

МИНИСТЕРСТВО СПОРТА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФИЗИЧЕСКОЙ КУЛЬТУРЫ, СПОРТА И ТУРИЗМА»**

**НОВОЕ В СИСТЕМЕ
СПОРТИВНОЙ
ПОДГОТОВКИ В
ТРИАТЛОНЕ:
ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ.
Выпуск 26**

научно-методическое пособие

**Краснодар
2022**

УДК
ББК
Н

Печатается по решению редакционного совета
Кубанского государственного университета физической культуры,
спорта и туризма

Рецензенты: **А.В. Аришин**, кандидат педагогических наук, заведующий
кафедрой теории и методики плавания, парусного и гребного
спорта КГУФКСТ
С.В. Ивченко, президент региональной общественной
организации «Федерация Триатлона» Краснодарского края

Авторы-доктор педагогических наук, профессор А.И. Погребной,
составители: кандидат педагогических наук И.О. Комлев,
переводчики: Е.В. Литвишко, В.А. Горбунов

**Н30 Новое в системе спортивной подготовки в триатлоне: зарубежный
опыт. Выпуск 26: научно-методическое пособие / А.И. Погребной,
И.О. Комлев, переводчик: Е.В. Литвишко, В.А. Горбунов –
Краснодар: КГУФКСТ, 2022. – 82с.**

В научно-методическом пособии раскрываются приоритетные направления зарубежных исследований, касающиеся изучения особенностей спортивного отбора, соревновательной деятельности, тренировочного процесса и важнейших медико-биологических аспектов в триатлоне.

Научно-методическое пособие содержит переведенные и научно отредактированные материалы зарубежной периодической печати, включающие таблицы, схемы и иллюстрации. Рекомендуются тренерам, специалистам по физической культуре и спорту, преподавателям, студентам, магистрантам и аспирантам вузов физической культуры.

УДК
ББК

© КГУФКСТ, 2022.
© Погребной А.И.,
Комлев И.О.,
Литвишко Е.В.,
Горбунов В. А., 2022.

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие.....	4
Введение.....	5
1. Общие тенденции подготовки спортсменов высокой квалификации в летних циклических видах спорта.....	7
2. Триатлон	26
3. Спортивный отбор в триатлоне	35
4. Особенности соревновательной деятельности в триатлоне	38
5. Тренировочный процесс.....	42
6. Медико-биологические факторы.....	69
Список использованных источников.....	74

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящих методических рекомендациях использованы результаты НИОКР «Разработка научно-методических материалов по совершенствованию подготовки спортсменов высокого класса в летних циклических видах спорта (по результатам зарубежных научных исследований)» (1 этап – «Практико-ориентированные зарубежные научные исследования по подготовке спортсменов высокой квалификации в летних циклических видах спорта»), выполненной в соответствии с государственным заданием Министерства спорта Российской Федерации ФГБОУ ВО «Кубанскому государственному университету физической культуры, спорта и туризма» № 777-00007-22-00 на 2022 год.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время наблюдается тенденция к расширению и углублению поля знаний в области спорта высших достижений, движущей силой которой является бурное развитие инновационных наукоемких направлений в физиологии, биологии, биохимии, генетике, фармакологии, психологии, информатики и многих других отраслей науки. При этом финансирование науки во многих странах осуществляется в объемах, многократно превосходящих расходы, выделяемые на эти цели в нашей стране. Это обеспечивает нашим зарубежным коллегам доступ к большим материально-техническим ресурсам, современному наукоемкому исследовательскому оборудованию и высокоэффективным компьютерным и информационным технологиям.

В Стратегии научно-технологического развития Российской Федерации до 2025 г. сфера физической культуры и спорта определена с точки зрения социально-экономического развития как ключевой аспект сохранения и приумножения человеческого потенциала.

В Стратегии развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года отмечается необходимость современного научно-методического, медицинского обеспечения спортивной подготовки, создания информационной системы, обеспечивающей сбор, анализ и распространение в субъектах Российской Федерации передового опыта и практик развития физической культуры и спорта.

Таким образом, для достижения цели и решения задач Стратегии, а также с учетом национальных целей, определенных Указом Президента Российской Федерации от 21 июля 2020 г. № 474 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года», сформированы приоритетные направления развития научного обеспечения физической культуры, спорта и спортивной медицины с учетом тенденций развития мирового спорта, новых возможностей науки и цифровых технологий.

Работа выполнялась в рамках научно-технического сотрудничества с Общероссийской общественной организацией «Федерация триатлона России».

1. ОБЩИЕ ТЕНДЕНЦИИ ПОДГОТОВКИ СПОРТСМЕНОВ ВЫСОКОЙ КВАЛИФИКАЦИИ В ЛЕТНИХ ЦИКЛИЧЕСКИХ ВИДАХ СПОРТА

Для циклических видов спорта в отличие от ациклических ведущим физическим качеством является выносливость. Тренировки выносливости способствуют развитию адаптивных реакций сердечно-сосудистой и нервно-мышечной системы, которые оказывают положительное влияние на физическую работоспособность спортсменов в циклических видах спорта. Было продемонстрировано, что экономичность функционирования организма при выполнении физической нагрузки (экономичность данного вида физической нагрузки) служит одним из факторов, определяющих работоспособность в требующих выносливости видах спорта. Экономичность физической нагрузки определяется как потребление кислорода при заданной субмаксимальной скорости, и эта концепция часто связывается с экономичностью работы, которая выражается как скорость аэробного обмена или потребление кислорода при заданной скорости [1], [2].

Во многих видах спорта для достижения высокого уровня работоспособности и результативности спортивной деятельности требуется применение комбинации тренировок силы и выносливости, и известно, что включение силовых тренировок в сезонные тренировочные планы в требующих выносливости видах спорта представляет собой одну из основных стратегий повышения физической работоспособности. Силовые тренировки способствуют увеличению силы и мощности мышц. Действительно, у хорошо тренированных спортсменов способность выдерживать высокую интенсивность нагрузки при выполнении требующих выносливости физических нагрузок и при отсутствии влияния аэробной способности может быть связана с развитием силы [1]. Эффективность параллельного проведения тренировок разного типа, в данном случае силовых тренировок и тренировок выносливости, в рамках одной и той же тренировочной программы уже давно

считается общепризнанным фактом, и ученые и тренеры придерживаются точки зрения, что дополнительное применение неспецифических силовых тренировок (НСТ) наряду со специфическими для данного вида спорта тренировками (специальными тренировками) способствует повышению работоспособности и результативности спортивной деятельности. К НСТ относятся все силовые упражнения с неспецифическими для данного вида спорта движениями (например, приседания, становая тяга, жим ногами, разгибание ног в тренажере).

В ряде исследований было продемонстрировано, что специальные (специфические для данного вида спорта) силовые тренировки вызывают улучшение физической работоспособности спортсменов. Например, экономичность бега возрастала благодаря включению в программу тренировок выносливости интервальных тренировок по выполнению спринтерских забегов в гору [3]. Однако применение НСТ также приводило к получению аналогичных результатов: например, выполнение силового упражнения с максимальной нагрузкой (например, приседания с максимальной внешней нагрузкой) способствовало улучшению результата последующего контрольного теста на время педалирования на 20 км, и при этом достигалась более высокая экономичность педалирования. Влияние НСТ на физическую работоспособность [4] свидетельствует о том, что проведение силовых тренировок позволяет спортсменам в требующих выносливости видах спорта добиваться более высокой экономичности физической нагрузки благодаря развитию оптимальной субмаксимальной силы во время выполнения специфических для данного вида спорта циклов движений (шагов в беге или педалирования в велоспорте). Для достижения более высокой эффективности во время силовых тренировок следует чередовать тренировочные нагрузки различной интенсивности, частоты и объема [4], и также желательно, чтобы применяемые при этом упражнения отличались кинетическими характеристиками (уровень развития силы – УРС, пиковая сила, ускорение и т.п.) и двигательными паттернами, сходными с применяемыми в данном

конкретном виде спорта (например, высокая скорость при выполнении приседания, выпады и упражнения для икр ног и т.п., если данный вид спорта требует быстрых движений нижней части тела).

Несмотря на существование научных сведений, подтверждающих положительное влияние НСТ на физическую работоспособность спортсменов, все еще остается неясным, какого типа НСТ (максимальные, плиометрические, взрывные или тренировки силовой выносливости) будут обладать наибольшей эффективностью при применении в специфических дисциплинах требующих выносливости видов спорта. Так, для некоторых видов спорта могут оказаться более эффективными силовые тренировки с разным характером движений или с разной интенсивностью нагрузки (динамические или изометрические, максимальные, взрывные, плиометрические или с сопротивлением), однако, в ряде научных исследований присутствуют противоречивые точки зрения по данному вопросу. Например, в области плавания авторы одних исследований высказываются в пользу плиометрических силовых тренировок [5], другие указывают на преимущества тренировок максимальной силы [6]. В беговых дисциплинах тренировки взрывной силы могут оказаться более полезными, поскольку они способствуют сокращению времени активации мышц, в то время как влияние тренировок максимальной силы, возможно, является менее эффективным, [7]. Ambrosini L. с соав. [2] изучили влияние неспецифических силовых тренировок, двигательные паттерны которых не воспроизводят характерные для данного конкретного вида спорта движения, на работоспособность и результативность в циклических видах спорта (бег, велоспорт, триатлон). В основном изучаемые в анализируемых исследованиях параметры аэробной способности не проявляли статистически значимых различий между пред- и постэкспериментальным тестированием, в то время как было обнаружено повышение показателей физической работоспособности. Поэтому выявленное улучшение физической работоспособности может быть связано только с воздействием механических факторов, которые, как и предполагалось, отличались в разных видах спорта. Одновременное проведение

силовых тренировок и тренировок выносливости не оказывало негативного влияния на аэробную способность спортсменов [8]. Напротив, было высказано предположение, что вызываемые силовыми тренировками улучшение нервно-мышечной координации, приводящее к замедлению наступления усталости, и изменения в составе волокон скелетных мышц могут служить механизмом, способствующим повышению аэробной способности [9]. Поэтому актуально проведение исследований типа (типов) неспецифических силовых тренировок (тренировки максимальной силы (ТМС), плиометрических силовых тренировки (ПСТ), тренировок взрывной силы (ТВС) и силовых тренировок с сопротивлением (СТС)), которые оказывают наибольшее влияние на улучшение физической работоспособности с фокусом внимания на экономичность работы (ЭР) (экономичности бега, езды на велосипеде и результатах тестов физической работоспособности (тестирование на время (ТВ), максимального нагрузочного теста на время (МНТВ) и выходная мощность (ВМ))). В данных исследованиях все типы НСТ оказывали влияние на работоспособность (ср. положительные размеры эффекта), вызывая улучшение ряда важных физиологических параметров у спортсменов в требующих выносливости видах спорта. Однако, анализируя научные исследования в 4 вышеупомянутых видах спорта, авторы настоящего обзора обнаружили информацию о сравнении разных типов НСТ только для бега, в то время как в других видах спорта рассматривались только ТМС. Действительно, тренировки максимальной силы представляли собой наиболее часто исследуемый тип неспецифических силовых тренировок, в то время как специальная литература содержит только очень малое количество источников, описывающих плиометрические тренировки, тренировки взрывной силы или силовые тренировки с сопротивлением. Поэтому данные, полученные при проведении представленного здесь метаанализа, могут послужить стимулом к проведению новых исследований, посвященных изучению данной темы в требующих выносливости видах спорта.

Тренировки максимальной силы оказывали в основном положительное влияние на экономичность работы, например, в беге они действовали более

эффективно, чем тренировки взрывной силы или силовые тренировки с сопротивлением. Однако ТМС проявляли меньшую эффективность в повышении экономичности бега по сравнению с плиометрическими тренировками. В то же время в велоспорте был продемонстрирован сравнительно невысокий эффект ТМС, поскольку для большинства научных исследований, в которых рассматривалась экономичность езды на велосипеде, было выявлено более низкое влияние ТМС по сравнению с общим эффектом от применения неспецифических силовых тренировок [10]. На основании данных результатов может быть выдвинута гипотеза, что повышение экономичности езды на велосипеде достигается в большей степени благодаря проведению других типов неспецифических силовых тренировок. Напротив, при рассмотрении езды на велосипеде в качестве компонента триатлона, ТМС оказывали более эффективное положительное воздействие на экономичность работы, которое также присутствовало в его беговом компоненте [11]. Хотя в метаанализ, проводимый авторами данного обзора, было включено только одно исследование данного вопроса в лыжных гонках, оно содержит информацию о ясно выраженном улучшении экономичности работы в результате проведения ТМС, что позволяет предположить потенциальную эффективность применения данного типа неспецифических силовых тренировок в этом виде спорта.

Разные типы неспецифических силовых тренировок оказывают различное влияние на физическую работоспособность спортсменов. Были представлены данные о физической работоспособности бегунов после проведения плиометрических тренировок или тренировок максимальной силы. При этом как ТМС, так и ПСТ проявляли малую эффективность в улучшении показателей физической работоспособности у бегунов. В случае ПСТ этот результат может объясняться низкой частотой или недостаточным временем, отведенным для проведения данного типа тренировок в тренировочных протоколах.

Статистически значимое улучшение физической работоспособности было зарегистрировано после проведения ТМС в велоспорте, однако, значительные

расхождения в результатах исследований подтверждает мысль, что в данной дисциплине может оказаться более предпочтительным применение других типов неспецифических силовых тренировок. К сожалению, отсутствие данных о влиянии разных неспецифических силовых тренировок на физическую работоспособность в триатлоне не позволило авторам сделать какие-либо выводы по отношению к беговому и велосипедному компонентам этого вида спорта [2].

Суммируя вышесказанное, в беге наиболее эффективным типом неспецифических силовых тренировок, очевидно, являются ПСТ, хотя и ТМС вызывают некоторое повышение результативности спортивной деятельности. Напротив, были получены данные, что ТВС не обеспечивают достижения оптимальной спортивной работоспособности в беге. Несмотря на то, что в велоспорте до сих пор проводились исследования только ТМС, результаты выполненного авторами настоящего обзора метаанализа позволяют предположить, что применение других типов неспецифических силовых тренировок может способствовать достижению более эффективных результатов в данном виде спорта. Действительно, существуют основания предполагать, что, как и в беге, проведение ПСТ и других типов силовых тренировок может также оказаться более предпочтительным в велоспорте. Напротив, для спортсменов, занимающихся как триатлоном, так и лыжными гонками, можно рекомендовать применение ТМС.

Применение наиболее эффективных для каждой спортивной дисциплины типов неспецифических силовых тренировок может способствовать оптимизации физической работоспособности и достижению более высоких результатов в требующих выносливости видах спорта.

Несмотря на все возрастающее количество литературных источников, посвященных исследованиям НСТ, идея их рассмотрения с точки зрения их специфического воздействия на представителей различных видов спорта является инновационной. Наибольшее количество исследований применения НТС в требующих выносливости видах спорта посвящено изучению

тренировок максимальной силы, хотя они, очевидно, не всегда обладают самой высокой эффективностью среди разных типов неспецифических силовых тренировок. Действительно, например, в беге наилучшие результаты достигались благодаря применению плиометрических силовых тренировок. Следовательно, более чем вероятно, что в будущем оптимальный отбор неспецифических силовых тренировок в зависимости от особенностей и потребностей каждого конкретного вида спорта будет способствовать значительному повышению результативности спортивной деятельности. Результаты данного метаанализа представляют особую важность для тренеров, в фокусе внимания которых находится разработка оптимальных тренировочных программ для спортсменов элитного уровня в требующих выносливости видах спорта. Успешная реализация предлагаемого подхода требует проведения дальнейших исследований в данной области, учитывая высокую перспективность его применения на практике.

С исторической точки зрения, метод блоковой периодизации (БП) тренировок впервые был разработан в начале 1980-х годов и с тех пор приобрел широкую популярность и начал активно применяться тренерами спортсменов высокого уровня результативности [12]. В то время и вплоть до сегодняшнего дня БП представляет собой альтернативу традиционной периодизации (ТРАД) тренировок. В фокусе внимания ТРАД находится одновременное развитие различных способностей на протяжении всего годового тренировочного сезона, в то время как БП предусматривает подразделение тренировок на отдельные блоки, направленные на развитие определенных способностей в течение 1-4 недель [13]. В основе концепции БП лежит преодоление предполагаемых ограничений ТРАД, которая неоднократно становилась объектом критики в связи с формированием взаимно конфликтующих физиологических реакций в ответ на применение многоцелевых тренировок, которые приводили к: а) чрезмерному утомлению, б) недостаточному тренировочному стимулу, в) неспособности обеспечить многократный выход на пик спортивной формы в течение сезона [13]. В то же время БП и связанные с ней методологические

теории также неоднократно подвергались критике по причине недостаточной эмпирической базы исследований, подтверждающей эффективность их применения [14].

В течение последних десятилетий в специальной литературе было представлено несколько успешных примеров применения БП тренировок, начиная с первой напечатанной в середине 1990-х годов статьи с описанием исследования конкретного случая. Однако до 2010 года в специальной литературе по данной теме отсутствовали научные работы, посвященные сравнению эффективности применения БП и ТРАД. Впоследствии было опубликовано еще несколько исследований в этой области, и в связи с возросшим количеством литературных источников по данной теме возникла необходимость оценки накопившихся сведений о влиянии БП тренировок выносливости на результативность спортсменов. БП может принимать различные формы в зависимости от специализации и опыта применяющих ее спортсменов. Например, БП тренировок может предусматривать 2-4 недельные мезоциклы с высокой концентрацией рабочих нагрузок, направленные на развитие конкретных способностей, которые выполняются в определенном порядке (накопительный этап, посвященный развитию основных способностей; трансформирующий этап, посвященный развитию специфических способностей; и реализационный этап, целью которого является восстановление и достижение пика спортивной формы перед соревнованием). При этом каждый из данных блоков строится на основе физиологических реакций адаптации, сформированных при выполнении предыдущего тренировочного блока. С другой стороны, некоторые исследователи определяют БП как подразделение тренировок на более короткие тренировочные блоки (продолжительностью около 1 недели, т.е., микроциклы) и применяют при этом несколько иной подход к концепции БП. Главное различие между предложенной Иссириным и альтернативной моделью БП заключается в том, что Иссиurin концентрирует внимание на одновременном развитии небольшого количества специально отобранных способностей в

каждом мезоцикле. В отличие от модели Иссирина альтернативная модель носит однонаправленный характер и фокусируется на развитии одной специфической способности во время каждого микроцикла, проявляя тем самым сходство с моделью, предложенной профессором Верхошанским в 1970-х годах.

Таким образом БП – это подразделение тренировок на один или более блоков продолжительностью больше или равной одной недели при применении одноцелевого или многоцелевого подхода, что означает включение ими в свою модель обеих вышеуказанных моделей БП.

Существуют научные данные, свидетельствующие о положительном влиянии БП по сравнению с ТРАД на показатели максимальное потребление кислорода (МПК) и максимальная выходная мощность ($V_{т_{\max}}$) квалифицированных спортсменов [12]. Однако подавляющее большинство данных указывают либо на более высокое, либо на сходное влияние БП по сравнению с ТРАД. Полученные результаты свидетельствуют о том, что БП, соответствующая данному авторами данной статьи определению, представляет собой адекватную альтернативную стратегию, обеспечивающую значительно более высокое благоприятное воздействие на выносливость квалифицированных и высококвалифицированных спортсменов.

Имеются некоторые сведения, указывающие на благоприятное воздействие БП тренировок также в долгосрочной перспективе. В ходе двух исследований велосипедистов элитного уровня, проводимых на примере конкретных случаев, было выявлено увеличение показателей МПК и $V_{т_{\max}}$ на 10–20% в результате применяемой на протяжении 58 и 17 недель БП, которая предусматривала выполнение тренировочных циклов продолжительностью около 1–2 недели [15].

