

Евгений Богачев

---

# Методы развития выносливости

Москва  
2025

УДК 796.012.1  
ББК 75.1  
Б73

**Богачев, Евгений Михайлович.**

Б73      Методы развития выносливости / Евгений Богачев. — М. : (типология), 2025. — 380 с.

ISBN ...

В книге подробно разобраны методы развития выносливости. Использование методов обосновывается на основании актуальных представлений о физиологии физической работоспособности. Также описаны факторы выносливости и способы воздействия на них. Особое внимание уделено высокоинтенсивным, круговым и интервальным, методам.

Книга предназначена для тренеров по физической подготовке, тренирующих как спортсменов, так и фитнес-клиентов в групповом и индивидуальном форматах

УДК 796.012.1  
ББК 75.1

ISBN ...

© Е. М. Богачев, 2025

<b>Глава 1. Физиология выносливости</b> .....	9
1.1. Поддержание постоянного уровня энергии в клетке .....	15
1.2. Роль центральной нервной системы.....	26
1.3. Типы мышечных волокон.....	31
1.4. Роль сердечно-сосудистой системы.....	40
1.5. Роль дыхательной системы.....	43
1.6. Энергозапрос.....	47
1.7. Мощность работы в устойчивом состоянии .....	52
1.8. Мощность работы в квазиустойчивом состоянии .....	61
1.9. Мощность работы на анаэробном пороге .....	66
1.10. Максимальная аэробная мощность.....	69
1.11. Около-, суб- и максимальная анаэробная мощность.....	74
1.12. Кинетика кислорода, кислородный долг, вработывание .....	76
1.13. Утомление .....	80
1.14. Восстановление .....	91
<b>Глава 2. Пути повышения выносливости</b> .....	95
2.1. Техника и снижение энергозатраса .....	98
2.2. Резерв силы, скорости и скоростной силы.....	104
2.3. Аэробные возможности мышц.....	108
2.4. Лактатный челнок .....	111
2.5. Буферные системы.....	113
2.6. Сердечно-сосудистая и дыхательная системы .....	115
2.7. Центральная нервная система .....	119

2.8. Питание .....	122
2.9. Адаптация к жаркому или влажному климату .....	127
2.10. Работоспособность в условиях высокогорья .....	129
2.11. Педагогические абстракции, и где в организме они обитают .....	131
2.11.1. Общая и специфичная выносливость .....	132
2.11.2. Алактатная, лактатная, аэробная мощность и емкость .....	137

### **Глава 3. Тестирование выносливости .....**

Ступенчатые тесты .....	146
Интервальные тесты для игровых видов спорта .....	150
Равномерные тесты .....	152

### **Глава 4. Переменные в тренировке на выносливость .....**

4.1. Упражнения .....	160
4.2. Интенсивность работы .....	189
4.3. Интенсивность воспринимаемого напряжения ...	194
4.4. Продолжительность работы .....	199
4.5. Продолжительность отдыха после интервала работы .....	203
4.6. Характер отдыха: пассивный и активный .....	207
4.7. Объем работы .....	213

### **Глава 5. Тренировочные методы низкой и умеренной интенсивности .....**

5.1. Непрерывный равномерный метод .....	222
--	-----

5.2. Непрерывный переменный метод .....	222
5.3. Интервальный метод: анаэробный порог .....	230

## **Глава 6. Высокоинтенсивный интервальный тренинг .....**

	233
--	-----

6.1. Интервалы на максимальной аэробной мощности .....	236
6.1.1. Изменение интенсивности внутри интервала.....	243
6.2. Анаэробный резерв мощности.....	246
6.3. Длинные интервальные спринты.....	250
6.4. Короткие интервальные спринты .....	256
6.5. Аэробно-силовой метод.....	259
6.6. Расчет показателей интенсивности и объема работы.....	262
6.7. Поправки потерь времени на старте и при сменах направлений в челночном беге .....	264

## **Глава 7. Высокоинтенсивный функциональный тренинг (ВИФТ) ...**

	269
--	-----

7.1. Алгоритм составления высокоинтенсивной функциональной тренировки.....	274
7.2. ВИФТ с фокусом на совершенствование техники .....	302
7.3. ВИФТ с фокусом на эффективность дыхательной системы .....	312
7.4. ВИФТ с фокусом на потребление кислорода ВПДЕ мышц .....	315

7.5. Круговые комплексы из двух упражнений .....	319
7.6. Круговой комплекс для большой группы при ограниченном оборудовании.....	324
7.7. Статодинамика и окклюзивный тренинг.....	326

## **Глава 8. Выбор методов и планирование .....**

8.1. Прогрессия нагрузки в мезоцикле .....	339
8.2. Вариативность в тренировках на выносливость .....	343
8.3. Алгоритм планирования тренировок на выносливость в фитнесе .....	349
8.4. Алгоритм планирования тренировок на выносливость для видов спорта.....	355
8.5. Критерии адаптации .....	358
В качестве заключения .....	362
Концевые сноски.....	364

Эту книгу я хочу посвятить очень особенному человеку. Человеку, без которого не было бы не только книги, но и, возможно, многих других проектов. Моему партнеру по бизнесу и развлечениям. Коллеге и лучшему другу. Самой преданной поклоннице и самому безжалостному критику. Моей музе, катализатору и генератору идей. Моему продюсеру и директору. Миниатюрной женщине с огромной душой и характером. Моей возлюбленной и супруге.

Юля, спасибо, что веришь, направляешь, развлекаешь, заботишься, задаешь вопросы, вдохновляешь, отрезвляешь, поддерживаешь, дополняешь и любишь.





## Глава 1

---

# Физиология выносливости



Практически любая достаточно длительная работа вызывает утомление. Выносливость – способность продолжать работу, несмотря на возрастающее утомление. Тема повышения выносливости является одной из наиболее актуальных, не только для спортсменов, но и для обычных людей. Меньше уставать и лучше справляться с утомлением – кто из нас откажется от такой способности?

Неудивительно, что вопросы, связанные с выносливостью, активно и всесторонне изучают. Совершенствуют методы исследований. Углубляют понимание физиологических процессов. Накапливают методические наработки.

Но вместе с повышением объема знаний становится сложнее и интерпретировать, и использовать на практике эти знания. «Общая выносливость» смешивается с «аэробной емкостью», взбалтывается с «молочной кислотой», употребляется со «специфичным утомлением» и запивается «последовательным вовлечением систем энергообеспечения».

С выносливостью, как с любым сложным и многогранным явлением, часто происходит следующее: сначала создаются модели для упрощения комплексных процессов и их понимания, затем эти модели и абстракции возводят в абсолют. Люди начинают считать, что модели тождественны

описываемым явлениям. Возникает винегрет из моделей и концепций разного рода, которые должны упростить, но по факту все усложнили настолько, что остается нехитрый выбор: методический паралич или работа по наитию (то есть «как всегда делали»).

Абстрактные понятия часто не помогают при принятии практических взвешенных решений. Абстракции не помогают и разговаривать специалистам на одном языке: слишком разный смысл вкладывают в одни и те же модели и концепции. Чтобы найти этому подтверждение, достаточно послушать практически любой разговор двух специалистов на тему «общей выносливости» или «аэробной емкости».

**Общее понятийное пространство для разных абстрактных концепций и школ мысли создает физиология физической работоспособности.** Нам не обязательно понимать, как относится ударный объем сердца к «общей выносливости» или «аэробной емкости». Это вообще не важно, если мы знаем, какую роль играет ударный объем сердца в физической работе.

В данной книге мы постараемся рассмотреть вопросы выносливости и утомления через призму физиологии. А понять физиологию поможет логика естественного отбора и эволюции.

В тренировочном процессе можно решать разные задачи: как снизить процент подкожной жировой клетчатки, нарастить мышечную массу, улучшить метаболизм и маркеры здоровья, бежать дольше, плыть быстрее, поднимать

более тяжелые снаряды. Для человеческого организма во всех этих случаях приоритет всегда один, и он не меняется. Этот приоритет — выживание.

В процессе эволюции и естественного отбора выживают наиболее приспособленные к текущим условиям виды, которые успешно решают задачи поиска пищи, избегания угроз и воспроизводства. Неисчислимо разнообразие видов решает эти задачи совершенно отличными способами: паразитируют, мимикрируют, объединяются в колонии и стаи, занимают свободные биологические ниши и т.д.

Многим биологическим видам не нужно движение. Но млекопитающие обязаны двигаться, чтобы выжить. И люди, которые в современных условиях могут себе позволить вести очень пассивный образ жизни, исключением не являются. Несмотря на кардинальное изменение среды обитания, механизмы энергообеспечения, двигательного контроля и утомления, сформированные за миллионы лет эволюции, продолжают действовать.

Произвольные движения обычно решают одну или несколько задач: поиск пищи, воспроизводство, избегание опасности, груминг. Целесообразные произвольные движения называют поэтому **двигательными задачами**.

Любая двигательная задача начинается с цели. Выкопать питательный клубень, перетащить тушу кабана к стоянке, убежать от хищника — все это конкретные, биологически целесообразные двигательные задачи.

В дикой природе способность эффективно и результативно решать двигательные задачи означает полный желудок

и целую шкуру. Это в идеале. А на практике чаще всего так: не совсем пустой желудок и не слишком много отметин на шкуре.

