восстановительного периодов на фоне достаточного объема АР.

Пример 4

Раннее наступление временных нагрузочных маркеров Т, П и минимальное значение их кардиоинтервалов (1 кв.); максимальная скорость укорочения кардиоинтервалов на участках Н1, 2 (1 кв.), опосредованная минимальным значением средней RR-длительности О1, 2 (1 кв.); высокая скорость изменчивости Н3 (1 кв.) и средний уровень О3 (53Пц) – определяют минимальный объем хронотропных резервов и вегетативного контроля обследуемого (табл. 101).

Депрессия восстановительного потенциала: избыточный ИП, МК2 (1 кв.), минимум МК1 (1 кв.) определяется выраженной отсрочкой временных маркеров П 3 (4 кв.), П4 (70Пц) при минимальной длительности их кардиоинтервалов (1 кв.), скорости роста и средней RR-длительности на данных участках (П 3, 4 (о/н) – 1 квартиль) (табл. 102).

Минимум нагрузочной толерантности обследуемого опосредуется низкой мощностью перенесенной нагрузки (1 кв.) и определяется высоким уровнем средних и максимальных значений ЧСС и АД (4 кв.), минимальной изменчивостью ЧСС (4 кв.) и высокой скоростью роста АД нагрузочного периода (1 кв.), минимальным объемом МПК (4 кв.). Низкий уровень нагрузочной толерантности сочетается с высокой ЧСС и сниженным АД покоя (табл. 103).

Высокая напряженность миокарда, определяемая средним значением изменчивости, предельным уровнем средних и максимальных значений ДП, обуславливается малым диапазоном, минимумом средних и максимальных значений хронотропных, а также высокой скоростью роста, уровня средних и максимальных значений инотропных резервов (табл. 104).

Максимальный уровень изменчивости значения КРРМ и минимальный – ПРЛЖ опосредуются предельно высокой степенью хроно-инотропных затрат (СНИ) на обеспечение нагрузочной толерантности (табл. 105).

Ничтожная изменчивость СР в покое (1 кв.) определяется парасимпатической депрессией (1 кв.) минимумом гуморально-метаболических (1 кв.) и симпатических (35Пц) влияний. Несбалансированность вегетативного контроля клиностаза определяется запредельным значением коэффициента LF/HF (4 кв.) (табл. 106).

Депрессия ВРС ортостаза (1 кв.) определяется минимальной активностью всех регуляционных составляющих (1 кв.). При этом уровень парасимпатической реактивности соответствует среднепопуляционным значениям (51Пц) (табл. 107).

Краткий вегетативный контроль (1 кв.) нагрузочной ритмограммы с незначительным парасимпатическим доминированием (30Пц) определяется минимальным диапазоном и уровнем вегетативных ресурсов (табл. 108).

Ничтожная скорость воспроизводства вегетативного контроля и его составляющих, определяясь минимальным популяционным уровнем (1 кв.) обуславливает продолжительное восстановление.

КТ соответствуя предельным значениям смешанной популяции (4 кв.), определяет минимальный уровень выносливости обследуемого (табл. 109).

Преждевременное наступление нагрузочных экстремумов (1 кв.) и отсроченное – восстановительных (4 кв.), обуславливается депрессией хронотропных резервов при минимуме смешанной выносливости (табл. 110).

Предварительное заключение: низкий уровень нагрузочной толерантности, опосредуемый депрессией вегетативного контроля нагрузочного и восстановительного периодов на фоне минимального объема АР.

Пример 5

Незначительная удаленность временных нагрузочных маркеров Т, П (1, 2) определенных 1, 2 квартилями смешанной популяции; минимальный популяционный уровень (1 кв.) интервальных критериев ритмограммы, максимальный и средний – маркеров распределения; высокая скорость укорочения кардиоинтервалов на участке Н1 (4 кв.), опосредованная минимальным значением средней RR-длительности О1, 2 (1 кв.); среднепопуляционный уровень изменчивости Н3 и минимум О3 (1 кв.) – определяют ничтожный объем хронотропных резервов и вегетативного контроля (табл. 101).

Низкий восстановительный потенциал – максимальный ИП, МК2 (4 кв.), минимум МК1 (27Пц) определяется отсроченным проявлением временных маркеров П3 (65Пц), П4 (4 кв.) при сохранении малой длительности их кардиоинтервалов (35, 45Пц соответственно), скорости роста (П3,4н – 35, 15Пц) и RR-длительности на данных участках (П3,4о – 30, 40Пц) (табл. 102).

Незначительная нагрузочная толерантность обследуемого опосредуется низкой мощностью перенесенной нагрузки (25Пц) и определяется минимальным диапазоном изменчивости ЧСС и АД (4 кв.), максимально высоким уровнем средней ЧСС (4 кв.), минимальным – АД (1 кв.) и МПК (1 кв.). Выявленная нагрузочная толерантность на фоне избыточного ЧСС (70Пц) и АД (3-4кв.) покоя обуславливаются депрессией хроно-инотропного обеспечения (табл. 103).

Минимальный диапазон изменчивости хроно- и инотропных резервов (1 кв.) сочетается со сниженным популяционным уровнем как максимальных (1 кв.) так и средних (40, 10Пц соответственно) значений. При этом напряженность миокарда, определяемая ДП, проявляется ничтожным диапазоном (4 кв.), низким максимумом (1 кв.) и умеренным уровнем - средних (48Пц) значений (табл. 104).

Незначительный диапазон КРРМ (35Пц) и ПРЛЖ (4 кв.) определяемый минимальным популяционным уровнем (1 кв.) опосредует высокую хроно-инотропную напряженность миокарда, вызванную высокой скоростью расходования и малым объемом имеющихся резервов (по СНИ) (табл. 105).

Пограничная изменчивость СР в покое (30Пц) определяется существенным

парасимпатическим доминированием (47Пц) при этом гуморально-метаболический компонент (1 кв.) более чем в 2 раза уступая лидеру с тем же успехом опережает низкочастотного соперника (1 кв.). Сбалансированность вегетативного контроля определяется минимальным уровнем коэффициента LF/HF (1 кв.) (табл. 106).

Умеренная регуляционный контроль ортостаза (60Пц) определяется избыточной гуморально-метаболической (4 кв.), умеренной парасимпатической (60Пц) и депрессивной симпатической активностью (1 кв.). При этом минимальный популяционный уровень (1 кв.) вегетативного баланса сочетается с предельной парасимпатической реактивностью (74Пц) (табл. 107).

Средняя продолжительность вегетативного контроля (49Пц) нагрузочного периода с заметным парасимпатическим преимуществом определяется минимальной скоростью расходования и уровнем (1 кв.) имеющихся вегетативных ресурсов (табл. 108).

Минимальная скорость возобновления общего вегетативного контроля и его составляющих определяется ничтожным популяционным уровнем (1 кв.) и обуславливает длительное восстановление (табл. 109).

Коэффициент тренированности, соответствуя 4 квартилю смешанной популяции, опосредует низкий уровень выносливости обследуемого.

Преждевременное наступление нагрузочных (1 кв.) и удаленность – восстановительных (74, 49Пц) экстремумов, обуславливается минимумом хронотропных резервов адаптации к физической нагрузке (табл. 110).

Предварительное заключение: погранично низкий уровень нагрузочной толерантности, опосредуемый сниженной вегетативной активностью нагрузочного и восстановительного периодов на фоне умеренного объема АР.

6.3. Сравнительная характеристика экспериментальных наблюдений

Принадлежность нагрузочных и восстановительных маркеров 1, 2, 3 и 4, 5 наблюдений к различным полюсам популяционных интерквартильных коридоров вскрывает их выраженные различия и распределяет представленный контингент в

3 и 1 группы соответственно. При этом анализ групповых различий представленный в 3 главе и типичность таковых в представленных наблюдениях отклоняет необходимость их повторного обнаружения (анализа) в данном случае, в тоже время анализ сходных – близких по значению адаптационных вариантов представляется наиболее интересным.

Итак, варианты 1, 2, 3 определяется минимальными различиями по классическим показателям (Таб. 111, 112).

Таблица 111

Стресс-тест: нагрузочный и восстановительный периоды

Пример	T1t	T1rr	T2t	T2rr	П ₁ t	П ₁ rr	П ₂ t	П ₂ rr
1	499,1	0,41	335,50	0,47	410,8	0,44	519,4	0,40
2	561,1	0,39	488,3	0,42	375,4	0,44	543,9	0,40
3	463,0	0,40	292,9	0,46	299,3	0,46	458,4	0,40
	П3t	П3rr	П4t	П4rr	П3о	П3н	П4о	П4н
1	10,0	0,40	23,3	0,44	0,40	4,54	0,40	4,37
2	13,2	0,42	25,9	0,49	0,36	4,23	0,36	4,30
3	12,5	0,41	29,5	0,44	0,40	4,39	0,40	4,15

Увеличение отдаленности нагрузочных маркеров в ряду: 3-1-2 (кроме П1: $3 < 2 < 1$), обуславливается длительностью вегетативного контроля нагрузочного периода, который в свою очередь имеет различия в формировании. При этом снижение времени определения восстановительных маркеров в ряду: 2-3-1, обуславливается высокой скоростью возобновления вегетативной регуляции, имеющей свои особенности.

Таблица 112

Вегетативная регуляция нагрузочного и восстановительного периодов

Тест	нТРн	нТРо	нLFн	нLFо	нHFн	нHFо	нТР	нLF	нHF
1	-7,86	48,67	-7,18	31,34	-2,47	13,73	6,19	4,36	5,56
2	-4,44	27,70	-2,93	14,46	-2,56	16,31	6,24	4,93	6,38
3	-6,06	40,20	-5,12	23,56	-4,78	30,05	6,63	4,60	6,29
	вТРн	вТРо	вLFн	вLFо	вHFн	вHFо	ИП	МК1	МК2
1	232,80	-110,00	29,32	-19,40	205,62	-103,90	692	109,2	49,4
2	114,40	-7,50	20,43	-5,40	80,70	36,50	705	90,3	57,4
3	156,20	66,50	30,62	-23,95	155,50	42,00	765	96,1	63,0

При этом во 2 наблюдении он определяется максимальной экономностью расходования сравнительно (с 3 и 2 случаями) небольшого объема вегетативных ресурсов, в первом – характеризуется максимальным объемом и скоростью расходования симпатических, в третьем – парасимпатических ресурсов. При этом

скорость восстановления вегетативного контроля возрастает по всем составляющим в ряду: 2-3-1.

Следовательно, преобладание нагрузочных показателей в условиях равной максимальной нагрузки во 2 случае в условиях роста требований к восстановлению (увеличение его длительности) в связи с отсутствием вегетативной поддержки не может считаться оптимальным. Выясненные обстоятельства изменяют рейтинг адаптационной привлекательности настоящих случаев: 1-2-3, и определяют тактику врачебно-педагогического контроля нагрузочного тренда спортивной тренировки и стратегию ранней реабилитации.

Таким образом, при равном нагрузочном максимуме и отсутствии различий в переносимости по классическим показателям настоящие маркеры позволяют выявить особенности регуляции и осуществлять стратегическое управление спортивной подготовкой.

Варианты 4 и 5 даже в связи с типичностью и принадлежностью к 1 группе нельзя назвать близкими (Таб. 113, 114).

Таблица 113

Стресс-тест: нагрузочный и восстановительный периоды

Пример	T1t	T1rr	T2t	T2rr	П1t	П1rr	П2t	П2rr
4	118,9	0,35	141,3	0,33	45,88	0,40	132,1	0,36
5	199,0	0,37	230,6	0,35	53,41	0,46	214,8	0,38
	П3t	П3rr	П4t	П4rr	П3о	П3н	П4о	П4н
4	52,2	0,36	90,5	0,40	0,32	0,68	0,32	0,86
5	27,2	0,38	107,8	0,46	0,34	1,65	0,35	1,04

Несмотря на преобладание нагрузочных маркеров в 5 наблюдении их минимальная популяционная удаленность обусловливается хронотропной недостаточностью и депрессией вегетативного контроля нагрузочного периода, который в свою очередь различается по формированию.

Преобладание скорости восстановления и раннее проявление одноименных маркеров, несмотря на низкий (в популяционном отношении) обоюдный восстановительный потенциал, свидетельствуют о предпочтительности последнего в 5 наблюдении. При этом возобновление вегетативной регуляции, определяется минимумом специфики.

Вегетативная регуляция нагрузочного и восстановительного периодов

Пример	нТРн	нТРо	нLFн	нLFо	нHFн	нHFо	нТР	нLF	нHF
4	-2,14	7,72	-0,75	2,53	-0,72	2,91	3,61	3,39	4,03
5	-1,63	7,55	-0,30	1,17	-1,30	6,20	4,63	3,92	4,78
	вТРн	вТРо	вLFн	вLFо	вHFн	вHFо	ИП	МК1	МК2
4	1,86	-1,73	0,71	-0,79	1,33	-1,31	1117	82,8	111,5
5	1,76	0,59	1,15	-1,16	1,34	0,36	1012	87,9	96,6

При этом малый объем вегетативных ресурсов ограничивает и сводит на нет и скорость их расходования. При этом видимый парасимпатический приоритет на фоне общей вегетативной недостаточности является лишь визуальной маской отсутствующей регуляции. Тем не менее, некоторое преобладание вегетативных реакций в 5 наблюдении, свидетельствует о его сравнительной адаптационной привлекательности. Минимальная скорость возобновления вегетативного контроля в рассматриваемых примерах и ничтожный ее перевес в 5 случае, тем не менее, свидетельствует о депрессии возвращающих к норме механизмов и не позволяет предпочесть ни одно из наблюдений.

Следовательно, минимальный уровень нагрузочно-восстановительных маркеров в отсутствие вегетативной поддержки вскрывает адаптационную дестабилизацию обследованных субъектов. При этом некоторое преимущество приспособительных возможностей на фоне преобладающей нагрузки в 5 наблюдении свидетельствует в пользу меньшей адаптационной деструкции в нем.

В отличие от спортсменов, где полученные результаты используются и определяют направленность, программу дальнейших тренировок, в данном случае речь идет о констатации факта нарушения и его детализации – глубины повреждения. При этом вопрос о физической реабилитации (в отсутствие патологического очага), связанной с расширением и интенсификацией двигательного режима, как правило, не встает. В тоже время именно (исключительно) этот подход является (стратегическим) профилактическим в плане улучшения качества жизни посредством снижения сосудистой смертности.

Кроме того, реабилитационные мероприятия в случаях 4 и 5, направленные не на коррекцию, а расширение адаптационных возможностей, будут иметь свои

особенности. При этом, если в первом случае оптимальными по интенсивности побудут физические упражнения (работа) на уровне долженствующего основного обмена, то во втором – значительно ему уступят, что не столько потребует уточнения уровня мощности, сколько усложнит выбор, так как, вероятно даже ходьба – как разновидность физической нагрузки в данном случае потребует ограничения во времени.

Таким образом:

– нагрузочные и восстановительные маркеры определяются адаптационной состоятельностью субъекта и (до определенного уровня) работают вне зависимости от длительности и мощности перенесенной нагрузки,

– если анализ вариантов принадлежащих к группе спортсменов имеет существенные практические последствия, то иные сравнения определяют лишь глубину повреждения адаптационных механизмов.

Представленные примеры позволяют дать функциональную характеристику крайних адаптационных типов. Первый, определяется:

1. Отдаленными нагрузочными маркерами

а) точка «прегиба» T1, суть которой сводится к физиологическому разграничению 2 адаптационных вариантов: возможности быстрого увеличения ЧСС и ее стабилизации с минимальным трендом к росту, в последнем случае обуславливающим в определенной степени конечность (исчерпаемость) резерва ускорения ЧСС для достижения приспособления к нагрузке. Поэтому отдаленность настоящей точки не только растягивает первую фазу, удлиняя возможность ускорения ЧСС на более длительный срок, тем самым дольше сохраняя резервы энергообеспечения, но и влияет на вторую фазу, отнимая у нее время, во-первых, и отдавая ей возможность наклона, определяющим рост ЧСС, во-вторых. Диалектика двух принципиально различных составляющих ритмограммы определяет их сближение, обмен свойствами и в идеале превращает в прямую (отрезок), центр которой и есть бывшая точка «перегиба». Иными словами, удлиняется не только время наступления критической точки перехода, но и последняя стремится стать центром прямой образованной от выпрямления

изгиба ритмограммы. Таким образом, торможение (замедление) роста ЧСС приводящее к принципиальной перестройке нагрузочной ритмограммы, с формированием тренированности, является проявлением физиологического сбережения имеющихся хронотропных ресурсов, позволяющим максимально увеличить нагрузочную толерантность;

б) точка «стабилизации». Скорость и волновая структура СР определяются возможностями синусного узла отвечать на центральные регуляционные влияния. Возрастающая физическая нагрузка, требуя ускорения СР (увеличения ЧСС), снижает чувствительность синусного узла к тоническим воздействиям, следствием чего и является стабилизация ритма. При этом увеличение времени до точки стабилизации будет определяться не только чувствительностью к центральным регуляционным влияниям, но и обуславливать сохранность АР.

в) экстремумы распределения и их временные границы.

Отсроченность наступления экстремумов, по сути, является проявлением отрицательного хронотропного эффекта адаптации. При этом первый максимум определяет совокупность кардиоинтервалов нисходящей ветви ритмограммы, второй – горизонтальной. Минимум, расположенный между ними соответственно определяет переходный участок. Правый сдвиг экстремумов при этом будет определяться (и определять) уменьшение скорости роста ЧСС (нисходящая ветвь) – 1 максимум и наиболее позднее достижение физиологически предельной (наибольшей) ЧСС (горизонтальный участок) – 2. В свою очередь сближение максимумов, определяемое в апогее тренированности опосредуется невозможностью дальнейшей миграции 2 максимума связанной с насыщением настоящего адаптационного механизма, определяемого возрастным и/или видовым физиологическим лимитом ЧСС. При этом сближение экстремумов визуализирует стремление гиперболы КРГ к энергетическому оптимуму – прямой.

Критические точки распределения кардиоинтервалов во времени (П1, 2), регламентируя временные границы экстремумов, во-первых не только уточняют их границы, но во-вторых (главных), обуславливают их временное единство (целостность), в третьих, в связи с подвижностью, имеют физиологическое

адаптационное значение. При этом их правая миграция определяет развитие смешанной выносливости и имеет общую основу с экстремальной.

г) интервальные нагрузочные маркеры

Расширение кардиоинтервалов нагрузочных и восстановительных маркеров определяемое уровнем развития хронотропных резервов нивелируется выраженностью их миграции (нагрузочных – вправо, восстановительных – влево), что уменьшает диагностическую значимость настоящих показателей. Тем не менее, нивелируясь в однородных группах и усиливаясь в смешанной популяции, последние, оставаясь популяционно-значимыми, приобретают и индивидуальную репрезентативность.

Проявление данного качества очевидно в условиях близости временных маркеров, определенных у одного испытуемого (в разные периоды подготовки) или при сравнении нагрузочной толерантности (адаптационной реактивности), выявлении лучшего в группе близких по уровню тренированности спортсменов.

2. Раннее наступление временных восстановительных маркеров.

а) экстремумы распределения и их временные границы.

Центральное (регуляционное) торможение СР начавшееся у тренированного субъекта в период нагрузки и определяющее отрицательный хронотропный эффект адаптации, никуда не исчезает при ее прекращении. Более того - наоборот усиливается, что выражается в быстром урежении СР и достижении раннего восстановления. Суть феномена состоит в том, что если в отсутствии тренированности при нагрузке изменение ЧСС определяется только учащением, без торможения – энергосберегающего удлинения этого процесса и осуществляется сразу (в короткий срок) и в полном объеме с исчерпанием всех резервов, то и восстановление в этом случае будет длительным а уменьшение ЧСС - долгим. В тоже время замедление ускорения ЧСС в процессе нагрузки у тренированного индивида вскрывается не только экономией хронотропных ресурсов опосредующих расширение адаптационных возможностей и нагрузочной толерантности, но и при прекращении нагрузки, проявляющейся отсутствием необходимости ускорения ЧСС – отзывается исключительно

«оставшимся» торможением стремительно урежающим СР.

Критические точки распределения кардиоинтервалов во времени (ПЗ, 4), являясь экстраполяцией нагрузочных маркеров (критических частот выявленных в период нагрузки) – определяя время их возобновления в период восстановления, обуславливают не только скорость, длительность последнего, но и являются индивидуальными маркерами приспособительной реактивности в целом;

б) неустойчивость интервальных восстановительных маркеров определяемая в связи ранним возникновением и быстрым урежением СР, тем не менее, свидетельствует о восстановительном потенциале, как в популяционном, так и индивидуальном отношении, в последнем случае легче выявляясь при неоднократных исследованиях.

Необходимо отметить и периодически возникающую необходимость дополнительных резервов восстановления, связанную с избыточностью перенесенной нагрузки или ее длительностью. При этом не трудно предположить, что эта потребность возникает исключительно в группе спортсменов в условиях истощенности основных адаптационных ресурсов. Ограничение нагрузочного периода 12 минутами во многом, но не полностью лимитирует этот феномен;

д) вегетативный контроль

Основой отрицательного хронотропного эффекта адаптации, определяющей существо нагрузочного и восстановительного урежения СР, является парасимпатическая составляющая – суть вагусное торможение.

При этом увеличение времени и уровня вегетативного обеспечения характеризует расширение адаптационных возможностей, проявляющееся увеличением нагрузочной толерантности. Кроме того, следует определить, что скорость вегетативной «депрессии» зависит не столько от времени ее минимизации, сколько от уровня изначальной интенсивности, значительно увеличивающей угол наклона депрессивного тренда. Иными словами увеличение угла наклона тренда, скорости вегетативной изменчивости, свидетельствует не о раннем перигее (депрессии), а, наоборот, о более позднем (за счет увеличения изначального уровня). При этом данное обстоятельство (увеличения скорости)

должно трактоваться как расширение диапазона вегетативной активности, характеризующее расширение приспособительной реактивности.

В свою очередь увеличение угла наклона тренда определяющего вегетативную активность в период восстановления свидетельствует об увеличении скорости возрождения одноименного контроля. При этом большая скорость этого процесса обуславливает расширение адаптационных возможностей, проявляющееся ранним восстановлением.

6.4. Сравнение с классическими показателями нагрузочной толерантности

Для того чтобы определить наиболее существенные показатели необходимо выяснить их информативность, чувствительность, точность и прогностическую значимость. При этом, речь не только о выраженности различий, например, чтобы отличить тренированных и нетренированных, но и тонкости (чуткости), для разграничения схожих между собой или определения индивидуальной динамики в процессе подготовки. В свою очередь при определении точности имеется в виду не только возможность корректности, точности расчета, но и объективности, эмпиричности выбора, определения маркера.

Известные математические методы не позволяют ответить на этот вопрос, так как отсутствует самый главный – объективный критерий выносливости. Предложенный нами КТ, включающий максимальную нагрузку, средние нагрузочную и восстановительную ЧСС является эмпирическим и, не претендуя на объективность, имел целью выявить ориентировочный уровень смешанной выносливости, опираясь на известные классические показатели.

Все использованные критерии можно принципиально разделить на 2 большие группы по объективности определения:

1) $T(1, 2)_t$; $T(1, 2)_{gr}$; $H(1, 2, 3)$; $O(1, 2, 3)$; $\Pi(1-4)_t$; $\Pi(1-4)_{gr}$; $\Pi(3, 4)_o$; $\Pi(3, 4)_n$; $N_{mx}(1, 2)_t$; $V_{mx}(1, 2)_t$; $n(TP, LF, HF)_n$; $n(TP, LF, HF)_o$; $n(TP, LF, HF)$; $v(TP, LF, HF)_n$; $v(TP, LF, HF)_o$; W ; МПК – нагрузочные и восстановительные маркеры, обладающие максимально высокой объективностью, так как выявляются определенным математическим способом из всего массива ритмограммы или как

W, МПК являются моментальным – максимально достигнутым значением мощности и не подвергающимся обработке;

2) ИП; МК(1, 2); АД(п, н, о, тх, ср); ЧСС (п, н, о, тх, ср), ДП(н, о, тх, ср), ИХР(н, о, тх, ср), ИИР(н, о, тх, ср), КРРМ(н, о, тх, ср), ПРЛЖ(н, о, тх, ср), СНИ(н, о, тх, ср), КТ – нагрузочные и восстановительные маркеры, а также эмпирические коэффициенты, вычисленные с их использованием, определение которых связано с различного рода условностями. Например, средняя ЧСС или математическая модель АД за какой-то случайный период 1, 2, 3 мин, или весь период теста. При этом математической точностью будут обладать только максимальные показатели, однако последние, ограничиваясь физиологическим пределом, фактически не различимы.