Также было выполнено сравнение влияния БП и ТРАД в течение двух последовательных сезонов. Была продемонстрирована польза применения БП, которая проявлялась в большем или равнозначном повышении показателя МПК по сравнению с ТРАД при выполнении тренировок аналогичного объема или

меньшего количества тренировок в течение более короткого экспериментального периода байдарочниками и гандболистами элитного уровня, соответственно [16]. Эти результаты свидетельствуют о том, что БП может служить альтернативой ТРАД при применении спортсменами элитного уровня также и в более длительной перспективе, даже если принять во внимание общие методологические ограничения, связанные с проведением исследований на примере конкретных случаев.

Результаты существующих исследований следует интерпретировать с осторожностью по причине отсутствия в них контрольных групп и применения схемы проведения исследования на примере конкретного случая. Все эти несколько противоречивые результаты затрудняют проведение достоверной оценки влияния БП на выносливость спортсменов. Однако выявленные в данных исследованиях РЭ в основном указывают на среднее или большое влияние применения БП на выносливость спортсменов по сравнению с ТРАД, хотя в одном из исследований было обнаружено немного более высокое положительное влияние ТРАД. В целом, независимо от спортивной дисциплины или оценки результаты исследований свидетельствуют скорее об улучшении, чем ухудшении выносливости в результате применения БП тренировок.

Вызываемые БП изменения проявляются по-разному. Интересным результатом является почти в два раза более короткий период тренировок с применением БП по сравнению с тренировочным периодом с применением ТРАД (12 и 22 недели, соответственно), и при этом после обоих исследуемых периодов было зарегистрировано одинаковое увеличение выходной мощности при втором вентиляционном пороге. Это может служить подтверждением практической целесообразности применения БП при высокой интенсивности физической нагрузки, что согласуется с полученными в целом ряде исследований средними и высокими размерами эффекта, свидетельствующими в пользу БП. Более того, при проведении двух исследований на примере конкретного случая (следует осторожно интерпретировать результаты,

учитывая ограничения при использовании данной схемы проведения исследований) долгосрочный эффект применения БП на показатель выходной мощности, измеряемый при интенсивности физической нагрузки на уровне второго вентиляционного порога, составил 14% и 36% [15]. Что касается влияния БП на экономичность разных видов физических нагрузок, то до сих пор проводилось слишком мало исследований, чтобы можно было бы начать полноценную дискуссию о полученных в них результатах. Кроме того, учитывая относительно короткие экспериментальные периоды, используемые в анализируемых исследованиях, и высокий уровень квалификации спортсменов, изначально следует ожидать либо отсутствия, либо присутствия минимальных изменений показателя экономичности энергозатрат при выполнении разных видов физических упражнений.

БП можно рассматривать с холистической точки зрения, что предусматривает наряду с другими факторами оценку истории и целей проведения тренировок и складывающейся ситуации повседневной жизни спортсмена перед применением БП как части его тренировочной программы. Среди авторов разных исследований существует согласие по поводу того, что изменения и усиление тренировочного стимула служит необходимым условием для более эффективного формирования физиологических реакции адаптации и непрерывного развития выносливости спортсменов. В этом контексте как модель Иссурина, так и альтернативная модель БП имеют преимущество перед моделью ТРАД, поскольку последняя обеспечивает меньшую вариацию между тренировочными мезоциклами/микроциклами. В то же время модель ТРАД позволяет вносить больше изменений внутри отдельных микро- или мезоциклов по сравнению с БП. В связи с этим высокая концентрация специфических тренировок при применении БП, очевидно, является одной из преимуществ данной модели, поскольку обеспечивает более эффективную адаптацию к тренировкам у высококвалифицированных спортсменов. Тем не менее, до сих пор еще трудно определить, вызывается ли улучшение показателей МПК, $V_{T_{\max}}$ или выносливости изменениями тренировочного

стимула или влиянием БП как таковой. Вместе с тем была предпринята попытка найти ответ на этот вопрос путем применения различных вариантов стимулов, связанных с проведением высокоинтенсивных тренировок (ВИТ) (двух и трех тренировок в неделю) внутри одного мезоцикла ТРАД. При данной схеме проведения разных по объему ВИТ и низко-интенсивных тренировок БП способствовала развитию более высоких показателей $V_{t_{\max}}$ и выходной мощности, соответствующей концентрации лактата в крови 4 ммоль/л.

Независимо от того, зависит ли более высокое положительное влияние при применении БП от нее самой или только от вариации тренировочных стимулов, оба эти фактора тесно переплетены между собой. Вариация тренировок в рамках долгосрочного планирования систематически применяется в обеих моделях периодизации тренировок – как в БП, так и ТРАД. Таким образом, при применении в долгосрочных тренировочных планах обе модели преследуют своей целью обеспечение динамического равновесия между тренировками во избежание ослабления положительного влияния тренировок и негативного воздействия монотонности. Поэтому при отсутствии общепринятого определения периодизации в некоторых случаях может оказаться трудным провести различия между двумя моделями, поскольку обе они используют определенную вариацию в организации (долгосрочной) тренировок. Во включенных в обзор исследованиях в основном применялись специфические блоки (блок) БП, следующие за периодом применения ТРАД. Этот подход можно рассматривать как способ управления тренировочной деятельностью, направленный на формирование определенного варианта тренировочных стимулов в целях оптимизации процесса повышения выносливости в рамках выполнения годового плана периодизации тренировок. Однако долгосрочные эффекты подобной организации тренировочного процесса не могут быть адекватно отражены в сравнительно кратковременных исследованиях, результаты которых представлены в опубликованных на данный момент литературных источниках. Поэтому необходимо проведение дальнейших исследований в данном направлении в будущем, в которых

должны быть изучены долгосрочные последствия применения ряда тренировочных блоков на протяжении всего сезона, и проведено их сравнение с моделью ТРАД. Данное сравнение должно охватывать физиологические и биологические характеристики выносливости спортсменов, которые оказывают непосредственное влияние на работоспособность спортсменов и результативность их соревновательной деятельности.

Рассматриваемые в настоящем обзоре перекрестные исследования или исследования на примере конкретного случая в основном предусматривали применение многоцелевых программ БП [15], [16]. Они носили продолжительный характер и проводились на протяжении одного тренировочного сезона или нескольких последовательных сезонов.

В этих исследованиях применялась главным образом модель БП Иссурина, которая включает три специфических мезоцикла: накопительный, трансформирующий и реализационный, при этом во время каждого из данных мезоциклов основное внимание было направлено на развитие минимального количества разных физиологических способностей, например, $V_{т\max}$ и максимальной мышечной силы. Эта исходная модель несколько отличается от альтернативной модели БП, в фокусе внимания которой находится развитие одной определенной способности (например, МПК) во время каждого микроцикла при одновременном поддержании других способностей (напр., мышечной силы) путем проведения обычно одной тренировки. Результаты предыдущих исследований продемонстрировали, что обе эти модели выступали в роли успешных стимуляторов физиологических реакций адаптации к тренировкам и эффективных стратегий организации и проведения тренировок как в командных, так и в индивидуальных видах спорта, хотя в командных видах спорта их влияние менее изучено [12].

Независимо от применяемых моделей БП выполненные авторами данной статьи мета-анализы выявили положительное влияние БП на МПК и $V_{т\max}$, и стабильное получение средних или высоких РЭ как для рабочих нагрузок при разных порогах физической нагрузки, так и для результатов измерений

показателей выносливости, что позволяет предположить более высокий уровень физиологической адаптации к тренировкам при применении БП по сравнению с ТРАД [12].

Программы тренировок в требующих выносливости циклических видах спорта следует оптимизировать таким образом, чтобы улучшение результативности спортивной деятельности достигалось при одновременном уменьшении развития утомления или риска получения травм. Одним из важнейших показателей, который необходимо учитывать при планировании физических упражнений, является интенсивность их выполнения, поскольку она оказывает большое влияние на физиологическую адаптацию и работоспособность спортсменов [17]. Однако до сих пор еще остается неясным, какой из существующих методов планирования высокоинтенсивных тренировок является наиболее эффективным и какие показатели лучше всего отражают тренировочные стимулы, применяемые при проведении интервальных тренировок.

В специальной литературе обычно рассматривается две формы интервальных тренировок: высоко-интенсивная интервальная тренировка (ВИИТ) и спринтерская интервальная тренировка (СИТ) (таблицы 1, 2). ВИИТ состоит из повторных рабочих периодов, выполняемых при показателях выходной мощности или скорости, которые соответствуют зоне высокой интенсивности физической нагрузки, которая находится между вторым вентиляционным порогом (VP_2) и МПК. В том случае, когда МПК спортсмена не может быть измерено во время тестирования физической нагрузки, используют показатель пикового потребления кислорода (ППК) для определения верхней границы данной зоны интенсивности. СИТ проводится в условиях, когда выходная мощность и скорость превышают их показатели, регистрируемые при МПК. Таким образом, данная форма тренировки выполняется в зоне экстремальной физической нагрузки.

Таблица 1 – Сравнительная характеристика исследований интервальных тренировок [17]

Автор	Схема проведения исследования	Характеристики участников (среднее $\pm$ CO)	Экспериментальные тренировки		Измеряемые параметры
1	2	3	4		5
Akca and Aras	Рандомизированное контролируемое исследование, парная выборка (4 недели)	Гребцы (национальный уровень), пол = мужской, возраст (лет) = $21,8 \pm 2,4$, масса тела (кг) = $79,3 \pm 9,1$, рост (см) = $178,4 \pm 6,0$, ППК (мл/кг/мин) = $56,6 \pm 5,7$	ВИИТ средней продолжительности (n=10) СИТ (n = 10)	8 2,5-минутных повторений при 75% МАМ с 3-минутными перерывами активного восстановления, 3 раза в неделю 10 30-сек повторений при 125% МАМ с 4-мин перерывами активного восстановления, 3 раза в неделю	ТВ по гребле на 2 км, ППК, МАМ
Esfarjani and Laursen	Контролируемое исследование, парная выборка (10 недель)	Бегуны (среднетренированные), пол = мужской, возраст (лет) = $19,0 \pm 2,0$, масса тела (кг) = 73 ± 3 , рост (см) = 172 ± 4 , МПК (мл/кг/мин) = $51,6 \pm 2,7$	ВИИТ средней продолжительности (n=6) СИТ (n = 6) Контроль (n = 5)	8 повторений рабочих интервалов с 60% времени при 87% МАС с 3,5-минутными перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю 12 30-сек повторений при 114% МАС с 4,5-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю 60 минут непрерывной работы, 4 раза в неделю	ТВ по бегу на 3 км, МПК, МАС
Granata et al.	Рандомизированное контролируемое исследование, парная выборка (4 недели)	Физически активные лица (среднетренированные), пол = мужской, возраст (лет) = $20,9 \pm 2,0$, масса тела (кг) = $82,1 \pm 16,2$, рост (см) = $180,2 \pm 9,1$, ППК (мл/кг/мин) = $46,0 \pm 7,3$	ВИИТ длительной продолжительности (n=11) СИТ (n = 10) Контроль (n = 10)	4-7 4-минутных повторений при 73% МАМ с 2-минутными перерывами активного восстановления, 3 раза в неделю 4-10 30-сек повторений при 168% МАМ с 4-мин перерывами пассивного восстановления, 3 раза в неделю 20-36 минут непрерывной работы между 92 и 97% второго лактатного порога, 3 раза в неделю	ТВ по велоезде на 20 км, ППК, МАМ
Inoue et al.	Рандомизированное контролируемое исследование, парная выборка (6 недель)	Велосипедисты (тренированные), пол = мужской, возраст (лет) = $32,1 \pm 6,5$, масса тела (кг) = $69,1 \pm 5,3$, рост (см) = $175,6 \pm 5,4$, МПК (мл/кг/мин) = $63,4 \pm 4,5$	ВИИТ длительной продолжительности (n=7) СИТ (n = 9)	4-10 4-6-минутных повторений с максимальным усилием с 4-минутными перерывами активного восстановления, 3 раза в неделю 8-12 30-сек повторений спринтов с максимальной скоростью с 4-мин перерывами активного восстановления, 3 раза в неделю	ТВ по велоезде на 40 км, МПК, МАМ

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Laursen et al.	Контролируемое исследование, парная выборка (4 недели)	Специализирующиеся на длинных и средних дистанциях спортсмены (высокотренированные), пол = мужской, возраст (лет) = 25 ± 6 , масса тела (кг) = 75 ± 7 , рост (см) = 180 ± 5 , ППК (мл/кг/мин) = $64,5 \pm 5,2$	ВИИТ-1 средней продолжительности (n=10) ВИИТ-2 средней продолжительности (n=10) СИТ (n = 10) Контроль (n = 11)	8 повторений при 73% времени работы при МАМ, соотношение работы к активному восстановлению 1:2, 2 раза в неделю 8 повторений при 60% времени работы при МАМ, с активным восстановлением, определяемом на основе ЧСС, 2 раза в неделю 12 30-сек повторений при 185% МАМ с 4-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю Регулярные низкоинтенсивные тренировки согласно основной тренировочной программе
Stepto et al.	Рандомизированное контролируемое исследование, (3 недели)	Велосипедисты (тренированные), пол = мужской, возраст (лет) = $26,3 \pm 4,6$, масса тела (кг) = $76,1 \pm 11,1$, рост (см) = нет данных, ППК (мл/кг/мин) = $63,1 \pm 6,6$	ВИИТ краткой продолжительности (n=4) ВИИТ средней продолжительности (n=4) ВИИТ длительной продолжительности (n=4) СИИТ (n = 4) СИТ (n = 4)	12 1-мин повторений при 100% МАМ с 4-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю 12 2-мин повторений при 90% МАМ с 3-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю 8 4-мин повторений при 85% МАМ с 1,5-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю 4 8-мин повторений при 80% МАМ с 1-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю 12 30-сек повторений при 175% МАМ с 4,5-мин перерывами активного восстановления, 2 раза в неделю

Примечания

- 1 ВИИТ – Высокоинтенсивные интервальные тренировки.
- 2 МАМ – Максимальная аэробная мощность.
- 3 МАС – Максимальная аэробная скорость.
- 4 СИИТ – Среднеинтенсивные интервальные тренировки.
- 5 ППК – Пиковое потребление кислорода.
- 6 СИТ – Спринтерские интервальные тренировки.
- 7 ТВ – Тест на время.

Таблица 2 – Описание программ интервальных тренировок [17]

Группа	Тип ИТ	Продолжительность программы (недель)	Частота тренировок	Повторения рабочих интервалов	Продолжительность работы (мин)	Интенсивность работы (%)	Режим восстановления	Продолжительность восстановления (мин)	Внешняя работа во время тренировки (у.е.)	Общая внешняя работа (у.е.)
Medium-HIIT	HIIT	4	2.0	8.0	2.5	75	Active	3.0	1500	12,000
SIT	SIT	4	2.0	10.0	0.5	125	Active	4.0	625	5000
Medium-HIIT	HIIT	10	2.0	8.0	3.3	87	Active	3.5	2296	45,936
SIT	SIT	10	2.0	12.0	0.5	114	Active	4.5	684	13,680
Long-HIIT	HIIT	4	3.0	5.5	4.0	73	Active	2.0	1606	19,272
SIT	SIT	4	3.0	6.6	0.5	168	Passive	4.0	554	6653
Long-HIIT	HIIT	6	2.8	6.3	4.7	79 ^a	Active	4.0	2339	39,298
SIT	SIT	6	2.8	7.5	0.5	153 ^a	Active	4.0	575	9664
Medium-HIIT-1	HIIT	4	2.0	8.0	2.4	100	Passive	4.8	1920	15,360
Medium-HIIT-2	HIIT	4	2.0	8.0	2.6	100	Passive	4.0	2640	16,640
SIT	SIT	4	2.0	12.0	0.5	185	Passive	4.5	1110	8880
Short-HIIT	HIIT	3	2.0	12.0	1.0	100	Active	4.0	2720	7200
Medium-HIIT	HIIT	3	2.0	12.0	2.0	90	Active	3.0	2160	12,960
Long-HIIT	HIIT	3	2.0	8.0	4.0	85	Active	1.5	1200	16,320
SIT	SIT	3	2.0	12.0	0.5	175	Active	4.5	1050	6300

Примечания

1 Medium-HIIT - ВИИТ средней продолжительности.

2 Long-HIIT - ВИИТ длительной продолжительности.

3 Short-HIIT - ВИИТ краткой продолжительности.

4 SIT – СИТ.

5 Active – Активное.

6 Passive – Пассивное.

7 Все показатели представлены как средние значения для каждой категории, внешняя работа во время тренировки – произведение количества повторений рабочих интервалов, продолжительности работы и интенсивности работы; общая внешняя работа – произведение внешней работы во время тренировки, продолжительности программы и частоты тренировок.

8 а - Средняя интенсивность тренировок в соответствующей подгруппе, применяемая в случае отсутствия данных.

Пробелы в знаниях о влиянии интервальных тренировок на работоспособность и результативность спортсменов объясняются отчасти отсутствием единых стандартных протоколов разработки и проведения ВИИТ и СИТ.

Кроме того, в большинстве работ, в которых рассматривается аэробная способность спортсменов, МПК использовалось в качестве главной меры измерения данной способности. Хотя МПК проявляло корреляцию с результативностью, существуют также сильные аргументы в пользу того, что другие параметры также могут положительно влиять на показываемые спортсменами результаты. Так, альтернативная мера измерения – результат теста на время (ТВ), продемонстрировал высокую корреляцию с результативностью соревновательной деятельности в циклических видах спорта и может служить прямым отражением уровня развития физиологических реакций, требующихся спортсмену во время соревнования [17].

В предыдущих научных работах сравнивались показатели членов экспериментальных групп, которые применяли интервальные тренировки (ВИИТ, СИТ или их комбинации), с не выполнявшими данные тренировки контрольными группами [18]. Было получено достаточное количество научных данных, которые свидетельствуют о том, что интервальные тренировки могут способствовать повышению результативности в большей степени по сравнению с другими типами тренировок, применяемыми в циклических видах спорта.

Анализ изучаемых подгрупп интервальных тренировок выявил их значительное влияние на результаты выполнения ТВ, которое в наибольшей степени проявлялось при проведении ВИИТ с длительной продолжительностью рабочих интервалов, о чем свидетельствуют результаты сравнения данной формы интервальных тренировок с СИТ. Таким образом, результаты опубликованных на данный момент научных исследований по этой теме позволяют предположить, что имеющие более длительную продолжительность рабочих интервалов ВИИТ приводят к формированию оптимальных

физиологических реакций адаптации, которые обеспечивают наибольшее улучшение результативности спортсменов, и потому могут быть рекомендованы для включения в тренировочные программы в требующих выносливости циклических видах спорта. Проведение дальнейших исследований по сравнению различий в эффективности применения ВИИТ с различной продолжительностью повторных периодов работы будет способствовать подтверждению результатов настоящего обзора и позволит получить дополнительные сведения о механизмах, которые лежат в основе наблюдаемых преимуществ, связанных с проведением ВИИТ с более длительными рабочими интервалами.

Хотя проведение высотных тренировок является широко распространенной практикой среди спортсменов в требующих выносливости видах спорта, которая предположительно оказывает положительное влияние на физическую работоспособность спортсменов на уровне моря, в настоящее время среди ученых отсутствует единое мнение по данному вопросу. Это может объясняться тем фактом, что до сих пор в ходе научных исследований было подтверждено в лучшем случае небольшое повышение физической работоспособности в результате применения высотных тренировок, и при этом возникает проблема, связанная с научным доказательством того, было ли вызвано данное улучшение физической работоспособности влиянием гипоксии или самих тренировок. Помимо этого нельзя полностью исключить возможность проявления эффекта плацебо, особенно в данной области, в которой изначально присутствуют положительные ожидания в отношении эффективности рассматриваемого типа тренировок. С другой стороны, на данный момент отсутствуют данные, свидетельствующие об отрицательном воздействии высотных тренировок на физическую работоспособность спортсменов, и это позволяет предположить отсутствие вреда для спортсменов от применения данной тренировочной практики. Высокая индивидуальная изменчивость, существующая в реакции разных людей на условия высоты, также может влиять на эффективность высотных тренировок, и, вероятно,

служит объяснением того, почему некоторые спортсмены извлекают пользу от применения данного вида подготовки, а другие нет. В связи с тем, что отсутствует возможность точно предсказать индивидуальную реакцию на высотные тренировки, спортсменам в требующих выносливости видах спорта, желающим включить их в свои тренировочные планы, следует проверить свою собственную восприимчивость к их применению в ходе предварительного пребывания на соответствующей спортивной базе при использовании режимов либо ЖВ-ТВ, либо ЖВ-ТН. Проведение тщательного мониторинга физиологических характеристик и эффективности применения высотных тренировок на данной стадии предварительного тестирования поможет спортсменам лучше оценить их потенциальные преимущества и ограничения [19].