Для жизнедеятельности организма требуется энергия, а ее запас в организме ограничен. Для того, чтобы не допустить истощения и не создать угрозу выживания, в организме действуют защитные предохранители – механизмы утомления.

А выносливость – это система компенсации механизмов утомления, которая позволяет продолжать биологически целесообразную работу.

## 1.1.

### Поддержание постоянного уровня энергии в клетке

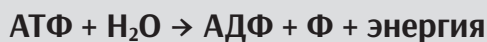
Не только двигательная активность, но и функционирование вообще любых органов и тканей требуют энергии. С пищей мы получаем из окружающей среды питательные вещества – белки, жиры, углеводы. В процессе метаболизма эти питательные вещества усваиваются, и дальше организм их использует как строительный материал или топливо.

Что бы ни утверждали солнцееды и прочие автономы, без регулярного поступления питательных веществ выжить не получится. С другой стороны, запас уже усвоенных пластических и энергетических ресурсов всегда ограничен.

Энергия, которая питает процессы жизнедеятельности в организме человека, связана в виде молекулы аденозинтрифосфорной кислоты (АТФ). Говорят, что **АТФ** – универсальная энергетическая «валюта» организма. Что это значит? Несмотря на то, что энергию могут накапливать и переносить разные химические соединения, клетки организма человека могут использовать только АТФ<sup>1</sup>.

Это как национальная валюта и все остальные иностранные валюты, имеющиеся на территории государства: ценность имеют все валюты, но что-то купить можно только за национальную валюту. И если надо использовать иностранную, ее сначала надо обменять.

АТФ используется вообще во всех процессах жизнедеятельности клетки. В результате так называемой реакции **гидролиза** с участием воды и фермента АТФазы молекула АТФ расщепляется на аденозиндифосфат (АДФ) и неорганический фосфат ( $\text{P}_i$ ). Процесс сопровождается выделением энергии, которая идет на нужды клетки.



Энергия для жизни и работы клетки требуется непрерывно. Потому и процессы расщепления и высвобождения энергии из АТФ происходят постоянно, каждую секунду. Сохранение достаточной концентрации АТФ в клетке — это вообще первичный приоритет выживания. Если запас энергии в клетке упадет ниже критического, остановятся процессы жизнедеятельности, и клетка попросту погибнет. При этом запасы АТФ в клетке ограничены: при максимальной интенсивности физиологических процессов АТФ в мышечном волокне хватает всего на 1-3 секунды.

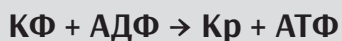
Но если энергия нужна непрерывно, а запасы АТФ ограничены, как организм справляется? АТФ после гидролиза можно восстановить и снова использовать (ресинтезировать): АДФ может присоединить обратно  $\text{P}_i$ , и получится целая молекула АТФ.

Процесс присоединения неорганического фосфата называется **фосфорилированием**. Но есть нюанс — для восстановления АТФ... нужна энергия.



Поскольку поддержание уровня энергии — залог выживания клетки, ресинтез АТФ может осуществляться не одной, а сразу 3 системами: креатинфосфатной, гликолитической и аэробной.

**Креатинфосфатная система** (другие названия — фосфагенная или система АТФ-КФ) использует креатинфосфат (КФ) для ресинтеза АТФ. Креатинфосфат — еще одно соединение, способное накапливать и передавать энергию, только эту энергию нельзя напрямую использовать в клетке. Зато ее можно задействовать для восстановления АТФ. По этой причине КФ выступает своеобразным буфером энергии. Если вернуться к аналогии с валютой — за креатинфосфат нельзя ничего «купить», но можно свободно и почти мгновенно конвертировать при необходимости в национальную валюту и совершить покупку.



Как сказано выше, в каждый момент времени в клетке требуется энергия, для получения которой расщепляется АТФ. Эту АТФ сразу надо восстанавливать, ведь запасы ограничены. Самый быстрый способ — через расщепление креатинфосфата. Как только в клетке образуется АДФ, при участии фермента креатинкиназы КФ с легкостью отдает молекулу фосфора и энергию, восстанавливая АТФ.

Но запасы КФ в клетке тоже ограничены. При максимальном энергозапросе их хватает всего на 8-10 секунд. По этой

причине, как только молекула КФ расщепляется на креатин и фосфат, приоритетно ее восстановить. В состоянии покоя энергии тратится немного, и восстанавливается КФ почти мгновенно. Ресинтез КФ — залог того, что клетка всегда будет готова к максимальному запросу энергии.

Для ресинтеза КФ тоже нужна энергия (как и для всего в организме). Откуда берется эта энергия и что восстанавливает креатинфосфат? Тут в дело вступают гликолитическая и аэробная системы. Спусковым крючком для запуска этих систем тоже становится повышение концентрации АДФ в клетке.

Актуальные данные говорят в пользу того, что гликолитическая и аэробная системы, как минимум в состоянии покоя, не только производят энергию для потребностей клетки, но и обеспечивают восстановление КФ. Это, на первый взгляд, нелогично: зачем тратить АТФ на восстановление КФ, чтобы потом КФ отдавал энергию АТФ? Тут есть 2 объяснения.

Во-первых, КФ гораздо свободнее перемещается по внутриклеточному пространству, чем АТФ. И если АТФ производится в митохондриях, а нужна в другой области клетки (например, для работы ионных натрий-калиевых насосов), быстрее восстановить КФ, чем транспортировать АТФ через мембраны митохондрий и внутри клетки<sup>2</sup>.

Во-вторых, запас креатинфосфата — это гарантия, что клетка будет готова к максимальному энергозапросу. Если возникнет ситуация из категории «бей-беги», необходимо иметь запас энергии. Такие ситуации — почти всегда непредвиденные и всегда требуют быстрого проявления высокого

уровня силы, а потому надо поддерживать запас креатинфосфата в максимально полном объеме.

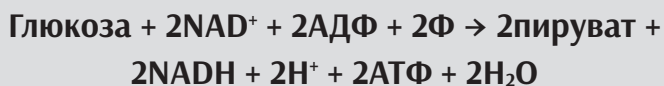
Следует отметить, что роль энергосистем меняется при высоком энергозапросе: тогда вся АТФ, производимая одновременно тремя системами, идет на нужды клетки. Ресинтез КФ отходит временно на второй план, и его запасы снижаются.

Даже при максимальном энергозапросе уровень АТФ в клетке падает не больше, чем на 15-20%. А вот запас креатинфосфата при этом может упасть на 60-80%<sup>3</sup>.

**Гликолитическая система** – анаэробная, как и креатинфосфатная. Для ее работы не требуется кислород. Необходимы только топливо в виде глюкозы и ферменты. Ну и немного энергии, конечно. В процессе расщепления глюкозы (**гликолиз**), который требует 2 АТФ и состоит из 10 последовательных реакций, одна молекула глюкозы распадается на 2 половинки – молекулы пирувата – и дает 4 АТФ<sup>4</sup>.

То есть в результате реакции гликолиза клетка получает всего 2 АТФ с каждой молекулы глюкозы. Это не очень экономично, зато быстро. А еще в процессе гликолиза почти не вырабатывается метаболическое тепло.

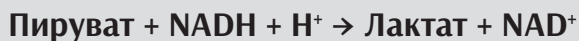
Если энергозапрос в моменте высокий, и клетке не хватает окислительных способностей или кислорода – гликолиз позволяет выполнить задачу.



Запасы глюкозы в организме конечны, и при высокой мощности работы заканчиваются относительно быстро. Но гораздо быстрее в клетке снизится концентрация кофермента  $\text{NAD}^+$ , который необходим для протекания гликолиза.  $\text{NAD}^+$  — окисленная форма никотинамиддинуклеотида, и в результате гликолиза восстанавливается до  $\text{NADH}$ . Как только концентрация  $\text{NAD}^+$  снизится до определенного уровня, гликолиз попросту остановится. В условиях нехватки кислорода или окислительных возможностей это означает прекращение синтеза энергии, что не может быть хорошо для клетки. Но, благодаря образованию лактата, этого можно избежать.

Лактат в спорте — традиционно антагонист выносливости и источник всех спортивных бед. Но лактат в организме выполняет ряд полезных функций. Окисление  $\text{NADH}$  до  $\text{NAD}^+$  лишь одна из них<sup>5</sup>.

При участии фермента лактатдегидрогеназы (ЛДГ) пируват преобразуется в лактат, забирая обратно протон водорода, а  $\text{NADH}$  окисляется до  $\text{NAD}^+$ . Таким образом, с одной стороны, буферируются свободные протоны водорода (реальная причина утомления), а с другой — гликолиз может продолжать синтезировать АТФ.



В некоторых клетках, например, эритроцитах, кислород не может использоваться в принципе, и возможен только гликолиз.

В условиях покоя вклад гликолиза в общий ресинтез АТФ невысокий. А весь пируват, который образуется в процессе, транспортируется в митохондрии и там окисляется по аэробному пути. В условиях напряженной мышечной работы мощность гликолиза растет пропорционально энергозапросу. При околопредельной интенсивности гликолиз дает много энергии, но работает короткое время (от 30-90 с), а далее останавливается из-за накопления протонов водорода. Соотношение мощности гликолиза и предельной длительности показано на рис. 1<sup>6</sup>.