Определившись с объективностью и прежде чем говорить об информативности, необходимо разобраться с первичностью маркеров, иными словами определить их основное или поясняющее (объясняющее) значение:

T(1, 2) – непосредственно определяемый маркер – основное значение; H(1, 2, 3); O(1, 2, 3) – вспомогательный маркер, определяющий изменчивость ритмограммы на участке до T(1, 2) П(1-4) – непосредственно определяемый маркер – основное значение; П(3, 4; о, н) вспомогательный маркер, определяющий изменчивость ритмограммы на участке до П(3, 4); Nmx(1, 2)t; Vmx(1, 2)t, n(TP, LF, HF), v(TP, LF, HF) – непосредственно определяемые маркеры – основное значение.

Высокое корреляционное сродство T(1, 2), П(1, 2) и Nmx(1, 2) позволяют использовать один из предложенных маркеров, при этом если принять во внимание, что П и Nmx являются показателями функции распределения всего массива ритмограммы, то предпочтение остается за критериями T. Кроме того максимальная длительность T до 6 минут при скрининговых исследованиях позволяет уменьшить длительность нагрузочного периода до настоящего предельного значения. Потеря при этом восстановительных маркеров, тем не менее, в связи корреляционной устойчивостью T1, 2 – П3, 4, позволит решить вопрос о тренированности субъектов.

Вегетативные нагрузочные и восстановительные маркеры являются

критичными на наш взгляд только в случаях высокого уровня выносливости, способствуя его дифференцировке. При этом в нагрузочный период в условиях отсутствия тренированности минимальный уровень и скорость изменчивости вегетативной регуляции существенно снижает чувствительность настоящей диагностики (падение скорости уменьшает угол наклона математической модели, которая определяется близостью к параллели с осью ОХ, что может способствовать отдалению точки пересечения с ней, при $X=0$).

Спектральные показатели СР при АОП, фактически не имея прогностической значимости в определении нагрузочной толерантности, тем не менее, могут быть использованы как показатели срочной цены нагрузочного периода (дня, микро/макроцикла, периода). При этом настоящие исследования должны выполняться на границах исследуемых зон.

6.5. Статическая ВРС, цена адаптации и физической нагрузки

Устойчивая изменчивость СР, определенная в стационарном состоянии, обуславливается напряженностью вегетативной регуляции отражая ее избыточность в виде адаптационных резервов. Она определяется таким включением адаптационных ресурсов, которое является необходимым и достаточным для приспособления к условиям внешней среды на данный момент времени, с учетом следовых реакций (недавних или отдаленных) и переживаний (физических, психических и проч.). Иными словами ВРС покоя это цена достигнутого равновесия с внешней средой, с учетом состояния организма, на данный момент времени. В этой связи, любое значимое воздействие на организм будет находить свое отражение (определяясь нейро-гуморальным противодействием) в изменчивости ВРС проявляясь потерей (снижением) адаптационных резервов в размере цены данного воздействия в единицах вегетативной активности (адаптации).

Использование результатов динамики адаптационного потенциала с целью медико-биологического контроля до и после физической нагрузки представлены ниже (порядковые номера пациентов совпадают).

Пример 1 (продолжение).

1.1. До тренировки (табл. 115).

Таблица 115

Спектр ВРС до тренировки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	5638	702	1795	3141	36,4	63,6	0,571	12,5	31,8	55,7	
Орто-	1695	413	887	395	69,2	30,8	2,25	24,4	52,3	23,3	1,56

Заключение. *Клиностаз.* Достаточный уровень адаптационных резервов с минимальной гуморально-метаболической активностью на фоне преобладающего с видимым правым сдвигом парасимпатического и погранично высокого симпатического участия, в условиях напряженного внутреннего и сохранного вегетативного балансов.

Ортостаз. Слабая гуморально-метаболическая, подавляющая (умеренная с видимым левым сдвигом) симпатическая и близкая к медиане – парасимпатическая активность в условиях сниженной общей спектральной мощности и напряженного внутреннего баланса. Вегетативная реактивность характеризуется умеренной симпатической и парасимпатической активностью.

Физиологическое обоснование. *Клиностаз.* Типичный адаптационный пейзаж, максимально обеспеченный за счет парасимпатической регуляции, особенностью его является погранично-высокая симпатическая активность, что, вероятно связано с особенностью тренировочной подготовки, так как данные за психо-эмоциональную напряженность отсутствуют. Небольшая выраженность гуморально-метаболического компонента свидетельствует об отсутствии напряженной адаптации, что позволяет предположить максимальную возможность вегетативного регулирования при развитии стрессовой ситуации.

Ортостаз. Если принять во внимание, что ортостаз является прообразом стрессового воздействия на организм, а возникшая реакция прототипом ответного адаптационного пейзажа, то выраженное снижение общей мощности спектра свидетельствует о высоких приспособительных возможностях (широких пределах изменчивости) данного организма. Обеспечение приспособительных реакций

преимущественно за счет парасимпатической изменчивости свидетельствует о выборе наиболее выгодной адаптационной системы для достижения наивысшего спортивного результата. Следует отметить, что данный пример воочию иллюстрирует существенные различия в целях спортивной подготовки (в данном случае) и здорового образа жизни.

При этом целью спортивной тренировки является достижение лучшего результата на определенной дистанции, что сопряжено с наивысшей энергоотдачей и максимальным снижением адаптационных резервов. Необходимо также, чтобы эти резервы в полном объеме состояли (и соответственно отдавались по команде) из быстрой приспособительной реактивности, что и демонстрируется в данном случае. Кроме того, повышение адаптационной изменчивости может идти не только за счет увеличения потенциальных резервов в покое (клиностазе) но и максимальной их отдачи, то есть уменьшения остаточного объема в ортостазе. Поэтому при истощенности, а чаще недостаточной наработке АР (диагностируемых в клиностазе), что преимущественно встречается в спринте (креатинфосфатный путь энергообеспечения: короткий спринт – плавание, легкая атлетика; тяжелая атлетика), когда за условно короткий (тренировочный) промежуток времени спортсмен может выйти на пик формы, без наработки достаточной аэробной базы, или из-за увеличения длительности соревновательного периода, в ущерб базовым этапам спортивной подготовки, возникает дистрессовая ситуация, грозящая глубоким повреждением адаптационно-приспособительных механизмов. Подобная практика заканчивается травмами и/или глубоким и длительным застоем в спортивных результатах.

Иными словами, особенностью спортивной подготовки является в физиологическом смысле накопление соответствующих спортивному амплуа АР и их максимальная мобилизация (против экономно-оптимальной при здоровом образе жизни), а не увеличение приспособительной изменчивости преимущественно за счет снижения остаточного (ортостатического) адаптационного объема при неправильной методической направленности тренировочного процесса.

1.2. После тренировки, в конце суточного микроцикла (табл. 116)

Таблица 116

Спектр ВРС после тренировки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	1690	236	350	1105	24,1	75,9	0,317	14	20,7	65,3	
АОП	2042	800	984	258	79,2	20,8	3,81	39,2	48,2	12,7	1,48

Заключение. *Клиностаз.* Погранично низкий уровень адаптационных резервов с выраженной ваготонией покоя на фоне пониженной симпатической, подавленной гуморально-метаболической и умеренной парасимпатической активности, в условиях напряженного внутреннего баланса.

Ортостаз. Умеренная интенсивность всех спектральных составляющих в условиях достаточной общей мощности на фоне сохранного внутреннего баланса, адекватной симпато-адреналовой и парасимпатической реактивности.

Физиологическое обоснование.

Клиностаз. Погранично низкая адаптационная активность обеспечивается фактически в полном объеме за счет парасимпатической регуляции, что на данном уровне приспособительной реактивности после тренировки является для организма наиболее выгодным (оптимальным).

Ортостаз. Один из тех случаев, когда ортопроба помогает определиться в решении вопроса о функциональной готовности. Оптимальные характеристики всех спектральных составляющих на фоне достаточной общей мощности, свидетельствует об устойчивой адаптационной активности, несмотря на перенесенную физическую нагрузку.

Однако при анализе приспособительной активности до и после тренировки обращают на себя внимание следующие показатели: во-первых, выраженное различие общей спектральной мощности в клиностазе до и после тренировки, фактически равное по объему клино-ортостатической изменчивости до тренировки; во-вторых, яркая клино-ортостатическая устойчивость после тренировки в отличие от дотренировочных показателей; в-третьих, существенные отличия адаптационного пейзажа и мощности его одноименных фаз до и после

тренировки; в-четвертых, выраженные различия обеспечения ортостаза по данным клино-ортостатической изменчивости до и после тренировки; в-пятых, несущественная изменчивость парасимпатической реактивности в ортостазе до и после тренировки.

Таким образом:

1. Снижение адаптационных резервов в связи с преодолением ФН является общей биологической закономерностью. Выраженность этого процесса прямо пропорциональна интенсивности воздействия. Выраженное адаптационное сужение, продемонстрированное в данном случае в виде значительных различий клиностатической мощности до и после ФН, свидетельствует о существенной приспособительной перестройке, а стало быть, высокой физиологической стоимости. Учитывая специфику данного случая, которая заключается в преимущественно спринтерской направленности тренировочного процесса лыжника-гонщика, выраженная адаптационная лабильность свидетельствует о максимальном приспособительном обеспечении наивысшей работоспособности за достаточно короткий временной промежуток, с минимальным вероятностным ущербом экономичности и целесообразности. Кроме того, специфика данного тренировочного процесса и заключается в формировании максимальной приспособительной лабильности, что позволяет использовать выраженность этого процесса как критерий специфической тренированности.

Следует обратить внимание и на тот факт (не касающийся настоящего случая), что увеличение лабильности может осуществляться за счет двух процессов: во-первых, увеличения клиностатической вариабельности до тренировки, во-вторых, снижения одноименной мощности после нее. Во втором случае это создает опасность запредельного снижения адаптационных резервов, вплоть до развития ригидного ритма, патофизиологическим и клиническим эквивалентом которого (для спортсмена) является срыв адаптации в виде манифестации острой инфекционной, травматической патологии, развития переутомления, перетренировки и (результативного) застоя.

Увеличение лабильности за счет расширения верхней границы

адаптационной мощности возможно лишь в случае формирования и развития аэробной выносливости. Это длительный процесс «неблагодарный» для спринтеров, так как не только не дает быстрого результата, но и снижает имеющиеся на этапе ее формирования.

2. Настоящий пример свидетельствует об условном равновесии адаптационной активности клиностаза до- и после тренировки, клино-ортостатической лабильности до тренировки. При этом дотренировочная клино-ортостатическая изменчивость является маркером потенциальной переносимости физической нагрузки. Переоценить этот потенциальный предвестник невозможно, так как он позволяет до проведения тренировки определить возможности приспособительного реагирования, что, по сути, позволяет планировать тренировочный процесс. В связи с тем, что суть тренировки заключается в формировании специфического приспособительного реагирования в рамках имеющихся адаптационных возможностей, использование данного маркера позволяет оптимизировать нагрузочный процесс в любую фазу спортивной подготовки, профилактировать недостаточную и избыточную нагрузку, избежать перегрузочных последствий, уточнить восстановительный период.

В связи с этим можно выделить несколько вариантов потенциальной переносимости физической тренировки. Отсутствие клино-ортостатической изменчивости после тренировки свидетельствует об истощении адаптационных ресурсов, и как один из вариантов потенциального адаптационного пейзажа указывает на необходимость восстановительного периода. Причем значение имеет не только клино-ортостатическая лабильность, но и постренировочная клино-ортостатическая мощность. Последняя, позволяет судить об устойчивости адаптационной реактивности, что является весьма важным для поддержания не только спортивной формы, но и устойчивого уровня здоровья.

Если принять во внимание, что основой этих проявлений является один источник – общая адаптационная мощность, тогда минимальное значение этого уровня и его распределение – после тренировки, является критичным в плане тактического прогноза переносимости, не только настоящей и будущей

физической нагрузки, но и стрессовых ситуаций иной этиологии (психо-эмоциональной, биологической). Выраженная постренировочная клино-ортостатическая устойчивость в данном случае – хороший прогностический признак, установленный в результате проведения ортопробы после тренировки.

Несомненно, данные постренировочного клиностаза вселяют большие опасения, однако ортостатическая устойчивость их активно и значимо опровергает, это еще раз акцентирует необходимость проведения этой функциональной пробы (или иных отъюстированных функциональных проб).

Таким образом, прогностическое значение поснагрузочной АОП не менее информативно (а в плане отсроченного прогноза – более информативно) чем донагрузочной. Эти данные позволяют определить: во-первых, физиологическую стоимость тренировки; во-вторых, необходимость, длительность и структуру восстановительного процесса; в-третьих, необходимость (возможность, полезность) и переносимость последующих тренировок, уточнить время их проведения с учетом восстановления.

3. Отличия адаптационного пейзажа до и после тренировки

Клиностаз. В данном случае, особенность дотренировочной реактивности состоит в достаточной мощности и пограничном симпатическом напряжении (при наличии парасимпатического доминирования), в то время как после тренировки имеет место лишь парасимпатическое преобладание на фоне пограничного снижения общей мощности. Нельзя однозначно сказать, с чем связана симпатическая напряженность до тренировки, возможно с приспособительной реакцией перед грядущей тренировкой, либо является особенностью тренировочного процесса, и то и другое возможно и легко проверяется ортопробой, важно другое, что после тренировки основа баланса отдана фактически в полном объеме самой оптимальной (быстрой) адаптационной составляющей.

Ортостаз. Заметно большое сходство, как по общей мощности, так и по преобладающей симпатической основе (чуть более выражена после тренировки), после тренировки несколько заинтересованней выглядит гуморально-метаболический компонент, до тренировки чуть более активен

парасимпатический. Все эти небольшие отличия позволяют собрать остаток адаптационных возможностей после тренировки и распределить его оптимально с учетом всех приспособительных возможностей.

4. Понять суть различий легче при анализе клино-ортостатической изменчивости. До тренировки она осуществляется исключительно за счет высокочастотной активности, в то время как остальные компоненты лишь имитировали свое участие в относительном балансе, а в абсолютном – «мешали» высокочастотной реализации. Вероятно при подавляющем объеме быстрой регуляции поведение остальных составляющих – несущественно.

Так или иначе, после тренировки, выявляется однонаправленное полно- и равнообъемное включение всех спектральных составляющих, что в случае минимальной клино-ортостатической лабильности является целесообразным. Тому свидетельством является и существенная клино-ортостатическая подвижность коэффициента LF/HF после тренировки в 12 раз превышающая клиностатическое значение против 4 до тренировки.

Именно, анализируя адаптационные резервы спортсменов после истощающих тренировок, мы пришли к заключению, что при недостатке приспособительных возможностей их распределение идет очень, похоже, с таким же нетренированных индивидов. Это и привело к мысли о классификации адаптационных пейзажей по отношению к физической нагрузке, которая сыграла неоценимую роль в трактовке приспособительных возможностей. Похожесть заключается в том, что распределение адаптационных резервов в организме при их небольшом объеме идет исключительно с учетом биологической целесообразности, то есть направленностью на (недопущение адаптационного срыва) поддержание здоровья, а не специальной тренированности. Этот процесс и наблюдается в данном случае после тренировки, когда небольшой адаптационный объем используется по оптимальным для поддержания здоровья направлениям.

5. Стабильность парасимпатической реактивности, демонстрируемая в данном случае, является классической (типичной) для спортсменов, находящихся в хорошей спортивной форме. Высокий уровень этой реактивности для

спортсмена спринтера, кроме того, является и показателем специфической тренированности.

Итоговое заключение по примеру 1

Адекватная адаптационная реакция на суточный микроцикл. Особенностью данного случая является избыточная дотренировочная клино-ортостатическая изменчивость и пониженная посттренировочная (общая) адаптационная активность. Выявленные факты в совокупности с анализом методической направленности тренировочного процесса и данными максимального эргометрического исследования свидетельствуют об адекватной адаптационной активности.

Пример 2 (продолжение).

2.1. До тренировки

Таблица 117

ВРС до тренировки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	7272	918	2234	4120	35,2	64,8	0,54	12,6	30,7	56,7	
АОП	2769	1657	865	247	77,8	22,2	3,5	59,8	31,3	8,92	1,8

Заключение. *Клиностаз* (табл. 117). Достаточный уровень адаптационных резервов с умеренной гуморально-метаболической активностью на фоне яркой вегетативной ответственности: погранично высокой парасимпатической и очень высокой симпатической заинтересованности, в условиях несколько напряженного внутреннего и сохранного вегетативного балансов.

Ортостаз. Погранично высокая гуморально-метаболическая активность на фоне сопряженной вегетативной истощенности в условиях достаточной (с выраженным левым сдвигом) общей спектральной мощности и сохранного внутреннего баланса. Вегетативное обеспечение определяется достаточной симпато-адреналовой и высокой парасимпатической активностью.

Физиологическое обоснование.

Клиностаз. Близкая к верхней границе нормы 1 ФК адаптационная реактивность, обеспеченная за счет высокой парасимпатической

заинтересованности – классическая картина оптимальной готовности к преодолению существенного физического стресса, именуемая в практике физической культуры – хорошей спортивной формой. Действительно, наполнение приспособительного баланса преимущественно высокочастотной активностью является потенциальной способностью к проявлению наивысшей физической работоспособности.

Симпатическая заинтересованность – значительно проигрывает парасимпатической по выраженности, однако по нормам 1 ФК является запредельно высокой, что в сочетании с полимодальностью ритма дыхания свидетельствует о наличии психоэмоционального напряжения. В данном случае речь не идет о перенапряжении, так как нет преобладания симпатической регуляции и кардио-респираторной десинхронизации. Вероятно оно имеет компенсаторный характер, так как обследование проведено за 3 часа до соревновательной прикидки на основной дистанции.

Интерес данной методики предполагает возможность отслеживания психоэмоционального напряжения спортсмена, опираясь не на данные его самочувствия, а объективно, что позволяет целенаправленно управлять процессом предстартовой подготовки (разминки, психоэмоционального сопровождения).

Умеренно выраженная гуморально-метаболическая активность в покое позволяет лишь свидетельствовать в пользу достаточности вегетативного обеспечения клиностаза, и отсутствия дополнительной адаптации к изменению тренировочной нагрузки. Кстати гуморально-метаболическая минимизация может являться критерием законченности этапа спортивной подготовки.

Относительная одноименная недостаточность, приведшая к некоторому нарушению внутреннего баланса, в данном случае является следствием вегетативной избыточности в обеспечении адаптационного процесса у спортсмена, выведенного на пик формы.

Ортостаз. При анализе адаптационной изменчивости видно, что переход в ортоположение осуществляется в основном за счет парасимпатической деградации, объем которой максимален для данного ФК, это классическая картина

развития адаптации в предстартовых условиях. Атипичная симпатическая регуляция в данном случае связана с клиностатической избыточностью, которая при изменении положения тела вернулась на круги своя, по сути, не влияя на адаптационный процесс (минимальная относительная изменчивость данного компонента (на наш взгляд) тому важное подтверждение).

Избыточная гуморально-метаболическая активность и существенная изменчивость при адаптации к ортостазу, по-видимому, компенсирует симпатическую безучастность и является проявлением адаптационной нестабильности. В данном случае речь идет о лыжном спринте – предельной работе на дистанции 3-4 км длительностью 4-5 мин. Сопряженное энергообеспечение этой дистанции требует быстрого включения и перехвата доминирования всех его составляющих: от креатинфосфатного к аэробному к и анаэробному. Данное обстоятельство, по всей вероятности, имея быстрое вегетативное обеспечение, использует гуморально-метаболический контроль как дополнительный компенсаторный механизм.

Симпато-адреналовое обеспечение ортостаза в данном случае хоть и имеет в основе парасимпатическую мобильность, но демонстрирует существенную изменчивость коэффициента LF/HF, что по совокупности данных свидетельствует о его достаточности, что также является проявлением особенности тренировочного процесса.

Избыточная парасимпатическая реактивность является еще одним подтверждением высокой спортивной формы. По нашим данным умеренная парасимпатическая реактивность может сопровождать высокую подготовленность спортсмена развивающего выносливость, но никогда «короткого» спринтера.

2.2. После тренировки

Таблица 118

ВРС после тренировки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	3401	785	598	2017	22,9	77,1	0,297	23,1	17,6	59,3	
АОП	2921	1052	1436	433	76,8	23,2	3,31	36	49,2	14,8	1,3

Заключение. *Клиностаз* (табл. 118). Высокий уровень адаптационных резервов с тотальной парасимпатикотонией покоя на фоне умеренной симпатической и гуморально-метаболической активности, в условиях напряженного внутреннего и вегетативного балансов (тотальное парасимпатическое преобладание).

Ортостаз. Преобладающая погранично высокая симпатическая, умеренная гуморально-метаболическая и высокая парасимпатическая напряженность в условиях умеренной (с выраженным правым сдвигом) спектральной мощности на фоне сохранного внутреннего баланса, адекватного симпатического обеспечения ортопробы и умеренной парасимпатической реактивности.

Физиологическое обоснование.

Клиностаз. Высокий адаптационный уровень, обеспечен запредельным парасимпатическим доминированием. Пограничная гуморально-метаболическая заинтересованность (70Пц) является проявлением напряженности адаптации к избранному амплуа (лыжному спринту). Умеренная симпатическая активность, существенно уступающая значению групповой медианы (38Пц) и минимальная в относительных проявлениях (15Пц) свидетельствует о незначительной одноименной заинтересованности, обеспечивающей при необходимости большие резервы ортостазу, а наряду с полимодальной гистограммой дыхания знаменует компенсированное психо-эмоциональное напряжение тренировочного усилия.

Ортостаз. Достаточно высокий уровень общей адаптационной мощности (68Пц), обеспеченный высокой (преимущественно) симпатической активностью (включением клиностатического резерва), свидетельствует об адекватном типе реагирования. Выраженная гуморально-метаболическая активность, являясь продолжением клиностатического напряжения, подтверждает избирательную нагрузочную адаптацию. Минимальная по выраженности, но высокая по групповому рейтингу парасимпатическая заинтересованность доказывает оптимальность адаптационных реакций и позволяет предположить исчерпанность собственных резервов в плане обеспечения ортостаза. Подтверждением этому на наш взгляд является и близкое к нижней границе нормы значение отношения

LF/HF (если принять во внимание максимальное значение LF).

Умеренное значение парасимпатической реактивности с учетом существенного смещения его рейтинга влево от медианы данного класса свидетельствует о напряженности данного компонента в преодолении тренировочной нагрузки.

Симпатическое обеспечение ортостазы включает высокую изменчивость как со стороны высоко-, так и низкочастотной активности, что свидетельствует не только об адекватности обеспечения ортостаза, но и исчерпанности резервов вегетативного контроля, что безусловно является своеобразием функционального состояния после тренировки.

При сравнении АР до и после тренировки выявлено снижение общей адаптационной мощности, ее объем является ценой тренировочного напряжения. АР характеризуются большей гуморально-метаболической и парасимпатической заинтересованностью до тренировки как в орто- так и клиностазе. Парасимпатическая реактивность после тренировки существенно снижается.

Снижение индекса 30/15 после тренировки весьма нехарактерно для спортсменов, однако возникает в связи с особенностями тренировочного процесса, обусловленными большими объемами и/или предельной интенсивностью. В данном случае, выраженная капризность индекса была нами истолкована как плохой прогностический признак в плане дезадаптации. В целях коррекции были использованы восстановительные мероприятия.

Адаптация к ортостазу до тренировки достигается существенным падением общей мощности спектра, которая после тренировки фактически отсутствует. Спектральная активность дебютирует максимальной парасимпатической изменчивостью в обоих случаях, однако симпатическая лабильность имеет существенные отличия. До тренировки абсолютного возрастания симпатической заинтересованности от клино- до ортостаза не происходит (участие определяется лишь в относительных цифрах), в то время как после тренировки этот процесс весьма выражен и равновелик как в абсолютных, так и относительных проявлениях. Гуморально-метаболическая активность существенно уменьшается

к ортостазу до тренировки и несколько увеличивается – после. Изменчивость коэффициента LF/HF однонаправлена, однако значительно более выражена до тренировки. При этом общая мощность спектра в ортоположении до тренировки соответствует спектральной мощности клиностаза после тренировки.