2. ТРИАТЛОН

Триатлон является мультидисциплинарным летним циклическим видом спорта, требующим от спортсменов проявления высокого уровня выносливости и предусматривающим последовательное выполнение плавательного, велосипедного и бегового этапов, включая два перехода между ними. При этом включенная в программу Олимпийских игр дистанция триатлона представляет собой «золотую середину», при которой общее время гонки составляет от 1 ч 50 мин до 2 ч 40 мин, когда на плавательный этап приходится 16%-19% (20-30 мин), на велоэтап – 50%-55% (60-80 мин) и на беговой этап – 29%-31% (30-50 мин) от общего времени гонки (таблица 3) [20]-[21].

В современной научной литературе выделяются следующие направления экспериментальных исследований в триатлоне (таблица 4): изучение влияния выполнения отдельных этапов триатлона на общую результативность гонки [23], [24]; разработка и анализ различных тренировочных программ для триатлонистов [25]-[27]; исследование физиологических показателей триатлонистов [28]. К наиболее часто исследуемым переменным относились

МПК, вентиляционные пороги, ЧСС, а также антропометрические и перцептивные (относящиеся к восприятию) показатели.

Таблица 3 – Традиционные форматы триатлона

Формат	Плавание	Велозап	Бег	Дистанция
Суперспринт	400 m	10 km	2.5 km	Короткая
Спринт	750 m	20 km	5 km	Короткая
Олимпийский	1.5 km	40 km	10 km	Средняя
Полу-Ironman/70,3	1.9 km	90 km	21 km	Длинная
Ironman™	3.8 km	180 km	42 km	Длинная
Длинная дистанция	4 km	120 km	30 km	Длинная

Эти параметры измерялись главным образом во время максимальных и субмаксимальных нагрузочных тестов с применением газовых анализаторов, не прямой калориметрии или спектроскопии в ближней инфракрасной области, а также мониторов сердечного ритма [23], [25]-[28].

Изучения влияние различных характеристик триатлонистов на работоспособность и результативность соревновательной деятельности в триатлоне является одним из ключевых направлений научных исследований за рубежом. При этом указывается, что влияние гендерных различий на работоспособность в триатлоне снизилось за последние три десятилетия. В настоящее время различия в работоспособности у мужчин и женщин составляют 12–18% у триатлонистов-любителей и 10–12% у триатлонистов элитного уровня [29]. Наблюдаемые высокие показатели МПК триатлонистов объясняются повышением уровня развития аэробной мощности. У элитных триатлонистов мужского пола регистрируются показатели МПК выше 80 мл/кг/мин, в то время как у триатлонисток элитного уровня они превышают 70 мл/кг/мин. Однако у триатлонистов-любителей данные показатели значительно ниже. Кроме того, между спортсменами обоего пола не было выявлено статистически значимых различий в анаэробных порогах и экономичности бега.

Таблица 4 - Направления экспериментальных исследований в триатлоне [22]

Автор	Экспериментальные измерения	Продолжительность	Измеряемые параметры	Инструменты измерения	Результаты
1	2	3	4	5	6
Badawy	- ЭГ: модифицированный протокол Брюса - КГ: стандартный протокол Брюса	2 тренировки	МПК, ЧСС _{макс} , ОИВН, рост, масса тела и содержание жира в организме	Нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10 Анализатор состава тела	Между футболистами и триатлонистами не было выявлено статистически значимых различий в абсолютных и относительных показателях МПК и в ЧСС _{макс} ($p > 0,05$). Однако в обоих видах спорта при сравнении ЭГ и КГ было зарегистрировано статистически значимое увеличение ($p < 0,05$) абсолютных и относительных показателей МПК, которые проявляли значимую корреляцию с продолжительностью теста ($r = 0,534$ и $r = 0,563$, соответственно). Не было обнаружено статистически значимых различий в ЧСС _{макс} ($p > 0,05$). Следовательно, максимальные показатели были получены при отсутствии стресса для сердечно-сосудистой системы.
Díaz	- ЭГ: 30-мин велосипедный тест и 3-км беговой тест - КГ: 3-км беговой тест	2 тренировки	МПК, вентиляционные пороги, ЛВ, ЛВ/ПК, ЛВ/ВУГ, ЧД, ЧСС, ОИВН и скорость (дистанция/время)	Максимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10 Хронометр	В группе юных высокотренированных спортсменов было выявлено статистически значимое улучшение кардиореспираторной подготовленности и ЧСС в ЭГ по сравнению с КГ ($p < 0,01$) в течение обоих сезонов. В группе взрослых элитных спортсменов подобные улучшения отсутствовали. Во время обоих сезонов выполнение максимального нагрузочного бегового теста на время было более результативным в ЭГ, чем в КГ как в группе юных ($p < 0,01$), так и взрослых ($p > 0,05$) спортсменов.
Olcina	- ЭГ: 20-мин велосипедный тест и 12-мин беговой тест - КГ: 12-мин беговой тест	2 тренировки	% насыщения мышц кислородом, ЧСС, ОИВН, боль, мощность и кинематика бега, рост и масса тела	Максимальные нагрузочные тесты с применением NIRS Велосипедный тест на время с применением NIRS Шкала Борга 6-20 Визуальная аналоговая шкала боли (ВАШ): 0–10 Анализатор состава тела	Дистанция бега ($PЭ = 0,6$; $p = 0,00$) и длина шага ($PЭ = 0,4$; $p = 0,00$) были значительно ниже в ЭГ, чем в КГ. С другой стороны, % насыщения мышц кислородом был значительно ниже в КГ по сравнению с ЭГ ($PЭ = 1,63$; $p < 0,01$), что указывает на самую высокую изменчивость данного показателя работоспособности по сравнению с предэкспериментальным уровнем.

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Sultana	- ЭГ: олимпийский триатлон, выполняемый сеньорами - КГ: олимпийский триатлон, выполняемый взрослыми молодыми спортсменами	3 тренировки	МПК, вентиляционные пороги, экономичность бега, ЧСС, скорость бега, ОИВН, масса тела и объем потребленной жидкости	Максимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Шкала Борга 6-20 Хронометр Изометрический динамометр Опросник по объему потребленной жидкости	Во время предэкспериментального тестирования МПК и вентиляционные пороги были значительно ниже в ЭГ, чем в КГ ($r = 0,76$), во время постэкспериментального тестирования эти показатели значительно уменьшились в обеих группах ($p < 0,05$). Равным образом, во время предэкспериментального тестирования экономичность бега была значительно выше (+5,2%) в ЭГ по сравнению с КГ. Между обеими группами не было выявлено статистически значимых различий в максимальном изометрическом крутящем моменте ($p > 0,05$).
Sellés-Pérez	- ЭГ: 20-недельная специфическая поляризованная тренировочная программа (в мезоциклах)	20 недель	МПК, вентиляционные пороги, мощность и скорость велоезды и бега, скорость плавания, рост, масса тела, содержание жира в организме и толщина кожных складок	Максимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Хронометр Калипер для измерения толщины кожной складки, ростометр и сантиметровая лента	Экспериментальные тренировки привели к улучшению большинства переменных спортивной работоспособности, особенно у триатлонистов с более низким исходным уровнем работоспособности. У большинства триатлонистов наблюдалось статистически значимое повышение МПК во время велоезды ($p < 0,05$) и бега ($p < 0,01$) по сравнению с предэкспериментальным тестированием, в основном у эндоморфов ($p = 0,716$; $p < 0,01$). Кроме того было зарегистрировано уменьшение показателей состава тела.
Rothschild	- ЭГ: 2-км тест по плаванию и тест на велоэргометре с поэтапным увеличением нагрузки - КГ: тест на велоэргометре с поэтапным увеличением нагрузки	2 тренировки	МПК, ЧСС, концентрация лактата в крови, выходная мощность во время велоезды, масса тела, содержание жира в организме и изменения гидратации	Максимальные и субмаксимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Анализатор лактата Биоимпедансный анализатор Весы	Исследование продемонстрировало, что у членов ЭГ плавание на 2 км вызывало статистически значимое снижение МПК ($p = 0,01$), максимальной выходной мощности во время велоезды ($p < 0,01$) и мощности велоезды при лактатном пороге ($p = 0,03$), а также статистически значимое увеличение субмаксимальной ЧСС ($p = 0,02$) по сравнению с членами КГ.

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Mallol	- ЭГ: низкообъемные и высокоинтенсивные тренировки и имитация велоезды-бега на спринтерских дистанциях триатлона - КГ: обычные высокообъемные тренировки и имитация велоезды-бега на спринтерских дистанциях триатлона	4 недели	МПК, ЧСС, выходная мощность во время велоезды при ВП ₁ и ВП ₂ , ОИВН, скорость бега, рост и масса тела	Максимальные и субмаксимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10	После выполнения теста с постепенным увеличением нагрузки в ЭГ было зарегистрировано статистически значимое увеличение показателей МПК ($PЭ = 0,5$; $p < 0,05$) и выходной мощности велоезды при ВП ₁ и ВП ₂ ($p = 0,03$) по сравнению с КГ. Однако после имитации велосипедного и бегового этапов триатлонной гонки не было выявлено статистически значимых изменений в показателях работоспособности в ЭГ, в то время как в КГ наблюдалось статистически значимое улучшение работоспособности ($PЭ = 0,53$; $p = 0,04$).
Etxebarria	- ЭГ: 1-часовой велосипедный тест с различной выходной мощностью и беговой тест на 9,3 км - КГ: 1-часовой велосипедный тест с постоянной выходной мощностью и беговой тест на 9,3 км	4 тренировки	МПК, максимальная мощность во время велоезды, концентрация лактата в крови, ЧСС, ОИВН, масса тела, толщина кожных складок и состояние гидратации	Максимальные нагрузочные тесты с системой непрямой калориметрии Анализатор лактата Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10 Цифровой рефрактометр для мочи	Результаты исследования продемонстрировали, что работоспособность во время бега была выше в КГ, чем в ЭГ1 ($r = 0,63$) и ЭГ2 ($r = 0,40$). Кроме того, работоспособность во время бега была ниже в ЭГ1, чем в ЭГ2 ($r = 0,21$). Эти показатели связаны с более высоким увеличением концентрации лактата в крови ($r = 0,51$) и ОИВН ($r = 0,55$) в ЭГ1, чем в ЭГ2.
Selles-Perez	- ЭГ: поляризованные тренировки по триатлону - КГ: тренировки по триатлону по принципу пирамиды	20 недель	МПК, вентиляционные пороги, ЧСС, ОИВН, выходная мощность велоезды и плавания, скорость бега	Максимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10	Статистически значимое увеличение показателей работоспособности в трех сегмента триатлона было выявлено как в ЭГ, так и в КГ ($p < 0,05$) при отсутствии статистически значимых различий между обеими группами. Однако улучшение работоспособности было обнаружено, когда триатлонисты тренировались более долгое время между ВП ₁ и ВП ₂ , и снижение работоспособности наблюдалось при более длительных тренировках при ВП ₂ ($p < 0,05$).

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Etxebarria	- ЭГ: 1-часовой велосипедный тест с различной выходной мощностью и субмаксимальный беговой тест с постепенным увеличением нагрузки - КГ: 1-часовой велосипедный тест с постоянной выходной мощностью и субмаксимальный беговой тест с постепенным увеличением нагрузки	4 тренировки	МПК, ПК, ВУГ, ЛВ, концентрация лактата в крови, выходная мощность велоезды, ОИВН и масса тела	Максимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Анализатор лактата, Монитор сердечного ритма Шкала Борга 6-20 Электронные весы	Результаты исследования продемонстрировали более высокие физиологические потребности в ЭГ1 по сравнению с ЭГ по причине статистически значимого увеличения ЛВ ($PЭ = 1,2; p = 0,02$), ЛВ/ПК ($PЭ = 1,2; p = 0,00$) и концентрации лактата в крови ($PЭ = 2,1; p = 0,00$) в ЭГ1 по сравнению с ЭГ2. Равным образом, было зарегистрировано статистически значимое увеличение ЛВ ($PЭ = 1,2$) и концентрации лактата в крови ($PЭ = 2,1$), ЧСС ($PЭ = 1,1$) и ОИВН ($PЭ = 1,3$) ($p < 0,05$) во время бега у членов ЭГ1 и ЭГ2 по сравнению с КГ.
Etxebarria	- ЭГ: кратковременные высокоинтенсивные интервальные тренировки - КГ: долговременные высокоинтенсивные интервальные тренировки	6 тренировок	МПК, максимальная выходная мощность велоезды, концентрация лактата в крови, ЧСС, ОИВН, рост и масса тела	Максимальные нагрузочные тесты с системой непрямой калориметрии Анализатор лактата Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10	Результаты исследования продемонстрировали улучшение физиологических параметров триатлонистов как в ЭГ, так и в КГ, при этом было зарегистрировано низкое до среднего повышение МПК (+7%) и максимальной аэробной мощности (+6%). Эти изменения обеспечили возможность формирования адаптаций к высокоинтенсивным нагрузкам во время велоезды и существенного улучшения времени последующего забега, главным образом в ЭГ (67%).
Walsh	- ЭГ: 20-мин велосипедный тест с различной выходной мощностью и 30-мин беговой тест - КГ: 10-мин беговой тест	1 тренировка	ПК, ЧСС и активность рабочих мышц	Субмаксимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Электромиограмма (ЭМГ)	Результаты исследования продемонстрировали отсутствие различий в ЭМГ активности между ЭГ и КГ. Однако статистически значимое увеличение ПК ($p = 0,02$) и ЧСС ($p < 0,01$) было выявлено в начале бегового теста в ЭГ, в то время как в конце теста не было зарегистрировано различий с КГ. Таким образом, корреляция между активацией рабочих мышц и ПК в ходе постэкспериментального бегового теста отсутствовала.

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6
Rodríguez-González	- ЭГ: 12 недель тренировок на уровне вентилиационных порогов	12 недель	МПК, ПК, ВУГ, вентилиационные пороги, концентрация лактата в крови, ЧСС, ОИВН, выходная мощность велоезды, экономичность бега и скорость	Максимальные и субмаксимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Анализатор лактата, Монитор сердечного ритма Шкала Борга 0-10 Хронометр	В ходе исследования было выявлено статистически значимое улучшение параметров работоспособности во время велоезды и бега, при этом статистически значимое увеличение максимальной скорости и скорости при ВП ₂ наблюдалось во время бега ($p < 0,05$), а также увеличение ПК и %МПК при ВП ₁ и ВП ₂ и увеличение максимальной выходной мощности и выходной мощности при ВП ₁ и ВП ₂ во время велоезды ($p < 0,05$). Однако в экономичности бега и результативности плавания были обнаружены не достигающие уровня статистической значимости изменения ($p > 0,05$).
Walsh	- ЭГ: 20-мин велосипедный тест с различной выходной мощностью и 30-мин беговой тест - КГ: 10-мин беговой тест	1 тренировка	ПК, ВУГ, ЛВ, ЛВ/ПК, ЛВ/ВУГ, ЧД, отношение респираторного обмена, ЧСС, экономичность и кинематика бега, ОИВН, рост и масса тела	Субмаксимальные нагрузочные тесты с применением газового анализатора Монитор сердечного ритма Система захвата движения Шкала Борга 6-20 Ростомер и сантиметровая лента	В ходе исследования было зарегистрировано статистически значимое увеличение ЛВ, ЛВ/ВУГ, ОРО и ЧД ($p = 0,01$), а также ЧСС ($p < 0,05$) во время бега в ЭГ по сравнению с КГ, а также статистически значимое увеличение ПК и экономичности бега в начале этапа бега триатлонной гонки. Кроме того, было выявлено статистически значимое увеличение частоты шагов и снижение длины шага в ЭГ по сравнению с КГ ($p = 0,01$).

Примечания

- 1 ЭГ - Экспериментальная группа.
- 2 КГ - Контрольная группа.
- 3 ОИВН - Оценка индивидуального (субъективного) восприятия нагрузки.
- 4 r - Коэффициент корреляции Пирсона.
- 5 NIRS - Спектроскопия в ближней инфракрасной области.
- 6 РЭ - Размер эффекта.
- 7 ВП₁ - Первый вентилиационный порог.
- 8 ВП₂ - Второй вентилиационный порог.
- 9 ЛВ - Легочная вентиляция.
- 10 ПК - Потребление кислорода.
- 11 ВУГ - Выделение углекислого газа.
- 12 ЧД - Частота дыхания.
- 13 ОРО - Отношение респираторного (дыхательного) обмена.

Изучались также возрастных особенностей триатлонистов ветеранов (55-70 лет) и взрослых (20-35 лет) спортсменов с целью определения изменений анализируемых параметров в зависимости от возраста. При этом у триатлонистов пожилого возраста были выявлены статистически значимое снижение показателей МПК, вентиляционных порогов и двигательной активности наряду с увеличением процента содержания жира в организме. В то же время различия в параметрах силы между обеими группами не достигали уровня статистической значимости [22].

Результаты анализа влияние выполнения отдельных этапов триатлона на последующую работоспособность и результативность соревновательной деятельности указывают на отрицательное влияние предыдущего велоэтапа на работоспособность и результативность спортсменов во время последующего бегового этапа, а также на влияние плавательного этапа на выполнение последующего велоэтапа [23]. В связи с этим в ряде статей был проведен анализ различных параметров во время беговых тестов, выполняемых после предшествующего этапа велоезды, по сравнению с результатами беговых тестов, выполняемых по отдельности [15], [30]. При этом было зарегистрировано статистически значимое увеличение ряда кардиореспираторных показателей, включая минутную легочную вентиляцию (ЛВ), вентиляционные эквиваленты кислорода (ЛВ/ПК) и углекислого газа (ПК/ВУГ), потребление кислорода (ПК), отношение дыхательного обмена (отношение CO_2/O_2) и частоту дыхания (ЧД), частоту сердечных сокращений (ЧСС) и концентрацию лактата в крови [22], [30].

Помимо этого, в одном из исследований работоспособности во время бегового этапа у среднетренированных триатлонистов наблюдалось статистически значимое увеличение показателей ЛВ, ЧСС и концентрации лактата в крови во время триатлонной гонки, когда беговой этап выполнялся после 1-часового велоэтапа. Эти изменения достигали большей величины при выполнении велоэтапа с разной выходной мощностью (40–140% максимальной аэробной мощности или МАМ) по сравнению с велоездой при

постоянной выходной мощности (65% of MAP). Это влияние также присутствовало при выполнении плавательного этапа, после которого было зафиксировано снижение МПК (–4%) и максимальной мощности велоезды (–4,8%), когда велоезде предшествовало выполнение 2-километрового теста по плаванию, по сравнению с результатами отдельно проводимого велосипедного теста. Кроме того, во время велоэтапа наблюдалось статистически значимое увеличение показателей ЛВ, ЧД и ПК после выполнения предыдущего плавательного этапа с более высокой интенсивностью [22].

В ряде исследований был проведен анализ влияния на работоспособность различных тренировочных программ, выполняемых триатлонистами на протяжении определенного периода времени [25]-[27]. Эти тренировки были подразделены на три зоны согласно распределению интенсивности: зона 1 (31) соответствует низкой интенсивности физической нагрузки (на уровне или ниже $ВП_1$), зона 2 (32) соответствует средней интенсивности (между $ВП_1$ и $ВП_2$) и зона 3 (33) соответствует высокой интенсивности физической нагрузки (на уровне или выше $ВП_2$). Так, в исследовании с участием триатлонистов-любителей рекреационного уровня, подразделенных на две группы, которые подвергались воздействию 13-недельных поляризованных тренировок (80% в 31) и пороговых тренировок (78% в 31), было выявлено статистически значимое увеличение показателей МПК и максимальной аэробной мощности, а также скорости велоезды и бега. Однако в другом исследовании, в ходе которого выполнялась 12-недельная программа пороговых тренировок (64% в 31) при более высоком проценте среднеинтенсивных тренировок, не было зарегистрировано улучшения каких-либо физиологических параметров во время велоезды и бега [25].