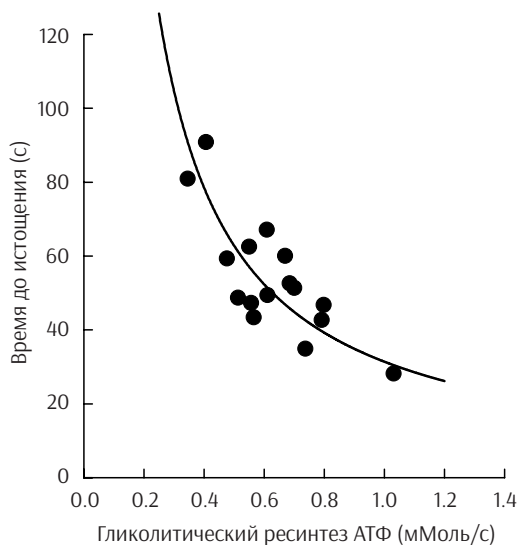


Рис. 1. Соотношение предельной длительности гликолиза в зависимости от его мощности

**Аэробная система** производит гораздо больше энергии из каждой единицы «топлива», но процесс протекает медленнее. Кроме того, для аэробной системы требуется

кислород, а в моменте в клетке его не всегда достаточно. Реакция окислительного фосфорилирования происходит в специализированных органеллах – **митохондриях**. При наличии кислорода митохондрии в качестве субстрата могут использовать и жирные кислоты, и пируват, образовавшийся в результате гликолиза, и даже аминокислоты. Все эти субстраты преобразуются в единую форму (ацетил-кофермент) и проходят через процесс, называемый циклом Кребса (также цикл лимонной кислоты, цикл трикарбоновых кислот). Аэробные процессы завершаются **окислительным фосфорилированием**.

В процессе окислительного фосфорилирования одна молекула пирувата (половина глюкозы) дает 30-38 АТФ. Одна молекула жирной кислоты – 120-130 АТФ. Эта энергия используется для восстановления креатинфосфата в межмембранном пространстве митохондрий, а также транспортируется из митохондрий в цитозоль (жидкое содержимое клетки) и далее по месту требования. КФ способен пересекать мембраны митохондрий гораздо свободнее и быстрее, чем АТФ, потому одна из задач аэробной системы – обеспечить энергией ресинтез КФ.

В условиях работы на предельной интенсивности энергозапрос такой, что совокупной мощности работы окислительной и гликолитической системы не хватает для энергообеспечения (рис. 2). По этой причине, как только запасы креатинфосфата истощаются, интенсивность работы неконтролируемо падает.

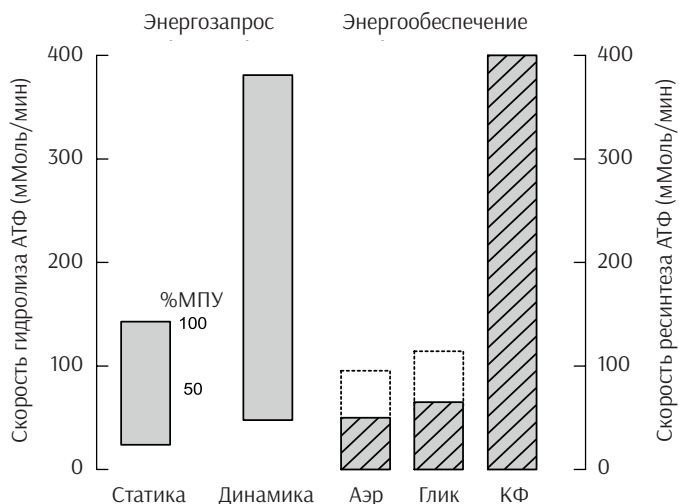


Рис. 2. Энергозапрос и способность разных систем к ресинтезу АТФ

Иногда встречаются мнения, что системы ресинтеза АТФ включаются последовательно: сначала фосфагенная, при исчерпании запасов креатинфосфата гликолитическая и еще позже аэробная. И если, например, поработать всего 2-3 секунды, это будет «алактатная» работа, то есть без участия гликолитической системы.

При детальном изучении становится очевидно, что все три системы работают одновременно, просто с разной скоростью. И даже если вклад окислительной и гликолитической систем во время предельно мощной короткой работы не очень существенный, картина меняется при повторении усилий и в интервалах отдыха.

Можно подумать, например, что спринтерский бег на короткие дистанции — это алактатная работа без участия

гликолитической системы и образования лактата. Но расчетный вклад гликолиза в энергообеспечение может составить около 50%<sup>7</sup>. А после спринта, длящегося 10-11 секунд, уровень лактата продолжает расти в течение нескольких минут, достигая значений более 10 ммоль<sup>8</sup>.

Одновременная работа всех систем биологически целесообразна с учетом непрерывных затрат энергии на процессы жизнедеятельности и постоянной необходимости ее восполнять.

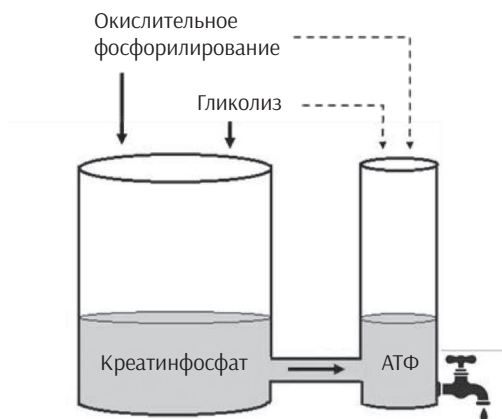


Рис. 3. Работа всех систем энергообеспечения

Для ресинтеза АТФ нужны энергоресурсы, которые поступают в виде питательных веществ извне. Чтобы добыть питательные вещества, необходимо прикладывать физические усилия. Поэтому способность выполнять физическую работу является важным, биологически целесообразным приоритетом для организма.

Любая физическая работа управляется нервной системой, выполняется скелетно-мышечной и обслуживается кардиоре-



спираторной. Бессмысленно рассуждать, что важнее: сердце, мышцы, легкие или извилины. Без любого из этих элементов невозможно выполнить сколько-нибудь длительную работу.

А вот понимать, как каждая из систем участвует в работе и как влияет на выносливость – важно и полезно. Рассмотрим, как происходит сопряжение управляющей, исполнительный и обслуживающей систем при выполнении произвольного движения.

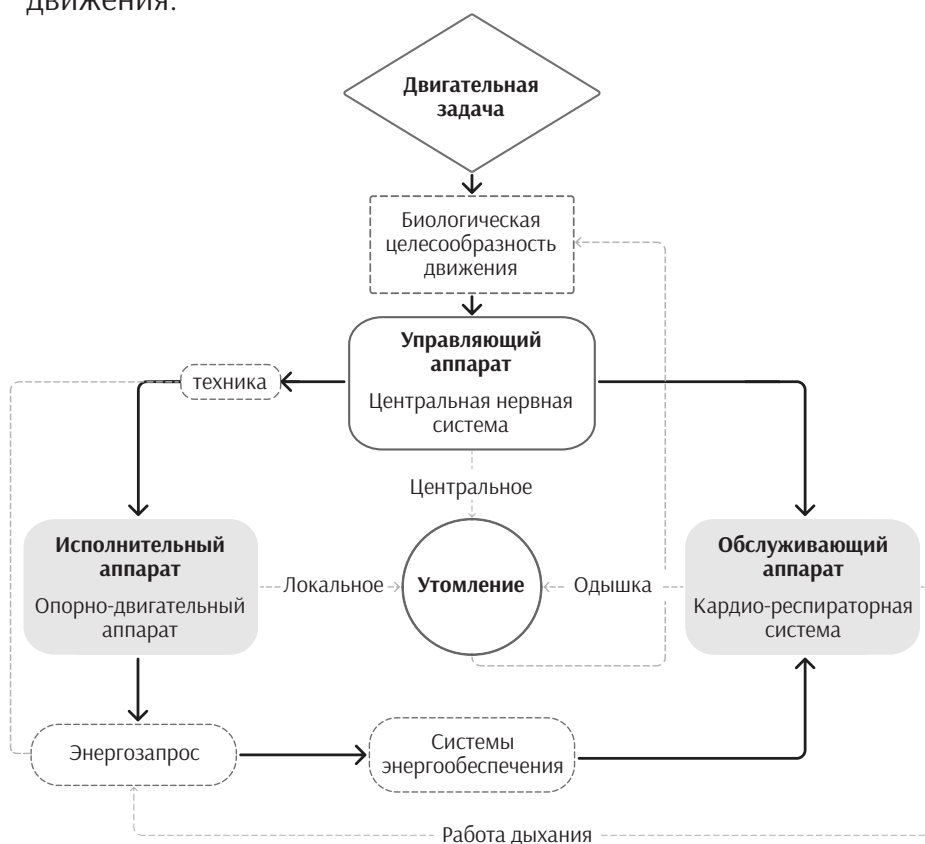


Рис. 4. Сопряжение управляющего, исполнительного и обслуживающего аппаратов

## 1.2.

### **Роль центральной нервной системы**

Организм человека отлично настроен на результативное решение разных двигательных задач. Энергосистемы, дублирующие друг друга и способные использовать разные субстраты в качестве топлива, являются одним из примеров такой эффективности.