Итоговое заключение по примеру 2

Условно адекватная адаптационная реакция на суточный микроцикл (2 тренировки) в свободных временных режимах и максимальной зоне интенсивности 95-100%. Особенностью данного случая, требующей повышенного внимания, является «околопредельная» гуморально-метаболическая заинтересованность, избыточная до/после тренировочная изменчивость парасимпатической реактивности (30/15). Выявленные обстоятельства в совокупности с выводами по максимальному эргометрическому исследованию проявляют адаптационную напряженность на доклиническом (вне адаптационного срыва) этапе, коррекция которой позволит оптимизировать ФС и подготовленность спортсмена.

Пример 3 (продолжение)

3.1. До тренировки

Таблица 119

ВРС до тренировки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	6426	1211	1335	3879	25,6	74,4	0,344	18,9	20,8	60,4	
АОП	4183	2494	761	928	45	55	0,82	59,6	18,2	22,2	1,53

Заключение. Клиностаз (табл. 119). Достаточный уровень адаптационных резервов с ваготонией покоя на фоне погранично высокой парасимпатической, умеренной гуморально-метаболической и симпатической активности, в условиях сохранного внутреннего и вегетативного балансов.

Ортостаз. Высокий уровень адаптационных резервов. Тотальная гуморально-метаболическая и парасимпатическая гиперергия при сниженной абсолютной и резко подавленной относительной симпатической напряженности в условиях достаточной парасимпатической реактивности.

Физиологическое обоснование

Клиностаз. Достаточный уровень общей мощности и сбалансированность ее составляющих, свидетельствуют о хорошем функциональном состоянии спортсмена – то есть высокой соревновательной готовности.

Ортостаз. Особенность данного случая в том, что основой избыточности общей мощности является тотальная гуморально-метаболическая напряженность, причем ее активность не является продолжением преобладания в клиностазе. Кроме того, обращает на себя внимание пониженная симпатическая активность (абсолютно – сниженная, относительно – резко подавленная). Объяснение этих феноменов имеет существенное прикладное значение.

Перед нами спектрограмма лыжника гонщика в период подготовки к основной дистанции (15км), включающей высокоинтенсивную работу в больших временных интервалах (до полного восстановления).

Вероятно, адаптация к ортостазу у этих спортсменов должна иметь преимущественно вегетативное обеспечение, так как синтез энергии будет осуществляться в основном аэробным и анаэробным путем. Креатинфосфатный механизм также, участвующий на старте и финише будет иметь минимальное значение с учетом времени преодоления дистанции. В этой связи гуморально-метаболический контроль не может быть оправдан спецификой подготовки, а, скорее всего, является порождением вегетативной недостаточности и дизадаптации, что объективно будет выяснено в конце тренировочного дня после проведения контрольного исследования.

3.2. После тренировки

Таблица 120

ВРС после тренировки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	3681	522	1636	1524	51,7	48,3	1,07	14,2	44,4	41,4	
АОП	1705	755	834	117	87,7	12,3	7,15	44,3	48,9	6,84	1,35

Заключение. Клиностаз (табл. 120). Погранично низкий уровень адаптационных резервов с относительной симпатикотонией покоя на фоне

тотально (абсолютно и относительно) низкой парасимпатической, гуморально-метаболической и умеренной симпатической активности, в условиях напряженного внутреннего и вегетативного балансов. Полимодальный тип гистограммы с нарушением кардио-респираторной синхронизации.

Ортостаз. Умеренная (с выраженным левым сдвигом от медианы) гуморально-метаболическая и симпатическая активность в условиях сниженной общей спектральной мощности и подавленной парасимпатической активности. Вегетативное обеспечение определяется недостаточной симпато-адреналовой активностью на фоне погранично низкой парасимпатической реактивности.

Итоговое заключение по примеру 3

Клиностаз. Цена тренировки проявилась выраженным психо-эмоциональным напряжением и выразилась депрессией общей адаптационной активности включающей перераспределение спектральных взаимоотношений (деградацию парасимпатической и увеличение симпатической активности). Это типичный пример адаптационной дестабилизации причиной, которой стала избыточная тренировочная нагрузка.

Спектральный анализ ортостаза полностью подтверждает наши предположения относительно запредельной адаптационной стоимости данного воздействия. Сниженная приспособительная активность по всем составляющим (в пределах нижней границы нормы) тому яркая иллюстрация. При этом привлечение анализа спектральной изменчивости свидетельствует, что, несмотря на малую выраженность адаптационной мощности в клиностазе, ее ортостатическая изменчивость значительна, то есть избыточна для данного адаптационного уровня и характеризует высокую цену адаптации. Основу этого падения составляет парасимпатический компонент, опосредуя оптимальную приспособительную направленность. Однако атипичное поведение симпатической составляющей (несмотря на незначительную по объему гуморальную поддержку), во многом сводит на нет быструю адаптационную активность.

Если изменение лабильности низкочастотного компонента свидетельствует о внутренних адаптационных нарушениях, то максимальная подвижность

коэффициента LF/HF подчеркивает полную адаптационную истощенность.

Весьма вероятно также, что на формирование приспособительной реактивности оказала влияние и спринтерская специфика тренировочного процесса, формирующая такой привычный адаптационный ответ (в сущности, не оптимальный), который накладывает отпечаток на любую возможную приспособительную реакцию, что является проявлением отрицательного эффекта перекрестной адаптации.

При этом высокие показатели нагрузочной толерантности лишь на первый взгляд не позволяют выявить созвучие с диагностированной адаптационной несостоятельностью. Более того, классические показатели нагрузочного теста, не обладая тонкой чувствительностью, свидетельствуют о полной ее сохранности, что могло послужить для тренера и врача причиной отказа от реабилитационных мероприятий и нагрузочной коррекции тренировочной работы. В свою очередь более тонкая разработка нагрузочного теста выявила ряд его особенностей препятствующим преждевременным выводам об отсутствии нарушений. Выявленная тенденция к увеличению времени восстановления и снижение вегетативного обеспечения данного периода определяют начало адаптационной дестабилизации, что не только скажется во время соревнований, но и требует неотложной коррекции с целью профилактики адаптационного срыва.

Таким образом, пограничное (в начале и конце микроцикла) исследование ВРС позволяет выявить структуру приспособительной регуляции ВНС данного периода, определить не только ее особенности, отражающие специфику тренировочного процесса, но и срочную цену адаптации. В свою очередь показатели максимального нагрузочного тестирования дополняют общий адаптационный пейзаж особенностями нагрузочной толерантности. При этом ценность данного исследования также заключается в его динамике позволяющей сравнивать структуру формирования нагрузочной переносимости.

В связи с существенными затратами времени а в большей степени сил спортсмена, максимальное тестирование может проводиться значительно реже ВРС покоя, не чаще 1 раза в 1-2 недели, и поэтому отражает существенно

больший адаптационный период. Однако меньшая частота в данном случае играет на руку лучшему выявлению особенностей нагрузочной толерантности, так как период их формирования с учетом развития структурного следа адаптации соответствуя 1-2 неделями – полностью совпадает с оптимальной диагностической частотой. При этом многие из глобальных показателей нагрузочной толерантности: максимальная нагрузка, МПК, граница аэробно-анаэробного перехода, средняя ЧСС, АД часто не могут отражать адаптационной динамики. Причиной тому их высокая инерция, обусловленная достижением тренировочного, возрастного, анатомо-физиологического максимума, пика спортивной формы, а чаще опосредованная соответствием тренировочной нагрузки на данном этапе срочным адаптационным показателям. Причиной тому в спорте высших достижений может быть и эффективность тренировочного процесса, а не только возможности организма спортсмена. Перечисленное не менее актуально и при фитнес нагрузках, когда их тренировочный потенциал исчерпал возможности адаптационной изменчивости. Однако наиболее чувствительные показатели нагрузочной толерантности: Т, П будут определять малые приспособительные тенденции, позволяющие вовремя распознать как дестабилизирующие, так и оптимизирующие проявления. В свою очередь комплексные исследования ВРС покоя и нагрузочной толерантности, благодаря первому компоненту позволяют выявить срочные нарушения связанные с ценой ФН, а под контролем второго – качество реализации АП.

Пример 4 (продолжение)

4.1. До физической нагрузки

Таблица 121

ВРС до физической нагрузки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	1770	864	351	555	38,7	61,3	0,632	48,8	19,8	31,4	
АОП	1695	958	453	283	61,5	38,5	1,6	64,8	21,6	13,5	1,35

Заключение. Клиностаз (табл. 121). Устойчивый объем адаптационных резервов с гуморально-метаболическим напряжением покоя. Обеспечение

приспособительной активности на уровне, незначительно превосходящем первый квартиль 4 ФК, свидетельствующий о сближении с его нижней границей, кроме того, далеко не оптимальный адаптационный показатель самого ФК еще более снижает оценку ФС обследуемого. Обеспечение адаптационного потенциала преимущественно за счет гуморально-метаболической активности в противовес недостаточности быстрых механизмов разрушает его эффективность.

Особенностью данного случая является пограничное значение вегетативного обеспечения, как в абсолютных, так и относительных (симпатическая активность) проявлениях. При этом сохранение вегетативной мощности в пределах нижней границы нормы, а также адекватность взаимоотношений между вегетативными ветвями указывает на сохранность адаптационных механизмов.

Ортостаз. Погранично низкая общая адаптационная мощность, обеспеченная умеренной гуморально-метаболической, резко угнетенной симпатической и нормальной парасимпатической активностью с нарушением внутренних спектральных (гуморальных и вегетативных) взаимоотношений, сохранением парасимпатической реактивности и адекватным симпатoadrenalовым обеспечением ортостаза.

Адаптационный пейзаж ортостаза подтверждает «клиностатическую» обеспокоенность снижением общей мощности до пограничных значений, во-первых, и преимущественно гуморально-метаболическим обеспечением в ущерб вегетативному, во-вторых. Причем, в отличие от клиностаза, недостаточность проявляется выраженным снижением симпатической активности, возрастание которой является главным критерием успешности адаптации к ортостазу.

Приспособление к ортостазу преимущественно за счет парасимпатической, в меньшей степени симпатической изменчивости, выраженность которых определялась низким рейтингом, с учетом высокой гуморально-метаболической активности как в клино- так и ортостазе, свидетельствует о нарушении адаптационного пейзажа. В пользу его остаточной устойчивости свидетельствует сохранность парасимпатической реактивности и адекватное симпатическое

обеспечение ортостаза.

4.2. После физической нагрузки

Таблица 122

ВРС после физической нагрузки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	430	292	89,6	47,5	65,3	34,7	1,88	68,1	20,9	11,1	
АОП	577	143	367	67,3	84,5	15,5	5,46	24,7	63,6	11,7	1,11

Заключение. Клиностаз (табл. 122). Низкий уровень адаптационных резервов на фоне погранично сниженной вегетативной и высокой гуморально-метаболической активности, в условиях напряженного внутреннего баланса.

Ортостаз. Низкая гуморально-метаболическая и умеренная вегетативная активность в условиях недостаточной спектральной мощности. Вегетативное обеспечение ортостаза характеризуется умеренной парасимпатической и неадекватной симпатической реактивностью.

Физиологическое обоснование. Клиностаз. Ортостаз. В обоих случаях несмотря на применение самых мягких критериев, диагностирована глубокая адаптационная недостаточность. Причем в клиностазе основой минимальной приспособительной активности является гуморально-метаболический компонент, в ортостазе – симпатический, кроме того, изменчивость именно этих компонентов при адаптации к ортостазу (снижение первого и увеличение второго) позволяют высказать предположение о сохранности приспособительной активности. Однако, необходимость существенного реабилитационного вмешательства, с обязательным снижением тренировочных нагрузок на контролируемый с помощью данного физиологического мониторинга срок не вызывает сомнений.

Итоговое заключение по примеру 4

Прежде чем перейти к сопоставлению данных ВРС с результатами нагрузочной пробы стоит отметить, что при уровне общей нейрогуморальной модуляции клиностаза менее 1200 Гц/мс² проведение нагрузочной пробы нецелесообразно, так как имеющихся адаптационных резервов вероятно будет недостаточно для ее преодоления. В данном случае, в связи с более высоким

уровнем регуляционного контроля в покое пациент был допущен к нагрузочному тестированию. Последующая тренировка, имела игровую направленность и по ощущениям испытуемого сопровождалась легкой переносимостью.

Минимум перенесенной нагрузки в стресс-тесте, а также наилучшие показатели переносимости и восстановления полностью подтверждают адаптационную озабоченность, высказанную по статическим регуляционным проявлениям. Высказанные предложения по сложности физической реабилитации в связи с малой нагрузочной толерантностью приобретают еще большую актуальность в связи с неправильным применением «игровой нагрузки», которая в связи с невозможностью дозирования не может быть использована для реабилитации.

Пример 5 (продолжение)

5.1. До физической нагрузки

Таблица 123

ВРС до физической нагрузки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	2747	1019	602	1126	34,9	65,1	0,535	37,1	21,9	41	
АОП	1173	346	778	48,3	94,2	5,8	16,1	29,5	66,4	4,1	1,26

Заключение. Клиностаз (табл. 123). Высокий уровень адаптационных резервов с абсолютной ваготонией покоя на фоне избыточной гуморально-метаболической и умеренной симпатической активности, в условиях напряженного внутреннего и сохранного вегетативного балансов.

В положении лежа структура спектра близка к оптимальной и свидетельствует о достаточном адаптационном потенциале. Избыточность гуморально-метаболической активности свидетельствует о наличии процесса длительной адаптационной перестройки. В данном случае – хронический срыв суточного ритма: навязанные режимы сна, питания, отягощенные хроническим отравлением: курением, слабоалкогольными напитками. С целью уточнения ФС организма необходимо проведение орто-пробы.

Ортостаз. Резкая недостаточность общей мощности с отчетливым

преобладанием симпатической активности на фоне подавленной гуморально-метаболической и абсолютной парасимпатической недостаточности. Существенный внутренний дисбаланс. Гиперлабильность вегетативной регуляции в условиях погранично низкой парасимпатической реактивности и избыточной активации симпато-адреналовой системы.

Затраты на ортостатическую адаптацию настолько велики, что адаптационные показатели минимальны фактически по всем составляющим. По физиологической сути это поисковая фаза в рамках общего адаптационного синдрома. Полученные результаты позволяют обоснованно констатировать плохое функциональное состояние, объективно выявить которое, стало возможным, лишь опираясь на орто-пробу. Недостаточность парасимпатической реактивности и избыточная симпатическая активация еще одно тому подтверждение.

Резервные возможности нейрогуморальной регуляции исчерпаны: стандартная нагрузка минимизирует приспособительный потенциал настолько, что его остаточный объем не в состоянии противостоять незначительным нагрузкам. В подобном состоянии человек максимально восприимчив к вирусной, бактериальной инфекции, орган мишень для которой, незамедлительно будет ею обнаружен в зависимости от индивидуальной предрасположенности.

Таким образом, заподозрив в клиностазе по гуморально-метаболическому дисбалансу возможность адаптационных нарушений, посредством АОП получено объективное и детальное их подтверждение.

5.2. После физической нагрузки

Таблица 124

ВРС после физической нагрузки

Спектр	TP _{мс²}	VLF _{мс²}	LF _{мс²}	HF _{мс²}	LFn	HFn	LF/HF	%VLF	%LF	%HF	30/15
Клино-	1230	503	463	263	63,7	36,3	1,76	40,9	37,6	21,4	
АОП	1136	447	541	148	78,5	21,5	3,66	39,3	47,6	13,1	1,3

Заключение. Клиностаз (3 ФК). Погранично низкий уровень адаптационных резервов с умеренной гуморально-метаболической и симпатической активностью на фоне резко подавленной парасимпатической

инициативы, в условиях крайне напряженного внутреннего баланса (табл. 124).

Основу приспособительного баланса составляет гуморально-метаболическая активность. Причиной тому могут быть два процесса. Во-первых, переходный период, связанный с существенным увеличением интенсивности ФН, приводящий к увеличению гуморально-метаболического компонента, а в дальнейшем к его перераспределению в быстрые спектральные составляющие. Во-вторых, при адаптационном несовершенстве, когда приспособительные реакции обеспечиваются за счет филогенетически раннего, мощного, но инертного адаптационного пути. В данном случае, несмотря на наличие в анамнезе физической нагрузки, речь идет о второй причине.

Гуморально-метаболическая активность, являющаяся основой спектра, сочетается с чуть менее выраженной симпатической составляющей. Явная парасимпатическая недостаточность, развивающаяся в условиях общей приспособительной ограниченности, свидетельствует об адаптационной деформации, являющейся следствием физического переутомления.

Ортостаз (4 ФК). Умеренный уровень адаптационных резервов с определяющей погранично высокой симпатической, запредельной парасимпатической и умеренной гуморально-метаболической акцентуацией, на фоне напряженного внутреннего баланса. Вегетативное обеспечение проявляется адекватной симпатической и высокой парасимпатической реактивностью.

Нормальный уровень адаптационной активности по данным 4 функционального класса свидетельствует лишь о нефатальном гомеостатическом кризисе, который имеет в перспективе два пути развития: прогрессивный в адаптационный срыв и прогрессивный в 5 ФК.

По данным 4 ФК, основой приспособительной активности является симпатическая регуляция с близким к медиане уровнем. Тем не менее, в связи с адаптационной недостаточностью, вызванной парасимпатической и гуморально-метаболической подавленностью, данный факт а, равно как и достаточная парасимпатическая реактивность, не могут трактоваться как оптимальные.

Сравнение адаптационных пейзажей клино- и ортостаза позволяет сделать

вывод о минимальной приспособительной изменчивости во-первых и обратить внимание на существенный внутренний клиностатический дисбаланс во-вторых. Таким образом, данные ортостаза, несмотря на устойчивую картину, согласно критериям 5 ФК свидетельствуют о существенных дезадаптационных нарушениях, требующих реабилитационных мероприятий, в противном случае при продолжении физических нагрузок возможно углубление уже имеющихся нарушений до развития адаптационного срыва.

Итоговое заключение по примеру 5

Выраженное снижение нагрузочной толерантности проявляет нарушение адаптационного баланса в покое и свидетельствует о физической перегрузке и необходимости реабилитационных мероприятий, предполагающих комплекс воздействий включающих изменение режима тренировок, контролируемое снижение нагрузок, различные варианты фармакологической поддержки и восстановления.

6.6. Заключение по ВРС в состоянии относительного физиологического покоя

Изучение спектральных характеристик ВРС позволяет объективно оценить ФС организма человека, его адаптационные резервы и их структуру. Изменение спектра в ответ на существенное нагрузочное воздействие свидетельствует об адаптационной стоимости этого процесса, что может быть использовано при:

- скрининговом исследовании больших групп для решения вопросов целевого мониторинга состояния здоровья;
- оценке ФС людей, ведущих активный образ жизни и спортсменов, решении вопросов цены тренировки, оптимизации и дозирования физической нагрузки, контроля процессов восстановления и динамики использования адаптационного потенциала в динамике микро-, мезо- и макроциклов;
- изучении и контроле процессов восстановления при заболеваниях;
- индивидуальном мониторинге с целью прогноза состояния здоровья, решения вопросов его коррекции и восстановления.

Изучение адаптационных резервов здорового человека

Индивидуумы, не имеющие в анамнезе систематических ФН

Клиностаз. Умеренный объем адаптационных резервов с гуморально-метаболическим напряжением покоя.

Оценка адаптационных возможностей производится согласно нормам 4 ФК. При этом по совокупности фактов адаптационные возможности оцениваются как устойчивые лишь для данного ФК, в равной степени свидетельствуя о скрытой несостоятельности. Обеспечение приспособительной активности преимущественно за счет гуморально-метаболического напряжения в противовес недостаточности быстрых адаптационных механизмов подтверждает неэффективность приспособительных реакций.

Ортостаз. Погранично низкая общая адаптационная мощность, обеспеченная умеренной гуморально-метаболической, резко угнетенной симпатической и умеренной парасимпатической активностью с нарушением внутренних спектральных (гуморальных и вегетативных) взаимоотношений, сохранением парасимпатической реактивности и адекватным симпатическим обеспечением ортостаза.

Адаптационный пейзаж ортостаза проявляет «клиностатическую обеспокоенность»:

- снижением общей адаптационной активности до пограничных значений;
- осуществлением приспособительной реактивности за счет преимущественно гуморально-метаболического участия в ущерб вегетативному;
- в отличие от клиностаза скрытая недостаточность проявляется выраженным снижением симпатической активности, возрастание которой является главным критерием успешности адаптации к ортостазу.
- приспособление к ортостазу осуществляется преимущественно за счет парасимпатической, в меньшей степени симпатической изменчивости. Их низкий рейтинг с учетом высокой гуморально-метаболической активности (как в клино-, так и ортостазе) свидетельствует о нарушении адаптационного пейзажа.

Индивидуумы, анамнез которых отягощен систематической ФН

При изучении группы, включающей индивидуумов, подверженных систематическим физическим нагрузкам, выявлена ее значительная неоднородность по показателям ВРС. Причина неоднородности заключается в особенностях тренировочного процесса, периода спортивной подготовки, переносимости спортсменом данного вида физических нагрузок.

Клиностаз. Достаточный объем общего и высокочастотного потенциалов в условиях тотальной гуморально-метаболической гиперергии и резкой симпатической недостаточности на фоне выраженного вегетативного дисбаланса.

В этом случае, гуморально-метаболическая акцентуация у спортсмена связана с развитием адаптации к уровню и особенностям физической нагрузки в процессе преодоления цикла спортивной подготовки. Это наблюдается в случае переходных нагрузок, включающих высокоинтенсивные интервальные тренировки, а также в условиях гипоксических сборов (в среднегорье).

Основой симпатического парадокса (одноименной недостаточности) является известный факт клиностатического парасимпатического доминирования, обеспечивающего при необходимости самый быстрый адаптационный отклик. У спортсменов циклических видов спорта (от I спортивного разряда и выше) резкое преобладание парасимпатической составляющей в ущерб симпатической весьма типичное явление. Оно объясняется наличием такого уровня парасимпатической активности которое достаточно для покрытия основных адаптационных потребностей. В подтверждение данного факта при увеличении нагрузки организм спортсмена сначала реагирует снижением высокочастотного компонента, а затем – наращиванием симпатической заинтересованности. Причем оба процесса весьма часто протекают на фоне роста гуморально-метаболической активности ответственной за длительную адаптацию, осуществляющую связь вегетативной и стратегической гормональной регуляции.

Ортостаз. Достаточный уровень общей и симпатической мощности на фоне абсолютной погранично высокой гуморально-метаболической и тотальной

парасимпатической гиперергии в условиях вегетативного дисбаланса и сохранной парасимпатической реактивности.

Гуморальная и парасимпатическая избыточность является в данном случае продолжением таковой в покое, и потому имеет в своей основе те же причины. Следовательно, речь идет не об адаптации к изменению положения тела в пространстве, а о длительном приспособлении к возрастающим физическим нагрузкам, что и обеспечивает гипертрофию в поведении изучаемых компонентов не зависимо от положения тела.

Общеизвестно, что в положении ортостаза происходит падение высокочастотной и возрастание низкочастотной активности. У спортсменов переход в ортоположение определяется преимущественным падением HF. При этом выраженность этого процесса, а также увеличение симпатической активности фактически не изменяет сложившегося баланса, проявляющегося сохранением парасимпатического доминирования.

Преобладающая изменчивость парасимпатического компонента над симпатическим и абсолютно противоположная закономерность при оценке их вклада по рейтингу ФК, позволяет уточнить выявленные закономерности. Смысл их заключается в том, что преобладающая изменчивость быстрого компонента, в действительности наиболее полно обеспечивает приспособительную реактивность, однако ее выраженность для 2 ФК является минимальной, в то время как рост симпатической активности весьма велик. Все это, с учетом гуморально-метаболического участия, подтверждает наличие напряженности адаптационных процессов. Что же касается симпатического обеспечения ортостаза, то существенным для спортсмена является не только указание на ее адекватность (нагрузкам), но и качественный состав, обеспечиваемый преимущественно парасимпатической либо симпатической изменчивостью, включающий рейтинговую оценку по функциональному классу.