Также сравнивались эффективность высокообъемных низкоинтенсивных тренировок (31) и низкообъемных высокоинтенсивных интервальных тренировок или ВИИТ (33), выполняемых группами триатлонистов в течение 4 недель. Результаты данного исследования

свидетельствуют о статистически значимом повышении МПК (+6,7%) в группе ВИИТ, а также об улучшении аэробной мощности и скорости велоезды и бега, но только в выполнявшей низкоинтенсивные тренировки группе (170 Вт по сравнению с 183 Вт и 29,4 мин по сравнению с 27,1 мин, соответственно) [27]. Таким образом, все тренировочные программы способствовали улучшению работоспособности триатлонистов, при этом самые лучшие результаты достигались во время велосипедного и бегового этапов. Данные улучшения были связаны с повышением МПК и максимальной аэробной мощности, а также снижением показателей состава тела триатлонистов [28], [31].

В одной из работ сравнивались различия между физиологическими показателями триатлонистов и спортсменов, занимающихся другими видами спорта [28]. При этом было выявлено отсутствие статистически значимых различий между показателями МПК у триатлонистов и футболистов элитного уровня. Поэтому результаты данного исследования были признаны неопределенными и требующими дальнейшего подтверждения.

В результате анализа отобранных и переведенных материалов зарубежных научных исследований информация была сформирована по следующим направлениям: спортивный отбор, особенности соревновательной деятельности, тренировочный процесс триатлонистов, а также медико-биологические факторы в триатлоне.

3. СПОРТИВНЫЙ ОТБОР В ТРИАТЛОНЕ

Основная задача спортивного отбора состоит в выявлении специфических для каждого вида спорта способностей у юных спортсменов для их дальнейшего развития с учетом индивидуальных антропометрических, физиологических, физических, технических, психологических и социальных показателей. При этом в триатлоне это сопряжено с его мультидисциплинарной спецификой [32].

Ученые из Испании [33] обобщили имеющиеся научные знания в области спортивного отбора в триатлоне. Авторы в своей работе указывают, что возрастные пределы между 26 и 32 годами соответствуют оптимальной результативности в олимпийском триатлоне, а пиковые показатели соответствуют возрасту 27 ± 5 лет – у мужчин и 27 ± 4 лет – у женщин. При этом необходимо учитывать так называемый «эффект относительного возраста», проявляющийся в значительных различиях умственного и физического развития и физической подготовленности у триатлонистов, рожденных в начале января и в конце декабря, но принадлежащих к одной и той же возрастной категории. В большинстве случаев спортсмены, рожденные в первом квартале года демонстрировали более высокую результативность [32], [34].

Учитывая разный характер двигательной нагрузки в триатлоне существует определенные трудности выявления оптимального соматотипа для триатлонистов. При этом высокий рост является общим для трех дисциплин фактором, определяющим общую высокую результативность. Вместе с тем длина нижних конечностей создает преимущество на беговом этапе, а длинные верхних конечностей – в плавании. Таким образом типичные триатлонисты несколько уступают по габаритам классическим пловцам, и по морфологическим характеристикам они ближе к велосипедистам и бегунам, при этом меньшая масса тела выступает в роли фактора результативности в гонках. Кроме того, процент содержания жира в организме также выступал в роли дифференцирующего фактора между спортсменками разной квалификации: триатлонисты 1-ого уровня результативности обладают более низкими показателями содержания жира в организме, суммы величин толщины кожных складок, более высоким процентом мышечной массы и принадлежат к эндоморфному типу [33].

В видах спорта на выносливость, таких как триатлон, широко применяется определение показателя максимального потребления кислорода (МПК) для оценки аэробных возможностей организма спортсменов.

Считается, что спортсмены с МПК ниже 50 мл/кг/мин вряд ли смогут достичь успеха, поскольку у триатлонистов международного класса данный показатель составляет около 75 мл/кг/мин, что значительно выше, чем у триатлонистов среднего или любительского уровня. Одним из важных параметров, определяющих результативность в триатлоне, служит продолжительность времени, в течение которого спортсмен способен сохранять МПК, близкое к максимальному. Данный показатель зависит от второго вентиляционного порога ($ВП_2$), который наряду с относительным МПК позволяет эффективно прогнозировать аэробную способность спортсменов. При этом МПК остается примерно на постоянном уровне по сравнению с более значительными изменениями второго вентиляционного порога ($ВП_2$). Это позволяет сделать вывод о восприимчивости последнего к проведению специальных тренировок по триатлону.

Однако у юных спортсменов, находящихся на стадии роста организма, МПК не рекомендуется использовать в качестве фактора, определяющего их потенциал или спортивную одаренность. При этом максимальная мощность педалирования и максимальная аэробная скорость может служить альтернативой для прогнозирования общей результативности в триатлоне.

Учитывая ограниченные возможности применения абсолютного показателя времени в качестве критерия оценки результативности (специфических метеорологических условиях, колебания дистанций или траекторий, различия тактических положений и т.п.) предлагается использовать специальный «показатель результативности триатлона» (ПРТ) на основе отношения времени победителя к личному времени спортсмена, умноженного на 10,000, который может быть рассчитан для каждого этапа отдельно и для определения общей результативности. Данный показатель можно использовать для анализа результативности юных триатлонистов и выявления факторов, влияющих на результативность в процессе развития талантов [33].

4. ОСОБЕННОСТИ СОРЕВНОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ТРИАТЛОНЕ

Для достижения наиболее высокой результативности в данном виде спорта необходимо проведение специальных тренировок, разработка и реализация отдельных стратегий и тактик, определяющих уникальную деятельность спортсменов на каждом этапе гонки: плавании, велоэтапе, беге. При этом знание модельных показателей соревновательной деятельности (например, темпа гонки на каждом отдельном этапе) позволяет разрабатывать наиболее эффективные программы спортивной подготовки, основанные на индивидуальном планировании. Группа ученых из Бразилии, США, Греции и Швейцарии [35] выявили модельные характеристики времени прохождения гонки в олимпийском триатлоне для высококвалифицированных спортсменов мужского и женского пола. При этом установлено, что мужчины преодолевают все этапы быстрее женщин (плавательный этап: 19.7 ± 2.5 мин, 21.1 ± 2.3 мин; велоэтап: 61.5 ± 5.7 мин, 68.3 ± 6.1 мин; беговой этап: 35.7 ± 4.0 мин, 40.0 ± 4.1 мин; общее время: 117.7 ± 9.4 мин, 130.4 ± 9.7 мин, соответственно) (рисунок 1). Подобная тенденция отмечается также у пловцов на открытой воде, высококвалифицированных марафонцев и спортсменов-любителей и у триатлонистов, соревнующихся на дистанции Ironman.

Также авторами установлено [35], что мужчины и женщины преодолевали плавательный этап гонки быстрее в условиях разрешенного драфтинга (18.8 ± 1.4 мин, 20.6 ± 2.0 мин, соответственно) по сравнению с периодом, когда он был запрещен (19.1 ± 2.0 мин, 21.0 ± 2.0 мин), а в ходе велоэтапа триатлонисты, наоборот, показали худшее время прохождения дистанции при разрешенном драфтинге, чем без драфтинга (мужчины 60.3 ± 4.6 мин, 58.7 ± 5.2 мин; женщины: 67.5 ± 5.4 мин, 65.3 ± 5.4 мин, соответственно). На беговом этапе различия отсутствовали (рисунок 2).

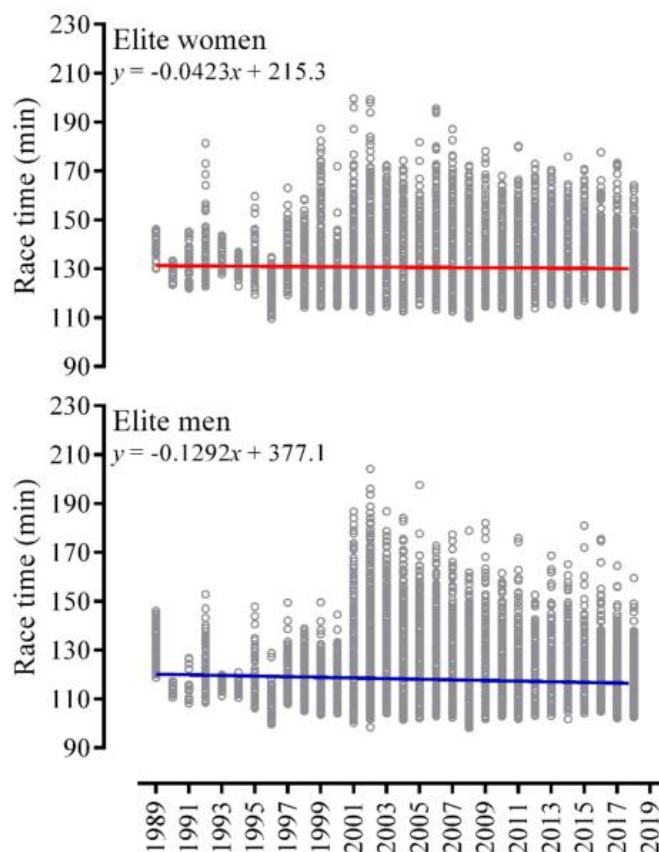


Рисунок 1 – Тенденции результативности общего времени гонки в триатлоне на олимпийской дистанции в период с 1989 г. по 2019 г. среди мужчин и женщин [35]

Основываясь на полученных данных, авторы утверждают, что беговой этап, в наибольшей степени влияет на общий результат гонки независимо от рейтинга или половой принадлежности спортсменов [35]. Действительно беговой этап является последним этапом триатлона и в наибольшей степени влияет на общую результативность гонки, при этом на него также оказывает большое влияние предшествующий ему велоэтап [24], [36].

Вместе с тем установлено, что результаты прохождения велоэтапа оказывают наименьшее влияние на общее время гонки как в мужском, так и в женском олимпийском триатлоне [21] [35], в отличие от триатлона на дистанции Ironman [37], [38]. Это объясняется разрешенным в олимпийском триатлоне драфтингом, позволяющим использовать сниженное аэродинамическое сопротивление при движении в велосипедном пелотоне,

сохраняя высокую скорость, и экономить энергию для выполнения следующего бегового этапа [21].

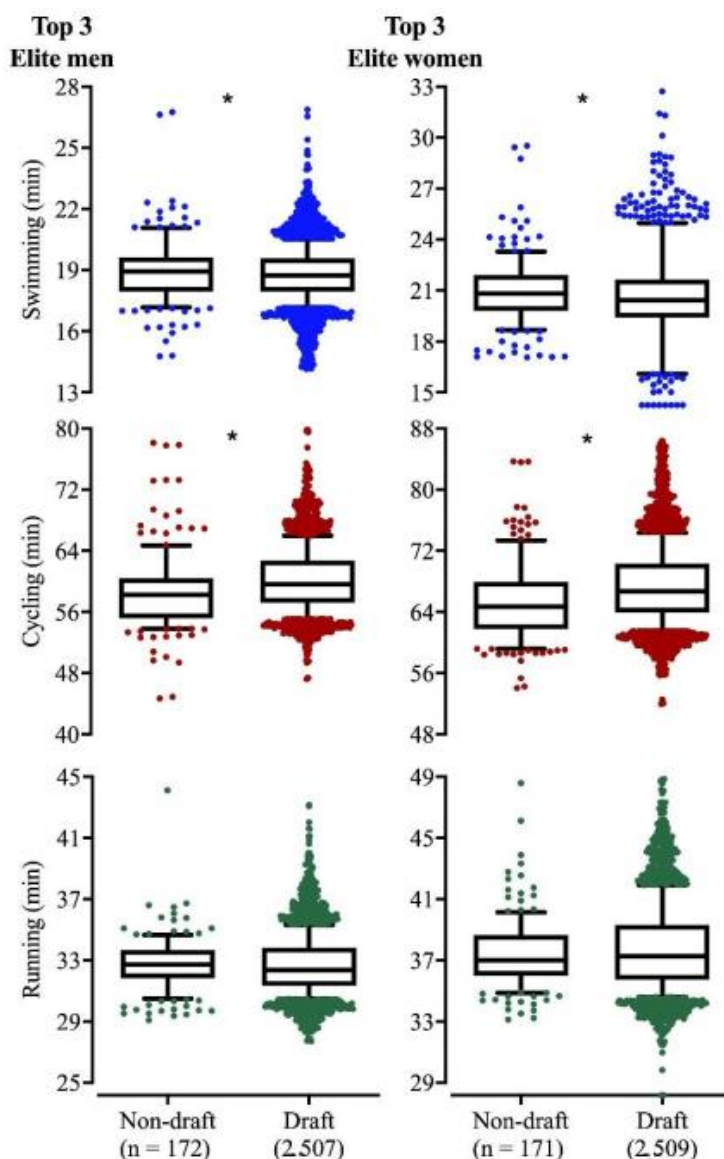


Figure 2. Average race times of each discipline (swim; cycle; run) of the top three finishers between draft (2000–2019) and nondraft periods (1989–1999). *: $p < 0.05$.

Рисунок 2 – Средние показатели времени гонки на каждом этапе (плавание, вело, бег) у лучших трех финалистов с учетом разрешенного (2000-2019 гг.) и запрещенного драфтинга (1989-1999 гг.) [35]

При этом авторами установлено, что беговой этап в наибольшей степени влияет на общий результат гонки в мужском олимпийском триатлоне, а женщинам, к тому же, необходимо быть очень быстрыми пловцами, чтобы побеждать. В этой связи Piacentini с соав. [21] указывают,

что финиширование на плавательном и на беговом этапе вблизи от первого спортсмена служит одним из главных факторов, определяющих достижение успеха в мужском триатлоне.

Выявленные авторами [35] модельные характеристики времени прохождения гонки в олимпийском триатлоне представляют собой наиболее практичные и важные ориентиры для спортсменов и тренеров в ходе регулярных тренировок для достижения на каждом этапе гонки высокой результативности. При этом следует учитывать, что велоэтап оказывает наименьшее влияние на общий результат как мужской, так и женской гонки в олимпийском триатлоне, в то время как плавательный этап оказывает большее влияние на общую результативность спортсменок женского пола и на результат бегового этапа у триатлонистов-мужчин.

В соревнованиях по триатлону определение результативности по позиции спортсменов на финише имеет ряд ограничений, связанных в первую очередь с учетом суммы результативности на всех трех этапах гонки.

Ученые из Испании [39] на основе разработанного «показатель результативности триатлона» (ПРТ) осуществили анализ соотношения результативности на каждом этапе гонки с общей результативностью высококвалифицированных триатлонистов, выступающих на спринтерской дистанции. «Показатель результативности триатлона» (ПРТ) позволяет оценивать результативность каждого спортсмена относительно результативности спортсмена, занявшего первое место в гонке ($\text{ПРТ} = (\text{время победителя/личное время}) \times 10000$)

Аторами выявлен высокий уровень достоверной взаимосвязи между результативностью велоэтапа спринтерской гонки и общей результативностью у триатлонистов как мужского, так и женского пола [40], [41], что указывает на необходимость повышать эффективность специальных тренировок в данной дисциплине. Также взаимосвязь установлена между результативностью бегового этапа и общей результативностью гонки, хотя она и не достигала самого высокого уровня, положение спортсменов во

время данного этапа определяет их положение на финише гонки, особенно у триатлонистов мужского пола, а также в гонках с разрешенным драфтингом. Кроме того, у триатлонистов обоего пола была выявлен средний уровень взаимосвязи между результативностью плавательного этапа и общей результативностью гонки, а также низкий уровень взаимосвязи времени переходов между этапами с общей результативностью. Предложенный анализ, основанный на применении «показатель результативности триатлона», позволяет тренерам осуществлять эффективный контроль сильных и слабых сторон подготовленности своих спортсменов и их соперников.

В другой работе [42] вопреки существующим данным о взаимосвязи низкой интенсивности нагрузки во время плавательного этапа и более высокой результативностью триатлонистов во время велосипедного и бегового этапов доказано, что преодоление плавательного этапа с большей скоростью (90% интенсивность нагрузки) позволяет достигать более высоких результатов финального времени гонки в триатлоне. При этом авторы указывают, что дальнейшее повышение интенсивности на плавательном этапе может приводить к снижению результата бегового этапа. Таким образом, оптимальная интенсивность при преодолении плавательного этапа квалифицированными триатлонистами должна составлять 80-90%.

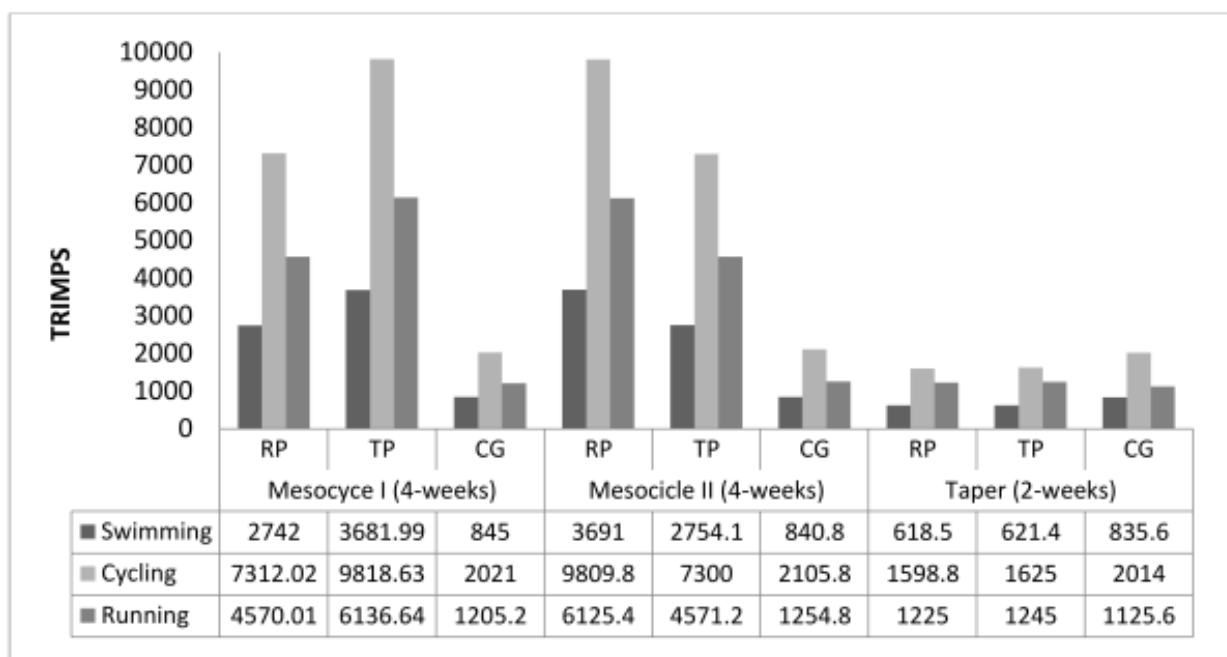
5. ТРЕНИРОВОЧНЫЙ ПРОЦЕСС

В теории и практике спортивной подготовки организация тренировочного процесса неразрывно связана с планированием, которое в зависимости от поставленных целей предусматривает различные варианты распределения объемов тренировочных нагрузок и их интенсивности в макроциклах, мезоциклах и микроциклах [43]. Одной из наиболее популярных схем планирования тренировочного процесса является традиционная «линейная» модель, основанная на применении

высокообъемных низкоинтенсивных тренировок в начале периода подготовки с дальнейшим постепенным увеличением интенсивности и уменьшением объема тренировочной нагрузки. Также в последнее время набирает популярность новая модель планирования, основанная на «обратном» распределении нагрузки, то есть, в начале применяются высокоинтенсивные низкообъемные тренировки (интервальные тренировки высокой интенсивности), а в последующих периодах происходит постепенное уменьшение интенсивности и увеличение объема или, при необходимости, интенсивность сохраняется на высоком уровне, а объем – увеличивается.