Это проявляется и на уровне двигательного контроля. В управлении движениями может участвовать до 2/3 всех нейронов головного мозга.

Вначале всегда формируется образ двигательной задачи — что именно надо выполнить. Происходит это в префронтальной коре головного мозга. Этот образ может быть понятным до мелочей, если речь о сформированном, стабильном двигательном навыке. Или образ может быть простым до крайности, если человек никогда не делал подобных упражнений. Например, когда обыватель видит становую тягу штанги, то в голове фиксируется исходная точка (штанга на полу) и конечная (выпрямление тела со штангой в руках), а остальные параметры двигательного состава пока просто не воспринимаются. В таких случаях принято говорить, что образ двигательной задачи упрощен.

От префронтальной коры образ двигательной задачи передается в премоторную кору, где раскладывается на составные части (мышечные синергии и движения в конкретных

суставах). Эта информация далее передается в моторную кору, откуда нервные импульсы уходят в конкретные мышцы и приводят к их сокращению<sup>9</sup>.

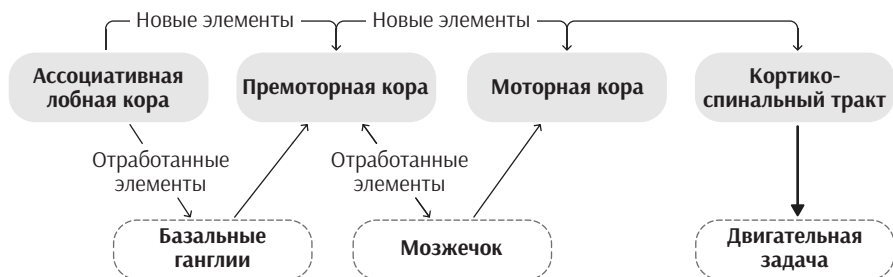


Рис. 5. Реализация двигательного контроля для новых и отработанных элементов

Для автоматизированных движений описанный процесс быстрее и требует меньше энергии. Информация от префронтальной коры к фронтальной идет через базальные ганглии, где хранятся «образы» отработанных движений и их связей, а от премоторной к моторной — через мозжечок, где хранятся «образы» автоматизированных синергичных действий. Базальные ганглии и мозжечок — эволюционно более древние структуры. Их включение в двигательный контроль разгружает кору больших полушарий и повышает эффективность движений.

Каждый, кто выполнял новое для себя упражнение, подтвердит: больше всего устаешь просто от того, что пытаешься удержать в уме все параметры техники. Вроде бы простое упражнение заставляет несоразмерно концентрировать внимание и силы.

И действительно, если двигательной активностью управляет кора больших полушарий, это сопряжено с колоссальным расходом энергии.

Кроме того, упрощенный образ двигательной задачи приводит к избыточному напряжению мышц, которое сковывает движения. Возникает так называемая генерализация нервного возбуждения: нервная импульсация активизирует как необходимые для упражнения мышцы, так и те, что просто оказались по соседству.

Почему новые движения скованные, можно понять через ту же призму эволюционной логики. Травмироваться гораздо проще, когда совершаешь мощные, но плохо контролируемые действия, чем когда замер на месте или двигаешься скованно. В условиях дикой природы слишком резкие непривычные движения чреваты фатальными ошибками, а реакция «замри» часто более выигрышна, чем «бей/беги». Потому, например, на уровне мозжечка регуляция движений идет через выключение тормозных клеток Пуркинье. То есть «тормоза» работают постоянно, и отключаются только с ростом двигательной компетентности в конкретном движении. Это проявляется в том, что движения становятся более свободными и точными.

Торможение вначале важно еще и потому, что одна и та же мышца выполняет разные функции в зависимости от положения тела, направления движения и других условий. В простом анатомическом атласе будет написано: сгибатели бедра сгибают бедро, а приводящие мышцы — приводят. В живом человеческом теле в сгибании бедра участвуют мыш-

цы, которые могут и приводить, и отводить бедро. А в приведении – мышцы, которые могут еще и сгибать или разгибать бедро. Все «лишние» в конкретном движении функции необходимо компенсировать, чтобы движение получилось координированным и результативным.

Например, в сгибании бедра могут принимать участие: подвздошная, поясничная, прямая мышца бедра, напрягатель широкой фасции бедра, портняжная, гребенчатая, короткая и длинная приводящие мышцы бедра. В зависимости от ротации бедра, угла наклона корпуса и амплитуды, работают в большей степени одни или другие мышцы, как показано на рисунке ниже.



Рис. 6. Реализация сгибания бедра посредством разных мышц в зависимости от техники

В мире спорта это создает вариативность техники. Какие-то варианты техники более рациональные и даже становятся эталонными. Другие менее рациональны и не очень результативны. В мире естественного отбора не существует эталонов, а вариативность становится опциональностью. Опциональность позволяет успешно выполнить двигательную

задачу, даже когда одна из мышц повреждена или в ней истощены энергосубстраты.

В тренировках на выносливость это проявляется на утомлении. То, что мы называем деградацией техники, для организма — результативное продолжение работы за счет подключения резервных мышц. Техника может быть насколько угодно кривой и «опасной» — для организма важна результативность здесь и сейчас. Неэкономичное, но результативное движение — это все тот же «не совсем пустой желудок и не слишком подранная шкура».

Перечисленные выше процессы двигательного контроля непосредственно влияют на затраты энергии и, как следствие, на скорость развития процессов утомления и итоговую выносливость.

Отсюда можно сразу вывести одно простое следствие: **невозможно быть выносливым в совершенно новой и технически непонятной двигательной активности.**

Однако, поскольку сохранение энергетического баланса — главный приоритет выживания, организм отлично заточен на повышение эффективности движений. Если приходится выполнять схожие двигательные задачи снова и снова, постепенная автоматизация двигательного контроля снижает затраты энергии на управление, а экономизация техники позволяет выключить из работы не самые важные мышцы или даже двигательные единицы.

## 1.3.

### Типы мышечных волокон

Как было сказано выше, каждое произвольное движение начинается с намерения, которое превращается в нервные импульсы и в итоге реализуется через сокращение мышц. Сокращение мышц требует расхода энергии; расход энергии запускает системы ресинтеза АТФ.

Однако мышца не всегда сокращается целиком. Каждая мышца состоит из множества мышечных волокон. Эти волокна отличаются друг от друга по функциональным признакам: размеру поперечного сечения, скорости сокращения, порогу включения в работу, устойчивости к утомлению.

Размер поперечника волокна определяет, сколько оно содержит сократительных белков и какую силу тяги способно генерировать при сокращении. Размер волокна также определяет требования и к размеру двигательного нейрона, способного передать достаточно мощный импульс, чтобы «включить» его в работу. Один мотонейрон иннервирует не одно волокно, а от десятка до нескольких тысяч. Группу мышечных волокон и иннервирующий их мотонейрон называют двигательной единицей (ДЕ), так как они включаются в работу одновременно. Важная особенность двигательной единицы еще и в том, что все

входящие в нее мышечные волокна имеют одинаковые характеристики по размеру, скорости сокращения и устойчивости к утомлению.

Когда необходимо выполнить конкретную двигательную задачу, включается не вся мышца целиком, а отдельные двигательные единицы, суммарной тяги которых достаточно, чтобы выполнить движение. В точных движениях задействуются двигательные единицы, включающие небольшое количество мышечных волокон. Таковы глазные мышцы, а также мышцы, которые участвуют в мелкой моторике. Локомоторные мышцы, отвечающие за перемещение в пространстве, обычно содержат крупные двигательные единицы, объединяющие сотни и тысячи мышечных волокон.

Активацию двигательных единиц называют рекрутированием. Нервная система управляет рекрутированием, посылая импульсы разной интенсивности. Физиологический механизм задействования разных двигательных единиц называют **принципом размера Ханнемана**<sup>10</sup>. Он состоит в следующем.

Когда надо выполнить простую, понятную двигательную задачу, нервная система пошлет импульсы минимальной необходимой интенсивности, которые активируют только маленькие двигательные единицы. Например, надо поднести ко рту вилку с едой. Нервная система пошлет слабый сигнал, сократятся самые маленькие по размеру двигательные единицы, суммарной силы которых хватит для перемещения руки и вилки.

Но если необходимо проявить мощное усилие, импульсы большей интенсивности включают уже гораздо больше двига-



тельных единиц, в том числе крупных. К примеру, когда надо поднять на плечо тяжелый рюкзак. Также более крупные двигательные единицы будут активироваться по мере утомления и выключения из работы менее мощных. Даже низкоинтенсивная работа в определенный момент, при приближении к мышечному отказу, потребует предельного нервного напряжения и будет реализована с участием крупных мышечных волокон.

Механизм рекрутирования объясняет, почему при выполнении непривычной двигательной задачи быстро наступает усталость. Во-первых, устает нервная система из-за чрезмерной активности коры больших полушарий. Во-вторых, нервная система посылает импульсацию с запасом, активируя двигательные единицы сверх необходимости. Энергия тратится с очень низким коэффициентом полезного действия (КПД).

Двигательные единицы, которые включаются по слабому сигналу нервной системы, называют низкопороговыми (НПДЕ). А те, что необходимы для тяжелой мышечной работы или высокой скорости движения, называют высокопороговыми двигательными единицами (ВПДЕ).