Заключение к главе 6

Физическая толерантность определяется как уровнем перенесенной нагрузки, так и затратами организма на это преодоление. Поэтому максимальные

показатели достигнутой мощности, ЧСС, АД, потребления кислорода, аэробно-анаэробного перехода точны и, по сути, незаменимы. В свою очередь усредненные ЧСС, АД и иные расчетные коэффициенты нагрузочного и восстановительного периодов могут считаться объективными лишь весьма условно. Что касается ранних, неопредельных, нетрудоемких и экономичных (не требующих специального, газоаналитического оборудования), но объективных и точных маркеров толерантности, то применение максимально чувствительного ритмографического подхода к их определению является наиболее актуальным. В данном случае речь идет о критических точках, которые не назначаются исследователем, а объективно определяются в процессе исследования. Более того они напрямую связаны с регуляцией СР и имеют непосредственное отношение к энергетическому обеспечению (газовому метаболизму).

Опираясь на временные границы возникновения определенных нагрузочных маркеров возможно и регулирование длительности тестирования. Потеря в этом случае восстановительных критериев для скрининговых исследований и в условиях ограничения нагрузки (утром перед тренировкой, соревнованиями) вполне оправдано и компенсируется их прогностическими возможностями.

Нетрудно убедиться, что показатели функционального состояния спортсмена (ВРС покоя) и человека, не имеющего отношения к систематическим нагрузкам, могут быть похожи, или даже отличаться не в пользу спортсмена. Это возможно (речь в данном контексте не идет о патологических состояниях) когда исследование проведено в нагрузочный период или после существенной соревновательной нагрузки. При этом полученные результаты являются отражением лишь текущего функционального состояния – срочного уровня регуляции ВНС определяющего у спортсмена – цену адаптации, у нетренированного субъекта – непосредственный уровень нейрогуморальной регуляции определяющий ФС.

В тоже время совпадение результатов при проведении нагрузочного тестирования абсолютно исключено, так как и уровень нагрузки и качество ее переносимости вне всяких сомнений будут иметь существенные различия.

Существенность этих различий приобретает абсолютный интерес отнюдь не с целью сравнения полярных групп, а исключительно для уточнения объективного состояния тренированности необходимого в процессе спортивной подготовки, когда иные тесты не позволяют выяснить последнего.

Безусловной перспективой настоящего исследования будет переход с ВЭМ-нагрузки на специальную соответственно виду спорта. При этом математический аппарат исследования не изменяется и легко адаптируется к любому из них.

При проведении скрининговых исследований длительность нагрузочного периода может быть сокращена до 5 мин, что конечно не позволит точно оценить такой важный компонент как восстановление (тем не менее, позволяя утешиться его прогнозом), но за счет точной оценки нагрузочного периода вскроет существенные черты достигнутой тренированности – выносливости обследованных субъектов.

Вопросы комплексного применения методов исследования ВРС и нагрузочной толерантности нашли свое отражение в стратегических подходах к изучению глубины адаптационных процессов. В отсутствие данных нагрузочного тестирования речь может идти исключительно об активности ВНС на этапе срочной адаптации и соответствующих этому состоянию потенциальных приспособительных возможностях организма, абсолютный номинал которых может быть вскрыт только после нагрузочного тестирования. При наличии данных нагрузочного тестирования и отсутствии результатов ВРС речь идет о нагрузочной толерантности – способности организма преодолеть ту или иную физическую нагрузку в данный момент времени, исключая сведения о состоянии ВНС, определяющем напряженность адаптационных систем позволяющих осуществлять эту работу. Активность ВНС в покое, определяясь равновесием с внешней средой, имеет отпечаток – отражающий перенесенное возмущение ближайшее или отдаленное (во времени) является адаптационной ценой этого возмущения. Цена адаптации, превышающая имеющиеся резервы свидетельствует о перегрузке и высокой вероятности адаптационного срыва. В свою очередь показатели нагрузочной толерантности в этой ситуации проявляют

достаточную инертность, сохраняясь, до нескольких суток на прежнем уровне. При этом наиболее чувствительные маркеры вегетативного контроля нагрузочной толерантности – регуляции восстановления реагируют первыми, являясь срочным отражением вегетативного напряжения.

Наиболее чувствительные регуляционные компоненты нагрузочной толерантности и сами по себе могут являться маркерами нарушения – напряжения адаптационных процессов, так как изменения ВНС покоя не всегда, в силу масок восприятия, могут быть осознаны исследователем как нарушение и/или пограничное состояние. Кроме того, при исследовании спортсменов высокого уровня, когда речь идет о формировании структурного следа адаптации именуемое тренированностью, состояние ВНС покоя вообще не отражает адаптационных нарушений, а чувствительные компоненты нагрузочной толерантности первыми сигнализируют о начавшемся адаптационном возмущении. Их анализ позволяет улавливать направление адаптационной изменчивости – регуляционную составляющую структурного следа, своевременно корректировать нагрузочно-восстановительный баланс тренировочного воздействия. По большому счету речь идет не только о срочном контроле адаптационных изменений, но и о моделировании последних в направлении спортивного совершенствования и/или оздоровления. Использование настоящих подходов позволит выйти спортивной подготовке на – доказательный уровень, максимально нивелировать тренировочные ошибки, приводящие к нарушению адаптации и/или ее срыву – чреватые провалом всего процесса подготовки.

Таким образом, объективная оценка "здоровья здоровых", адаптационная стоимость любого вида нагрузок, динамический мониторинг лиц, подверженных систематическим физическим нагрузкам, раннее выявление дезадаптации, состояния перегрузки и перетренированности, контроль переносимости и усвоения физических нагрузок может быть реализовано посредством настоящего анализа СР в процессе АОП и нагрузочного тестирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Динамика нагрузочной толерантности как результат развития выносливости определяется формированием структурного следа адаптации включающего специфическую мобилизацию кардиореспираторной и мышечной систем, объединенных доминирующей ответственностью за этот процесс. При этом каждая из них (систем) несет в себе маркеры, его проявляющие. Сердечный ритм, изучаемый нами в ходе настоящего исследования, является ярким тому подтверждением. Его определяющие критерии не только проявляют развитие выносливости, но и являются маркерами вегетативной регуляции, обуславливающей эту изменчивость.

Нагрузочный протокол

Отработанный максимальный нагрузочный протокол позволяет наиболее точно выявить особенности КРГ нагрузочного и восстановительного периодов, квинтэссенция которых ложится в основу диагностических маркеров. С помощью настоящего протокола были преодолены существенные трудности, искажающие результаты исследования и препятствующие их дальнейшему анализу.

Достигнутая посредством расчета по ДОО стандартизация нагрузки для первой ступени, установка последней – на уровне максимума переносимости, размер нагрузочных приращений (30Вт) и их длительность (1 мин) позволили ограничить количество нагрузочных ступеней (двенадцатью) добиваясь при этом необходимой линейности отношений между потреблением кислорода и нагрузочной ЧСС, что и определило диагностическую значимость полученных результатов.

Анализ КРГ

Математический анализ КРГ нагрузочного тестирования, выявил необходимость принципиально новых подходов ее изучения.

Временной ряд КРГ как случайная последовательность RR-интервалов

Визуальный анализ КРГ нагрузочного периода предположил ее гиперболический характер и индивидуальные различия крутизны изгиба. Однако

ни одна из гиперболических моделей существенно не соответствовала экспериментальной кривой, что позволило допустить внутреннюю неоднородность временного ряда КРГ и потребовало его изучения как последовательности случайных величин (рис. 82).

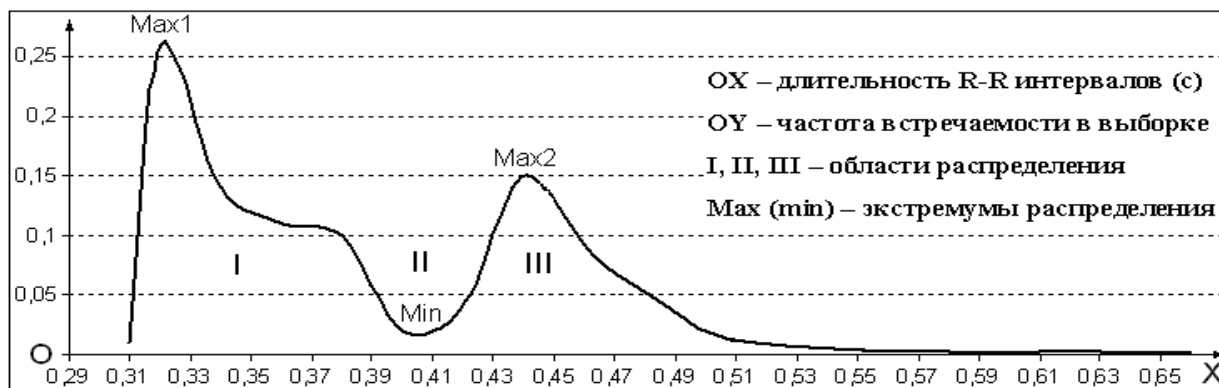


Рис. 82. Функция распределение кардиоинтервалов нагруженного периода

Два явно выраженных максимума имеющих существенные интервальные различия накопленного распределения временного ряда КРГ засвидетельствовали высокую вероятность наличия, по крайней мере, двух конкурирующих процессов участвующих в формировании (управлении) СР. Настоящая гипотеза подтверждена определением временных границ экстремумов и интервалов распределения (рис. 83).

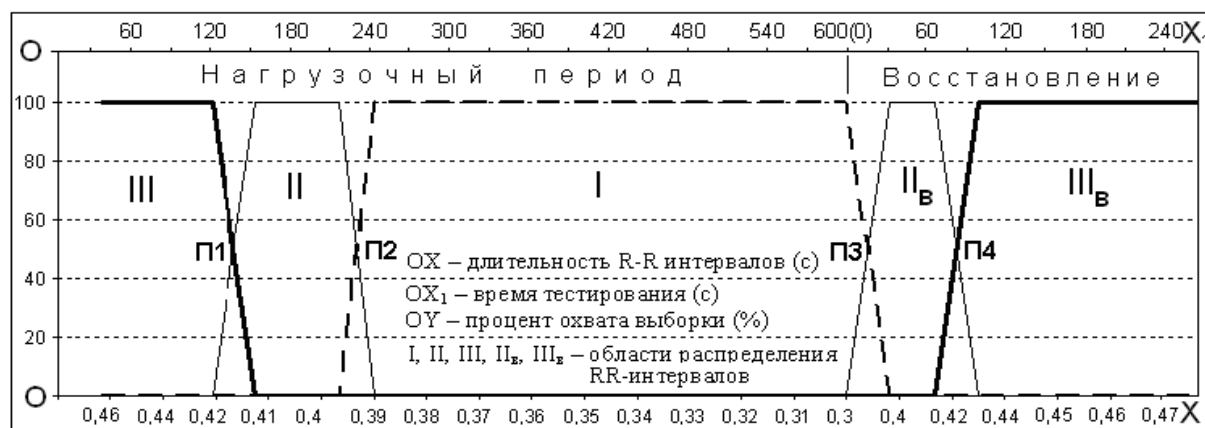


Рис. 83. Динамика функции распределения во времени

Установлено, что RR-интервалы КРГ не перемешиваются в диапазонах распределения, и каждый из них имеет собственный временной интервал. Данное обстоятельство при наличии трех выраженных экстремумов свидетельствует о наличии двух конкурирующих (управляющих) процессов определяющих формирование СР. В свою очередь построение математической модели КРГ,

учитывая факт обоюдной конкуренции должно включать две взаимосвязанных, но отдельно моделируемых частей в вычисленных интервалах распределения (по ту и другую сторону от минимума).

Настоящий подход позволил создать наиболее успешную математическую модель КРГ, точность которой подтвердилась наименьшей суммой квадратов отклонений (от экспериментальной кривой) по сравнению с иными моделирующими функциями.

Кроме того, обнаруженные критические точки функции распределения кардиоинтервалов, вскрывая характерные особенности КРГ, могут быть использованы для изучения ее изменчивости в целом.

Предложенная алгоритмическая процедура анализа временного ряда КРГ последовательно включающая накопление распределения, определение интервалов экстремумов, их временных границ и построение на этой основе математической модели процесса может быть применена для исследования любых временных последовательностей.

Таким образом, заслуженное многомесечной гиперболической претензией к математическому моделированию КРГ разочарование разрешилось в результате анализа всего временного ряда RR-интервалов как последовательности случайных величин, что в дальнейшем обернулось искренним утешением создания принципиально нового подхода к изучению КРГ в целом.

Концепция линейной модели КРГ

Математическая модель (рис. 84) ритмограммы (f), определяется двумя наилучшими линейными трендами: «m» - в период уменьшения длительности кардиоинтервалов, второй «n» - в период стабилизации их длительности, построенными во временных интервалах распределения. Пересечение линейных трендов определяет критическую зону – точку «перегиба», временные и интервальные координаты, которой являются принципиально новыми характеристиками временного ряда КРГ. Учитывались: параметры линейных моделей: m (H1,O1), n (H2,O2); длительность RR-интервала в точке касания прямых (T1rr) и время ее наступления от начала тестирования (T1t).



Рис. 84. Схема математической модели КРГ с построением линейных трендов

Маятниковая модель кардиоритмограммы

Визуальный анализ индивидуальных КРГ выявил участок с волнообразным контуром, обусловленным затухающими колебаниями (рис. 85, 86).

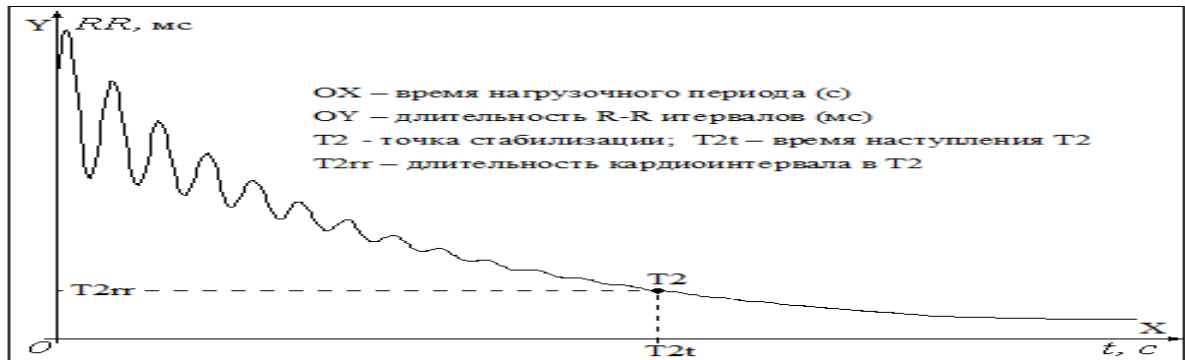


Рис. 85. Схема нагрузочной КРГ при велоэргометрии по Ramp-протоколу

При этом его характеристики (амплитуда, скорость, длительность) весьма варьировали у обследуемых с различной нагрузочной толерантностью.

С целью определения характеристик лабильного участка КРГ (Рис. 5) ее изменчивость оценивалась в период нарастания ЧСС модулем отклонений от построенного наилучшего тренда (прямой «с») и средним квадратичным отклонением от тренда (прямой «d») в период достижения стабильной (максимальной) ЧСС.

Новая последовательность получается из ритмограммы вычитанием трендов и является последовательностью отклонений «h». На участке изменчивости ЧСС тенденция отклонений в совокупности моделируется линейной регрессией, прямая которой (с) дает значение (T2) момента вхождения модуля отклонения на участке изменчивости ЧСС в интервал трех нормальных отклонений участка

стабилизации ЧСС (d). При этом T_2 – является точкой стабилизации ритмограммы.

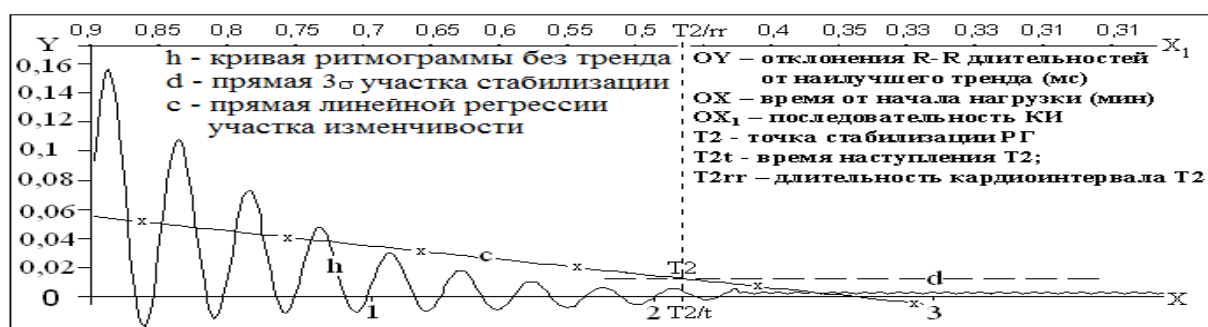


Рис. 86. Схема математической модели КРГ после вычитания трендов

Исследовались следующие характеристики лабильного участка КРГ: параметр математической модели прямой (с) – наклон (НЗ), моментальная ЧСС (длительность кардиоинтервала) момента вхождения в интервал (T_{2gr}) и время ее наступления от начала нагрузочного тестирования (T_{2t}). При этом все указанные маркеры определяют индивидуальные особенности СР и являются критическими характеристиками временного ряда нагрузочной КРГ.

Исследование вегетативной регуляции СР

В связи с тем, что изменчивость сердечного ритма определяется регуляторными влияниями автономной НС, вероятно, существуют критические участки КРГ являющиеся их непосредственным следствием (проявлением) – маркерами вегетативной регуляции.

Для решения поставленной задачи использовался стандартный подход включающий:

1) выявление из временного ряда кардиограммы периодических (повторяющихся) составляющих, обуславливающих колебания СР, каждая из которых находится в своем частотном диапазоне;

2) возможность количественной оценки их вклада в динамику процесса.

При этом быстрое преобразование Фурье, которому подвергается временной ряд, используется с целью обнаружения периодических составляющих в определенных частотных (спектральных) областях изменчивости RR-интервалов. Количество периодических составляющих в определенном частотном диапазоне, обозначается спектральной мощностью.

Разработка спектрального анализа СР в процессе нагрузочного тестирования имела существенные особенности: во-первых, с целью уточнения и упрощения трактовки спектральной активности, профилактики резонансных наложений преодолевалась нестационарность КРГ, вызванная изменением ЧСС при нагрузке или восстановлении; во-вторых, определение динамики процесса осуществлялось посредством анализа последовательных временных интервалов.

Для этого КРГ нагрузочного тестирования, анализировалась путем создания математической модели нагрузочного и восстановительного периодов (Рис. 87). При этом изменчивость кардиоинтервалов оценивается модулем отклонений от наилучших линейных трендов, определяющих основные тенденции на этапе изменчивости и стабилизации ритмограммы.

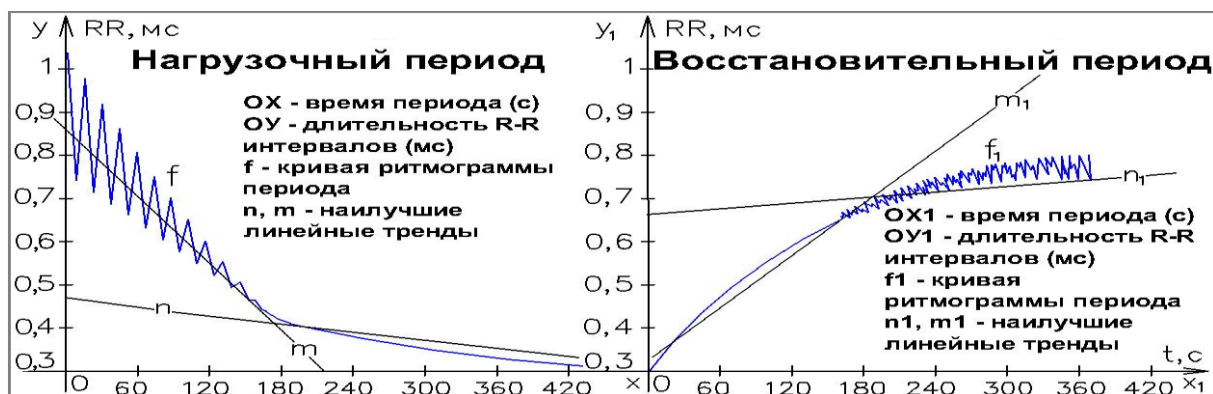


Рис. 87. Математическая модель КРГ по периодам

Оптимизация параметров прямых достигается методом наименьших квадратов, а временные интервалы построения определяются динамикой функции распределения.

Новая последовательность (рис. 88), полученная после вычитания трендов, пошагово подвергается быстрому преобразованию Фурье.

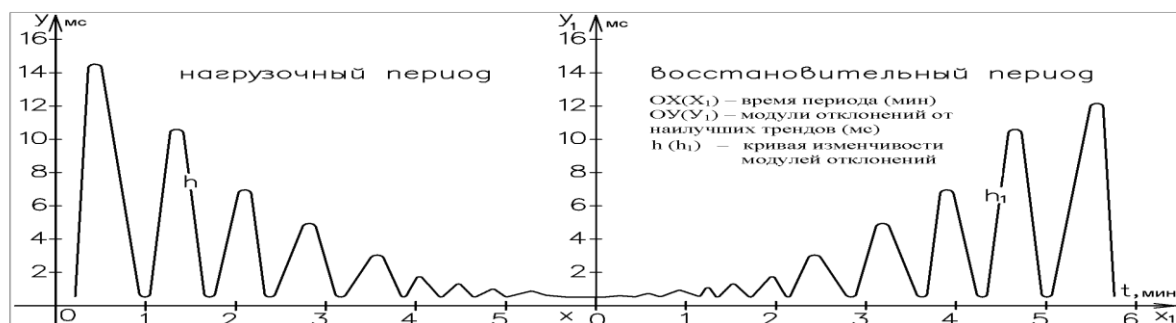


Рис. 88. Новая последовательность модулей отклонений от наилучших трендов

При этом анализ осуществляется на каждом отрезке длиной – 64 интервала с шагом в 1 интервал новой последовательности следующим образом: от 1 интервала до 64 [1:64], от 2 до 65 [2:65] и так далее до конца ряда [(n-63) : n], где n - общее число экспериментальных точек КРГ.

Изменчивость нагрузочного и восстановительного спектров, в диапазонах 0.15 – 0.4 Гц (HF) и 0.04 – 0.15 Гц (LF) адекватно моделируются линейной регрессией (во временных интервалах оптимальных трендов КРГ): $Y_{LF(HF)}=aX+b$, где a и b, параметры, определяемые методом наименьших квадратов. При этом в нагрузочный период значение «X» в диапазоне LF_н, HF_н при условии y=0 определяет момент вегетативной «ригидности» и является интегральным критерием симпатической, парасимпатической соответственно активности.

В период восстановления, в связи с устойчивым уровнем вегетативной активности нагрузочного максимума интегральным критерием вегетативной активности в диапазоне LF_в, HF_в будет определяться параметром регрессии «a» - скоростью восстановления симпатической, парасимпатической активности соответственно (рис.89).

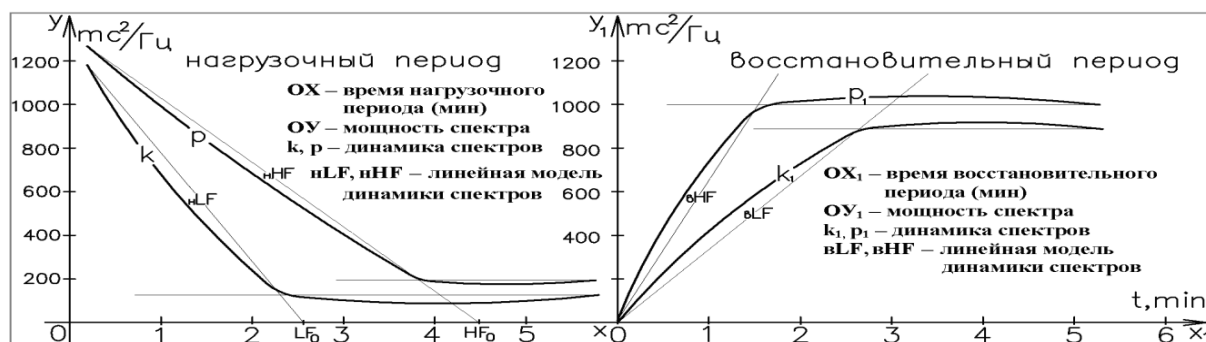


Рис. 89. Изменчивость нагрузочного и восстановительного спектров

Учитывались: скорость падения чувствительности миокарда к вегетативным влияниям (HF_н, LF_н), время ригидности – минимума чувствительности (HF_о, LF_о) – в период нагрузки; скорость возрастания чувствительности миокарда к вегетативным влияниям – в период восстановления (HF_в, LF_в).