Считается, что модель «обратного» планирования является достаточно эффективной и позволяет добиться за более короткий период подготовки высокого уровня результативности спортсменов по сравнению с традиционной моделью [43], [44]. В одной из недавних работ проведен анализ эффективности обеих моделей планирования [45]. При этом авторы использовали следующее распределение нагрузки: 1 зона интенсивности (зона 1) соответствовала тренировке низкой интенсивности (65%-80% от максимальной ЧСС), 2 зона (зона 2) - анаэробной пороговой тренировка (80%-95% от максимальной ЧСС), 3 зона (зона 3) - тренировке высокой интенсивности (>95% от максимальной ЧСС). Таким образом модель «обратного» планирования включала 1 мезоцикл, в котором использовались тренировки высокой интенсивности в сочетании с низким объемом нагрузок во второй и третьей зонах интенсивности (продолжительность 4 недели), 2 мезоцикл – тренировки низкой интенсивности с большим объемом нагрузок в первой зоне интенсивности (4 недели), 3 мезоцикл – постепенного снижения нагрузок (сочетание нагрузок в первой, второй и третьей зонах интенсивности) (2 недели). В свою очередь, традиционная модель планирования включала: 1 мезоцикл – тренировки низкой интенсивности с большим объемом нагрузок в первой зоне интенсивности (4 недели), 2 мезоцикл – тренировки высокой интенсивности с низким объемом нагрузок во

второй и третьей зонах (4 недели), 3 мезоцикл – постепенного снижения нагрузок (первая, вторая и третья зоны) (2 недели). При этом для каждой дисциплины триатлона (плавание, велоспорт и бег) были запланированы по одной тренировке два раза в неделю. Тренировочная нагрузка определялась посредством показателя тренировочного импульса (TRIMP), рассчитанного на основе ЧСС и объема тренировок (рисунок 3).



TRIMP - тренировочный импульс; Mesocycle – мезоцикл; Taper – снижение нагрузок (сужение); Week – неделя; Swimming – плавание; Cycling – велогонка; Running – бег.

Рисунок 3 – Показатели нагрузки в группах триатлонистов при обратной модели планирования (RP), традиционной линейной модели (TP), и контрольной группы (CG) в течение трех мезоциклов 10-недельного макроцикла тренировок [45]

Установлено, что «обратная» и традиционная модели планирования, основанные применении нагрузок высокой интенсивности в сочетании с низким объемом являются эффективными средствами повышения показателей биомеханики, уровня физической подготовленности, результативности в беге на дистанции 2 км, а также повышения техники, аэробного и анаэробного компонента плавания. При этом модель обратного

планирования в большей степени обеспечивает повышение скоростно-силовых качеств по сравнению с традиционной. Авторы подчеркивают, что именно интенсивность, а не объем нагрузки является одним из важных ключевых факторов подготовки в видах спорта на выносливость.

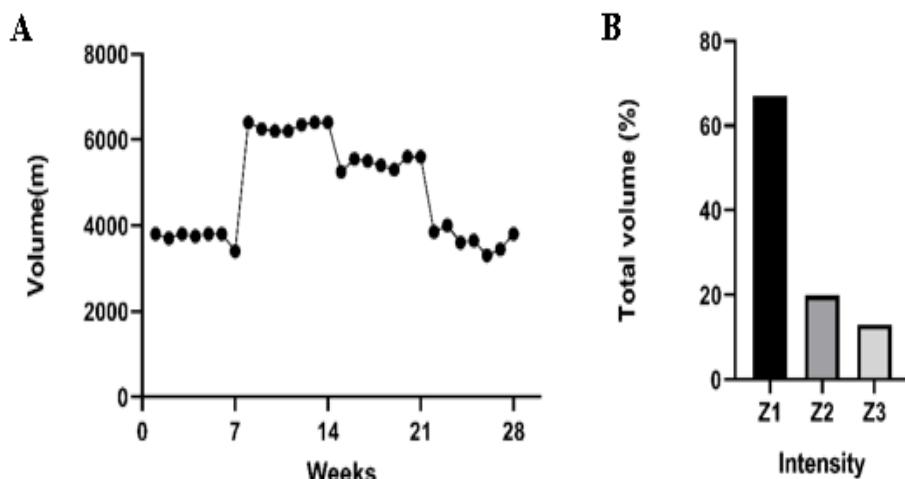
Общепринятым является распределение интенсивности тренировок между тремя зонами: зона 1 – ниже первого вентиляционного порога ($<VP1$); зона 2 – между первым и вторым вентиляционными порогами ($VP1$ - $VP2$); зона 3 – выше второго вентиляционного порога ($>VP2$). Поляризованные тренировки, основанные на распределении интенсивности между крайними (полярными) зонами, предполагают планирование большого объема времени работы или дистанции в первой и третьей зонах, а небольшого объема – во второй зоне интенсивности нагрузки (например, 80% времени тренировки работа проводится в зоне 1, 1,5% – в зоне 2 и 15% – в зоне 3). В то же время пирамидальное распределение интенсивности тренировок подразумевает использовать больше тренировочного времени в зоне 2 (15-20%) и меньше – в зоне 3 по сравнению с поляризованным [46].

В работе испанских исследователей [25] предпринята попытка выявления взаимосвязи между распределением интенсивности тренировочных нагрузок и результативностью у триатлонистов, специализирующихся на дистанции Half-Ironman. При этом были проанализированы две разные модели распределения продолжительности нагрузки в 1, 2 и 3 зонах интенсивности во время тренировок: «поляризационную» – 84,4%, 4,3%, 11,3% и «пирамидальную» – 77,9%, 18,8%, 3,3%.

Авторами установлено, что обе модели распределения нагрузки оказывали значимое положительное влияние на результативность спортсменов во всех трех дисциплинах триатлона. При этом если спортсмены тренировались больше времени в зоне 2 при поляризационной модели – это позволяло им дополнительно повысить результативность во время плавательного и велосипедного этапов, а если больше времени на

уровне интенсивности между первым и вторым вентиляционными порогами при пирамидальной модели – становились наиболее результативными во время бегового этапа, а также во всей гонке Half-Ironman. В этой связи авторы указывают, что, несмотря на преобладающий объема нагрузок низкой интенсивности тренировки, работа средней интенсивности также имеет очень важное значение в видах триатлона на длинные дистанции, поэтому тренеры не должны исключать из своих планов тренировки, проводимые в зоне 2.

В другой работе [47] была разработана индивидуализированная программа плавательной подготовки в триатлоне, состоящая из 4 блоков и рассчитанная на 7 недель, всего 56 тренировок (рисунок 4). Первый блок включал в течение 7 начальных недель две тренировки в неделю: одна – аэробной направленности с коррекцией техники, на основе видеосъемки и биомеханического анализа, а также констатирующее тестирование уровня подготовленности спортсмена и его аэробных возможностей; вторая (с интервалом в 48 часов) – анаэробная, интенсивность нагрузки в первой и второй зонах, без дополнительного оборудования. Вторым блоком (с 7 по 14 неделю), также предусматривающий две тренировки в неделю, сопровождался увеличением объема плавания: одна тренировка – анаэробно-алактационной интенсивности в первой зоне; вторая – работа над технической плавания во второй зоне интенсивности. Третьим блоком (с 15-21 неделю) уменьшение объема и интенсивности силовых тренировок, работа на уровне толерантности к лактату: первая тренировка – смешанная работа в первой, второй и третьей зонах; вторая тренировка – работа на уровне толерантности к лактату с дополнительными средствами сопротивления (плавательный костюм, плавание на привязи, парашют). Четвертым блоком (с 22 по 28 неделю) заключительная (предсоревновательная) фаза снижения объема и умеренная интенсивность тренировок: первая тренировка – переходная работа в первой и второй зонах, плюс биомеханический анализ оценка подготовленности; вторая – работа в соревновательном темпе с контролем показателей скорости и силы на временных отрезках.



Volume (m) – объём; Total volume - общий объём; Intensity – интенсивность; Weeks – количество недель; Race – дистанция; Z1 – первая зона интенсивности (легкая); Z2 – вторая зона интенсивности (умеренная); Z3 – третья зона интенсивности (сильная).
Рисунок 4 – Показатели объема и интенсивности индивидуализированной программы плавательной подготовки в триатлоне [47]

Таким образом, общий объем нагрузки составил 134,90 км, из которых 90,383 км – в первой (легкой) зоне интенсивности (67%), 26,98 км во второй (умеренной) зоне интенсивности (20%) и 17,54 км в третьей зоне (сильных) интенсивности. Анализ полученных авторами данных позволяет предположить, что разработанная индивидуализированная программа плавательной подготовки в триатлоне представляет собой эффективный инструмент подготовки спортсменов к успешному выступлению на соревнованиях по триатлону. При этом указывается, что использованный в данной программе подготовки принцип планирования на основе преимущественного применения нагрузок низкой интенсивности в сочетании биомеханическим анализом техники плавания может применяться как у начинающих, так и у высококвалифицированных спортсменов в триатлоне.

Особенность тренировочного процесса в триатлоне заключается в необходимости проведения тренировок в трех разных спортивных дисциплинах одновременно, которая требует тщательной организации и продуманного планирования. В работе ученых из Австралии, Испании и

Чили [48] представлены результаты анализа факторов оказывающих основное влияние на тренировочный процесс и предсоревновательную готовность высококвалифицированных триатлонистов. Авторы утверждают, что систематичность и непрерывность тренировочного процесса является важнейшим фактором подготовки к соревнованиям, а изменение его длительности и содержания по причине заболеваний или травм может существенно снизить результативность спортсменов. При этом активное взаимодействие медицинских работников и тренера является одним из ключевых факторов результативности. Также на передний план выходит проблема ознакомления спортсменов и тренеров с наиболее эффективными методами контроля и профилактики заболеваний и травм (таблица 5).

Не смотря на то, что традиционная периодизация, предусматривающая делением тренировочного сезона на подготовительный, соревновательный и переходный периоды, является эффективной стратегией в триатлоне на длинные дистанции (Ironman) с двумя-тремя главными гонками в течение сезона, ее главным ограничением является неспособность обеспечить многократные пики высокого уровня работоспособности при более частом проведении соревнований на протяжении сезона, например в триатлоне на олимпийскую дистанцию.

С этих позиций, авторы считают наиболее эффективной альтернативой традиционному подходу гибкую стратегию блоковой периодизации, основанной на применении высокоспециализированных блоков, направленных на накопление, изменение и реализацию основных адаптационных характеристик высококвалифицированных триатлонистов, которая позволяет обеспечить достижение многократных пиков спортивной формы и результативности в течение соревновательного сезона. Также заслуживает интереса недавно разработанная концепция интегрированной периодизации, которая предусматривает координацию множества тренировочных компонентов для достижения наибольшего эффекта во время реализации каждой фазы тренировочной программы спортсмена [49].

Таблица 5 - Общие рекомендации по профилактике заболеваний в спорте [48]

Стратегии поведения, образа жизни и медицинской помощи	
Спортсменам рекомендуется:	• Минимизировать контакты с инфицированными людьми, маленькими детьми и животными; • Избегать нахождения в толпе и минимизировать контакты с людьми кроме членов команды / вспомогательного персонала; • Держаться на расстоянии от кашляющих, чихающих или страдающих насморком людей; • Регулярно и тщательно мыть руки с мылом, особенно перед едой; • Носить с собой средство от насекомых, антимикробную пену/крем или гель для мытья рук на спиртовой основе; • Не делиться с другими людьми бутылками с питьем, стаканами, столовыми приборами, полотенцами и т.п.; • Выбирать напитки в запечатанных бутылках и избегать сырых овощей и недоваренного / недожаренного мяса; • Носить открытую обувь в общественных душах и бассейнах; • Использовать стратегии обеспечения качественного сна ночью и короткого сна днем.
Вспомогательному персоналу рекомендуется:	• Разрабатывать, внедрять и осуществлять мониторинг мер профилактики заболеваний среди спортсменов и вспомогательного персонала, проводить скрининг воспалений дыхательных путей (напр., астмы, аллергии); • Выявлять спортсменов и членов персонала с повышенным риском заболеваемости и принимать соответствующие меры предосторожности во время тренировок / соревнований; • Позаботиться о размещении спортсменов и персонала в одноместных номерах во время соревнований; • Следить за своевременной вакцинацией спортсменов и персонала при соблюдении требований, действующих внутри страны и при проведении международных соревнований.
Регулирование тренировочных и соревновательных нагрузок	
Неправильное регулирование нагрузки с последующей недостаточной адаптацией может послужит фактором риска возникновения острых заболеваний и перетренированности. Изменения нагрузки должны носить индивидуальный характер и постепенно увеличиваться на небольшую величину <10%. Общие рекомендации:	• Разработать подробный план тренировок / соревнований, включая стратегии постнагрузочного восстановления; • Проводить мониторинг тренировочной нагрузки при измерении внешней и внутренней нагрузки; • Использовать стратегии правильного питания, гидратации, сна, отдыха и эмоциональной поддержки.

Продолжение таблицы 5

Регулирование психологической нагрузки	
Психологическая нагрузка (стресс-факторы), связанные с негативными жизненными ситуациями и повседневными заботами, могут увеличивать риск заболеваемости у спортсменов. В фокусе внимания клинических практических рекомендаций находится ослабление стресса и обучение спортсменов, тренеров и вспомогательного персонала профилактическим способам регулирования стресса:	• Разработка стратегий ослабления стресса, призванных помочь спортсменам справляться с негативными жизненными событиями, мыслями, эмоциями и психологическими состояниями; • Обучение методам регулирования стресса, формирования уверенности в своих силах и постановки целей; • Сокращение тренировочной / соревновательной нагрузки после негативных жизненных событий с целью снижения риска заболеваемости; • Проведение периодических оценок уровня стресса.
Измерения и мониторинг ранних признаков и симптомов заболеваний и состояний перенапряжения и перетренированности	
Для спортсменов характерна тенденция продолжать тренировки и участвовать в соревнованиях, несмотря на физические жалобы или функциональные ограничения. Поэтому по отношению к ним следует соблюдать следующие рекомендации:	• Необходимо внедрить систему непрерывного контроля заболеваемости и травматизма; • Следует проводить мониторинг субклинических признаков заболеваний у спортсменов, включая неспецифические симптомы; • Необходимо проведение мониторинга ранних признаков и симптомов перенапряжения и перетренированности.

В работе также отмечается преобладание тренировочных нагрузок от низкой до средней интенсивности ниже порога лактата, при этом основная часть оставшегося времени приходится на тренировки высокой интенсивности с максимальными или сверхмаксимальными нагрузками. Такое поляризованное распределение интенсивности тренировок считается оптимальным средством максимизации адаптации при допустимых уровнях физиологического стресса.

Также установлено, что большинство высококвалифицированных триатлонистов в настоящее время применяют комбинации продолжительных аэробных тренировок по плаванию, вело- и беговых тренировок с

определенными формами силовой подготовки [50].

Авторы отмечают важность регулярного контроля нагрузки триатлонистов. Внешняя нагрузка, служит объективной мерой измерения работы, совершаемой спортсменом во время тренировки или соревнования (например, время тренировки, преодолеваемая дистанция, произведенная выходная мощность). Внутренняя нагрузка оценивает биологический и психологический стресс, которому спортсмен подвергается во время тренировки, и характеризует нарушения гомеостаза физиологических и метаболических процессов во время тренировки (например, ЧСС (физиологический объективный параметр); оценка индивидуального восприятия нагрузки (ОИВН) или оценки с применением перечней социально-психологических стрессоров (психологические субъективные параметры). При этом тренировочные нагрузки высококвалифицированных триатлонистов в среднем достигают 16 тренировок в неделю, при этом для отдыха отводится только 21 день в течении 50-недельного олимпийского сезона. Поэтому спортсменам необходимо регулярно (а в идеале ежедневно) проводить субъективную оценку своего самочувствия наряду с применением других методов мониторинга [51], [52].

Также представлены новые тенденции в триатлоне, определяющие эффективность тренировочной деятельности и результативность спортсменов во время соревнований (таблица 6).

Таблица 6 – Вновь возникающие концепции проведения тренировок в требующих выносливости видах спорта и в частности в триатлоне, направленные на минимизацию утомления, заболеваний и травм [48]

Факторы	Традиционные взгляды	Новые тенденции
Психологические	• Фокус внимания на острых проявлениях • Дисциплина выступает в роли клинического фактора • Минимальная информированность спортсмена • Психическое здоровье не является приоритетом	• Интегрированные модели • Психологический тренинг • Психическое здоровье как одно из приоритетных направлений

Продолжение таблицы 6

Факторы	Традиционные взгляды	Новые тенденции
Тренировки	• Чем больше, тем лучше • Рудиментарный мониторинг тренировок	• Подготовка в зависимости от формата соревнований • Нелинейный характер нагрузок • Тщательный мониторинг тренировок • Интегрированная модель периодизации
Питание	• Важность потребления макро- и микроэлементов • Триада женщины спортсменки (низкая энергия, нарушение менструального цикла и низкая минеральная плотность костей)	• Время питания в зависимости от тренировок и соревнований (т.е., периодизация питания спортсменов) • Относительный дефицит энергии (ОДЭ) • Новые формулы напитков и их потребление в зависимости от специфики соревнований
Клинические/медицинские	• Централизованная система здравоохранения • Фокус внимания на лечении • Бумажная регистрационная и отчетная документация	• Ориентированная на спортсмена система здравоохранения • Фокус внимания на профилактике • Персонифицированная медицина • Цифровые данные
Факторы образа жизни, включая гигиену, поездки, сон	• Фокус внимания на соревнованиях • Фокус внимания на нагрузках • Фокус внимания на устранении последствий • Командная ответственность	• Фокус внимания на предотвращении или профилактике • Личная ответственность • Фокус внимания на регулировании поездок • Фокус внимания на регулировании сна • Более детализированные графики работы и отдыха
Координация	• Разработка общей политики • Заявления о позиции • Рекомендации	• Перевод деятельности в практическую сферу • Практическое внедрение разработок и рекомендаций
Научные исследования	• Ограниченные исследования по триатлону в целом • Специфические исследования отдельных дисциплин • Главная роль ученых в разработке планов и руководстве проведением исследований	• Специфические исследования триатлона в целом • Мультидисциплинарные команды • Большее вовлечение спортсменов и тренеров в процессы планирования и проведения исследований • Улучшение технологической базы • Более тщательные и сложные анализы данных

При этом указывается, что ранее психологическая работа со спортсменами осуществлялась на индивидуальном уровне (в частной обстановке) и редко на уровне команды или широкой общественности. В настоящее время спортсмены более активно участвуют в психологических тренингах, более уверенно и откровенно затрагивают проблемы психического здоровья [53]. При этом все еще существуют спортсмены и тренеры, которые придерживаются философии «чем больше, тем лучше». При этом независимо от дистанции гонки увеличение тренировочной нагрузки должно осуществляться на основе принципа периодизации, а не носить линейный характер. Также отмечается важность режима потребления питательных веществ с учетом тренировок и соревнований. Рекомендуется применение новых стратегий, например «Тренируйся высоко, спи низко, тренируйся низко», которая предусматривает последовательную периодизацию потребления углеводов и восстановление низкого гликогена после истощающих его запасы интервальных высотных тренировок («тренируйся высоко»), за которыми следует ночное голодание и проведение на следующее утро низкоинтенсивных тренировок («тренируйся низко»).

По мнению авторов медицинское сопровождение должно быть направлено не на лечение, а на профилактику заболеваний и травм и на персонализированной медицине, применяющей полный арсенал цифровых и высокотехнологичных решений и систем. При этом спортсмены должны нести больше ответственности за тренировки, восстановление, сон, питание и другие факторы. В последнее время регулирование и гигиена сна, определяющие здоровье и работоспособность спортсменов, стратегии управления стрессом, связанным с поездками, перелетами и нарушением суточных биоритмов у триатлонистов, становится одним из главных направлений в системе спортивной подготовки спортсменов. Также необходимо развивать подходы, в основе которых лежат тренировки, направленные на акклиматизацию к условиям повышенной температуры воздуха, а также высотные тренировки.

В исследовании ученых из США [54] предложена математическую модель оптимального распределения тренировочной нагрузки, позволяющего добиться наиболее эффективного соотношения между тренировками и результативностью соревновательной деятельности с учетом трех спортивными дисциплинам триатлона.