Скорость сокращения волокна зависит от особенностей сократительных белков. Мышечное сокращение реализуется посредством скольжения белков миозина относительно актина. Миозин состоит из 3 тяжелых и 2 легких цепей аминокислот (изоформ). В мышечных волокнах разных типов преобладают те или иные изоформы. Преобладающие изоформы тяжелых цепей миозина — один из признаков, по которым мышечные волокна относят к разным типам<sup>11</sup>.

Тип АТФазы	корреляция	Изоформы тяжелых цепей миозина (МНС)	корреляция	Тип волокон по скорости сокращения и преобладающим ферментам
I	↔	МНС I	↔	Медленные окислительные SO – slow-twitch oxidative
Ic				
IIs				
IIs				
IIa	↔	МНС IIa	? ↔ ? (слабая)	Быстрые окислительно-гликолитические FOG - fast-twitch oxidative
IIab	↔	МНС IIx/d (IIb)	? ↔ ? (слабая)	Быстрые гликолитические FG - fast-twitch glycolytic
IIb				

Второй способ классификации — по типу фермента миозиновой АТФазы. От типа АТФазы миозина зависит скорость гидролиза АТФ и, как следствие, скорость сокращения мышечного волокна. Изоформы тяжелых цепей миозина и типы АТФазы миозина совпадают. В зависимости от преобладающих изоформ тяжелых цепей миозина или типа АТФазы миозина волокна классифицируют на типы I, IIa и IIb. В литературе часто волокна IIb именуют и как IIx, можно считать эти названия взаимозаменяемыми.

Такая классификация удобна, но является определенным упрощением. Дело в том, что одно волокно может включать несколько изоформ тяжелых цепей миозина, например, I и IIa типа, или IIa и IIx типа. В некоторых волокнах ярко выражен один тип изоформ, но другие относят к гибридным формам.

У каждого человека определенная доля мышечных волокон – **гибридные**<sup>12</sup>. В зависимости от характера тренировок в дальнейшем эти гибриды приобретают специфичные характеристики конкретного типа<sup>13</sup>.

Также мышечные волокна отличаются по своей устойчивости к утомлению. Волокна I типа называют еще окислительными. В этих волокнах много митохондрий относительно их размера, высокая активность окислительных ферментов, хорошая капилляризация и относительно высокий запас миоглобина – белка, который связывает кислород и создает кислородный резерв в мышцах.

Промежуточные волокна IIa крупнее, обладают большей скоростью сокращения, но менее устойчивы к утомлению из-за того, что по сравнению с I типом в них меньше капилляров, митохондрий и окислительных ферментов. Однако, при тренировках на выносливость промежуточные волокна очень хорошо адаптируются и становятся устойчивее к утомлению.

Быстрые волокна IIx являются самыми мощными и быстрыми, но из-за сниженного (по сравнению с другими типами) кровоснабжения и относительно небольшой митохондриальной массы быстро утомляются. При тренировках на выносливость количество волокон IIx снижается, так как они переходят в тип IIa, жертвуя скоростью сокращения в обмен на большую устойчивость к утомлению.

У одного и того же человека разные мышцы обладают разным сочетанием волокон I, IIa, IIx типов в зависимости от функций мышц, индивидуальной генетики и режима регулярных нагрузок (определяющих эпигенетические факторы<sup>14</sup>).

## **Пример влияния эпигенетики**

В исследовании<sup>15</sup> 2018 года изучали физиологические различия двух монозиготных близнецов в возрасте 52 лет. Один из близнецов имел 30-летний опыт тренировок на выносливость. Второй вел малоактивный образ жизни.

Традиционные представления о генетике, как и их последователи, заставляют предположить, что опыт тренировок мало влияет на типы мышечных волокон, активность ферментов и другие показатели.

Однако исследование показало, что это абсолютно неверное предположение.

У тренированного близнеца по сравнению с нетренированным следующие показатели были значительно ниже:

- масса тела и процент жировой клетчатки;
- ЧСС покоя, кровяное давление, триглицериды, холестерин, глюкоза плазмы крови.

Показатели подготовленности тоже значительно отличались:

- относительная мощность педалирования, анаэробная выносливость, максимальное потребление кислорода были выше;
- мышечная сила оказалась ниже.

Эти различия логичны и демонстрируют специфичную адаптацию к физическим нагрузкам. Что важнее, так это физиологические различия:

- у тренированного близнеца было в 2,4 раза больше окислительных мышечных волокон I типа, в 13 раз меньше волокон IIa типа и в 10 раз меньше гибридных мышечных волокон.

- у тренированного близнеца также отличалась экспрессия генов, связанных с мышечным ростом и регенерацией.

Сканируйте QR-код и знакомьтесь подробнее:



Инфографика со сравнением показателей у близнецов – в телеграм канале <https://t.me/evotraining/1015>.



Видео про это исследование на моем YouTube канале.

Это исследование наглядно демонстрирует, как условия среды и регулярные физические нагрузки влияют на системы и функции организма, в том числе на те, которые привыкли считать «генетически предопределенными».

Что важно — сила сокращения волокон разного типа одинаково пропорциональна площади поперечного сечения волокна. То есть два волокна разного типа, но одной толщины, будут выдавать одинаковое пиковое усилие. Просто волокна I типа дольше выходят на этот пик (из-за разных типов изоформ).

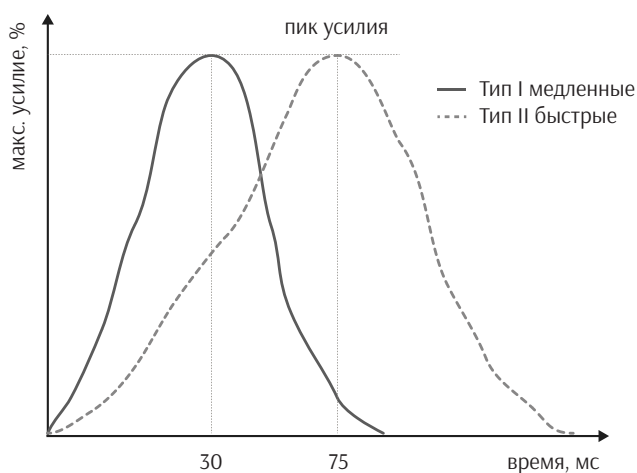


Рис. 7. Волокна I типа дольше выходят на пик усилия

При этом в большинстве случаев волокна IIa/IIx гораздо крупнее волокон I типа, и потому выдают абсолютное пиковое усилие в несколько раз больше.

Классификация мышечных волокон по различным признакам приведена в таблице ниже.

Характеристики	Медленные окислительные (I)	Быстрые окислительные (IIa)	Быстрые гликолитические (IIb / IIx)
Активность АТФазы миозина	Низкая	Высокая	Высокая
Скорость сокращения	Низкая	Высокая	Высокая
Устойчивость к утомлению	Высокая	Средняя	Низкая
Окислительные возможности	Высокая	Высокая	Низкая
Содержание гликолитических ферментов	Мало	Средне	Много
Митохондрии	Много	Много	Мало
Капилляры	Много	Много	Мало
Содержание миоглобина	Высокое	Высокое	Низкое
Содержание гликогена	Мало	Средне	Много
Поперечная площадь волокна	Маленький	Средний	Большой

## 1.4.

### **Роль сердечно-сосудистой системы**

С началом физической работы увеличивается минутный объем кровотока (МОК). Достигается это за счет роста частоты сердечных сокращений (ЧСС) и ударного объема сердца (УОС) — объёма крови, который левый желудочек выбрасывает в аорту, за одно сокращение. ЧСС возрастает под влиянием нескольких факторов, в том числе регуляции автономной нервной системы, работы хеморецепторов и повышения в крови уровня катехоламинов — физиологически активных веществ, выполняющих функцию химических посредников и «управляющих» молекул в межклеточных взаимодействиях.

Что касается регуляции автономной нервной системой, симпатический и парасимпатический отделы АНС активны постоянно. В покое превалирует тонус парасимпатического отдела, потому ЧСС снижена. С началом физической нагрузки активность парасимпатического отдела угнетается, и активируется симпатический узел, за счет чего ЧСС растет. Этот же механизм лежит в основе роста ЧСС в предстартовом состоянии, в ожидании начала физической нагрузки.

Как только мышцы начинают сокращаться, кровеносные сосуды в мышце пережимаются, кровь из них выдавливается, что усиливает венозный отток. Более мощный ток крови



в венах приводит к растяжению левого желудочка сердца. По этой причине с началом работы практически сразу повышается и ударный объем сердца. Еще в кровь выводятся метаболиты и катехоламины, которые тоже влияют на ЧСС через хеморецепторы.

На ударный объем также оказывает влияние так называемая **респираторная помпа**<sup>16</sup>: во время вдоха давление в грудной клетке снижается, что увеличивает венозный возврат и, как следствие, ударный объем сердца. Эта же респираторная помпа при натуживании работает в обратную сторону, ухудшая венозный отток и снижая ударный объем до 50%.

Вначале работы ЧСС и ударный объем растут линейно. На определенном значении ЧСС (обычно в районе 50-75% ЧСС<sub>макс</sub>) ударный объем достигает своего физиологического максимума. Дальнейший рост МОК обеспечивается ростом ЧСС, вплоть до физиологического максимума – ЧСС<sub>макс</sub>.