Временной ряд восстановительного периода

Динамика временного ряда КРГ восстановительного периода, кроме того, изучалась: во-первых, посредством изучения ее (математической)

логарифмической модели $y=a \times \lg x + b$, где x – время восстановления в секундах, y – RR длительность в секундах, «а» (моделирующий критерий МК1) – параметр модели, характеризующий скорость изменения R-R интервалов, b (МК2) – параметр, характеризующий постоянную составляющую КИ; во-вторых, исследованием интегрального показателя (ИП) ЧСС восстановления, определяемого как сумма КИ за 7 минут восстановительного периода; в-третьих, при накоплении распределения временного ряда КИ восстановительного периода – определялось время достижения наиболее выраженных экстремумов: 1-го и 2-го максимумов.

Определение межгрупповых различий КРГ

Изучение временного ряда КРГ, посредством накопления группового (суммарного) распределения позволило дать его характеристику и выявить принципиальные групповые особенности. С этой целью исследование распределения осуществлялось в 3 этапа: суммарно, отдельно в нагрузочный и восстановительный периоды (рис. 90).

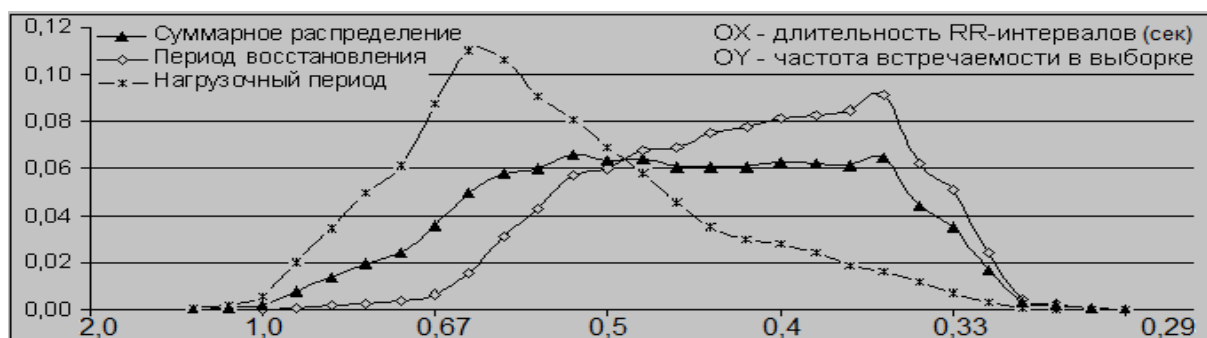


Рис. 90. Суммарные распределения кардиоинтервалов в изучаемых группах

Сравнению подвергались характеристики суммарного распределения: математическое ожидание, координаты границ, медиана, время наступления и выраженность экстремумов.

Закономерности диагностики, структуры, формирования и осуществления адаптационных реакций

Концепция подразделения исследуемой (смешанной) популяции

Изучение смешанной популяции, включающей индивидуумов различной степени тренированности и подготовленности, вскрыло необходимость разработки способа ее подразделения. Сложность вопроса определялась

разноликостью выборки, включающей и неподготовленную молодежь и спортсменов не только различной квалификации, спортивного стажа, амплуа, но и уровня совершенствования. При этом выраженные индивидуальные различия основных изучаемых показателей: максимальной ЧСС, скорости восстановления, мощности перенесенной нагрузки сочетались с непредсказуемостью их взаимоотношений, когда раннее восстановление зачастую опосредовалось существенно большей нагрузочной толерантностью.

Кластеризация

Принципиальная недостаточность субъективного подразделения выборки по анамнестическому признаку была разрешена классификационным анализом. С целью объективизации и максимального учета индивидуальных реакций организма на физическую нагрузку кластерному анализу было подвергнуто накопленное распределение КИ нагрузочного и восстановительного периодов персонально каждого из обследуемых.

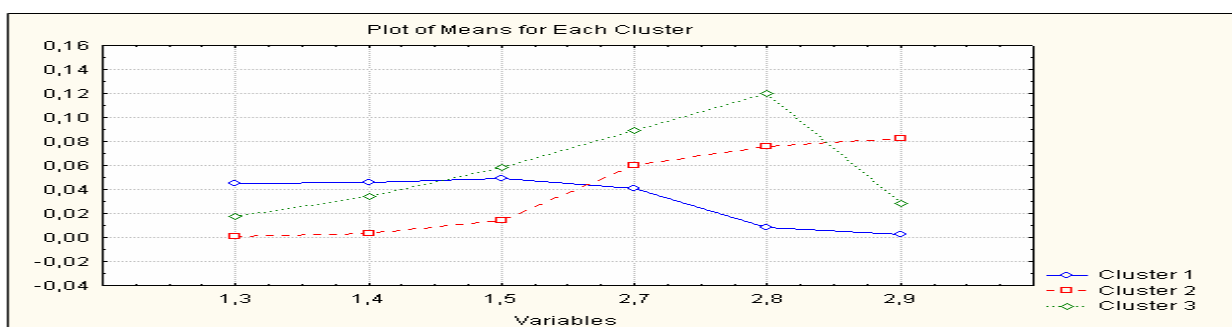


Рис. 91. Линейный график средних значений кластеров

Объективное выделение трех кластеров (групп) позволило учесть всю совокупность индивидуальной нагрузочной толерантности (табл.125, рис. 91).

Таблица 125

Оптимальные признаки и качество кластеризации

Период	Гц	Дисперсии		Качество кластеризации	
		Между групп	Внутри групп	F	p
Восстановительный	1,3	0,058438	0,108186	39,70	0,000000
	1,4	0,055324	0,109115	37,27	0,000000
	1,5	0,054355	0,155232	25,74	0,000000
Нагрузочный	2,7	0,047615	0,141612	24,71	0,000000
	2,8	0,282721	0,129437	160,54	0,000000
	2,9	0,195316	0,088718	161,81	0,000000

Сравнительная характеристика кластеров

Подразделение смешанной популяции на 3 кластера и их сравнительный анализ выявил существенные закономерности:

1. Возрастная однородность кластерных групп нарушается существенным преобладанием индекса Кетле в 3 группе (1, 2 группы $p < 0.005$), включающим как значение массы (1, 2 группы $p < 0.01$) так и роста (1 группа $p < 0.01$). При этом различия анализируемых показателей 1 и 2 групп – минимальны.

2. Фактически все межкластерные различия являются прогрессивными (прогрессирующими) и определяются в последовательном ряду 1, 2, 3 групп (за исключением LFort, когда $2 > 1 > 3$).

3. Исследуемые кластеры существенно различаются по величине нагрузочной толерантности и ее проявлениям, включающим ино-, хронотропное обеспечение и вегетативную регуляцию.

4. Прогрессивное повышение нагрузочной толерантности определяется ростом тренированности (выносливости), которая включает:

а) накопление хроно-инотропного резерва, проявляющееся:

- в нагрузочный период: возрастанием удаленности временных ($T_{1,2t}$), увеличением длительности интервальных маркеров ($T_{1,2rr}$) и уменьшением скорости роста ЧСС (H_1 , $ЧСС_n$); увеличением времени проявления временных экстремумов ($N_{mx1,2}$)

- в период восстановления: уменьшением времени проявления временных маркеров ($T_{3,4t}$) КРГ, увеличением длительности КИ в них ($T_{3,4rr}$), возрастанием скорости восстановления и снижением средней ЧСС; уменьшением времени проявления временных экстремумов ($V_{mx1,2t}$)

б) изменением вегетативного обеспечения: увеличением длительности и усилением смешанной вегетативной регуляции с парасимпатическим доминированием нагрузочного периода; ускоренным возобновлением смешанного вегетативного регулирования с ранним проявлением и подавляющей интенсивностью парасимпатической активности восстановительного периода

в) изменением вегетативной регуляции СР в покое:

- в период клиностаза: отсроченным отражением на ритме покоя вегетативной изменчивости достигнутой в процессе формирования выносливости; абсолютным преобладанием всех вегетативных составляющих на пике тренированности, определяющим парасимпатическую регуляцию как ведущую;
- в ортостазе: возрастанием роли парасимпатической регуляции; снижением симпатической заинтересованности; исключением гуморально-метаболического участия.

Анализ адаптационной изменчивости СР

Критерии нагрузочной КРГ

Объективизация исследования СР может осуществляться посредством изучения временного ряда КРГ и ее математического моделирования (рис. 92).

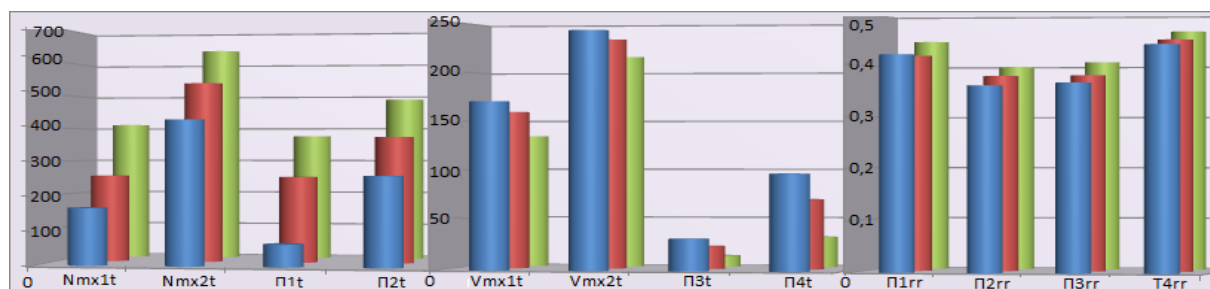


Рис. 92. Критерии временного ряда (нагрузочный, восстановительный периоды)

Экстремумы функций распределения временного ряда КИ определяются нагрузочной толерантностью и являются характерными чертами КРГ – критериями нагрузочного и восстановительного периодов.

При этом увеличение или уменьшение времени достижения нагрузочных и восстановительных критериев соответственно: Nmx, Vmx; П 1 – 4 и/или длительности КИ в них опосредует увеличение нагрузочной толерантности.

Маркеры математической модели КРГ

Сердечный ритм, представленный временным рядом RR-интервалов, нагрузочной части эргометрии определяется гиперболическим трендом, крутизна которого зависит от нагрузочной толерантности. При этом меньшая крутизна определяет лучшую переносимость.

Маркер крутизны Т1 образованный пересечением моделирующих трендов определяется нагрузочной толерантностью и является ее критерием. Смещение Т1

вправо – увеличение времени до момента ее наступления и удлинение КИ в ней, свидетельствует об улучшении переносимости физической нагрузки (рис. 93).

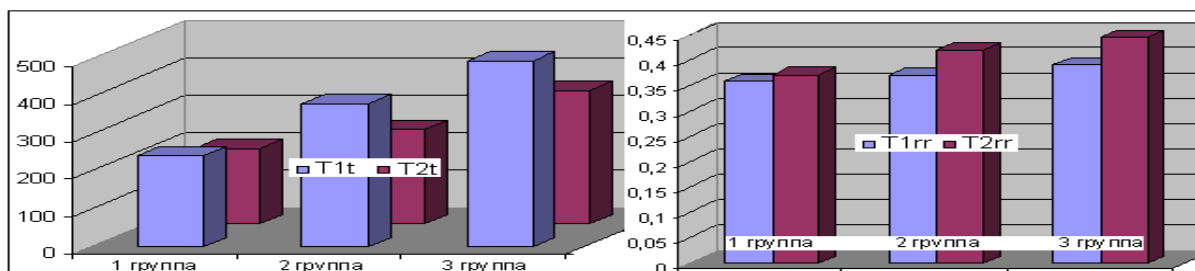


Рис. 93. Маркеры математической модели КРГ нагрузочного периода

Нагрузочная КРГ не имеет строгого контура и обуславливается волновой колебательно-затухающей изменчивостью. Ее математическая модель выявляет точку T2 – стабилизации ритма, также являющуюся критерием переносимости физической нагрузки. С увеличением нагрузочной толерантности время до возникновения T2 увеличивается, моментальная ЧСС в ней и скорость стабилизации уменьшаются.

Длительный (устойчивый) волновой период в условиях тренированности, возникает на фоне отрицательного хронотропного баланса (урегия СР, снижающего скорость прироста ЧСС на единицу нагрузки).

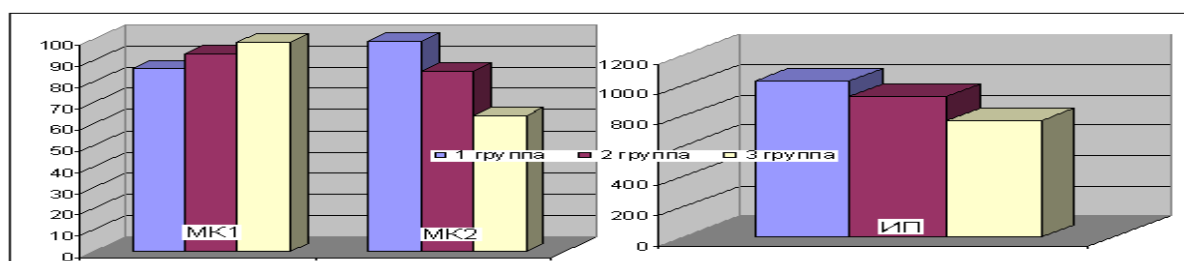


Рис. 94. Маркеры математической модели КРГ периода восстановления

Временной ряд кардиоинтервалов восстановления определяется интегральными и модельными показателями (ИП, МК - 1, 2), обуславливающими характер периода. При этом уменьшение ИП, МК2 и увеличение МК1 определяют ускорение восстановления (рис. 94).

Вегетативная регуляция нагрузочного и восстановительного периодов

Индивидуальные особенности вегетативного регулирования

Способность миокарда отвечать на вегетативные влияния поступательно снижается в нагрузочный и возрастает в восстановительный период с

существенно различимой индивидуальной скоростью (рис. 95). Причем, в отличие от симпатических, парасимпатические влияния медленнее исчезают при нагрузке и быстрее возрастают при восстановлении.

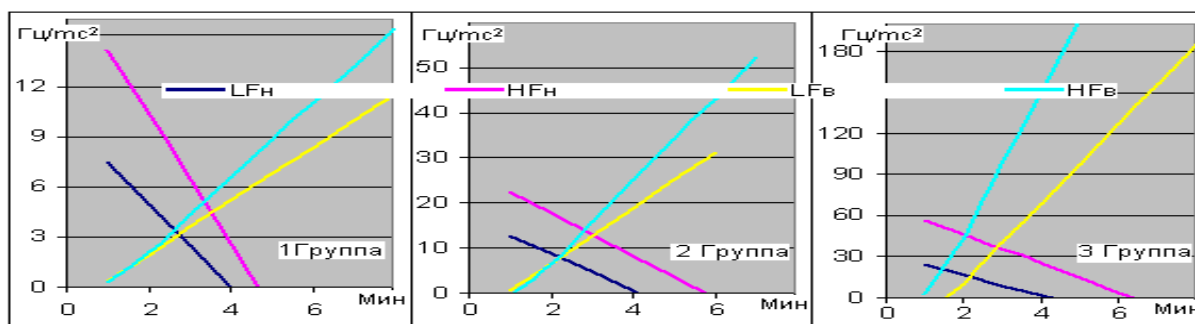


Рис. 95. Скорость изменения волновых характеристик СР в нагрузочный и восстановительный период

Динамика (скорость изменения) вегетативной регуляции в период нагрузки и восстановления напрямую связана с переносимостью физической нагрузки – тренированностью, выносливостью. Данные связи в большей степени определяются парасимпатическим участием. При этом, чем выше толерантность, тем медленнее снижение чувствительности миокарда к регуляционным влияниям при нагрузке и быстрее его восстановление.

Динамика регуляции при формировании тренированности развивается от вегетативного минимума 1 группы (подпороговая нагрузочная симпатическая активность при фактическом отсутствии восстановительной регуляции) до включения восстановительной (полноценное обеспечение и временных и модельных маркеров) преимущественно парасимпатической регуляции при минимуме нагрузочной (как в 1 группе) – во второй и разносторонней – в 3 группе.

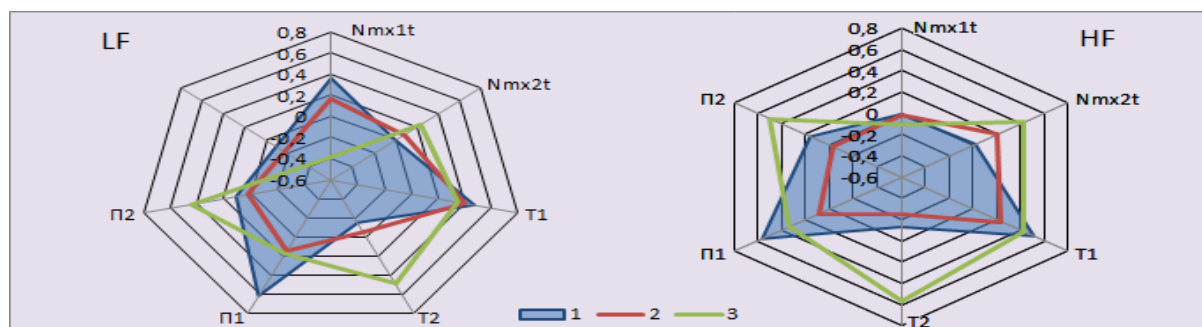


Рис. 96. Характер корреляционных связей спектральных характеристик волновой структуры СР с предлагаемыми маркерами КРГ в нагрузочный период

При этом нагрузочная регуляция (рис. 96) обеспечивает маркеры: T1, 2 – смешанной, П1, 2, Nmx2t – парасимпатической и Nmx1t – симпатической активностью; восстановительная (подавляюще парасимпатическая) регуляция (Рис. 97) объединяет временные и модельные маркеры – парасимпатическим, интервальные – смешанным обеспечением.

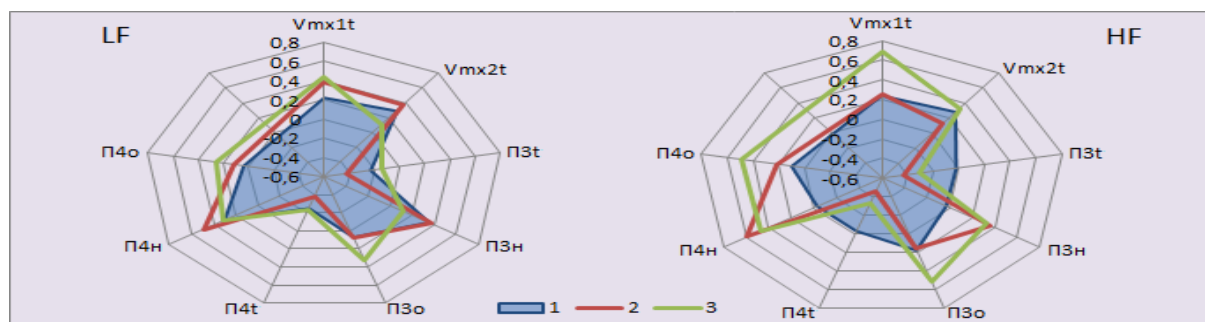


Рис. 97. Характер корреляционных связей спектральных характеристик волновой структуры СР с маркерами КРГ в период восстановления

Выраженная связь (парасимпатической регуляции восстановления) с интервальными критериями нагрузки определяет преобладание, тесную взаимосвязь, и качественное единство вегетативной регуляции обоих периодов.

Таким образом, процесс формирования тренированности характеризуется на первом этапе минимальным исключительно нагрузочным вегетативным обеспечением, на втором – включением восстановительного регулирования, на третьем – их обоюдным совершенствованием (интенсификацией и расширением).

Совершенствование определяется в нагрузочный период: от смешанно-симпатического в отсутствие к парасимпатическому подключению в период формирования и к разделенному симпато-парасимпатическому регулированию в апогее тренированности; в период восстановления: от фактического отсутствия регуляции к смешанно-парасимпатической и далее к расширению парасимпатического участия.

Совершенствование проявляется качественным увеличением пула взаимосвязей: от исключительно интервальных к подключению модельных и далее – временных маркеров. А в нагрузочный период от T1, П1 к включению T2, П2 и Nmx2t. При этом моментальная ЧСС нагрузочных маркеров КРГ, вероятно

обуславливает пределы физической (тренировочной) нагрузки в условиях оптимального вегетативного обеспечения.

Высокий уровень связей нагрузочно-восстановительной регуляции с одноименными маркерами физической толерантности, позволяют использовать последние в прогностических целях.

Групповые особенности вегетативного гомеостаза

Характеристики групповых распределений, вскрывая принципиальные кластерные различия, отражают динамику развития выносливости и являются не только ее динамическими критериями, но и маркерами вегетативного гомеостаза групп, различающихся уровнем тренированности (рис. 98, 99).

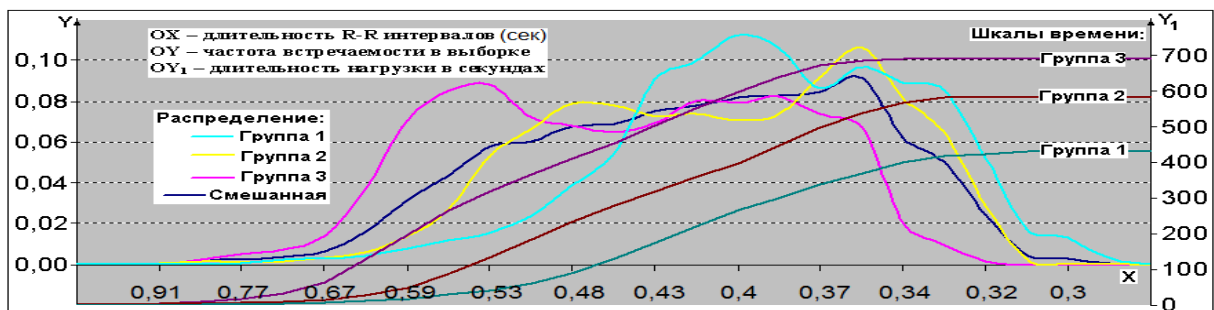


Рис. 98. Распределение R-R длительностей нагрузки со шкалой времени*

В процессе нагрузочного тестирования адаптационный потенциал реализуется в динамике переносимости физической нагрузки, при этом увеличение толерантности определяет развитие смешанной выносливости. Маркерами этого процесса является смещение экстремумов распределения в низкочастотную область спектра (сторону увеличения длительности КИ), причем при нагрузке их временные характеристики (время достижения экстремумов) увеличиваются, а в период восстановления — уменьшаются.

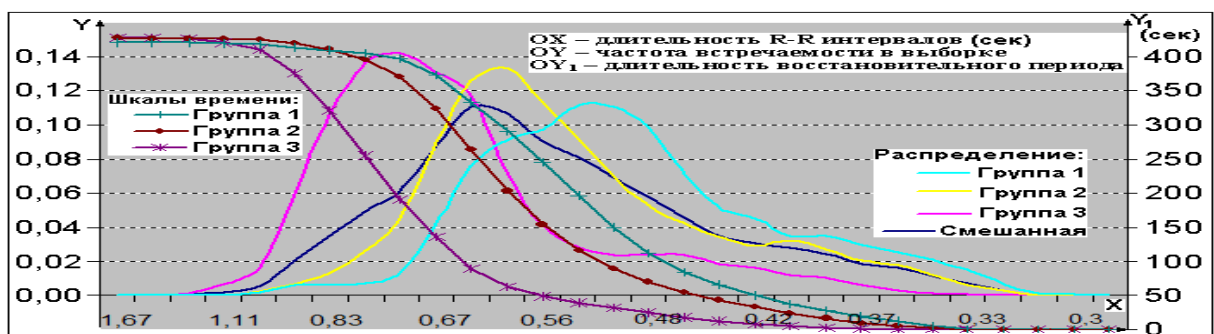


Рис. 99. Распределение R-R длительностей восстановления со шкалой времени*

* При построении распределения КИ равномерная шкала, характеризующая их длительность, соответствует шкале времени нелинейно.

При этом изменчивость частотных и временных интервалов является отражением вегетативной регуляции, которая вероятностно проявляется:

а) в нагрузочный период

- общим усилением (частотным и временным) вегетативной регуляции посредством как симпатической (в большей степени) так и парасимпатической активации,

- соответствием локализации экстремумов СР активности вегетативной подсистемы

- инверсией вегетативной регуляции (сменой лидера) в динамике тренированности: от симпатического к парасимпатическому доминированию;

б) в период восстановления:

- ускорением вегетативного торможения по двум направлениям – временном и частотном,

- укорочением времени восстановления (преимущественно за счет низкочастотной составляющей),

- расширением высокочастотного диапазона регуляции,

- моносистемным обеспечением экстремумов СР: от симпатического в отсутствие, до смешанного в период формирования и парасимпатического – на пике тренированности.