Суть предлагаемой авторами модели оптимизация тренировочных нагрузок с применением частных производных - множителя Лагранжа, заключается в применении функции $f(x, y, z)$, которая подвергается ограничению $g(x, y, z) = k^2$, градиент которого $\nabla g \neq 0$. В этом случае x , y и z представляют собой показатели времени в минутах, которые должны быть распределены между плавательным, велосипедным и беговым этапами триатлона. Ограничением данной функции служит функция имеющегося в распоряжении времени, которая может быть определена путем рассмотрения действующих на спортсменов нагрузок в зависимости от запланированного уровня их интенсивности (тренировочных зон). Равным образом, поиск оптимального распределения времени на тренировки в каждой дисциплине может осуществляться с применением множителей Лагранжа и на основе теории оптимального управления, то есть нахождение оптимальной траектории для управляющей переменной, выбираемой по усмотрению тренера с целью использования данной переменной для максимизации определенной объективной функции. В этом случае управляющая переменная U – это нагрузка, которая должна быть распределена между множеством различных видов деятельности, а переменная Y - результативности спортсмена.

При этом авторы представили результативность как математическую функцию, основными элементами которой являются тренировки, психическое состояние, восстановление и питание (Результативность = f (тренировки, психическое состояние, восстановление, питание))

Авторами установлено отсутствие линейной зависимости между тренировочной нагрузкой (объемом и интенсивностью) и результативностью.

При этом кривая результативности как функции тренировочной нагрузки (рисунок 5) первоначально демонстрирует линейный характер зависимости (фазы 1 и 2), но при достижении определенного объема тренировочного стимула, ее наклон изменяется, и наблюдаются более низкие темпы ее роста вплоть до достижения максимальной точки – точки оптимума (в конце фазы 2). Если применяемая нагрузка превышает оптимальную нагрузку, то результативность падает (фазы 3 и 4) и возрастает риск получения травм.

Авторы указывают на фундаментальное значение эффективного контроля внутренней и внешней нагрузки в процессе регулирования результативности: «Вы не можете осуществлять регулирование того, что вы не контролируете». Под внешней нагрузкой традиционно подразумевается планируемая тренером нагрузка на основе его представления о том, какие специфические усилия должны прилагаться спортсменом во время тренировки. Внутренняя нагрузка определяется восприятием спортсмена интенсивности своих усилий и реакции его организма на тренировочный стимул. Авторы предлагают простой способ измерения тренировочной нагрузки: произведение показателя ОИВН (индекса Борга) на время физической активности в минутах. При этом предлагается использовать адаптированную шкалу Борга (таблица 7).

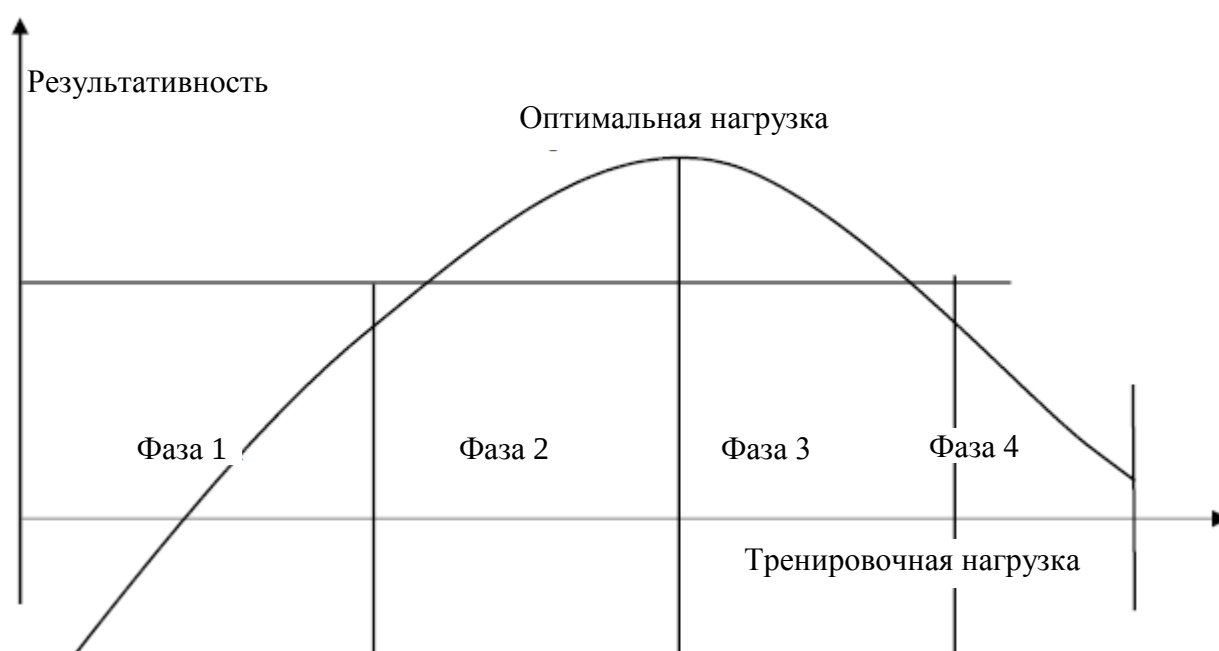


Рисунок 5 - График результативности тренировочной нагрузки [54]

Таблица 7 - Адаптированная Шкала Борга [54]

Модифицированная шкала Борга	Предлагаемая шкала	Нагрузка
0	0	Никакая
1	10	Минимальная
2	20	Низкая
3	30	Средняя
4	40	Менее напряженная
5	50	Напряженная
6	60	Более напряженная
7	70	Тяжелая
8	80	Крайне тяжелая
9	90	Максимальная
10	100	Утомление

В работе указывается, что в триатлоне при участия спортсменов в множестве соревнований кривая утомления обычно пересекается с кривой результативности перед достижением точки оптимума (рисунок 6). В этом случае целесообразно ограничить тренировочную нагрузку во избежание перенапряжения, перетренированности и даже получения травмы. При этом площадь между кривыми утомления и результативности может определять возможные области распределения тренировочной нагрузки

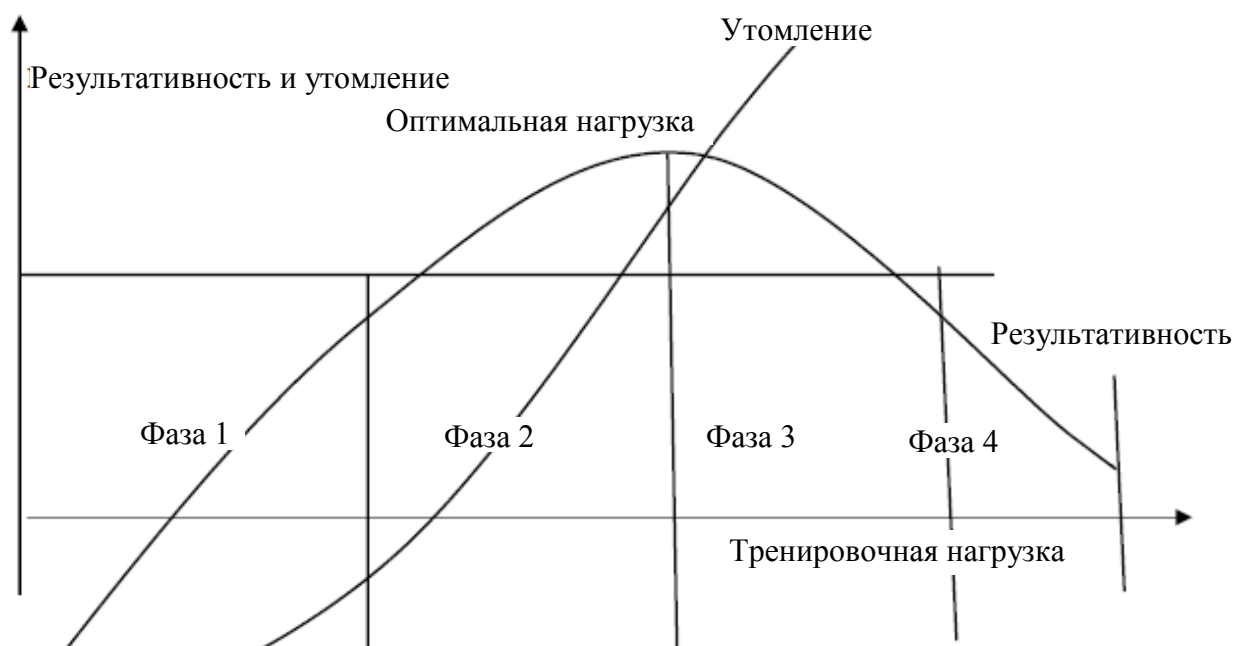


Рисунок 6 – Графики утомления и результативности в триатлоне [54]

Предложенную авторами модель оптимального распределения тренировочной нагрузки учитывает все три дисциплины триатлона и позволяет определить оптимальный объем тренировок в каждой дисциплине.

Тренировочная нагрузка представляет собой дозу или стимул, создаваемый в ходе тренировочного воздействия на спортсмена. Для тренера определяющее значение имеет внешняя нагрузка, которую он планирует спортсмену. Внешнюю нагрузку характеризуют ее тип, объем, интенсивность и восстановление. При этом Тип физической нагрузки в триатлоне обуславливается определенным видом двигательных действий (плавание, педалирование или бег). Силовые физические нагрузки также принимаются в расчет при количественном определении общей тренировочной нагрузки. Объем является количественной мерой нагрузки и обычно измеряется расстоянием, временем или повторениями упражнений. При этом существуют различия между объемом и продолжительностью нагрузки, которая характеризует общее время тренировки, включая паузы между тренировочными стимулами (восстановление). В то время как объем указывает на «чистое время нагрузки». С другой стороны интенсивность представляет собой качественный аспект нагрузки, который оценивается с применением внутренних показателей (ЧСС, оценка индивидуального (субъективного) восприятия нагрузки (RPE)) и внешних переменных (частота, скорость или мощность). Учитывая вышеизложенное интересно исследование испанских ученых, в котором предложена модель оценки объективных эквивалентов нагрузки в триатлоне (ЕСО модель) (рисунок 7) [55]. При расчете тренировочной нагрузки время работы в каждой зоне интенсивности в минутах умножается на коэффициент интенсивности (КИ) и коэффициент типа нагрузки (КТН), рассчитанный для данного способа перемещения. Сумма физических нагрузок во всех зонах интенсивности составляет общую тренировочную нагрузку.

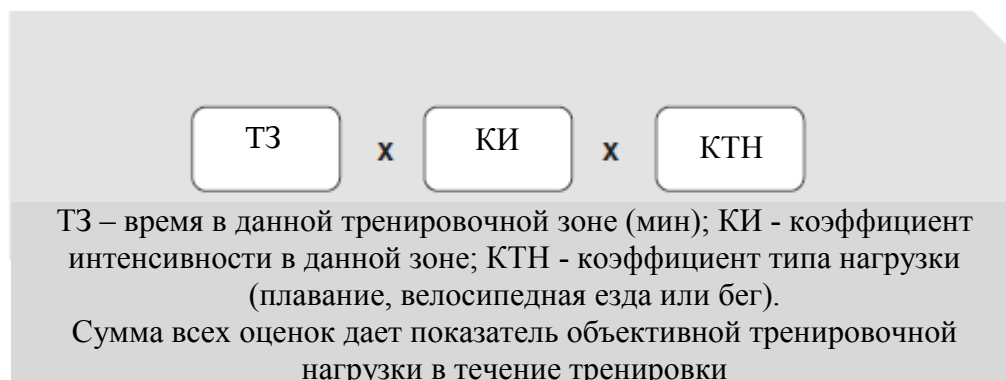


Рисунок 7 - Общая схема модели объективных эквивалентов нагрузки (ЕСО модели) [55]

В ЕСО модели применяется 10 тренировочных зон и соответствующих им коэффициентов интенсивности (КИ) физической нагрузки (таблице 8). Данные коэффициенты были получены как на длинных, так и на коротких дистанциях на основе типичных физических нагрузок для спортсменов данного уровня результативности. Показатели КИ могут изменяться (в диапазоне значений между двумя соседними зонами) в верхнюю или нижнюю сторону (например, в зоне 5 КИ может составлять от 5 до 8).

Таблица 8 – ЕСО модель: зоны и их КИ [55]

Тренировочная зона	Коэффициентов интенсивности (КИ)
1	1
2	2
3	3
4	4
5	6
6	9
7	15
8	50
9	150
10	300

В таблицах 9, 10 показаны данные, применяемые для определения зон интенсивности физической нагрузки.

Таблица 9 – Применяемые в ЕСО модели зоны интенсивности, определяемые

на основе ЧСС ($HRZ = ЧСС3$) [55]

Зона	Диапазон ЧСС
1	$(HRZ2 \times 0.85) - (HRZ2 - 3)$
2	$(HRZ2 - 2) - (HRZ2 + 2)$
3	$(HRZ2 + 3) - (HRZ4 - 3)$
4	$(HRZ4 - 2) - (HRZ4 + 2)$
5	$(HRZ4 + 3) - (HRZ6 - 3)$
6	$(HRZ6 - 2) - (a \text{ or } b)$
7–10	Нет необходимости использовать ЧСС

Примечания

1 а - Если спортсмен демонстрирует максимальную теоретическую ЧСС на протяжении ЧСС36 (HRZ6), рассчитанную по формуле $207 - (0,7 \times \text{возраст})$, то ее следует указать как верхний предел.

2 б - Если спортсмен показывает в течение последнего года реальную максимальную ЧСС, которая превышает ЧСС36 (HRZ6), представленную в данной оценке, то ее следует указать как верхний предел.

Таблица 10 – Применяемые в ЕСО модели зоны интенсивности, определяемые на основе темпа скорости и мощности [55]

Зона	Диапазон скорости бега или плавания	Диапазон мощности педалирования (Вт)	Зоны плавания (темп на 100 м)
1	$(SZ2 \times 0,85) - (SZ2 \times 0,97)$	$(PZ2 \times 0,85) - (PZ2 \times 0,97)$	$(PaZ2 \times 1,15) - (PaZ2 \times 1,03)$
2	$(SZ2 \times 0,98) - (SZ2 \times 1,02)$	$(PZ2 \times 0,98) - (PZ2 \times 1,02)$	$(PaZ2 \times 1,02) - (PaZ2 \times 0,98)$
3	$(SZ2 \times 1,03) - (SZ4 \times 0,97)$	$(PZ2 \times 1,03) - (PZ4 \times 0,97)$	$(PaZ2 \times 0,97) - (PaZ4 \times 1,03)$
4	$(SZ4 \times 0,98) - (SZ4 \times 1,02)$	$(PZ4 \times 0,98) - (PZ4 \times 1,02)$	$(PaZ4 \times 1,02) - (PaZ4 \times 0,98)$
5	$(SZ4 \text{ Ч } 1,03) - (SZ6 \times 0,97)$	$(PZ4 \times 1,03) - (PZ6 \times 0,97)$	$(PaZ4 \times 0,97) - (PaZ6 \times 1,03)$
6	$(SZ6 \times 0,98) - (SZ6 \times 1,02)$	$(PZ6 \times 0,98) - (PZ6 \times 1,02)$	$(PaZ6 \times 1,02) - (PaZ6 \times 0,98)$
7	$(SZ6 \times 1,03) - (SZ6 \times 1,10)$ или 10 to 50% PAC. То есть, $((10\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ до $((50\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ или 80–85% лучшего личного результата в повторениях	$PZ6 \times 1,03) - (PZ6 \times 1,10)$ 10 до 50% PAM. То есть, $(10\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ до $((50\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ или 80–85% лучшего личного результата 1-мин нормализованной мощности	$(PaZ6 \times 0,97) - (PaZ6 \times 0,90)$

Продолжение таблицы 10

Зона	Диапазон скорости бега или плавания	Диапазон мощности педалирования (Вт)	Зоны плавания (темп на 100 м)
8	$(SZ6 \times 1,11) - (SZ6 \times 1,20)$ or 51 to 73% PAC То есть, $((51\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ до $((73\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ или 86–100% лучшего личного результата в повторениях	$(PZ6 \times 1,11) - (PZ6 \times 1,20)$ 51 до 73% PAM. То есть, $(51\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ до $((73\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ или 86–100% лучшего личного результата 1-мин нормализованной мощности	$(PaZ6 \times 0,89) - (PaZ6 \times 0,80)$
9	95–97% максимальной скорости 74 до 85% PAC. То есть, $((74\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ до $((85\% * (SZ10 - Z6)) + SZ6)$ или 95–97% лучшего личного результата в повторениях	74 до 85% PAM. То есть, $((74\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ до $((85\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ или 95–97% лучшего личного результата 5-сек нормализованной мощности	Используются те же процедуры, что и для скорости (1 колонка) с учетом лучшего личного результата в повторениях на данной дистанции (95–97%) или восприятие субмаксимальной нагрузки
10	98–100% максимальной скорости 90 до 100% PAC. То есть, $((90\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ до $((100\% * (SZ10 - SZ6)) + SZ6)$ или 98–100% лучшего личного результата в повторениях	90–100% PAM. То есть, $((90\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ до $((100\% * (PZ10 - PZ6)) + PZ6)$ или 98–100% лучшего личного результата 5-сек нормализованной мощности	Используются те же процедуры, что и для скорости (1 колонка) с учетом лучшего личного результата в повторениях на данной дистанции (98–100%) или восприятие субмаксимальной нагрузки

Примечание - Для плавания время на дистанции 100 м указывается в секундах. При обозначении зон на основе темпа применяется аббревиатура PaZ2 для “pace zone 2” («зона темпа 2»), PaZ4 для “pace zone 4” («зона темпа 4») и PaZ6 для “pace zone 6” («зона темпа 6»). Например, “104” относится к темпу плавания в течение 1 мин при 44 с на каждых 100 м. Зоны 9 и 10 отличаются высокой вариабельностью в зависимости от специализации спортсмена, как уже объяснялось ранее. Именно поэтому предоставляется возможность выбора соответствующих процентных показателей.

Для получения общей оценки ЕСО коэффициент типа нагрузки (КТН) для бега составляет 1, для плавания данный коэффициент – 0,75, для велогонки – 0,5.

ЕСО модель также позволяет учитывать сокращение или увеличение физической нагрузки. При этом осуществляется «вычитание процента

нагрузки» (ВПН) – определяется доля времени (%), затрачиваемого на паузы во время заданного типа нагрузки, по отношению к ее общей продолжительности, далее осуществляется оценка ЕСО полной нагрузки без пауз путем вычитания ВПН из общей оценки ЕСО. Определение ВПН применяется в зонах 1, 2 и 3. Поскольку для каждой зоны интенсивности характерно определенное соотношение между временем работы и временем пауз для восстановления, устанавливается показатель стандартной плотности тренировки (СП) в качестве одного из критериев количественной оценки тренировочной нагрузки в каждой зоне. Плотность определяется в основном в зонах интенсивности 4–8. При этом учитывается доля соотношения между временем повторений и временем пауз (плотности тренировки) при высокоинтенсивных физических нагрузках по отношению к стандартной плотности (СП). Это позволяет изменять показатель оценки ЕСО путем увеличения нагрузки (УН) выше СП до достижения определенного лимита увеличения нагрузки (ЛУН). Авторами приводятся показатели СП и экстремальной плотности (ЭП) в каждой зоне, а также формулы расчета УН. при этом ЭП устанавливает предел (УН) (таблице 11)

Таблица 11 – Стандартная плотность (СП), экстремальная плотность (ЭП) и уравнение для расчета увеличения нагрузки в каждой зоне интенсивности нагрузки [55]

Зона	Стандартная плотность (СП) Σ времени работы/ Σ времени пауз	Экстремальная плотность (ЭП) Σ времени работы/ Σ времени пауз	Уравнение для расчета увеличения нагрузки (УН)
8	0.30	1.2	$89,914(D) - 27,562$
7	0.46	1.4	$51.027\ln(D) + 45.471$
6	1.38	3.5	$37.085\ln(D) - 6.2192$
5	2.48	5.5	$40.257\ln(D) - 35,627$
4	5.71	13	$29.304\ln(D) - 50.791$

В ЕСО модель также включены: показатель продолжительности нагрузки относительно стандартного лимита времени (СЛВ) работы в данной

зоне интенсивности (таблица 12); переходы ко второму этапу во время гонки (таблица 13); педалирование на велотренажере, на которую затрачивается на 20% меньше времени по сравнению с аналогичной тренировкой на открытом воздухе; отсутствие/наличие драфтинга (таблица 14). Все это также позволяет корректировать оценку ЕСО используя соответствующий показатель увеличения нагрузки (УН).