ЧСС<sub>макс</sub> у разных людей отличается, и произвольно изменить его невозможно. А еще в разных видах активности у одного и того же человека значение ЧСС<sub>макс</sub> будет отличаться. Это связано и с общим объемом работающей мышечной массы, и с положением тела. Чем больше объем задействованной мышечной массы, тем выше ЧСС<sub>макс</sub>. Положение тела влияет на гемодинамику, потому в плавании, гребле и при педалировании велосипеда ЧСС<sub>макс</sub> ниже, чем в беге<sup>17,18</sup>. В случае, когда предельная ЧСС достигается в конкретном упражнении и не дотягивает до максимальной, говорят о пиковой ЧСС. Например, при работе на ручном эргометре мышечный отказ происходит на относительно низкой ЧСС<sub>пик</sub>.

Максимальную ЧСС следует определять в ходе ступенчатого теста до отказа. А вот формулы, которые предлагается использовать для расчета  $ЧСС_{\text{макс}}$  в зависимости от возраста человека, слишком неточны. Несмотря на то, что снижение ЧСС с возрастом — это доказанный факт, все формулы дают расчетное значение с разной погрешностью, от 3 до 10 уд/мин<sup>19</sup>. Это слишком большая неточность, не позволяющая эффективно использовать ЧСС для контроля и предписания интенсивности работы.

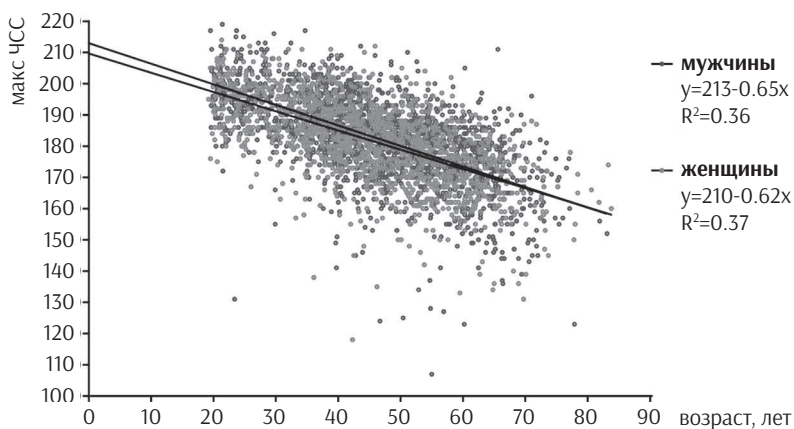


Рис. 8. Динамика снижения ЧСС с возрастом

Описанные механизмы работы сердечно-сосудистой системы направлены на то, чтобы обеспечивать адекватное кровоснабжение мышц. Но возможны разные ситуации, когда работающие мышцы недостаточно снабжаются кровью (они будут рассмотрены подробно ниже). В этих случаях анаэробные механизмы ресинтеза АТФ будут превалировать, а утомление будет нарастать неконтролируемо быстро.

## 1.5.

### Роль дыхательной системы

Мышечное сокращение приводит к образованию углекислого газа, как в результате аэробного метаболизма, так и при буферировании метаболитов гликолиза. Рост парциального давления  $\text{CO}_2$  в крови активирует хеморецепторы. Легочное дыхание становится интенсивнее. Возрастает частота и глубина дыхания, что в сумме увеличивает минутный объем дыхания (МОД). Если интенсивность работы повышать постепенно, пропорционально этому будет расти и МОД.

Дыхательная система может работать с разной эффективностью в зависимости от сочетания биомеханических и биохимических факторов.

Биомеханические факторы определяют, насколько свободно может изменяться объем грудной клетки и брюшной полости. От этого напрямую зависит комфортная глубина вдоха.

Внутригрудное пространство может увеличиться продольно при сокращении диафрагмы: диафрагма опускается вниз, выдавливает органы брюшной полости вниз-вперед, легкие наполняются воздухом. Выдох в этом случае будет или пассивный, или форсированный при участии мышц живота.

Внутригрудное пространство может увеличиться и в поперечном направлении при работе межреберных мышц. Наружные межреберные мышцы поднимают ребра и тем самым расширяют грудную клетку. Внутренние межреберные мышцы — отвечают за выдох.

Объем грудной полости может расти продольно и в верхнем направлении, за счет работы второстепенных респираторных мышц (трапеции, малая грудная, грудино-ключично-сосцевидная, лестничные, задние верхние зубчатые).

Основные дыхательные мышцы (диафрагма и межреберные мышцы) более устойчивы к утомлению, чем второстепенные. Роль второстепенных мышц — обеспечивать дыхание в ситуациях, когда основные респираторные мышцы не обладают механическим преимуществом. Например, если спортсмен выполняет много становых тяг в тяжелоатлетическом поясе, диафрагмальное дыхание будет затруднено. И наоборот, если спортсмен сутулится, грудная клетка будет сдавлена, и останется только возможность для диафрагмального дыхания.

В покое работа дыхательных мышц (работа дыхания) низкая и составляет 2-3% общего энергозапроса организма. Однако работа дыхания резко возрастает, когда увеличивается минутный объем дыхания. Энергозапрос на высокой интенсивности может составлять до 16% от общего<sup>20</sup>. Во-первых, растет эластичное сопротивление легких, реберных хрящей и других тканей. Чем глубже вдох, тем больше ткани сопротивляются растяжению. Во-вторых, возрастает аэродинамическое сопротивление движению воздуха в ды-

хательных путях из-за их криволинейности. Чем чаще дыхание, тем больше аэродинамическое сопротивление.

К перечисленным факторам могут добавляться и другие, которые также увеличивают работу дыхания (гидростатическое давление в плавании, удержание снарядов на теле, скованность соперником в борьбе и клинче).

Частоту и глубину дыхания большую часть времени определяют дыхательные центры нервной системы. Но человек может управлять дыханием и произвольно. Произвольное управление дыханием позволяет координировать дыхательный шаблон с двигательным шаблоном и оптимизировать технику выполнения упражнений. Но если произвольное управление дыханием нерациональное (объема дыхания не хватает), в крови накапливается избыток  $\text{CO}_2$ , и дыхание переходит под автоматизированное управление. Это проявляется в том, что возникает одышка (дыхание становится неконтролируемо частым).

Во всех ситуациях, когда дыхание слишком интенсивное по сравнению с мощностью работы, возникает **гипервентиляция**. Гипервентиляция приводит к биохимическим сдвигам, имеющим название **эффект Вериги-Бора**. Как известно,  $\text{O}_2$  в крови переносит гемоглобин. Но для того, чтобы гемоглобин «отпустил» связанную молекулу  $\text{O}_2$ , необходима свободная молекула  $\text{CO}_2$ , которая займет его место. В результате сокращения мышц в крови повышается содержание  $\text{CO}_2$ . Это приводит к тому, что гемоглобин охотнее отдает кислород, и снабжение тканей кислородом улучшается.

Но этот механизм работает и в обратную сторону. В легких гемоглобин «обменивает» связанную молекулу  $\text{CO}_2$  на  $\text{O}_2$ . Если дышать слишком часто, получается, что человек выдыхает слишком много  $\text{CO}_2$ . Содержание  $\text{CO}_2$  в крови падает ниже нормы. В итоге артериальная кровь максимально насыщена кислородом, но ткани не могут его получить: гемоглобин не отдает  $\text{O}_2$ , так как нет достаточного объема  $\text{CO}_2$  для обмена.

В самом очевидном виде это проявляется при гипервентиляции в покое: если начать усиленно дышать, через 20-40 секунд начнет кружиться голова. Некоторые говорят: организм перенасыщен кислородом. На самом же деле голова кружится потому, что мозг испытывает кислородное голодание, вызванное эффектом Вериги-Бора.

На высокой интенсивности энергозапрос работы дыхания может достигать до 16% от общего. Значит, дыхательным мышцам тоже требуется кровоснабжение, выведение  $\text{CO}_2$  и доставка  $\text{O}_2$ . То есть возникает конкуренция за кровоснабжение с мышцами, которые непосредственно выполняют двигательную задачу. Это одна из возможных причин, по которой кровоснабжение мышц становится неадекватным.

Биомеханически неоптимальное дыхание, а также локальное утомление респираторных мышц часто вызывают сильный локальный дискомфорт («жжение в легких») и ощущение нехватки воздуха. Достаточно часто это приводит к неконтролируемому снижению мощности работы.

## 1.6.

### Энергозапрос

Чем больше энергии требуется для выполнения работы, тем выше напряженность функционирования исполнительной, управляющей и обслуживающей систем.

Величина энергозапроса определяется совокупностью параметров выполняемой работы и механической эффективности движений.

К параметрам работы относятся:

- силовые характеристики (внутренние и внешние силы, которые необходимо преодолеть);
- скоростные характеристики (ускорение, торможение, скорость одиночных и частота циклических движений);
- пространственно-временные характеристики (дистанция, амплитуда движений);
- временные характеристики (продолжительность времени под нагрузкой).