Принципиальной отличительной чертой вегетативной регуляции в рассматриваемые периоды является, во-первых: увеличение времени достижения экстремумов при нагрузке и ускорение их наступления при восстановлении; во-вторых: полисистемное вегетативное обеспечение экстремумов в нагрузочный период против моносистемного при восстановлении; в-третьих: увеличение области активной вегетативной регуляции при нагрузке в противовес ее уменьшению (времени торможения за счет увеличения интенсивности) при восстановлении.

Формы групповых распределений и их математические характеристики определяют не только принципиальные межгрупповые различия, но и отражают

динамику развития тренированности (выносливости), являясь ее динамическими критериями.

Характеристики распределения нагрузочных RR-интервалов в свою очередь являясь динамическими маркерами смешанной выносливости (толерантности к физической нагрузке), могут быть использованы как объективные количественные критерии последней в определении здоровья здоровых, спортивной медицине и нагрузочной кардиологии.

Показатели изменчивости распределений также являются критериями вегетативного гомеостаза, так как отражают по сути особенности вегетативной регуляции сравниваемых групп, различающихся уровнем тренированности.

В нагрузочный период соответствие минимумов группового распределения инверсии-смене вегетативного обеспечения, а максимумов - точкам наивысшего функционирования симпатической (Nm_{x1}) и парасимпатической (Nm_{x2}) подсистем, актуально только в апогее тренированности, в то время как отсутствие и формирование последней имеет преимущественно симпатическое и смешанное обеспечение соответственно.

Восстановительное распределение характеризуется преимущественно моносистемным формированием экстремумов, дифференцирующимся в динамике: от симпатического в отсутствие, до смешанного в период формирования и парасимпатического – на пике тренированности.

Разнородная регуляторная активность и малая выраженность изучаемых закономерностей в смешанной популяции определяется инверсией связей в динамике тренированности, когда ее высокий уровень характеризуется усилением, а минимальный – депрессией вегетативной регуляции.

Нарушения СР в динамике нагрузочной толерантности

Снижение чувствительности миокарда к регуляторным влияниям ВНС, проявляющееся уменьшением периода его ответной реактивности в нагрузочный период, определяя нагрузочную интолерантность, утрату выносливости и дезадаптацию, может приводить к возникновению нарушений СР. В свою очередь

феномен одиночной экстрасистолии на высоте нагрузки – признак регуляторной ареактивности миокарда, возникшей вследствие физической перегрузки.

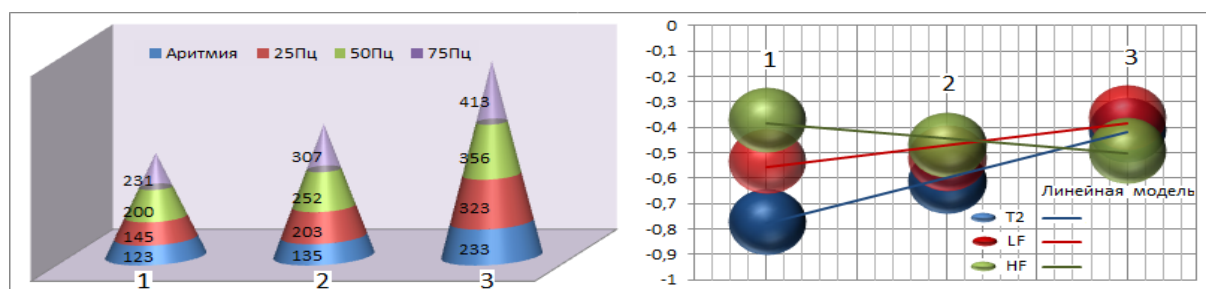


Рис. 100. Уровень T2 и корреляционная связь вегетативной активности с патогенезом нагрузочных аритмий

Вскрытые нарушения СР в 1 – 3 кластерах определенно связано с критерием T2, симпатической и парасимпатической активностью (рис. 100).

Существенность взаимосвязей, их уровень и отрицательное значение определяют патофизиологическую основу аритмии.

Проявление экстрасистолии вследствие кардиально-регуляционного диссонанса приводящего к преобладанию симпатических влияний в 1 группе, симпато-парасимпатическому равновесию во 2 и вагусному доминированию в 3 – обуславливает принципиальные различия дезрегуляции СР.

Формирование смешанной выносливости расширяет возможности вегетативного регулирования, определяя устойчивость СР: уменьшая вероятность манифестации аритмии, количество эпизодов, увеличивая время до ее возникновения и мощность потенциально опасной нагрузки.

Таким образом, патогенез нагрузочных нарушений СР определяется минимумом чувствительности миокарда к регуляторным влияниям, сопровождающимся преимущественно симпатическим доминированием при минимальном уровне развития выносливости или парасимпатическим доминированием при ее высоком уровне.

Регуляторно-сердечный дисбаланс восстановительного периода, характеризуясь существенным падением чувствительности миокарда к воздействию обеих ветвей ВНС, обуславливает снижение скорости восстановления и может проявляться преходящим нарушением СР являющимся ее ранним маркером.

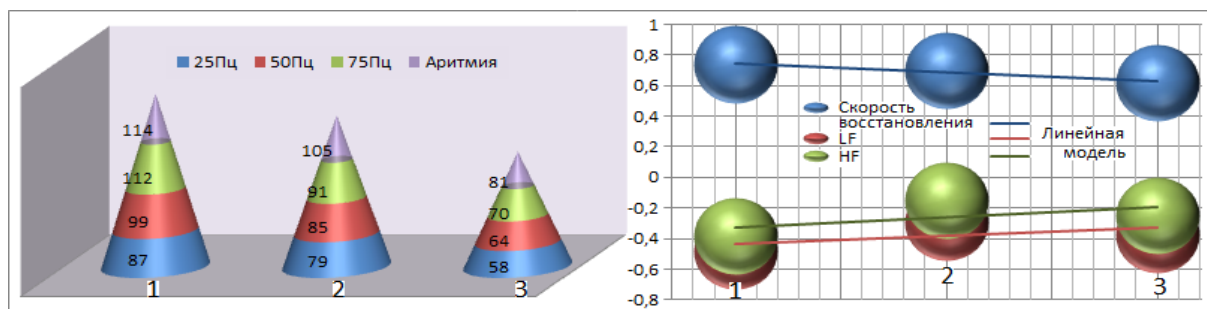


Рис. 101. Уровень МК2 и корреляционная связь вегетативной активности с патогенезом аритмий восстановительного периода

При этом манифестация нарушений СР в кластерах определяется скоростью восстановления (МК2) и вегетативной активностью (рис. 101). Патогенез функции проводимости обуславливается вегетативной активностью соответствующей минимальному квартильному уровню (в кластере), но различается в зависимости от уровня развития выносливости.

Если при низком уровне нарушение ритма характеризуется первичной вегетативной депрессией (гиподинамической дисфункцией ВНС), то при среднем и высоком – физической перегрузкой. Причем в последнем случае ее систематический характер, определяет развитие перетренированности, а настоящее нарушение СР является ее ранним признаком. Увеличение частоты настоящих нарушений в 3 кластере и выраженная связь с уровнем перенесенной нагрузки – результат несоответствия высоких физических возможностей индивида примененному уровню тренировочных нагрузок.

Совершенствование вегетативной регуляции при формировании выносливости снижает вероятность нарушений СР в период восстановления изменяя значение их манифестации от маркера вегетативной дистонии к предиктору физической перегрузки и перетренировки.

Единство вегетативной регуляции СР нагрузки и восстановления, включая выявленные феномены нарушений нуждаются в дальнейшем изучении (уточнении генеза, причин и условий возникновения). Настоящая необходимость продиктована не столько предупреждением жизнеугрожающих аритмий, сколько ранней диагностикой усвоения организмом физических нагрузок и

профилактикой их перегрузочно – перетренировочных последствий, препятствующих спортивному совершенствованию и вредящих здоровью.

Вегетативная регуляция СР в покое и цена адаптации при физических нагрузках

В условиях развитой выносливости адаптационный контроль клиностаза характеризуется высоким вегетативным тонусом обеспеченным преимущественно парасимпатической активностью существенно преобладающей (в 3 раза) над симпатической и гуморально-метаболической (табл. 126, 127).

Таблица 126

Спектр ВРС до и после физической нагрузки в группе с высоким уровнем развития физической выносливости

Нагрузка	Проба	TP	VLF	LF	HF	%VLF	%LF	%HF
До	Клино-	5058	883	1342	2426	18,0	20,9	56,5
	Орто-	2928	1052	1190	374	42,3	39,9	14,2
После	Клино-	2360	609	637	1021	23,8	30,6	39,9
	Орто-	2110	803	1088	258	37,2	49,2	9,3

Ортоположение определяется симпатическим доминированием на фоне высокой парасимпатической реактивности (индекс Эвинга).

Цена адаптации к физической нагрузке проявляется в клиностазе существенным снижением парасимпатической и симпатической активности при сохранении вагусного доминирования. Ортостаз, определяясь преимущественно симпатическим обеспечением, не имеет существенных отличий от преднагрузочного.

Таблица 127

Спектр ВРС до и после физической нагрузки в группе с низким уровнем развития физической выносливости

Нагрузка	Проба	TP	VLF	LF	HF	%VLF	%LF	%HF
До	Клино-	2360	609	637	1021	23,8	30,6	39,9
	Орто-	2110	803	1088	258	37,2	49,2	9,3
После	Клино-	798	319	273	111	44,9	31,8	14,1
	Орто-	1232	619	405	73	61,5	32,6	7,1

Минимум выносливости, характеризуется в клиностазе минимальным парасимпатическим превосходством над гуморально-метаболическим и

симпатическим участием. Ортоположение оставляет за собой выраженное гуморально-метаболическое доминирование.

Цена адаптации в клиностазе проявляется выраженным снижением симпато-парасимпатической активности с инверсией доминирования (с парасимпатического – до, на симпатическое – после нагрузки) на фоне расширения доли гуморально-метаболического участия. Ортостаз, определяясь тотальной парасимпатической депрессией, включая тонус и реактивность, сохраняет симпатическое доминирование.

В сравнительном аспекте в условиях тренированности (до физической нагрузки) клиностаз характеризуется абсолютным превосходством всех регуляторных компонентов, с глобальным парасимпатическим доминированием. Ортостаз демонстрирует симпатическое и реактивное парасимпатическое доминирование.

Постнагрузочная регуляция в клиностазе также проявляется тотальным доминированием с выраженным парасимпатическим преимуществом. Ортостаз характеризуется симпато-парасимпатическим превосходством, включая реактивность.

Если клино-ортостатическая лабильность в условиях тренированности до нагрузки обуславливалась исключительно парасимпатической изменчивостью, то после таковой включала и симпатическое обеспечение. Определяемая в отсутствие тренированности до нагрузки гуморально-метаболическая и парасимпатическая (клино-ортостатическая) реактивность, после таковой фактически минимизировалась.

Адаптационная состоятельность субъекта определяется в результате сравнительного анализа с нормами его групповой принадлежности. Применение критериев смешанной популяции снижает информативность результатов.

Вегетативный баланс и его связь с нагрузочными маркерами

В состоянии условного физиологического покоя смешанный вегетативный баланс с выраженным гуморально-метаболическим участием в сводной группе

обуславливается совокупностью адаптационных реакций индивидуумов разной степени тренированности.



Рис. 102. Корреляционная связь спектра ВРС покоя с нагрузочными маркерами

Адаптационный пейзаж в динамике тренированности опосредуется: смешанным вегетативным балансом с выраженным включением гуморально-метаболического компонента – в отсутствие тренированности, началом депрессии метаболического и снижением симпатического участия в пользу парасимпатического при формировании, метаболическим перигеем и парасимпатическим апогеем на фоне смешанного вегетативного обеспечения – на пике тренированности (рис. 102).

Однако перечисленные особенности, обостряя различные и нивелируя одноименные показатели в смешанной популяции, фактически деградируют их в группах сравнения, определяясь околопороговыми (по интенсивности и существенности) значениями, таким образом, позволяя судить о влиянии тренированности, не разрешают использовать выявленные закономерности в прогностических целях.

Изменчивость адаптационного пейзажа при формировании выносливости

Факторный анализ вскрыл характерные особенности (адаптационные приоритеты) – определяющие формирование смешанной выносливости.

Адаптационный пейзаж в отсутствие тренированности (1 группа), определяясь, во-первых, исключительно интервальными нагрузочно-восстановительными; во-вторых, временными восстановительными; в-третьих, временными нагрузочными критериями, вскрывает ее общую приспособительную несостоятельность. При этом динамические показатели вегетативного

обеспечения не только не имеют решающего значения, но и уступают влияние статическим (табл. 128).

Таблица 128.

Факторный анализ: динамика адаптационных возможностей организма

Показатели	Фактор (ф) 1 2 4 5-7		
	Кластер		
	1	2	3
T1t	T1t	T1t	T1t
T1rr	T1rr	T1rr	T1rr
T2t	T2t	T2t	T2t
T2rr	T2rr	T2rr	T2rr
П(1,2)t	П(1,2)t	П(1,2)t	П(1,2)t
П(1,2)rr	П(1,2)rr	П(1,2)rr	П(1,2)rr
Регуляция нагрузки (РН)	РН	РН	РН
Регуляция восстановления (РВ)	РВ	РВ	РВ
Регуляция покоя (РП)	РП	РП	РП
Кол-во динамических показателей регуляции	1 (4ф)	2 (2, 4ф)	4 (1-4ф)

Адаптационный пейзаж в период формирования выносливости (2 группа), не имея отличий от 1 группы, во-первых; во-вторых, обеспечивает временные восстановительные маркеры одноименными показателями вегетативной регуляции; определяет временные нагрузочные критерии, в-третьих; усиливаясь, в-четвертых, одноименным вегетативным обеспечением, опосредует расширение приспособительных возможностей.

Адаптационный пейзаж 3 группы, определяясь, во-первых, интервально-временными нагрузочными; во-вторых, вегетативными и временными восстановительными маркерами, опосредующими мощность перенесенной нагрузки и тренированность; в-третьих, вегетативно-нагрузочными маркерами обеспечивает оптимальную переносимость физического стресса, в то время как статические критерии ВРС имеют минимальное влияние (7 фактор).

Динамика смешанной выносливости развивается от интервальных характеристик к временным и регуляторным; от статической регуляции к динамической; от ритмографических маркеров к критериям функции распределения.

ВЫВОДЫ

1. Фундаментальные механизмы адаптационной изменчивости СР выявляются посредством создания динамической модели временного ряда КРГ максимального нагрузочного тестирования. Индивидуальные показатели моделей (T , Π , N_{mx} , V_{mx} , n_{HF} , n_{LF} , v_{HF} , v_{LF}) характеризуют нагрузочную толерантность, обуславливают формирование смешанной выносливости и отражают вегетативную регуляцию СР, являясь количественными критериями адаптации. Увеличения нагрузочной толерантности проявляется смещение критериев КРГ в низкочастотную область ЧСС, причем в нагрузочный период их временные характеристики (время достижения критерия) увеличиваются, а в период восстановления – уменьшаются.

2. Способность сердечной мышцы отвечать на регуляторные влияния поступательно угасает в нагрузочный и возрастает в восстановительный период. Скорость отзывчивости миокарда индивидуальна и определяется уровнем развития выносливости. Чем она выше, тем медленнее снижение чувствительности при нагрузке и быстрее восстановление. Чувствительность к парасимпатическим влияниям всегда медленнее исчезает при нагрузке и быстрее восстанавливается.

Процесс формирования выносливости на первом этапе характеризуется невосприимчивостью миокарда к вегетативным влияниям, на втором – включением восстановительного регулирования, на третьем – полноценным обеспечением как нагрузочного, так и восстановительного периода.

Динамика чувствительности миокарда в нагрузочный период развивается от смешанно-симпатической ответственности к парасимпатической и далее к отдельной по времени симпато-парасимпатической; в период восстановления – от фактического минимума к смешанно-парасимпатической и далее к расширению парасимпатической составляющей.

3. Снижение восприимчивости миокарда к регуляторным влияниям в нагрузочный период, отражая нагрузочную интолерантность, может приводить к возникновению нарушений СР.

Депрессия чувствительности сердечной мышцы к регуляторным влияниям в период восстановления, обуславливает снижение динамики ЧСС и может проявляться преходящим нарушением СР, являющимся ее ранним маркером.

Настоящие нарушения СР – имеют различную регуляционную основу в зависимости от уровня развития выносливости.

4. Соответствие смешанного вегетативного баланса с выраженной гуморально-метаболической активностью минимальному уровню выносливости, снижения метаболического и симпатического обеспечения в пользу парасимпатического – периоду формирования выносливости, дальнейшего усиления парасимпатических влияний – максимальному уровню тренированности, тем не менее, в связи с незначительным уровнем (по интенсивности) перечисленных взаимосвязей, препятствует использованию маркеров адаптационных резервов для прогноза нагрузочной толерантности.

5. Адаптационные механизмы при минимальном уровне выносливости, проявляясь кардио-регуляционной недостаточностью, характеризуют общую приспособительную несостоятельность.

Адаптационные механизмы в период формирования выносливости, отличаются появлением временных регуляционных маркеров СР, активизацией вегетативного обеспечения восстановительного, а затем и нагрузочного периодов, характеризуют расширение приспособительных возможностей организма.

Адаптационные механизмы в условиях развитой выносливости, характеризуются регуляционными (интервально-временными) и вегетативными маркерами обоих периодов, опосредующими оптимальную переносимость физической нагрузки.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для определения адаптационной изменчивости СР в научной, спортивно-оздоровительной, профилактической, восстановительной и клинической практике рекомендуется исследование временного ряда КРГ стресс-теста посредством создания его математической модели.

2. Выявленные критерии индивидуальной изменчивости СР рекомендуется использовать для объективной оценки физической работоспособности, определения вегетативной активности и границ аэробного и анаэробного энергообеспечения при нагрузочном тестировании.

3. Количественные критерии изменчивости СР рекомендуется использовать для доказательного определения и оценки уровня адаптационных резервов. Маркеры КРГ рекомендуется использовать для осуществления ранней диагностики усвоения организмом ФН, определения их стоимости, профилактики перегрузочно – перетренировочных последствий, препятствующих расширению адаптационных возможностей организма, спортивному совершенствованию.

4. Проявлением перенапряженности и срыва адаптационных реакций организма в ответ на ФН является феномен «конечной» экстрасистолии на высоте нагрузки – признак регуляторной невосприимчивости миокарда. Снижение скорости восстановления, сопровождающееся преходящим нарушением функции проводимости, также является их ранним маркером. Совершенствование вегетативной регуляции при формировании выносливости снижает вероятность нарушений СР а в период восстановления изменяет значение их манифестации от маркера вегетативной дистонии к предиктору физической перегрузки и перетренировки.

5. Настоящий протокол нагрузочного тестирования позволяет наиболее точно выявить особенности КРГ. При проведении скрининговых исследований длительность нагрузочного периода может быть ограничена 5 минутами, включающими существенные черты одноименной толерантности. Утрата, в этой связи информативности восстановительного периода компенсируется его достоверным прогнозом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агаджанян, Н.А. Экологическая физиология человека [Текст] / Н.А. Агаджанян, А.Г. Марачев, Г.А. Бобков. – М., 1998. – 415 с.
2. Аксенов, В.В. Методические основы кибернетического анализа сердечного ритма [Текст] / В.В.Аксенов // Ритм сердца у спортсменов: сб. науч. тр. / под ред. Р.М. Баевского, Р.Е. Мотылянской. – М.: ФиС, 1986. – С. 36.
3. Александровский, Ю.А. Социально-стрессовые расстройства [Текст] / Ю.А. Александровский // РМЖ. – 1996. – №3(11). – С. 689-694.
4. Александровский, Ю.А. Пограничные психические расстройства: учебное пособие [Текст] / Ю.А.Александровский. – М.: Медицина, 2000. – 496 с.
5. Амбражук, И.И. Критерии и предикторы эффективности тренировок спортсменов-пловцов высшей квалификации в условиях среднегорья [Текст] / И.И. Амбражук, М.Ю. Яковлев // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – Т. 3, № 55. – С. 71-75.
6. Амосов, Н.М. Физическая активность и сердце [Текст] / Н.М. Амосов, Я.А. Бендет. – Киев: Здоров'я, 1975. – 255 с.
7. Анохин, П.К. Очерки по физиологии функциональных систем [Текст] / П.К. Анохин. – М.: Медицина, 1975. – 450 с.
8. Анохин, П.К. Узловые вопросы теории функциональной системы [Текст] / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
9. Анохин, П.К. Философские аспекты теории функциональной системы // Избранные труды [Текст] / П.К. Анохин. – М.: Наука, 1978. – 399 с.
10. Аронов, Д.М. Болезни сердца и сосудов: руководство для врачей [Текст] / Д.М. Аронов, В.М. Боголюбов, А.И. Воробьев / под ред. Е.И. Чазова. – М.: Медицина, 1993. – Т.4. – 448 с.
11. Аронов, Д.М. Функциональные пробы в кардиологии [Текст] / Д.М. Аронов, В.П. Лупанов. – М.: МЕД-пресс-информ, 2002 – 296 с.
12. Аулик, И.В. Аутогемотрансфузия для повышения работоспособности спортсменов: автореф. дис. ... д-ра мед. наук [Текст] / И.В. Аулик. – М., 1980. – 44 с.

13. Аулик, И.В. Как определить тренированность спортсмена [Текст] / И.В. Аулик. – М.: ФиС, 1977. – 102 с.
14. Аулик, И.В. Определение физической работоспособности в клинике и спорте [Текст] / И.В. Аулик. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Медицина, 1990. – 192 с.
15. Аулик, И.В. Порог анаэробного обмена и его роль при тренировке выносливости [Текст] / И.В. Аулик, И.Э. Рубана // Науч.- спорт. вестн. – 1990. – №5. – С.15-19.
16. Баевский, Р.М. Исследование механизмов вегетативной регуляции кровообращения на основе ортостатического тестирования с использованием математического анализа ритма сердца [Текст] / Р.М. Баевский, В. Лаубе, А.П. Берсенева // Вестн. Удмуртского ун-та. – 1995. – №3. – С.13-20.
17. Баевский, Р.М. Математический анализ сердечного ритма при стрессе [Текст] / Р.М. Баевский, О.И. Кириллов, С.З. Клецкин. – М.: Наука, 1984. – 224 с.
18. Баевский, Р.М. Особенности регуляции сердечного ритма при умственной работе [Текст] / Р.М. Баевский, В.И. Кудрявцева // Физиология человека. – 1975. – Т.1, №2. – С. 296-301.
19. Баевский, Р.М. Прогнозирование состояний на грани нормы и патологии [Текст] / Р.М. Баевский. – М.: Медицина, 1979. – 298 с.
20. Баевский, Р.М. Статистический, корреляционный и спектральный анализ пульса в физиологии и клинике [Текст] / Р.М. Баевский, Ю.Н. Волков, И.Г. Нидеккер // Математические методы анализа сердечного ритма: сб. науч. тр. – М.: Наука, 1968. – С.51-61.
21. Баевский, Р.М. Концепция физиологической нормы и критерии здоровья [Текст] / Р.М. Баевский // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. – 2003. – Т.89, №4. – С. 473-487.
22. Баевский, Р.М. Оценка адаптационных возможностей организма и риска развития заболеваний [Текст] / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. – М.: Медицина, 1997. – 235 с.
23. Беганова, Т.В. Центры здоровья – реализация профилактического направления и формирования здорового образа жизни у населения российской федерации

[Текст] / Т.В. Беганова // Вестник восстановительной медицины. – 2014. – Т. 61, № 3. – С. 80-82.

24. Белоцерковский, З.Б. Определение физической работоспособности у лиц различного возраста – проба PWC [Текст] / З.Б. Белоцерковский, О.В. Козырева // Теория и практика физич. культуры. – 1984. - №3. – С. 51-53.

25. Березный, Е.А. Практическая кардиоритмография [Текст] / Е.А. Березный, А.М. Рубин. – СПб.: НПО «Нео», 1997. – 120 с.