Необходимо учитывать также прогрессивные нагрузки, при которых выполнение интенсивного усилия после восстановления отличается от его выполнения во время продолжительной физической нагрузки. Поэтому увеличение нагрузки в каждой зоне интенсивности кроме зоны 1 составляет 20%.

Таблица 12 - Стандартные лимиты времени (СЛВ) для разных зон интенсивности и уравнение расчета (УН) [55]

Зона №	Стандартные лимиты времени (СЛВ) (мин)	Уравнение увеличения нагрузки (УН)
1	900	As from 50% of STL, 10% is applied
2	360	
3	150	
4	60	$25 \times RT/STL$
5	33	$35 \times RT/STL$
6	6	$40 \times RT/STL$
7	4	$60 \times RT/STL$
8	1.9	$75 \times RT/STL$

Примечания

1 Для зон 1-3 УН = Начиная от 50% СЛВ, применяется 10%.

2 В таблицу не включены СЛВ для зон 9 и 10, хотя известно, что в зоне 10 он составляет около 4-6 сек

3 RT/STL - Время повторений / стандартный лимит времени.

Таблица 13 – Увеличение нагрузки (УН) при перехода ко второму этапу гонки в триатлоне [55]

Переход	УН (%)
Плавание – велоэтап	10
Велоэтап - бег	15
Бег – велосипед	10

Таблица 14 – Модификация коэффициенту типа нагрузки (КТН) при отсутствии драфтинга [55]

Драфтинг	Скорректированный КТН	Стандартный КТН
Плавание без драфтинга	0,88	0,75
Непрерывная езда на велосипеде без драфтинга	0,58-0,60	0,50

Подобным образом необходимо оценивать упражнения с сопротивлением и также применять увеличение нагрузки на 20%. Одну и ту же тренировку необходимо оценивать в разных условиях ее проведения, таких как жара, влажность, экстремальный холод и т.п. При этом тренерам рекомендуется учитывать, что такое увеличение нагрузки составляет от 10% до 20% и своевременно ограничивать продолжительности нагрузки, чтобы происходило не ее накопление, а скорее – компенсация.

Также авторами разработана ЕСО модель для силовых тренировок (рисунок 8).

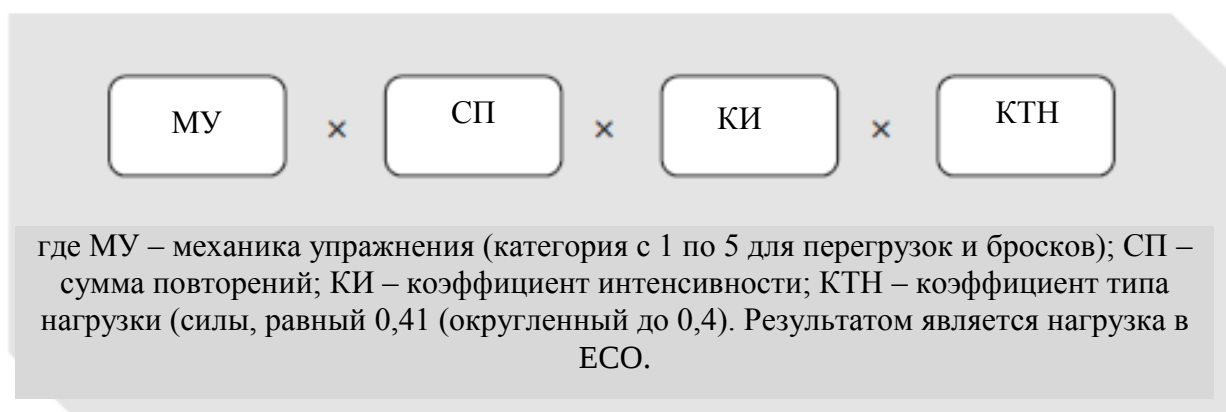


Рисунок 8 - Модель ЕСО для силовых тренировок [55]

Данная модель охватывает два главных типа физических нагрузок: тренировки с сопротивлением или с отягощением (таблица 15), а также прыжки или броски (таблица 16). В рамках каждого типа выделяют пять категорий в зависимости от механики упражнения (МУ).

Таблица 15 – Категории механики упражнения (МУ) ЕСО модели для оценки силовых тренировок с сопротивлением [55]

Категория МУ	Характеристики	Примеры
5	Максимальная мощность (Мощность при выполнении упражнений для всего тела)	Рывок Толчок
4	Мощность (Мощность при выполнении многосуставных упражнений)	Швунг жимовой Взрывное приседание на 1/4 Становая тяга с выпрыгиванием
3	Многосуставные движения всей верхней или нижней части тела (Максимальная сила при средней скорости)	Жим штанги лежа на скамье Болгарские приседания Подтягивания Лазание по канату Движения при восхождении
2	Вспомогательные многосуставные движения («функциональные») (Функциональная силовая выносливость)	Гантельный ряд Приседание на одной ноге Многосуставные упражнения со свободными весами Многосуставные упражнения с эластичными лентами (фитнес-резинками)
1	Тазовый пояс, отдельные суставы, низкая до средней скорость в различных силовых тренажерах Любые тренировки с легкими весами и аппаратурой контроля скорости	Тренажеры для бицепсов, трицепсов, разгибания и сгибания в коленном суставе, для икр ног... + методы низкоинтенсивного тренинга

Таблица 16 – Категории механики упражнения (МУ) ЕСО модели для оценки нагрузки при выполнении прыжков и бросков [55]

Категория	Характеристики	Примеры
5	Максимальная мощность/ высокий импульс (Максимальная интенсивность)	Прыжки в высоту Прыжки в длину на максимальное расстояние Быстрые движения верхней части тела, с широкоамплитудными быстрыми движениями и быстрым торможением Комплексные задания с максимальной интенсивностью
4	Быстрое торможение / изменение направления (Максимальная/высокая интенсивность)	Техника выполнения высокоинтенсивных комплексных заданий Техника выполнения плиометрических упражнений для верхней части тела Прыжки в высоту с максимальным усилием с приземлением после аналогичной высоты Прыжки в длину на расстояние, близкое к максимальному Комплексные плиометрические прыжки на одной ноге

Продолжение таблицы 16

Категория	Характеристики	Примеры
3	Комплексные задания по базовой технике, общие упражнения, простые подпрыгивания вверх (Средняя интенсивность)	Движения при выполнении базовых комплексов упражнений (2 ноги – 2 руки) Тренировки с медицинским мячом для всего тела Вертикальные подпрыгивания Базовые движения прыжков на одной ноге
2	Упражнения для всей верхней или нижней части тела, техника развития навыков динамичных упражнений (Низкая интенсивность)	Тренировки с медицинским мячом для всей верхней или нижней части тела Прыжки в движении (на двух ногах или с чередованием ног при низкой интенсивности нагрузки)
1	Упражнения на месте для одно- и двусуставных мышц (Низкая интенсивность)	Тренировки с медицинским мячом для одно- и двусуставных мышц Прыжки на месте (на двух ногах)

Для удобства авторами также были рассчитаны коэффициенты интенсивности для различных категорий физических нагрузок при проведении силовых тренировок (таблицы 17 и 18).

Таблица 17 – Коэффициенты интенсивности (КИ) для упрощенных категорий силовых нагрузок с сопротивлением [55]

Сопротивление	
Категория нагрузки	Показатель (категория×КИ×0,4)
5	1.50
4	1.12
3	0.84
2	0.24
1	0.08

Примечание - Показатели ИН рассчитываются для каждой категории нагрузки, в то время как в формулу включен готовый КТН (эквивалент силы), равный 0,4 ЕСО-Ф. Только эти коэффициенты умножаются согласно категории на показатель суммы повторений упражнений из данной категории. Для подъемов весов были рассчитаны КИ 0,75/0,70/0,70/0,30/0,20 для каждой из категорий, соответственно.

Таблица 18 - Коэффициенты интенсивности (КИ) для упрощенных категорий силовых нагрузок при выполнении прыжков и бросков [55]

Прыжки и броски	
Категория нагрузки	Показатель (категория×КИ×0,4)
5	1.90
4	1.36
3	0.84
2	0.40
1	0.08

Примечание - Показатели ИК рассчитываются для каждой категории нагрузки, в то время как в формулу включен готовый КТН (эквивалент силы), равный 0,4 ЕСО-F. Только эти коэффициенты умножаются согласно категории на показатель суммы повторений упражнений из данной категории. Для прыжков были рассчитаны КИ 0,95/0,85/0,70/0,50/0,20 для каждой из категорий, соответственно.

В рамках данного метода для определения насколько трудной воспринимается данная тренировка спортсменами авторы предложили шкалу оценки субъективных эквивалентов нагрузки (ECS) которая применяется через 20–30 минут после окончания тренировки (таблица 19). Если запланированы несколько тренировок в день, то оценке подвергается каждая тренировка. Представлены также классические методы количественного определения внешней тренировочной нагрузки (таблица 20) [55].

Таблица 19 - Шкала оценки субъективных эквивалентов нагрузки (СЭН или ECS) [55]

Балл оценки	Степень нагрузки
0	Состояние покоя
0,5	
1	Легкая нагрузка
1,5	
2	Средняя нагрузка
2,5	
3	Высокая нагрузка
3,5	
4	Очень высокая нагрузка
5	Соревнование (также изнурительная тренировка или тест, сходный по напряженности с соревнованием)

Таблица 20 – Классические методы количественного определения внешней тренировочной нагрузки [55]

Метод	Описание	Пример нагрузки	Пример расчета
Время x ОИВН (Олимпийский комитет Норвегии)	Применяется шкала ОИВН 0–10. Умножается время оцениваемой с помощью ОИВН нагрузки на балл ОИВН	20', ОИВН $3 \times 20'$ при 5 баллах ОИВН	$(20 \times 3) + (20 \times 5) = 160$
Edwards	Умножается время нагрузки на коэффициент, определяемый в зависимости от ЧСС _{макс} (1-5): 1–50–60%; 2–60–70%; 3–70–80%; 4–80–90%; 5–90–100%	20' при 55% + 20' при 65%	$(20 \times 1) + (20 \times 2) = 60$
Метод тренировочных импульсов TRIMPS “De Luca”	Используется трехфазная модель на основе двух метаболических порогов при умножении времени нахождения в определенной фазе на 1/2/3	20' в фазе 1 + 20' в фазе 2 + 10' в фазе 3	$(20 \times 1) + (20 \times 2) + (10 \times 3) = 90$
Индекс общей потребности Piuta G	Умножается продолжительность нагрузки на среднюю ЧСС в % от максимальной ЧСС или резерва ЧСС и делится на общее время нагрузки	20' до 60% ЧСС _{макс} + $10 \times 2'$ до 85% ЧСС _{макс}	$20 \times 60 + ((10 \times 2) \times 85) / 20 + 20 = 72,5$
Метод определения единиц тренировочной нагрузки Mujika I	Умножается коэффициент интенсивности нагрузки $\times$ время в заданной зоне интенсивности плавания. Восстановление (0); аэробная легкая (1); аэробная средняя (2); анаэробный порог (3); интенсивная аэробная (4); анаэробная (5); скоростная (8); соревновательная (10)	Общие показатели в зонах интенсивности: Аэробная легкая: 1000 Аэробная средняя: 800 Анаэробный порог: 2000 Скоростная: 200	$(15 \times 1) + (11 \times 8) + (26 \times 3) + (2 \times 8) = 197$

Продолжение таблицы 20

Метод	Описание	Пример нагрузки	Пример расчета
Метод определения ОИВН во время тренировки Foster C	Умножается балл восприятия общей интенсивности тренировки (шкала ОИВН 0–10) на общую продолжительность тренировки	Комплексная тренировка продолжительностью 55'	Оценка "5" $55 \times 5 = 275$
Метод определения индекса тренировочных импульсов TRIMPS Banister	$TRIMP = \text{минут} \times (\text{коэффициент [фактор]} \times \text{соотношение ЧСС} \times \text{эксп (Коэффициент В} \times \text{соотношение ЧСС)})$ $\text{Соотношение ЧСС} = (\text{ЧСС}_{\text{средняя}} - \text{ЧСС}_{\text{покоя}}) / (\text{ЧСС}_{\text{макс}} - \text{ЧСС}_{\text{покоя}})$ Коэффициент А = 0,86 и Коэффициент В = 1,67 для женщин. Модификация Morton et al.[8]: $TRIMP = \text{минут} \times \text{соотношение ЧСС} \times 2718 \text{ эксп (Коэффициент В} \times \text{соотношение ЧСС)}$		
TRIMPS Hayes and Quinn	К первоначальной концепции добавлено рассмотрение отдельных частей тренировок и пауз с применением различных уравнений		
Метод оценки уровня тренировочного стресса (UTC –англ. TSS) Allen H	$\text{Расчет UTC} = (\text{СЕК} \times \text{НМ}^{\text{®}} \times \text{КИ}^{\text{®}}) / (\text{ФПМ} \times 3600) \times 100$ где СЕК – продолжительность нагрузки в секундах, НМ – нормализованная мощность, КИ - коэффициент интенсивности (% ФПМ), ФПМ - функциональная пороговая мощность (функциональная пороговая мощность рассчитывается как лучший средний показатель в течение 1 ч и определяется при проведении 20-минутных тестов). 3600 - количество секунд в 1 часе.		

В результате в анализе изменения биомеханических параметров высококвалифицированных триатлонистов в ходе бегового этапа на протяжении соревновательного сезона (29 недель) с учетом антропометрических и физиологических показателей получены данные, что повышение результативности при интенсивности нагрузки, характерной для триатлона на коротких дистанциях (ВП2), достигается благодаря повышению не только физиологических характеристик (ПК и % МПК, при которых определялись пороговые показатели), но и биомеханических параметров [56]. Например, наиболее важным из биомеханическим параметром, влияющим на результативность является показатель длины шага (ДШ), который увеличился на 10 см при ВП1 и 11 см при втором вентиляционном пороге (ВП2). При этом у высококвалифицированных триатлонистов ДШ достигала

1,99 м. Авторами также отмечается уменьшение время контакта стопы с опорой при ВП1, а при ВП2 и МАС, наоборот, увеличилось (на 3,38 мс и 4,8 мс – соответственно). С другой стороны выявленное снижение вертикальных колебаний стопы, обеспечивает более высокую эффективность бега и приводят к улучшению его экономичности и обусловлено высоким уровнем владения техникой спортсменами при высоких скоростях близких к соревновательному темпу (при ВП2). При этом оптимальная частота шагов по данным авторов составляет $171,2 \pm 1,85 - 172,2 \pm 2,18$ шагов/минуту. Авторами было установлено, что, что «коэффициент режима работы» (отношение времени контакта ко времени выполнения полного шага) представляет собой переменную, которую следует учитывать при ВП1 и ВП2, но не при МПК, поскольку при определенном уровне нагрузки наблюдается заметное увеличение частоты шагов и сокращение амплитуды движений. Также указывается, что антропометрические характеристики, такие как сумма 6 кожных складок и % жировой массы, значительно снизились к концу сезона.

6. МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ

В работе испанские ученых [22] проанализированы исследования посвященные изучению кардиореспираторной подготовленности триатлонистов. В результате авторами получены данные о характере изменения физиологических реакций организма спортсменов в зависимости от этапа гонки в триатлоне. При этом установлено, что увеличение нагрузки на кардиореспираторную систему во время бега связано с выполнением высокоинтенсивного велоэтапа, требующим повышенного потребления энергии, повышению кислотности среды, увеличению легочной вентиляции и утомлению дыхательной мускулатуры [24], [27], [57]. В этом случае также повышается концентрации лактата в крови, что может рассматриваться в качестве косвенного индикатора метаболического ацидоза. Кроме того,

наблюдается снижение МПК и, как следствие, нарушение восстановления спортсменов между физическими нагрузками высокой интенсивности [30]. Помимо этого, увеличение нагрузки на кардиореспираторную систему связано с изменениями в работе мышц нижних конечностей, уменьшение длины шага и увеличение частоты шагов, а также снижение максимальной аэробной скорости во время бега [24], [31]. Однако эти физиологические изменения в меньшей степени проявляются у высококвалифицированных спортсменов и скорее характерны для менее опытных триатлонистов. При этом кардиореспираторная подготовленность, главным показателем которой служит МПК, является эффективным фактором прогнозирования работоспособности и результативности соревновательной деятельности триатлонистов. Авторы указывают, что, чем больше соревновательная дистанция, тем в более старшем возрасте спортсмены достигают максимальной результативности. Например, пик результативности в олимпийском триатлоне, полу-Ironman и Ironman примерно соответствует возрасту спортсменов 27 лет, 30 лет и 33 года, соответственно. Следовательно возраст является фактором прогнозирования работоспособности и результативности соревновательной деятельности в триатлоне, уровень которых сохраняется на стабильном уровне до 35-40 лет, после чего наблюдается постепенное снижение, особенно у женщин. Также авторами установлено, что проведение высокообъемных тренировок низкой интенсивности, обеспечивает более высокий уровень развития физиологических адаптаций во время велоэтапа и бега по сравнению с тренировками средней интенсивности [25], [26]. В то же время тренировки высокой интенсивности вызывают увеличение МПК спортсменов, что также связано с повышением мощности и скорости во время велосипедного и бегового этапов [26]. Таким образом, тренировки высокой интенсивности улучшают аэробную выносливость спортсменов, а тренировки низкой интенсивности способствуют повышению работоспособности во время велоэтапа и бега. Вместе с тем плавание является более сложным

техническим компонентом триатлона и требует проведения большего количества тренировок с фокусом внимания на технике выполнения движений [25], [26], [58]. Таким образом рекомендуется применять специальные комбинации высокообъемных тренировок низкой интенсивности с интервальными тренировками высокой интенсивности, способствующие повышению аэробной выносливости и результативности во время соревнований.

Основными показателями количественного определения интенсивности физических нагрузок, считаются потребление кислорода (ПК) и концентрация лактата в крови (КЛК). Однако существует ряд ограничений их применения в условиях проведения соревнований. Вместе с тем в течение последние двадцати лет для оценки интенсивности физической нагрузки успешно применяется показатель ЧСС. При этом определение интенсивности физической нагрузки на основе расчета ее внутренних и внешних показателей позволяет получать более точные сведения о физиологических реакциях организма спортсменов в олимпийском триатлоне. В этой связи [59] изучили показатели относительной интенсивности физической нагрузки подготовленных спортсменов-любителей во время соревнований по триатлону на олимпийскую дистанцию с запрещенным драфтингом. Авторами установлено, что средняя относительная ЧСС спортсменов во время плавательного этапа составила $89,8\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}}$, велоэтапа – $91,1\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}}$, бегового этапа – $90,7 \pm 5,1 \text{ ЧСС}_{\text{макс}}$. При этом данный показатель в группе самых быстрых спортсменов составил: $90,9 \pm 3,1\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}}$, $93,1 \pm 4,3\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}}$, $94,0 \pm 2,2\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}}$, соответственно. Относительная рабочая нагрузка во время плавательного этапа достигала в среднем $96,6 \pm 8,8\%$ максимальной выходной мощности ($\text{ВМ}_{\text{макс}}$), велоэтапа – $61,3 \pm 5,2\% \text{ ВМ}_{\text{макс}}$, бегового этапа – $80,5 \pm 4,9\% \text{ ВМ}_{\text{макс}}$. Для группы самых быстрых спортсменов показатель рабочей нагрузки соответствовал: $97,8 \pm 10,0\% \text{ ВМ}_{\text{макс}}$, $61,5 \pm 5,5\% \text{ ВМ}_{\text{макс}}$, $83,4 \pm 2,9$, соответственно. Таким образом средняя интенсивность физической нагрузки у триатлонистов превышала

87% ЧСС_{макс}. При этом значительная часть плавательного и велосипедного этапов проходили при интенсивности, превышающей ЧСС при анаэробном пороге (АнП), а во время бегового этапа оставалась на уровне или выше ЧСС при АнП и зависела от индивидуальных характеристик спортсменов. Авторы предполагают, что поддержание более высокой интенсивности нагрузки во время бегового этапа является важным фактором результативности в олимпийском триатлоне.