Совокупность этих характеристик формирует суммарный запрос энергии для выполнения работы. Однако фактический расход энергии будет существенно выше. Сколько энергии потребуется для выполнения задачи, зависит от **механической эффективности движений**. Механическая эффективность равна отношению энергии, потраченной на выполнение работы, к общим затратам энергии.

Выполненная работа имеет характеристики мощности и длительности. Это позволяет рассчитать затраты энергии на работу в кДж (Джоуль = Вт\*час) или ккал. Затраты энергии организмом тоже можно рассчитать: через показатели потребления кислорода и **калорический эквивалент кислорода** определить количество затраченных ккал или кДж (количество тепла, освобождаемое при использовании 1 л кислорода для полного окисления энергосубстрата).

Механическая эффективность движений достаточно низкая. Даже в относительно простых упражнениях вроде педалирования велосипеда только от 16 до 25% энергии, получаемой при гидролизе АТФ, идет на обеспечение мышечной работы. Остальная часть энергии теряется в виде тепла (поэтому упражнения согревают, и поэтому же можно получить тепловой удар, тренируясь в жарких условиях). В более сложных упражнениях и неблагоприятных условиях эффективность еще ниже. Например, в плавании кролем механическая эффективность может составлять всего лишь от 5 до 9,5%<sup>21</sup>.

Закрепощенность мышц при выполнении новых упражнений, двигательный контроль посредством коры больших полушарий, лишние движения, недостаток мобильности в суставах также приводят к повышенному расходу энергии.

С другой стороны, наработанная экономичная техника позволяет повысить механическую эффективность. Даже если это всего несколько процентов прироста – на практике это может приводить к кардинальным изменениям итогового результата.



Еще один важный момент — одежда и экипировка. Одежда обладает разными характеристиками тепло- и влагоотведения. Обувь может быть заточена под максимально жесткую передачу силы реакции опоры или лучшую упругость шага.

Например, один и тот же спортсмен, бегущий фиксированную дистанцию с фиксированной скоростью, потратит разное количество энергии в разных условиях.

### ***Покрытие***

Асфальт, плитка на набережной, легкоатлетическое покрытие, грунт, песок обладают разными характеристиками упругости и силы реакции опоры. Более высокая сила реакции опоры позволит эффективнее использовать энергию упругой деформации, и наоборот.

### ***Экипировка***

Шиповки на легкоатлетической дорожке увеличат сцепление и повысят эффективность приложения силы к опоре в каждом шаге, в беге по асфальту лучше сработают кроссовки с более толстой подошвой и т.д.

### ***Частота шагов (каденс)***

Оптимальная частота шагов — примерно 170-180 шагов в минуту, то есть 3 шага в секунду. При таком каденсе наилучшим образом используются упругие свойства мышц и соединительных тканей. Использование упругих свойств позволяет экономить метаболическую энергию. Если каденс слишком низкий (ниже 170) — эластичность опорно-двигательного аппарата реализуется хуже, что увеличивает затраты энергии.

### **Нерациональная техника**

Избыточная длина шага с фазой опоры спереди центра тяжести увеличивает тормозящие силы и создает необходимость их преодолевать. Наклон корпуса вперед, тоническое напряжение мышц плечевого пояса, даже напряжение мимических мышц — все это требует энергии и дополнительно нагружает обслуживающие системы.

### **Нерациональное дыхание**

Слишком частое дыхание повышает работу респираторных мышц за счет аэродинамического сопротивления дыхательных путей и может приводить к артериальной гипоксемии (артериальная кровь не успевает насыщаться кислородом).

Слишком глубокое дыхание повышает работу респираторных мышц за счет преодоления эластичного сопротивления легких и тканей грудной клетки. Дышать можно рационально (первичные респираторные мышцы) и нерационально (верхнегрудное дыхание, вторичные респираторные мышцы). Нерациональное дыхание повышает работу дыхательных мышц и энергозапрос этой работы добавляется к энергозапросу собственно преодоления дистанции.

### **Жесткость сухожилий**

При сокращении мышца передает тягу через сухожилие к костям. Чем жестче сухожилие, тем меньше потери энергии при передаче этого тягового усилия, и наоборот.

### **Условия окружающей среды**

Высокая температура и влажность, сниженное парциальное давление кислорода в атмосферном воздухе повышают

интенсивность работы обслуживающих систем и общий энергозапрос работы.

Чем выше энергозапрос, тем быстрее будет расходоваться креатинфосфат и активнее работать гликолиз. Величина энергозапроса также влияет на то, какие субстраты преимущественно будут окисляться в митохондриях (пируват или жирные кислоты).

В попытках развить выносливость, важно стараться не только повысить способность организма противостоять утомлению, но и, в первую очередь, снизить энергозапрос.

Чем лучше используются силы реакции опоры, трения, инерции, упругой деформации и чем меньше лишние энергозатраты, тем меньше ресурсов организма будет требоваться. Тем дольше получится отложить утомление, и лучше будет итоговый результат.

## 1.7.

### Мощность работы в устойчивом состоянии

Давайте рассмотрим разные зоны мощности работы через призму энергообеспечения, взаимосвязанного действия всех систем и нарастающих процессов утомления.

Выделяют 3 принципиальные зоны мощности<sup>22</sup>:

- зону устойчивой работы ниже 1 лактатного (аэробного) порога (ЛП1);
- зону квазистойчивой работы до 2 лактатного (анаэробного) порога (ЛП2);
- зону неустойчивой работы выше 2 лактатного порога.

В рамках этих зон часто используют дополнительные подкатегории, которые также будут рассмотрены ниже.

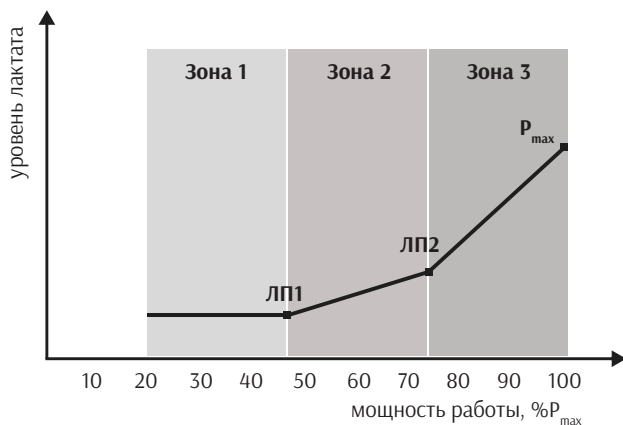


Рис. 9. Уровень лактата в зависимости от мощности работы

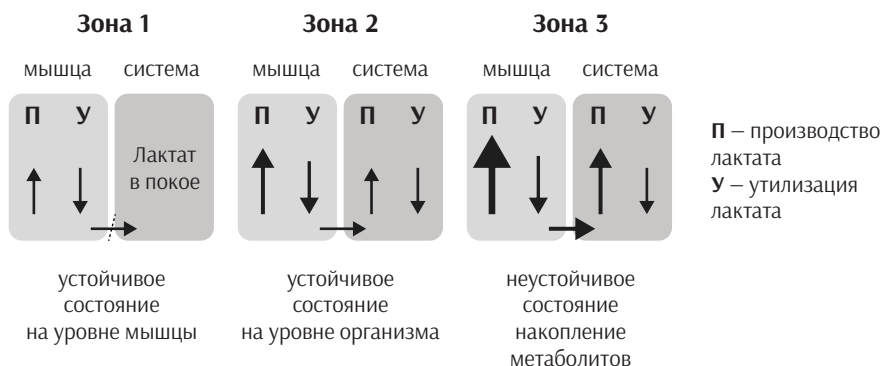


Рис. 10. Зоны мощности по степени устойчивости состояния накопления метаболитов и утилизации лактата

Существуют разные модели зон интенсивности, однако в главном они соотносятся по метаболическим порогам. Примеры других моделей показаны в таблице ниже.

Модель 3 зон	Модель 5 зон	Модель 7 зон
Зона 1: низкая интенсивность	Зона 1: активное восстановление	Зона 1: активное восстановление
	Зона 2: аэробная выносливость	Зона 2: аэробная выносливость
Зона 2: средняя интенсивность, анаэробный порог	Зона 3: средняя интенсивность, анаэробный порог	Зона 3: интенсивная аэробная
		Зона 4: анаэробный порог
Зона 3: высокая интенсивность	Зона 4: МПК	Зона 5: МПК
	Зона 5: анаэробная работоспособность	Зона 6: субмаксимальная анаэробная работоспособность
		Зона 7: максимальная анаэробная работоспособность

На уровне отдельно взятого мышечного волокна может быть 3 состояния: устойчивое, квазиустойчивое и неустойчивое.

**Устойчивое состояние** возникает, когда энергозапрос низкий, энергосубстратов в достатке, и ресинтез энергии может обеспечиваться аэробным потенциалом волокна. То есть мышечное волокно работает на мощности ниже собственного аэробного порога.

**Аэробный порог** называется так потому, что ниже его доминируют окислительные процессы, субстраты полностью утилизируются, а метаболиты не накапливаются. В низкоинтенсивной работе задействуются преимущественно окислительные мышечные волокна I типа. В этих волокнах высокая плотность митохондрий, капилляров и активность окислительных ферментов. По этой причине они очень устойчивы к утомлению. В качестве энергосубстрата могут использоваться свободные жирные кислоты, пируват и аминокислоты. Все три вида энергосубстратов окисляются до ацетилкофермента и метаболизируются в цикле трикарбоновых кислот (цикле Кребса). В итоге ресинтез АТФ обеспечивается путем окислительного фосфорилирования.