26. Бобровницкий, И.П. Принципы персонализации и предсказательности в восстановительной медицине [Текст] / И.П. Бобровницкий, А.М. Василенко // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – Т. 53, №1. – С. 2-6.

27. Виру, А.А. Аэробные упражнения [Текст] / А.А. Виру, Т.А. Юримя, Т.А. Смирнова. – М.: ФиС, 1988. – 142 с.

28. Влияние тревожности на функционирование кардиореспираторной системы [Текст] / Д.А. Димитриев [и др.] // Физиология человека. – 2014. – Т. 40, № 4. – С. 91-98.

29. Волков, Н.И. Тесты и критерии для оценки выносливости спортсменов: учебное пособие для слушателей Высшей школы тренеров ГЦОЛИФКа [Текст] / Н.И. Волков. – М., 1989. – 44 с.

30. Гайтон, А. Физиология кровообращения. Минутный объем сердца и его регуляция [Текст] / А. Гайтон. – М.: Медицина, 1969. – 472 с.

31. Гаркави, Л. Х. Адаптационные реакции и резистентность организма [Текст] / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов н/Д., 1977. – 109 с.

32. Гаркави, Л.Х. Количественно-качественная закономерность развития общих неспецифических адаптационных реакций тренировки, активации и стресса [Текст] / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова // Нервные и эндокринные механизмы стресса: сб. науч. тр. – Кишинев: Штиница, 1980. – С. 61-78.

33. Гаркави, Л.Х. Адаптационные реакции и резистентность организма [Текст] / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, М.А. Уколова. – Ростов н/Д.: Изд-во РГУ, 1990. – 224 с.

34. Гаркави, Л.Х. Антистрессорные реакции и активационная терапия. Реакция

активации как путь к здоровью через процессы самоорганизации [Текст] / Л.Х. Гаркави, Е.Б. Квакина, Т.С. Кузьменко. – М.: ИМЕДИС, 1998. – 656 с.

35. Диверт, В.Э. Индивидуально-типологическая оценка реакций кардиореспираторной системы на гипоксию и гиперкапнию у здоровых молодых мужчин [Текст] / В.Э. Диверт, С.Г. Кривошеков, С.Н. Водяницкий // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 64-73.

36. Динамика физиологических показателей при изменении интенсивности физической нагрузки [Текст] / О.С. Тарасова [и др.] // Физиология человека. – 2013. – Т. 39, № 2. – С. 70-78.

37. Дмитриева, Н.В. Индивидуальное здоровье и полипараметрическая диагностика функциональных состояний организма (системно-информационный подход) [Текст] / Н.В. Дмитриева, О.С. Глазачев. – М., 2000. – 214 с.

38. Зависимость характеристик сердечного ритма и кровотока от возраста у здоровых и больных заболеваниями сердечно-сосудистой системы [Текст] / Д. Жемайтите [и др.] // Физиология человека. – 1998. – Т.24, №6. – С. 56-65.

39. Земцовский, Э.В. Спортивная кардиология [Текст] / Э.В. Земцовский. – СПб.: Гиппократ, 1995. – 448 с.

40. Карпман, В.Л. PWC170 – проба для определения физической работоспособности [Текст] / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, Б.Г. Любина // Теория и практика физич. культуры. – 1969. – №10. – С. 37-40.

41. Карпман, В.Л. Динамика кровообращения у спортсменов [Текст] / В.Л. Карпман, Б.Г. Любина. – М.: ФиС, 1982. – 135 с.

42. Карпман, В.Л. Тестирование в спортивной медицине [Текст] / В.Л. Карпман, З.Б. Белоцерковский, И.А. Гудков. – М.: ФИС, 1988. – 208 с.

43. Концепция здоровья: космос земля [Текст] / И.Б. Ушаков [и др.] // Физиология человека. – 2013. – Т. 39, № 2. – С. 5-9.

44. Кудряшов, В.Э. Количественная оценка нарушений кровообращения (пробы с физической нагрузкой) [Текст] / В.Э. Кудряшов, С.В. Иванов, Ю.В. Белецкий. – М.: Медицина, 2000. – 224 с.

45. Купер, К. Аэробика для хорошего самочувствия: пер. с англ. [Текст] / К.

Купер. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: ФиС, 1989. – 224 с.

46. Лямина, Н.П. Возможности расширения физической реабилитации у пациентов после чрескожных коронарных вмешательств с нарушениями ритма [Текст] / Н.П. Лямина, Е.В. Котельникова // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2013. – № 5. – С. 311-316.

47. Малиани, А. Физиологическая интерпретация спектральных компонентов variability сердечного ритма: лекция [Текст] / А. Малиани // Вестник аритмологии. – 1998. – №9. – С.47-57.

48. Матвеев, Л.П. К дискуссии о теории спортивной тренировки [Текст] / Л.П. Матвеев // Теория и практика физич. культуры. – 1998. – №7. – С.55-61.

49. Матвеев, Л.П. Категории «развитие», «адаптация» и «воспитание» в теории физической культуры и спорта (давние, но не стареющие и новые идеи) [Текст] / Л.П. Матвеев // Теория и практика физич. культуры. – 1999. – №1. – С.2-11.

50. Матвеев, Л.П. Общая теория спорта: учебник для завершающих уровней высшего физкультурного образования [Текст] / Л.П. Матвеев. – М.: 4-й филиал Воениздата, 1997. – 304 с.

51. Матвеев, Л.П. Основы общей теории спорта и системы подготовки спортсменов [Текст] / Л.П. Матвеев. – Киев: Олимпийская литература, 1999. – 318 с.

52. Матвеев, Л.П. Теория и методика физической культуры: учебник для ин-тов физ. культуры [Текст] / Л.П. Матвеев. – М.: ФиС, 1991. – 543 с.

53. Медицинская реабилитация больных ишемической болезнью сердца после операции коронарного шунтирования по программе, основанной на расчете удельной мощности нагрузки [Текст] / В.Е. Юдин [и др.] // Вестник восстановительной медицины. – 2012. – №5. – С. 10-15.

54. Меерсон, Ф.З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам [Текст] / Ф.З. Меерсон, М.Г. Пшенникова. – М.: Медицина, 1988. – 253 с.

55. Меерсон, Ф.З. Адаптация, стресс и профилактика [Текст] / Ф.З. Меерсон. – М.: Наука, 1981. – 279 с.

56. Меерсон, Ф.З. Общий механизм адаптации и профилактики [Текст] / Ф.З.

Меерсон. – М.: Наука, 1973. – 360 с.

57. Меркулова, Р.А. Кардиогемодинамика и физическая работоспособность у спортсменов [Текст] / Р.А. Меркулова. – М.: Советский спорт, 2012. – 186 с.

58. Мирончев, О.В. Методы физической реабилитации больных ишемической болезнью сердца как факторы снижения риска повторного инфаркта миокарда [Текст] / О.В. Мирончев, Н.И. Московцева // Вестник восстановительной медицины. – 2012. – № 1. – С. 40-43.

59. Михайлов, В.М. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метода [Текст] / В.М. Михайлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иваново: Иван. гос. мед. академия, 2002. – 290 с.

60. Михайлов, В.М. Диагностическая значимость вариабельности ритма сердца и вариабельности длительности дыхательного цикла при проведении лечебно-оздоровительных и реабилитационных мероприятий [Текст] / В.М. Михайлов // Медленные колебательные процессы в организме человека. Теоретические и прикладные аспекты нелинейной динамики: сб. науч. тр. / под ред. А.Н. Флейшмана. – Новокузнецк, 2001. – С. 232-237.

61. Михайлов, В.М. Динамика показателей вариабельности ритма сердца для оценки напряжения регуляторных систем у космонавтов во время морской тренировки на выживаемость [Текст] / В.М. Михайлов, Н.А. Филатов // Пилотируемые полеты в космос: материалы 5-го Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Звездный городок, 2003. – С.331-334.

62. Михайлов, В.М. Значение оценки ВРС и эргометрических показателей при проведении велоэргометрической пробы, дозируемой по величине должного основного обмена, у лиц молодого возраста [Текст] / В.М. Михайлов // Материалы Междунар. симпоз. «Компьютерная электрокардиография на рубеже столетий»: тез. докл. – М., 1999. – С.95-97.

63. Михайлов, В.М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба [Текст] / В.М. Михайлов. – 2-е изд., перераб. и доп. – Иваново: Талка, 2008. – 548 с.

64. Михайлов, В.М. Оценка физической работоспособности лиц молодого

возраста по данным велоэргометрии [Текст] / В.М. Михайлов // Тез. докл. науч. конф. молодых ученых ИГМИ. – Иваново, 1987. – С. 47.

65. Михайлов, В.М. Оценка функциональных резервов организма лиц молодого возраста [Текст] / В.М. Михайлов, Н.А. Смирнов // Современные подходы к профессиональной и медицинской реабилитации спасателей: сб. докладов 1-го Междунар. науч. конгр. – М., 1999. – С.116.

66. Московцева, Н.И. Алгоритм прогнозирования повторных инфарктов миокарда [Текст] / Н.И. Московцева // Вестник восстановительной медицины. – 2012. – № 2. – С. 64-66.

67. Набатникова, М.Я. Проблема совершенствования специальной выносливости спортсмена при циклической работе субмаксимальной и большой мощности: автореф. дис...д-ра пед. наук. [Текст] / М.Я. Набатникова. – М., 1973. – 49 с.

68. Набиулин, М.С. Оптимизация тренирующих нагрузок в реабилитологии. Концептуальные подходы и практическое применение [Текст] / М.С. Набиулин, В.Г. Лычев. – Н. Новгород: НГМА, 1999. – 192 с.

69. Нейрофизиологические исследования в экспертизе трудоспособности [Текст] / Под ред. А.М. Зимкиной, В.И. Климовой-Черкасовой. – Л.: Медицина, 1978. – 280 с.

70. Новая стохастическая нагрузочная проба: обоснование и прогностические возможности [Текст] / Г.И. Сидоренко [и др.] // Кардиология. – 2003. – №1 (Прил.). – С. 14-19.

71. Новые подходы к выделению этапов (фаз) непрерывно возрастающей физической нагрузки на примере кардиореспираторного теста [Текст] / Т.А. Лелявина [и др.] // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2012. – № 3. – С. 146-150.

72. Ноздрачев, А.Д. Современные способы оценки функционального состояния автономной (вегетативной) нервной системы [Текст] / А.Д. Ноздрачев, Ю.В. Щербатых // Физиология человека. – 2001. – №6. – С.95-101.

73. Оздоровление человека на этапах медицинской реабилитации [Текст] / О.В. Ромашин [и др.] // Вестн. восстановительной медицины. – 2012. – № 3. – С. 2-6.

74. Озолин, Н.Г. Современная система спортивной тренировки [Текст] / Н.Г. Озолин. – М.: Физкультура и спорт, 1970. – 485 с.
75. Олейников, В.Э. Оригинальный способ оценки хронотропной функции сердца по данным суточной записи электрокардиограммы [Текст] / В.Э. Олейников, А.В. Кулюцин, М.В. Лукьянова // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2012. – № 1. – С. 38-43.
76. Павлов, С. Е. Основы теории адаптации и спортивная тренировка [Текст] / С.Е. Павлов // Теория и практика физич. культуры. – 1999. - №1. – С.12-17.
77. Павлов, С.Е. Адаптация [Текст] / С.Е. Павлов. – М.: Паруса, 2000. – 282 с.
78. Павлов, С.Е. Восстановление в спорте. Теоретические и практические аспекты [Текст] / С.Е. Павлов, М.В. Павлова, Т.Н. Кузнецова // Теория и практика физич. культуры. – 2000. – №1. – С.23-26.
79. Павлов, С.Е. Проблемы оценки спортивной работоспособности [Текст] / С.Е. Павлов, Т.Н. Павлова // Спортивная медицина и исследования адаптации к физическим нагрузкам: научные чтения. – М.:РГУФК, 2005. – С.59-61.
80. Павлов, С.Е. Физиологические основы подготовки квалифицированных спортсменов [Текст] / С.Е. Павлов. – М.: МГАФК, 2009. – 88 с.
81. Павлов, С.Е., Павлова Т.Н. Технология подготовки спортсменов [Текст] / С.Е. Павлов, Т.Н. Павлова. – Щелково: Издатель Мархотин П.Ю., 2011. – 344 с.
82. Панкова, Н.Б. Оценка посленагрузочной динамики показателей сердечной производительности по электрокардиографическим параметрам сердечного комплекса [Текст] / Н.Б. Панкова, Е.В. Богданова // Вестник восстановительной медицины. – 2013. – Т. 58, №6. – С. 24-28.
83. Пат. 2195163 РФ, МПК⁷ А61 В 5/02, А61 В 5/0452. Способ оценки функционального состояния человека на основе анализа вариабельности ритма сердца и вариабельности длительности дыхательного цикла [Текст] / В.М. Михайлов. – № 2001102688/14; заявл. 29.01.2001; опубл. 27.12.2002.
84. Пат. 2355301 РФ, МПК⁸ А61 В 5/0452. Способ определения переносимости физической нагрузки по точке ускользания сердечного ритма от вегетативного контроля [Текст] / А.Л. Похачевский, Б.А. Садельников, В.М. Михайлов. – №

2007143527/14; заявл. 23.11.2007; опубл. 20.05.2009, Бюл. 14. – 5 с.

85. Платонов, В.Н. Адаптация в спорте [Текст] / В.Н. Платонов. – Киев: Здоров'я, 1988. – 216 с.

86. Платонов, В.Н. Общая теория подготовки спортсменов в олимпийском спорте [Текст] / В.Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 1997. – 583 с.

87. Похачевский, А.Л. Оценка функционального состояния по кардиоритмограмме при велоэргометрии [Текст] / А.Л. Похачевский // Физиология человека. – 2007. – Т.33, №6. – С.1-4.

88. Похачевский, А.Л. Сравнительная характеристика критериев переносимости физической нагрузки при анализе выборки практически здоровых добровольцев [Текст] / А.Л. Похачевский // Теория и практика физич. культуры. – 2009. - №1. – С. 9-12.

89. Преварский, Б.П. Клиническая велоэргометрия [Текст] / Б.П. Преварский, Г.А. Буткевич. – Киев: Здоров'я, 1985. – 80 с.

90. Приказ Минздрава России №114 от 21.03.2003 «Об утверждении Отраслевой программы Охрана и укрепление здоровья на 2003-2010 годы». – М., 2003.

91. Профессиональная и медицинская реабилитация спасателей [Текст] / С.Ф. Гончаров [и др.] – М.: Паритет Граф, 1999. – 320 с.

92. Разумов, А.Н. Восстановительная медицина и реабилитация: стратегия и перспективы [Текст] / А.Н. Разумов // Материалы III Междунар. конф. по восстановительной медицине (реабилитологии). – М., 2000. – С.20-28.

93. Разумов, А.Н. Научные основы концепции восстановительной медицины и актуальные направления ее реализации в системе здравоохранения [Текст] / А.Н. Разумов, И.Л. Бобровицкий // Вестник восстановительной медицины. – 2002. – №1. – С.3-9.

94. Рябыкина Г.В. Вариабельность ритма сердца [Текст] / Г.В. Рябыкина, А.В. Соболев. – М.: СтарКо, 1998. – 200 с.

95. Рябыкина, Г.В. Влияние различных факторов на вариабельность ритма у больных артериальной гипертонией [Текст] / Г.В. Рябыкина // Терапев. арх. – 1997. – №3. – С. 55-58.

96. Салтыкова, М.М. Основные механизмы, обуславливающие изменения амплитуды зубцов комплекса QRS на электрокардиограмме при нагрузочном тестировании практически здоровых лиц [Текст] / М.М. Салтыкова // Физиология человека. – 2015. – Т. 41, № 2. – С. 74-82.
97. Селье, Г. Концепция стресса, как мы ее представляем в 1976 г. [Текст] / Г. Селье // Новое о гормонах и механизме их действия. – Киев, 1977. – С. 27-36.
98. Селье, Г. Очерки об адаптационном синдроме: пер. с англ. [Текст] / Г. Селье. – М.: Медгиз, 1960. – 253 с.
99. Селье, Г. Стресс без дистресса: пер. с англ. [Текст] / Г. Селье. – Рига: Виеда, 1992. – 109 с.
100. Солодков, А.С. Физическая работоспособность и общие принципы ее коррекции [Текст] / А.С. Солодков // Ученые записки университета имени П.Ф. Лесгафта. – 2014. – Т. 109, №3. – С. 148-158.
101. Судаков, К.В. Индивидуальная устойчивость к эмоциональному стрессу [Текст] / К.В. Судаков. – М., 1998 – 267 с.
102. Судаков, К.В. Функциональные системы [Текст] / К.В. Судаков. – М.: Издательство РАМН, 2011. – 320 с.
103. Тарабрина, Н.В. Практикум по психологии посттравматического стресса [Текст] / Н.В. Тарабрина. – СПб.: Питер, 2001. – 272 с.
104. Фарфель, В.С. Исследования по физиологии мышечной предельной мышечной деятельности и выносливости: дис. ... д-ра биол. наук [Текст] / В.С. Фарфель – М., 1945. – 516 с.
105. Фарфель, В.С. Физиология спорта [Текст] / В.С. Фарфель. – М.: ФиС, 1970. – 361 с.
106. Физиология и патофизиология сердца: в 2 т. [Текст] / под ред. Н.Сперелакиса. – 2-е изд. – М.: Медицина, 1990.
107. Физиология кровообращения. Физиология сердца [Текст] // Руководство по физиологии. – Л.: Наука, 1980. – 598 с.
108. Физиология человека: в 3-х томах: пер. с англ. [Текст] / под ред. Р. Шмидта, Г. Тевса. – М.: Мир, 1996.

109. Филатов, Н.А. Количественная оценка функционального состояния при стрессе в процессе морской тренировки [Текст] / Н.А. Филатов, В.М. Михайлов, Н.А. Смирнов // Пилотируемые полеты в космос: сб. трудов 5-ой Междунар. науч.-практ. конф. – М.: Звездный городок, 2003. – С. 336-338.
110. Шеррер, Ж. Физиология труда (эргономия) [Текст] / Ж. Шеррер. – М.: Медицина, 1973. – 170 с.
111. Экспертная оценка состояния физического развития граждан с недостаточностью питания, исполняющих воинскую обязанность: метод. рекомендации МЗ и МО РФ [Текст]. – М., 1998.
112. Этапная реабилитация больных гипертонической болезнью с применением циклических и силовых нагрузок [Текст] / Ф.Ю. Мухарлямов [и др.] // Сердце: журнал для практикующих врачей. – 2013. – №3. – С. 162-167.
113. Яковлев, Г.М. Функциональные методы исследования в военных лечебных учреждениях [Текст] / Г.М. Яковлев, А.О. Нестеренко, О.В. Виноградский. – М.: Воениздат, 1992. – 272 с.
114. A comparative analysis of four protocols for maximal treadmill stress testing [Tex] / M.L. Pollock [et al.] // Am Heart J. – 1976. – Vol. 92. – P. 39-46.
115. A new approach for the determination of ventilatory and lactate thresholds [Tex] / B. Cheng [et al.] // Int J Sports Med. – 1992. - № 13. – P. 518-522.
116. A test to determine parameters of aerobic function during exercise [Tex] / B.J. Whipp [et al.] // J Appl Physiol. – 1981. – Vol. 50. – P. 217-221.
117. ACC/AHA 2002 Guideline Update for Exercise Testing: Summary Article / A Report of the American College of Cardiology: American Heart Association Task Force on Practice Guidelines [Tex] // Circulation. – 2002. – Vol.106. – P. 1883-1892.
118. Accelerated longitudinal decline of aerobic capacity in healthy older adults [Tex] / J.L. Fleg [et al.] // Circulation. – 2005. – Vol. 112. – P. 674-682.
119. Arraiz, G.A. Risk assessment of physical activity and physical fitness in the Canada Health Survey mortality follow-up study [Tex] / G.A. Arraiz, D.T. Wigle, Y. Mao // J ClinEpidemiol. – 1992. – Vol. 45. – P. 419-428.
120. Ashley, E.A. Exercise testing in clinical medicine [Tex] / E.A. Ashley, J. Myers,

V. Froelicher // Lancet. – 2000. – Vol. 356. – P. 1592-1597.

121. Assessment of autonomic function as marker of training status: the role of heart rate recovery after exercise [Tex] / A. Cataldo [et al.] // EJSS Journal. – 2014. – URL: <http://www.ejss-journal.com>.

122. Assessment of Functional Capacity in Clinical and Research Settings [Tex] / R. Arena [et al.] / A Scientific Statement From the American Heart Association Committee on Exercise, Rehabilitation, and Prevention of the Council on Clinical Cardiology and the Council on Cardiovascular Nursing // Circulation. – 2007. – Vol. 116. – P. 329-343.

123. Arraiz, G.A. Risk assessment of physical activity and physical fitness in the Canada Health Survey mortality follow-up study / G.A. Arraiz [et al.] // J Clin Epidemiol. – 1992. – Vol. 45. – P. 419-428.

124. Astrand, I. Aerobic work capacity in man and women with special reference to age [Tex] / I. Astrand // Acta Physiol. Scand. – 1960. – Vol. 49. – P. 1-92.

125. Astrand, I. Redaction in maximal oxygen uptake with age [Tex] / I. Astrand, P.O. Astrand, I. Hallbeck // Appl. J. Physiol. – 1973. – Vol. 35, № 5. – P. 649-654.

126. Astrand, P. Textbook of work physiology [Tex] / P. Astrand, K. Rodahl. – New York, 1970. – 669 p.

127. Astrand, P.O. A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work [Tex] / P.O. Astrand, G.A. Rytihming // J. Appl. Physiol. – 1954. – Vol. 7, № 2. – P. 24-27.

128. Astrand, P.O. Experimental studies of physical working capacity in relation to sex and age [Tex] / P.O. Astrand. – Copenhagen: Munksgaard, 1952. – 175 p.

129. Astrand, P.O. Maximal oxygen uptake and heart rate in various types of muscular activity [Tex] / P.O. Astrand, B. Saltin // J. Appl. Physiol. – 1961. – Vol. 16. – P. 977.

130. Astrand, P.O. Nutrition and physical performance [Tex] / P.O. Astrand // Nutrition and the world food problem / ed.: Recheigl. – Basel, 1979. – P. 24-36.

131. Astrand, P.O. Physiological fundamentals of competitive sport [Tex] / P.O. Astrand // Chances and Problems: Scientific Congress Sport in the Modern World / eds.: Gruppe D. Kurz, J.Teipel. – Berlin: Springer, 1973. – P. 445-447.

132. Astrand, P.O. Textbook of work physiology: physiological basis of exercise [Tex] / P.O. Astrand, K. Rodahl. – 2nd ed. – New York: McGraw Hill, 1977. – 681 p.
133. Astrand, P.O. Work tests with the bicycle ergometer [Tex] / P.O. Astrand. – Varberg (Sweden): Monark Crescent AB, 1988. – P. 65-68.
134. Beat-to-beat three-dimensional ECG variability predicts ventricular arrhythmia in ICD recipients [Tex] / L.G. Tereshchenko [et al.] // Heart Rhythm Journal. – 2010. – Vol. 7, № 11. – P. 1606 – 1613.
135. Blain, G. Influences of breathing patterns on respiratory sinus arrhythmia in humans during exercise [Tex] / G. Blain, O. Meste, S. Bermon // Am J Physiol Heart Circ Physiol. – 2005. – Vol. 288. – P. 887-895.
136. Blair, S.N. Changes in physical fitness and all-cause mortality: a prospective study of healthy and unhealthy men [Tex] / S.N. Blair, H.W. Kohl, C.E. Barlow // JAMA. – 1995. – Vol. 273, № 14. – P. 1093-1098.
137. Borg, G.A. Borg`s Rating of Perceived Exertion and Pain Scales [Tex] / G.A. Borg. – Champaign (IL): Human Kinetics, 1988.
138. Borg, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion [Tex] / G.A. Borg // Med Sci Sport Exerc. – 1982. – Vol. 14. – P. 436-447.
139. Can lifestyle changes reverse coronary heart disease? The Lifestyle Heart Trial [Tex] / D. Ornish [et al.] // Lancet. – 1990. – Vol. 336. – P. 129-133.
140. Can serial exercise testing improve the prediction of coronary events in asymptomatic individuals [Tex] / R.A. Josephson [et al.] // Circulation. – 1990. – Vol. 81. – P. 20-24.
141. Chandrashekhar, Y. Exercise as a coronary protective factor [Tex] / Y. Chandrashekhar, I.S. Anand // Am Heart J. – 1991. – Vol. 122. – P. 1723-1739.
142. Chronotropic incompetence in clinical exercise testing [Tex] / R.D. Wlens [et al.] // Am J Cardiol. – 1984. – Vol. 54. – P. 74–78.
143. Chronotropic incompetence in exercise testing [Tex] / C-F. Chin [et al.] // ClinCardiol. – 1979. - № 2. – P. 12-18.
144. Chronotropic response to exercise predicts angiographic severity in patients with suspected or stable coronary artery disease [Tex] / S.J. Brenner [et al.] // Am J Cardiol. –

1995. – Vol. 76. – P. 1228-1232.