В работе голландских специалистов [60] представлены результаты, указывающие, что у высококвалифицированных триатлонистов, которые успешно адаптировались к условиям трехнедельных тренировочных сборов, не наблюдается значительное увеличение ЧСС в состоянии покоя и уменьшение показателя вариабельности сердечного ритма, а отсутствует увеличение коэффициента вариации показателя R-R интервалов (CV rMSSD) при переходе от условий на уровне моря к условиям высоты. При этом указывается, что ухудшение реакций сердечной деятельности в состоянии покоя, наблюдаемое в течение первой недели высотных тренировочных сборов является показателем нарушения процесса адаптации организма триатлонистов к условиям проведения высотных тренировок. Авторы рекомендуют использовать утренние измерения ЧСС (в покое) и вариабельности сердечного ритма триатлонистов в ходе первой недели высотной подготовки для прогнозирования положительной или отрицательной адаптации спортсменов в течение последующего периода для оперативной коррекции интенсивности тренировочной нагрузки или других параметров подготовки.

Беговой этап триатлона представляет собой уникальную по сравнению с плаванием и велоэтапом) двигательную деятельность, включающий уникальный режим работы мышц, при котором вслед за активным предварительным растяжением сразу следует активное сокращение, так называемый «цикл растяжения-сокращения». Количественная оценка показателя цикл растяжения-сокращения посредством определения

соотношения высоты прыжка и длительность контакта с поверхностью. позволила получить данные о том, у триатлетов, у которых наблюдалось снижение функции ЦРС после велоэтапа, увеличились показатели потребления кислорода, вентиляции легких и ЧСС на следующем этапе. Таким образом снижение показателя ЦРС является одной из причин кардиореспираторных изменений на беговом этапе триатлона [61].

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Denadai, B.S. Explosive training and heavy weight training are effective for improving running economy in endurance athletes: a systematic review and meta-analysis / B.S. Denadai, R.A. de Aguiar, L.C.R. de Lima, C.C. Greco, F. Caputo // *Sports Med.* – 2017 .Vol. 47. - P. 545–554.
2. Ambrosini, L. Are we able to match non sport-specific strength training with endurance Sports? A systematic review and meta-analysis to plan the best training programs for endurance athletes / L. Ambrosini, V. Presta, M. Goldoni, D. Galli, P. Mirandola, M. Vitale, G. Gobbi // *Appl. Sci.* – 2021. - Vol. 11. Art. 7280. – P. 1-24. – URL: <https://doi.org/10.3390/app11167280> (дата обращения 20.01.2022).
3. Burnie, L. Coaches' philosophies on the transfer of strength training to elite sports performance / L. Burnie, P. Barratt, K. Davids, J. Stone, P. Worsfold, J. Wheat // *Int. J. Sports Sci. Coach.* – 2018. - Vol. 13. – P. 729–736.
4. Murlasits, Z. The physiological effects of concurrent strength and endurance training sequence: A systematic review and meta-analysis / Z. Murlasits, Z. Kneffel, L. Thalib // *J. Sports Sci.* – 2018. - Vol. 36. – P. 1212–1219.
5. Sammoud, S. The effects of plyometric jump training on jumping and swimming performances in prepubertal male swimmers / S. Sammoud, Y. Negra, H. Chaabene, R. Bouguezzi, J. Moran, U. Granacher // *J. Sports Sci. Med.* – 2019. – Vol. 18. – P. 805–811.
6. Keiner, M. The influence of upper- and lower-body maximum strength on swim block start, turn, and overall swim performance in sprint swimming / M. Keiner, K. Wirth, S. Fuhrmann, M. Kunz, H. Hartmann, G.G. Haff // *J. Strength Cond. Res.* - 2019.
7. Tanghe, K.K. Heavy and explosive training differentially affect modeled cyclic muscle power / K.K. Tanghe, J.C. Martin // *Med. Sci. Sports Exerc.* – 2020. – Vol. 52. – P. 1068–1075.
8. Lum, D. Effects of Strength Training on Olympic Time-Based Sport

Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials / D. Lum, T.M. Barbosa // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* – 2019. – P. 1–13.

9. Damasceno, M. Effects of strength training on bioenergetics parameters determined at velocity corresponding to maximal oxygen uptake in endurance runners / M. Damasceno, L. Pasqua, A. Gáspari, G. Araujo, F. de-Oliveira, A. Lima-Silva, R. Bertuzzi // *Sci. Sports* 2018. – Vol. 33. – P. 263–270.

10. Rønnestad, B.R. 10 weeks of heavy strength training improves performance-related measurements in elite cyclists / B.R. Rønnestad, J. Hansen, H. Nygaard // *J. Sports Sci.* - 2017. – Vol. 35. – P. 1435–1441.

11. Vikmoen, O. Heavy strength training improves running and cycling performance following prolonged submaximal work in well-trained female athletes / O. Vikmoen, B.R. Rønnestad, S. Ellefsen, T. Raastad // *Physiol. Rep.* – 2017. – Vol. 5. – Art. e13149.

12. Mølmen, K. S. Block periodization of endurance training – asystematic review and meta-analysis / K.S. Mølmen, S.J. Øfsteng, B.R. Rønnestad // *Open Access Journal of Sports Medicine.* – 2019. - Vol. 10. - P. 145-160.

13. Issurin, V.B. Biological background of block periodized endurance training: a review / V.B. Issurin // *Sport Med.* - 2019. – Vol. 49(1). – P. 31–39.

14. Kiely, J. Comment on “biological background of block periodized endurance training: a review / J. Kiely, C. Pickering, I. Halperin // *Sports Med.* - 2019. – Vol. 49. – P. 31–39.

15. Rønnestad, B.R. A scientific approach to improve physiological capacity of an elite cyclist / B.R. Rønnestad, J. Hansen // *Int J Sports Physiol Perform.* - 2018. – Vol. 13(3). – P. 390–393.

16. Manchado, C. Effects of two different training periodization models on physical and physiological aspects of elite female team handball players / C. Manchado, J.M. Cortell-Tormo, J. Tortosa-Martínez // *J Strength Cond Res.* - 2018. – Vol. 32(1). – P. 280–287.

17. Rosenblat, M.A. Effect of high-intensity interval training versus sprint

interval training on time-trial performance: a systematic review and meta-analysis / M.A. Rosenblat, A.S. Perrotta, S.G.Thomas // Sports Medicine. – 2020. – Vol. 50. – P. 1145–1161. – URL: <https://doi.org/10.1007/s40279-020-01264-1> (дата обращения 27.01.2022).

18. Wen, D. Effects of different protocols of high intensity interval training for VO₂max improvements in adults: A meta-analysis of randomized controlled trials / D. Wen, T. Utesch, J. Wu, S. Robertson, J. Liu, G. Hu, H. Chen, // Journal of Science and Medicine in Sport. – 2019. – Vol. 22(8). – P. 941–947.

19. Robach, P. Altitude training and endurance performance. Triathlon medicine. Sergio Migliorini Editor / P. Robach, C. Lundby. – Switzerland: Springer, 2020. - 415 p. - P. 329-343.

20. Revelles, A.B.F. Men's triathlon correlation between stages and final result in the London 2012 Olympic Games / A.B.F. Revelles, I.R. Granizo, M.C. Sánchez, R.P. Ruz // J. Hum. Sport Exerc. - 2018. – Vol. 2. – P. 514–528.

21. Piacentini, M. Is the bike segment of modern Olympic triathlon more a transition towards running in males than it is in females? / M. Piacentini, L. Bianchini, C. Minganti, M. Sias, A. Di Castro, V. Vleck // Sports. - 2019. – Vol. 7. – Art. 76.

22. Borrego-Sánchez, A. Effects of Training on Cardiorespiratory Fitness in Triathletes: A Systematic Review and Meta-Analysis / A. Borrego-Sánchez, M.J. Vinolo-Gil, M. de-la-Casa-Almeida, M. Rodríguez-Huguet, M.J. Casuso-Holgado, R. Martín-Valero // Int. J. Environ. Res. Public Health. – 2021. – Vol. 18. – Art.

23. Rothschild, J. Effects of a 2-km swim on markers of cycling performance in elite age-group triathletes / J. Rothschild, G.H. Crocker // Sports. - 2019. – Vol. 7. – Art. 82.

24. Olcina, G. Effects of cycling on subsequent running performance, stride length, and muscle oxygen saturation in triathletes / G. Olcina, M. Perez-Sousa, J. Escobar-Alvarez, R. Timón // Sports . - 2019. – Vol. 7. – P. 115.

25. Selles-Perez, S. Polarized and pyramidal training intensity

distribution: relationship with a Half-ironman distance triathlon competition / S. Selles-Perez, J. Fernández-Sáez, R. Cejuela // Journal of Sports Science and Medicine. – 2019. – Vol. 18. - P. 708-715.

26. Sellés-Pérez, S. Changes in triathletes' performance and body composition during a specific training period for a half-ironman race / S. Sellés-Pérez, J. Fernández-Sáez, A. Ferriz-Valero, J. Esteve-Lanao, R. Cejuela, // J. Hum. Kinet. - 2019. – Vol. 67. – P. 185–198.

27. Mallol, M. Comparison of reduced-volume high-intensity interval training and high-volume training on endurance performance in triathletes / M. Mallol, D.J. Bentley, L. Norton, K. Norton, G. Mejuto, J. Yanci // Int. J. Sports Physiol. Perform. - 2019. – Vol. 14. – P. 239–245.

28. Badawy, M.M. Cardio respiratory response: validation of new modifications of Bruce protocol for exercise testing and training in elite Saudi triathlon and soccer players / M.M. Badawy, Q.I. Muaidi // Saudi J. Biol. Sci. - 2019. – Vol. 26. – P. 105–111.

29. Lepers, R. Sex difference in triathlon performance / R. Lepers // Front. Physiol. - 2019. – Vol. 10. – P. 1–7.

30. Walsh, J.A. Is moderate intensity cycling sufficient to induce cardiorespiratory and biomechanical modifications of subsequent running? / J.A. Walsh, J.P. Dawber, R. Lepers, M. Brown, P.J. Stapley // J. Strength Cond. Res. - 2017. – Vol. 31. – P. 1078–1086.

31. Walsh, J.A. The rise of elite short-course triathlon re-emphasises the necessity to transition efficiently from cycling to running / J.A. Walsh // Sports . - 2019. – Vol. 7. – Art. 99.

32. Ferriz-Valero, A. Identificaciyn de los factores para el desarrollo del talento en jvenes triatletas. Tesis doctoral / A. Ferriz-Valero. - Universidad de Alicante, 2018.

33. Cejuela, R. Science-based criteria to identify talent among triathlon athletes. Triathlon medicine. Sergio Migliorini Editor / R. Cejuela, A. Ferriz-Valero, S. Selles-Pérez. – Switzerland: Springer, 2020. - 415 p. - P. 317-328.

34. Ortigosa-Márquez, J. M. Relative age effect on national selection process in triathlon / J.M. Ortigosa-Márquez, R. Reigal, S. Serpa, A. Hernández-Mendo // Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte. - 2018. – Vol. 18(70). – P. 199–211.
35. Gadelha, A. B. Cut-Off Values in the Prediction of Success in Olympic Distance Triathlon / A.B. Gadelha, C.V. Sousa, M.M. Sales, T. dos Santos Rosa, M. Flothmann, L.P. Barbosa, S. da Silva Aguiar, R. R. Olher, E. Villiger, P.T. Nikolaidis, T. Rosemann, L. Hill, B. Knechtle // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2020. – Vol. 17. – Art. – P. 1-11.
36. du Plessis, C. Running economy and effort after cycling: Effect of methodological choices / C. du Plessis, A.J. Blazevich, C. Abbiss, J.C. Wilkie // J. Sports Sci. - 2020. – Vol. 38. – P. 1–10.
37. Barbosa, L.P. Celebrating 40 years of Ironman: how the champions perform / L.P. Barbosa, C.V. Sousa, M.M. Sales, R.D.R. Olher, S.S. Aguiar, P.A. Santos, E. Tiozzo, H.G. Simoes, P.T. Nikolaidis, B. Knechtle // Int. J. Environ. Res. Public Health. - 2019. – Vol. 16. – Art. 1019.
38. Sousa, C.V. Cycling as the best sub-8-hour performance predictor in full distance triathlon / C.V. Sousa, L.P. Barbosa, M.M. Sales, P.A. Santos, E. Tiozzo, H.G. Herbert, P. Nikolaidis, B. Knechtle // Sports. - 2019. – Vol. 7. – Art. 24.
39. Olaya, J. Contribution of segments to overall result in elite triathletes: sprint distance / J. Olaya, J. Fernández-Sáez, O. Østerlie, A. Ferriz-Valero // International Journal of Environmental Research and Public Health. – 2021. – Vol. 18. – Art. 8422.
40. Horne, M.J. The relationship of race discipline with overall performance in sprint and standard distance triathlon age-group world championships / M.J. Horne // Int. J. Sports Sci. Coach. - 2017. – Vol. 12. – P. 814–822.
41. Sousa, C.V. What is the best discipline to predict overall triathlon performance? an analysis of sprint, olympic, Ironman®70.3, and Ironman®140.6 /

C.V. Sousa, S. Aguiar, R.R. Olher, R. Cunha, P.T. Nikolaidis, E. Villiger, T. Rosemann,; B. Knechtle // *Front. Physiol.* - 2021. – Vol. 12. – Art. 654552.

42. Barragán, R. Effects of swimming intensity on triathlon performance / R. Barragán, J.M. González-Ravé, F. González-Mohino, I. Yustres, D. Juárez Santos-García // *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte.* - 2020. - Vol. 20 (80). – P. 529-538.

43. Clemente-Suárez, V.J. The effects of two different swimming training periodization on physiological parameters at various exercise intensities / V.J. Clemente-Suárez, A. Dalamitos, J. Ribeiro, A. Sousa, R.J. Fernandes, Vilas- J.P. Boas // *Eur. J. Sport Sci.* - 2017. – Vol. 17. – P. 425–432.

44. Clemente-Suarez, V.J. Periodized training archive better autonomic modulation and aerobic performance than non periodized training / V.J. Clemente-Suarez // *J. Sports Med. Phys. Fit.* - 2017. – Vol. 58. – P. 1559–1564.

45. Clemente-Suárez, V.J. Effectiveness of reverse vs. traditional linear training periodization in triathlon / V.J. Clemente-Suárez, D.J. Ramos-Campo // *International Journal of Environmental Research and Public Health.* – 2019. – Vol. 16. – Art. 2807.

46. Treff, G. The polarization-index: a simple calculation to distinguish polarized from non-polarized training intensity distributions / G. Treff, K. Winkert, M. Sareban, J.M. Steinacker, B. Sperlich, // *Frontiers in Physiology.* - 2019. – Vol. 10. – Art. 707.

47. Nunes, R. S. M. Individualized program with periodization with low intensity and biomechanics improves swimming triathlete technique and performance / R. S. M. Nunes, H. S. Messias, E. Vieira // *SPSR.* – 2020. - May. – Vol. 94. – v1.

48. Etxebarria, N. Training and Competition Readiness in Triathlon / N. Etxebarria, I. Mujika, D.B. Pyne // *Sports.* - 2019. - 7. – Art. 101. – P. 1-15.

49. Mujika, I. An integrated, multifactorial approach to periodization for optimal performance in individual and team sports / I. Mujika, S. Halson, L.M. Burke, G. Balague, D. Farrow // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* - 2018. – Vol. 13.

– P. 538–561.

50. Crowley, E. The impact of resistance training on swimming performance: A systematic review / E. Crowley, A.J. Harrison, M. Lyons // *Sports Med.* - 2017. – Vol. 47. – P. 2285–2307.

51. Saw, A.E. Monitoring athletes during training camps: observations and translatable strategies from elite road cyclists and swimmers / A.E. Saw, S.L. Halson, I. Mujika // *Sports.* - 2018. – Vol. 6. – Art. 63.

52. Kellmann, M. Recovery and performance in sport: consensus statement / M. Kellmann, M. Bertollo, L. Bosquet, M. Brink, A.J. Coutts, R. Duffield, D. Erlacher, S.L. Halson, A. Hecksteden, J. Heidari // *Int. J. Sports Physiol. Perform.* - 2018. – Vol. 13. – P. 240–245.

53. Souter, G. Men, mental health and elite sport: a narrative review / G. Souter, R. Lewis, L. Serrant // *Sports Med. Open.* - 2018. – Vol. 4. – Art. 57.

54. Pandeló, D. R. Jr. Establishment of an optimal training load in multisport activities / D.R. Pandeló Jr., R.V. Pandeló, B. Rocha, A.F. de Abreu // *Olympic Coach.* – 2019. – April. – Vol. 30. - Iss. 1. - P. 4-16.

55. Cejuela, R. Quantifying the training load in triathlon. Triathlon medicine. Sergio Migliorini editor / R. Cejuela, J. Esteve-Lanao – Switzerland: Springer, 2020. - 415 p. - P. 291-316.

56. Olaya-Cuartero, J. Influence of biomechanical parameters on performance in elite triathletes along 29 weeks of training / J. Olaya-Cuartero, R. Cejuela, // *Applied Sciences.* – 2021. – Vol. 11. – Art. 1050.

57. Robergs, R.A. Lactate, not lactic acid, is produced by cellular cytosolic energy catabolism / Robergs, R.A.; McNulty, C.R.; Minett, G.M.; Holland, J.; Trajano, G. // *Physiology.* - 2018. – Vol. 33. – P. 10–12.

58. Rodríguez González, F.J. Efecto de la distribución de la intensidad del entrenamiento en el rendimiento de triatletas de nivel medio – effect of exercise intensity distribution on performance in well-trained triathletes. Thesis / F.J. Rodríguez González, J.A. Rodríguez Marroyo. - Universidad de León, León, Spain, 2017.

59. Aoyagi, A. Exercise intensity during olympic-distance triathlon in well-trained age-group athletes: an observational study / A. Aoyagi,; K. Ishikura,; Y. Nabekura, // Sports. – 2021. – Vol. 9. – Art. 18.

60. Altini, M. Heart rate variability during the first week of an altitude training camp is representative of individual training adaptation at the end of the camp in elite triathletes / M. Altini, S. Berk, T.W.J. Janssen // SPSR – 2020. - Nov. – Vol.125. - v1.- P. 1-4.

61. Takahashi, K. The effect of a decrease in stretch-shortening cycle function after cycling on subsequent running / K. Takahashi, Y. Shirai, S. Oki, Y. Nabekura // Journal of Science and Medicine in Sport. - 2022 – Vol. 25. - P. 261–265.

Научное издание

Авторы-составители:

**Погребной Анатолий Иванович,
доктор педагогических наук, профессор
Комлев Игорь Олегович,
кандидат педагогических наук
переводчик: Литвишко Елена Владимировна
переводчик: Горбунов Виктор Анатольевич**

**НОВОЕ В СИСТЕМЕ
СПОРТИВНОЙ ПОДГОТОВКИ В
ТРИАТЛОНЕ:
ЗАРУБЕЖНЫЙ ОПЫТ.
Выпуск 26**

научно-методическое пособие

Ответственный редактор
Технический редактор
Корректор
Оригинал-макет подготовил

А.А. Витер
Г.А. Ярошенко
Е.В. Чуйкова
М.Г. Елисеева

Подписано в печать _____
Формат 60х90/16. (для формата А5).

Бумага для офисной техники.

Усл. печ. л. 13,1.

Тираж _____ экз.

Заказ _____

Отпечатано на множительной технике.

Редакционно-издательский отдел
Кубанского государственного университета
физической культуры, спорта и туризма
350015, г. Краснодар, ул. Буденного, 161