145. Comparison of different algorithms for evaluation of respiratory sinus arrhythmia: cross-correlation function, histogram analysis and regression analysis [Tex] / J.M. Schmitz [et al.] // *Physiol Res.* – 1995. – Vol. 44. – P. 197-203.

146. Comparison of exercise blood pressure measured by technician and an automated system [Tex] / J.A. Garcia-Gregory [et al.] // *ClinCardiol.* – 1984. - № 7. – P. 315-321.

147. Comparison of the ramp versus standard exercise protocols [Tex] / J.Myers [et al.] // *J Am CollCardiol.* – 1991. – Vol. 17. – P. 1334-1342.

148. Continuum of cardiovascular performance across a broad range of fitness levels in healthy older men [Tex] / S.P. Schulman [et al.] // *Circulation.* – 1996. – Vol. 94. – P. 359-367.

149. Coronary heart disease morbidity and mortality in hypercholesterolemic men predicted from an exercise test: the Lipid Research Clinics Coronary Primary Prevention Trial [Tex] / L.G. Ekelund [et al.] // *J Am CollCardiol.* – 1989. – Vol. 14. – P. 556-563.

150. Decreased heart rate variability and its association with increased mortality after acute myocardial infarction [Tex] / R.E. Kleiger [et al.] // *Am J Cardiol.* – 1987. – Vol. 59, № 4. – P. 256-262.

151. Determination of the anaerobic threshold by a noninvasive field test in runners [Tex] / F. Conconi [et al.] // *J Appl Physiol.* – 1982. – Vol. 52. – P. 869-873.

152. Development of heart rate power spectra reveals neonatal peculiarities of cardiorespiratory control [Tex] / A. Patzak [et al.] // *Am J Physiol.* – 1996. – Vol. 271. – P. 1025-1032.

153. Eckberg, D.L. Phase relationship between normal human respiration and baroreflex responsiveness [Tex] / D.L. Eckberg, Y.T. Kifle, V.L. Roberts // *J Physiol (Lond).* – 1980. – Vol. 304. – P. 489–502.

154. Electrocardiographs: changes during exercise in asymptomatic men: 3-year follow-up [Tex] / G.R. Gunning [et al.] // *Can Med Assoc J.* – 1975. – Vol. 112. – P. 578-581.

155. Ellestad, M.H. Predictive implications of stress testing: follow-up of 2700

subjects after maximal treadmill stress testing [Tex] / M.H. Ellestad, M.K. Wan // Circulation. – 1975. – Vol. 51. – P. 363-369.

156. Enhanced Predictive Power of Quantitative TWA During Routine Exercise Testing in the Finnish Cardiovascular Study [Tex] / M. Minkkinen [et al.] // Journal of Cardiovascular Electrophysiology. – 2009. – Vol. 20, № 4. – P. 408-415.

157. Epidemiologic study of asymptomatic men screened by maximal treadmill testing for latent coronary artery disease [Tex] / V.F. Froelicher [et al.] // Am J Cardiol. – 1974. – Vol. 34. – P. 770-776.

158. Evaluation of autonomic nervous system by heart rate variability and differential count of leukocytes in athletes [Tex] / N. Suetake [ET AL] // Health. – 2010. – Vol. 2, №10. – URL: <http://www.scirp.org>.

159. Ewing, D.J. Noninvasive evaluation of heart rate: The time domain [Tex] / D.J. Ewing // Clinical autonomic disorders / ed.: P.A. Low. – Boston etc.: Little Brown and Co., 1993. – P. 297-315.

160. Exercise in leisure time: coronary attack and death rates [Tex] / J.N. Morris [et al.] // Br Heart J. – 1990. – Vol. 63. – P. 325-334.

161. Exercise in patients with heart disease. Effects of body position and type and intensity of exercise [Tex] / M. Stampfer [et al.] // Am J Cardiol. – 1969. – Vol. 23. – P. 572-576.

162. Exercise-induced increase in diastolic pressure: indicator of severe coronary artery disease [Tex] / D.S. Sheps [et al.] // Am J Cardiol. – 1979. – Vol. 43. – P. 708-712.

163. Factors determining symptoms in heart failure: comparison of fast and slow exercise tests [Tex] / D.P. Lipkin [et al.] // Br Heart J. – 1986. – Vol. 55. – P. 439-445.

164. Familial aggregation of VO₂ max response to exercise training: results from the HERITAGE family Study [Tex] / C. Bouchard [et al.] // J Appl Physiol. – 1999. – Vol. 87. – P. 1003-1008.

165. Five-year follow-up of maximal treadmill stress test in asymptomatic men and women [Tex] / W.H. Allen [et al.] // Circulation. – 1980. – Vol. 62. – P. 522-527.

166. Fletcher, G. Exercise Standards for Testing and Training. A Statement for Healthcare Professionals From the American Heart Association [Tex] / G. Fletcher, G.

- Balady, E. Amsterdam // *Circulation*. – 2001. – Vol. 104. – P. 1694.
167. Frequency do main measures of heart period variability and mortality after myocardial infarction [Tex] / J.T. Bigger [et al.] // *Circulation*. – 1992. – Vol. 85. – P. 164-171.
168. Guide to Primary Prevention of Cardiovascular Diseases: A Statement for Healthcare Professionals From the Task Force on Risk Reduction [Tex] / S.M. Grundy [et al.] // *Circulation*. – 1997. – Vol. 95, № 9. – P. 2329-2331.
169. Guidelines for Exercise Testing and Prescription [Tex] / American College of Sports Medicine. – 3rd ed. – Philadelphia (Pa): Lea &Febiger, 1986.
170. Hammond, H.K. Normal and abnormal heart rate responses to exercise [Tex] / H.K. Hammond, V.F. Froelicher // *ProgCardiovasc Dis*. – 1985. – Vol. 27. – P. 271-296.
171. Hausswirth, C. Post-exercise recovery: Effects of whole-body cryostimulation exposure in sport and medicine [Tex] / C. Hausswirth // *Aspetar Sports Medicine Journal*. – 06.10.2014. – URL: <http://blogs.bmj.com>.
172. Head up tilt: A useful test for investigating unexplained syncope [Tex] / R.A. Kenny [et al.] // *Lancet*. – 1986. - № 1. – P. 1352-1355.
173. Health promotion versus health protection [Tex] / D.C. Walsh [et al.] // *J Public Health Policy*. – 1991. - № 2. – P. 148-164.
174. Healthy People 2010: Understanding and Improving Health [Tex] / U.S. Department of Health and Human Services. – 2nd ed. – Washington (DC): U.S. Government Printing Office, 2000.
175. Heart rate recovery after submaximal exercise testing as a predictor of mortality in a cardiovascularly healthy cohort [Tex] / C.R. Cole [et al.] // *Ann Intern Med*. – 2000. – Vol. 132. – P. 552-555.
176. Heart rate recovery and treadmill exercise score as predictors of mortality in patients referred for exercise ECG [Tex] / E.O. Nishime [et al.] // *J Am Med Assoc*. – 2000. – Vol. 284. – P. 1392-1398.
177. Heart Rate Recovery Immediately After Treadmill Exercise and Left Ventricular Systolic Dysfunction as Predictors of Mortality The Case of Stress Echocardiography [Tex] / J. Watanabe [et al.] // *Circulation*. – 2001. – Vol. 104. – P. 1911–1916.

178. Heart rate variability in relation to prognosis after myocardial infarction: selection of optimal processing techniques [Tex] / M. Malik [et al.] // *Eur Heart J.* – 1989. – Vol. 10, № 12. – P. 1060-1074.
179. Heart-Rate Recovery Immediately after Exercise as a Predictor of Mortality [Tex] / C.R. Cole [et al.] // *N Engl J Med.* – 1999. – Vol. 341, № 18. – P. 1351-1357.
180. High-frequency oscillations of the heart rate during ramp load reflect the human anaerobic threshold [Tex] / O. Anosov [et al.] // *Eur J Appl Physiol.* – 2000. – Vol. 83. – P. 388–394.
181. Hollmann, W. *Sportmedizin – Arbeits – und Trainingsgrundlagen*-Stuttgart-New York [Tex] / W. Hollmann, T. Hettinger. – Stuttgart: Schaffhauser Verlag, 1980. – 521s
182. Impaired chronotropic response to exercise stress testing as a predictor of mortality [Tex] / M.S. Lauer [et al.] // *JAMA.* – 1999. – Vol. 281. – P. 524-529.
183. Impaired heart rate response to graded exercise: prognostic implications of Chronotropic incompetence in the Framingham Heart Study [Tex] / M.S. Lauer [et al.] // *Circulation.* – 1996. – Vol. 93. – P. 1520-1526.
184. Impairment of Heart Rate Recovery After Peak Exercise Predicts Poor Outcome After Pediatric Heart Transplantation [Tex] / A. Giardini [et al.] // *Circulation.* – 2013. – Vol. 128, №11 (Suppl 1). – P. 199-204.
185. Improvements in heart rate variability with exercise therapy [Tex] / F.S. Routledge [et al.] // *The Canadian Journal of Cardiology.* – 2010. – Vol. 26, №6. – P. 303-312.
186. Increased Variability of Tpeak-Tend Area Predicts Sudden Cardiac Death in Competing Risk Analysis in Heart Failure Patients with Ejection Fraction above and below 35% [Tex] / L. Tereshchenko [et al.] // *Heart Rhythm Journal.* – 2012. – Vol. 9, № 11. – P. 1918.
187. Indirect measurement of blood pressure during exercise testing can be misleading [Tex] / B.A. Gould [et al.] // *Br Heart J.* – 1985. – Vol. 53. – P. 611-615.
188. International Olympic Committee consensus statement on the health and fitness of young people through physical activity and sport [Tex] / M. Mountjoy [et al.] // *Br J Sports Med.* – 2011. – Vol. 45. – P. 839-848.
189. James, N.W. Determination of anaerobic threshold by ventilatory frequency [Tex] /

N.W. James, G.M. Adams, A.F. Wilson // Int J Sports Med. – 1989. - № 10. – P. 192-196.

190. Joint Statement of the American Thoracic Society (ATS) and the American College of Chest Physicians (ACCP) was adopted by the ATS Board of Directors: ATS/ACCP Statement on Cardiopulmonary Exercise Testing [Tex] // American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine. – 2003. – Vol. 167. – P. 211-277.

191. Jouven, X. Heart-Rate Profile during Exercise as a Predictor of Sudden Death [Tex] / X. Jouven, J-P. Empana, P.J. Schwartz // N Engl J Med. – 2005. – Vol. 352. – P. 1951–1958.

192. Jouven, X. Recovery of heart rate after exercise [Tex] / X. Jouven, P. Ducimetiere // N Engl J Med. – 2000. – Vol. 342. – P. 662-663.

193. Kansal, S. Enhanced evaluation of treadmill tests by means of scoring based on multivariate analysis and its clinical application: a study of 608 patients [Tex] / S. Kansal, D. Roitman, E.L. Bradley // Am J Cardiol. – 1983. – Vol. 52. – P. 1155-1160.

194. Lacour, J. Le role du metabolisme aerobic dans exercise intense de longue duree [Tex] / J. Lacour, R. Flandrois // J. de Physiologic. – 1977. – Vol. 73, № 2. – P. 89-130.

195. Lie, H. Coronary risk factors and incidence of coronary death in relation to physical fitness: seven-year follow-up study of middle-aged and elderly men [Tex] / H. Lie, R. Mundal, J. Erikssen // Eur Heart J. – 1985. - № 6. – P. 147-157.

196. Londeree, B.R. Influence of age and other factors on maximal heart rate [Tex] / B.R. Londeree, M.L. Moeschberger // J Cardiac Rehabil. – 1984. - № 4. – P. 44-49.

197. Lukl, J. Incidence and significance of chronotropic incompetence in patients with indications for primary pacemaker implantation or pacemaker replacement [Tex] / J. Lukl, V. Doupal, E. Sovova // Pacing-Clin-Electrophysiol. – 1999. – Vol. 22, № 9. – P. 1284-1291.

198. Lund-Johansen, P. Hemodynamics in early essential hypertension [Tex] / P. Lund-Johansen // Acta Med Scandi. – 1967. – Vol. 183. – P. 1-101.

199. Mason, J.O. Healthy people 2000: An overview of the national health promotion and disease prevention objectives [Tex] / J.O. Mason, J.M. McGinnes // Public Health

Rep. – 1990. – Vol. 105, № 5. – P. 441-445.

200. McLellan A. Cardiac stress testing: Stress electrocardiography and stress echocardiography [Tex] / A. McLellan, D. Prior // Australian Family Physician. – 2012. – Vol. 41, № 3. – URL: <http://www.racgp.org.au>.

201. Morris, C.K. Cardiovascular benefits of physical activity [Tex] / C.K. Morris, V.F. Froelicher // Herz. – 1991. – Vol. 16. – P. 222-236.

202. Myers, J. Ramp exercise protocols for clinical and cardiopulmonary exercise testing [Tex] / J. Myers, D. Bellin // Sports Med. – 2000. – Vol. 30, № 1. – P. 23-29.

203. Okin, P.M. Chronotropic Response to Exercise. Improved Performance of ST-Segment Depression Criteria After Adjustment for Heart Rate Reserve [Tex] / P.M. Okin, M.S. Lauer, P. Kligfield // Circulation. - 1996. – Vol. 94. – P. 3226-3231.

204. Optimizing the exercise protocol for cardiopulmonary assessment [Tex] / M.J. Buchfuhrer, J.E. [et al.] // J Appl Physiol. – 1983. – Vol. 55. – P. 1558-1564.

205. Parasympathetic Activity and Blood Catecholamine Responses Following a Single Partial-Body Cryostimulation and a Whole-Body Cryostimulation [Tex] / C. Hausswirth [et al.] // Plos One Journal. – 22.08.2013. – URL: <http://journals.plos.org>.

206. Peak exercise blood pressure stratified by age and gender in apparently healthy subjects [Tex] / H. Daida [et al.] // Mayo ClinProc. – 1996. – Vol. 71, № 5. – P. 445-452.

207. Physical activity and public health: a recommendation from the Centers for Disease Control and Prevention and the American College of Sports Medicine [Tex] / R.R. Pate [et al.] // JAMA. – 1995. – Vol. 273. – P. 402-407.

208. Physical activity and the incidence of coronary heart disease [Tex] / K.E. Powell [et al.] // Ann Rev Public Health. – 1987. - № 8. – P. 253-287.

209. Physical fitness as a predictor of cardiovascular mortality in asymptomatic North American men: the Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study [Tex] / L.G. Ekelund [et al.] // N Engl J Med. – 1988. – Vol. 319. – P. 1379-1384.

210. Prediction of maximal oxygen consumption (Vo₂ max) using bicycle ergometer among males and females in GSL students [Tex] / Sudhir Modala [et al] // International Journal of Basic and Applied Medical Sciences. – 2015. – Vol. 5, №1. – URL:

<http://www.cibtech.org>.

211. Predictive value of the exercise tolerance test for mortality in North American men: the Lipid Research Clinics Mortality Follow-up Study [Tex] / D.J. Gordon [et al.] // *Circulation*. – 1986. – Vol. 74. – P. 252-261.

212. Prevalence and prognostic significance of exercise-induced silent myocardial ischemia detected by thallium scintigraphy and electrocardiography in asymptomatic volunteers [Tex] / J.L. Fleg [et al.] // *Circulation*. – 1990. – Vol. 81. – P. 428-436.

213. Preventing heart attack and death in patients with coronary disease [Tex] / S. Smith [et al.] // *Circulation*. – 1995. – Vol. 92. – P. 2-4.

214. Prevention, Diagnosis and Treatment of the Overtraining Syndrome [Tex] / R. Meeusen [et al.] // *Med Sci Sports Exerc*. – 2013. – Vol. 45, №1. – P. 186-205.

215. Prognostic value of baroreflex sensitivity testing after acute myocardial infarction [Tex] / T.G. Farrell [et al.] // *Br Heart J*. – 1992. – Vol. 67, № 2. – P. 129-137.

216. Prognostic value of exercise EKG testing in asymptomatic normotensive subjects. A prospective matched study [Tex] / E. Giagnoni [et al.] // *N Engl J Med*. – 1983. – Vol. 309. – P. 1085-1089.

217. Prognostic value of exercise electrocardiogram in men at high risk of future coronary heart disease: Multiple Risk Factor Intervention Trial experience [Tex] / P.M. Rautaharju [et al.] // *J Am CollCardiol*. – 1986. - № 8. – P. 1-10.

218. Prognostic Value of Heart Rate Increase at Onset of Exercise Testing [Tex] / N.J. Leeper [et al.] // *Circulation*. – 2007. – Vol. 115. – P. 468-474.

219. Prognostic value of reduced heart rate variability after myocardial infarction: clinical evaluation of a new analysis method [Tex] / T.R. Cripps [et al.] // *Br Heart J*. – 1991. – Vol. 65, № 1. – P. 14-19.

220. Prognostic value of treadmill exercise testing: a population-based study in Olmsted County, Minnesota [Tex] / V.L. Roger [et al.] // *Circulation*. – 1998. – Vol. 98. – P. 2836-2841.

221. Reduced heart rate variability and mortality risk in an elderly cohort: The Framingham Heart Study [Tex] / H. Tsuji [et al.] // *Circulation*. – 1994. – Vol. 90. – P. 878-883.

222. Relation between Beat-to-Beat QT Interval Variability and T-Wave Amplitude in Healthy Subjects [Tex] / A. Muhammad [et al] // Annals of Noninvasive Electrocardiology. – 2012. – Vol. 17, №3. – P. 195-203.
223. Relationship between low cardiorespiratory fitness and mortality in normal-weight, overweight, and obese men [Tex] / M.Wei [et al.] // J Am Med Assoc. – 1999. – Vol. 282. – P. 1547-1553.
224. Relative attenuation of sympathetic drive during exercise in patients with congestive heart failure [Tex] / G.S. Francis [et al.] // J Am Coll Cardiol. – 1985. - №5. – P. 832-839.
225. Reproducibility of the Conconi test: test repeatability and observer variations [Tex] / E. Ballarin [et al.] // Int J Sports Med. – 1996. – Vol. 17. – P. 520–524.
226. Respiratory-related heart rate variability persist during central apnea in dogs: mechanisms and implications [Tex] / R.L. Homer [et al.] // J appl Physiol. – 1995. – Vol. 78. – P. 2003-2013.
227. Šekeljic, G. The analysis of two tests for the evaluation of maximal oxygen consumption rate [Tex] / G. Šekeljic, Ž. Marković, M. Stamatović // Physical Education and Sport. – 2012. – Vol. 10, №3. – URL: <http://facta.junis.ni.ac.rs>.
228. Selye, H. Stress without distress [Tex] / H. Selye. – Washington: Penguin Group (USA) Incorporated, 1975. – 193 p.
229. Selye, H. The evolution of the stress concept [Tex] / H. Selye // Am scientist. – 1973. – Vol. 62. – P. 642-649.
230. Sheffield, L.T. Graded exercise tests for ischemic heart disease. In Exercise Testing and Training of Apparently Healthy Individuals [Tex] / L.T. Sheffield // A Handbook for Physicians /American Heart Association. – Dallas[Tex],1975. – P.35-38
231. Sjostrand, T. Functional capacity and exercise tolerance in patients with impaired cardiovascular function [Tex] / T. Sjostrand // Clinical cardiopulmonary physiology. – 2nd ed. – N.Y.: Grune, Stratton. – 1960. – 201 p.
232. Slattery, M.L. Physical fitness and cardiovascular disease mortality: the US Railroad Study [Tex] / M.L. Slattery, D.R. Jacobs // Am J Epldemiol. – 1988. – Vol. 127. – P. 571-580.

233. Sox, H.C. The role of exercise testing in screening for coronary artery disease [Tex] / H.C. Sox Jr., B. Littenberg, A.M. Garber // Ann Intern Med. – 1989. – Vol. 110. – P. 456-469.
234. Statement on Exercise: Benefits and Recommendations for Physical Activity Programs for All Americans. A Statement for Health Professionals by the Committee on Exercise and Cardiac Rehabilitation of the Council on Clinical Cardiology, American Heart Association [Tex] / G. Fletcher [et al.] // Circulation. – 1996. – Vol. 94. – P. 857-862.
235. Systematic Review on Heart-Rate Recovery to Monitor Changes in Training Status in Athletes [Tex] / H.A.M. Daanen [et al.] // International Journal of Sports Physiology and Performance. – 2012. – №7. – P. 251-260.
236. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standarts of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use [Tex] // Circulation. – 1996. – Vol. 93. – P. 1043–1065.
237. Tavel, M. Stress Testing in Cardiac Evaluation: Current Concepts With Emphasis on the ECG [Tex] / M. Tavel // Chest. – 2001. – Vol. 119. – P. 907-925.
238. The abnormal exercise electrocardiogram in apparently healthy men: a predictor of angina pectoris as an Initial coronary event during long-term follow-up [Tex] / P.L. McHenry [et al.] // Circulation. – 1984. – Vol. 70. – P. 547-551.
239. The entrainment of ventilation frequency to exercise rhythm [Tex] / D.J. Paterson [et al.] // Eur J Appl Physiol. - 1986. – Vol. 55. – P. 530-537.
240. The influence of exercise intensity on the power spectrum of heart rate variability [Tex] / R. Perini [et al.] // Eur J Appl Physiol. – 1990. – Vol. 61. – P. 143-148.
241. The influence of physical strain on esophageal motility in healthy volunteers studied with gas-perfusion manometry [Tex] / S. Hoehne [et al] // Neurogastroenterology& Motility. – 24.05.2013. – URL: <http://onlinelibrary.wiley.com>.
242. The value of cardiovascular autonomic function tests: 10 years experience in diabetes [Tex] / D.J. Ewing [et al.] // Diabetic Care. – 1985. - № 8. – P. 491-498.
243. Time-varying analysis methods and models for the respiratory and cardiac

system coupling in graded exercise [Tex] / O. Meste [et al.] // Biomedical Engineering, IEEE. – 2005. – Vol. 52, № 11. – P. 1921-1930.

244. Tzeng, Y.C. Cardioventilatory coupling in resting human subjects [Tex] / Y.C. Tzeng, P.D. Larsen, D.C. Galletly // Experimental Physiology. – 2003. – Vol. 88. – P. 775-782.

245. Validation of a continuous noninvasive blood pressure method (Finapres) [Tex] / B. Silke [et al.] // Br J ClinPharmacol. – 1991. – Vol. 33. – P. 540.

246. Vargas, N.T. Optimal loads for a 30-s maximal power cycle ergometer test using a stationary start [Tex] / N.T. Vargas, R.A. Robergs, D.M. Klopp // European Journal of Applied Physiology. – 2015. – URL: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>.

247. Viik, J. Importance of Postexercise ECG [Tex] / J. Viik // Int J Bioelectromagn. – 2003. – Vol. 5, № 1. – P. 88–89.

248. Volume Loading Test Provide Important Information of Cardiac Functional Reserve in Patients with Refractory Heart Failure [Tex] / I. Mizote [et al.] // Journal of Cardiac Failure. – 2012. – Vol. 18, №10. – URL: <http://www.onlinejcf.com>.

249. Which factors predict the behavior of ventricular extrasystoles in athletes over time? [Tex] / L. Caselli [et al.] // Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports. – 2014. – Vol. 24, №2. – P.395-399.

250. Wilkoff, B.L. Exercise testing for chronotropic assessment [Tex] / B.L. Wilkoff, R.E. Miller // CardiolClin. – 1992. - № 10. – P. 705-717.

251. Young, D.W. Self-measure of heart rate variability (HRV) and arrhythmia to monitor and to manage atrial arrhythmias: personal experience with high intensity interval exercise for the conversion to sinus rhythm [Tex] / D.W. Young // Frontiers in Physiology. – 08.07.2014. – URL: <http://journal.frontiersin.org>.