Это не значит, что гликолиз вообще не включается. Просто его доля незначительна, и пируват, который образуется в процессе, полностью транспортируется в митохондрии и окисляется. Лактат, который образуется в клетке, транспортируется в межмембранное пространство митохондрий, где окисляется до пирувата<sup>23</sup>. Протоны  $H^+$  не накапливаются.

Аэробный порог называют еще **1 лактатным порогом (ЛП1)** по той причине, что ниже порога лактат в крови остается на минимальном значении, меньше 2 ммоль, и не растет. Этот небольшой объем лактата выводится из эритроцитов в результате гликолиза. В эритроцитах гликолиз протекает постоянно, так как в них нет митохондрий, а значит, аэробные процессы в них невозможны.

Для устойчивой работы мышечного волокна необходимо, чтобы энергозапросу соответствовали: доставка кислорода, запасы или доставка питательных субстратов, митохондриальная масса и активность окислительных ферментов.

Каждая мышца состоит из множества мышечных волокон разного типа, с разной силой сокращения и устойчивостью к утомлению. В реальности не бывает ситуаций, чтобы работало только одно волокно. Даже отдельную мышцу редко можно активировать изолированно от других в функциональной мышечной группе.

Мышечная группа — группа мышц и составляющих их мышечных волокон, объединенная единой функцией в рамках двигательной задачи. Например, выделяют мышечные группы, сгибающие-разгибающие бедро, или приводящие-отводящие, или вращающие внутрь-наружу. При этом одна и та же мышца может участвовать в реализации разных функций в составе разных мышечных групп (например, напрягатель широкой фасции бедра может участвовать в сгибании, отведении и вращении бедра внутрь, одновременно

или по отдельности). Поскольку мышечная группа – это уже существенная мышечная масса, на этом уровне обязательно учитывать работу обслуживающих систем.

На интенсивности ниже аэробного порога расход энергии достаточно низкий. Возможности организма по обслуживанию работы значительно превосходят энергозапрос.

Эффективность окислительного фосфорилирования очень высокая. В результате реакции образуются вода и углекислый газ, которые выводятся в кровь и удаляются из организма респираторной системой. В целом работа дыхательной системы тут достаточно низкая. Можно спокойно дышать носом и при необходимости без усилий поддерживать разговор. Дыхательные мышцы не устают и не лимитируют работоспособность.

Минутный объем крови увеличивается за счет роста частоты сердечных сокращений и ударного объема сердца. Ударный объем достигает околорекордных значений, а ЧСС стабилизируется примерно на 50-80% от максимума. Эта зона интенсивности считается наиболее благоприятной для эксцентрической гипертрофии левого желудочка сердца и повышения ударного объема.

Если работа выполняется на фиксированной мощности ниже аэробного порога, то после первоначального роста ЧСС выходит на определенный уровень и стабилизируется. ЧСС останавливается на конкретном уровне потому, что энергозапрос постоянный, и состояние организма относительно устойчивое. На низкой интенсивности в комфортных условиях ЧСС остается стабильной примерно в течение



часа прежде, чем начинается медленное повышение — так называемый **дрейф ЧСС**<sup>24</sup>.

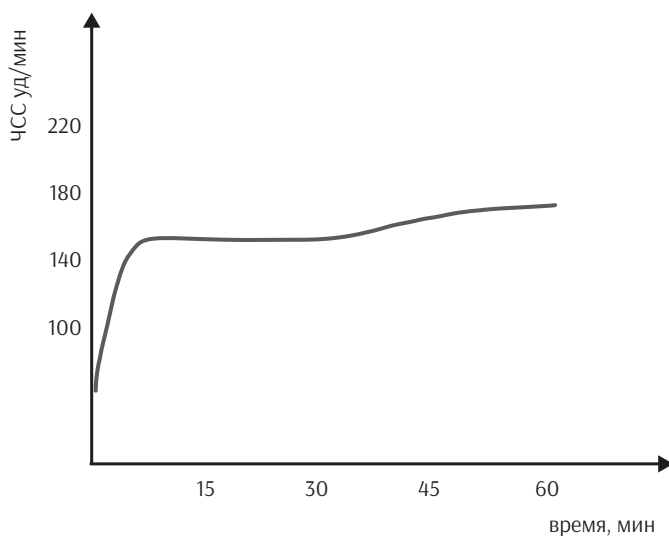


Рис. 11. Дрейф ЧСС

Дрейф ЧСС связывают в основном с тем, что в организме накапливается тепло и происходит перераспределение кровотока для охлаждения. Кроме того, постепенно организм теряет жидкость в процессе потоотделения. Из-за этого снижается объем крови, и для поддержания МОК требуется компенсирующий рост ЧСС. Чем активнее потоотделение, тем более выражен рост ЧСС на постоянной низкой мощности. Считается, что рост ЧСС на 5-10% является нормой, а свыше 15% — уже избыточный и может свидетельствовать о недостаточной гидратации.

Если судить строго по цифрам, дрейф ЧСС может ввести в заблуждение. Кажется, что рост ЧСС означает повышение

мощности сокращения мышц. В таком случае придется снижать интенсивность работы, чтобы сохранить требуемый показатель ЧСС. Однако, следует помнить: **зона интенсивности определяется не уровнем ЧСС, а характеристиками мышечного сокращения (мощностью работы)**. ЧСС может изменяться достаточно сильно и без привязки к работе конкретных мышц. Если мощность остается в требуемой зоне, небольшой дрейф ЧСС во время низкоинтенсивной работы не должен пугать спортсмена.

Если ЧСС начинает медленно расти после совсем непродолжительной стабилизации, значит, работа выполняется выше аэробного порога. Такой рост вызван более высокой метаболической нагрузкой по окислению лактата и утилизации метаболитов и более быстрым утомлением работающих волокон.

Если митохондрии могут утилизировать и углеводы, и жиры, и белки, то чему отдается приоритет? Это зависит во многом от особенностей питания и интенсивности физической работы<sup>25</sup>.

На низкой интенсивности (до примерно 65% мощности максимального потребления кислорода, хотя этот уровень зависит от тренированности) преимущественно окисляются свободные жирные кислоты. Этот показатель становится выше при соответствующей тренировке. При повышении интенсивности работы окисление свободных жирных кислот (СЖК) снижается, а доля использования углеводов растет.

При употреблении углеводов и повышении уровня глюкозы в крови (и клетке) транспорт СЖК в митохондрии

затрудняется, а окисление углеводов, наоборот, растет. По этой причине для повышения эффективности окисления жиров в течение тренировки часто воздерживаются от употребления углеводов.

Подобная картина наблюдается и в случаях, когда в крови повышена концентрация лактата. Например, в беге на лыжах может быть ситуация, когда мышцы рук работают выше собственного аэробного порога, а мышцы ног — ниже. Мышцы рук продуцируют лактат, который выходит в системный кровоток и в итоге используется в качестве энергосубстрата для аэробных процессов в мышцах ног через механизм лактатного челнока (об этом механизме будет рассказано в главе 2). Более того, в случаях, когда лактат в крови повышен, липолиз замедляется<sup>26</sup>.

На мощности ниже аэробного порога организм может работать очень долго — часы и десятки часов. Но утомление все равно неизбежно.

Процессы утомления развиваются достаточно медленно и связаны с потерей жидкости, нарушением баланса электролитов, микротравмами тканей опорно-двигательного аппарата. При этом локальное утомление мышечных волокон долгое время может компенсироваться за счет резерва двигательных единиц. Если выключаются из работы первоначально задействованные двигательные единицы (по причине микротравм, например), рекрутируются другие, ранее незадействованные мышечные волокна, и работа продолжается.

Скорость развития утомления зависит от питания, гидратации, удобства экипировки (и механического повреж-

дения кожных покровов), состояния опорно-двигательного аппарата. Но при грамотном подходе люди способны на такой мощности работать в течение нескольких суток с короткими перерывами, и в ультрамарафонах преодолевать сотни километров.

Важно понимать, что аэробный порог — это не про весь организм, а конкретные задействованные мышцы.

Например, пешая прогулка по лесу задействует в основном мышцы ног, более выносливые. Такая прогулка будет проходить на уровне ниже аэробного порога. Если же добавить палки для скандинавской ходьбы и включить руки, картина усложняется. Аэробные возможности мышц рук у большинства людей развиты значительно хуже. При той же скорости перемещения мышцы рук могут работать выше собственного аэробного порога. Или человек несет на плечах неудобный рюкзак, нагружающий спину. Идти не тяжело, а спина «забивается» и устает: это потому, что мышцы спины работают на более высокой интенсивности.

## 1.8.

### **Мощность работы в квазиустойчивом состоянии**

Что происходит при работе на мощности выше аэробного порога?

Окислительных возможностей мышечных волокон уже не хватает для энергообеспечения текущей деятельности. Вклад гликолитической системы в ресинтез АТФ растет.

Для примера возьмем бег. Предположим, что бегуну для поддержания скорости 10 км/ч требуется синтез АТФ со скоростью 100 ммоль/мин. А окислительная система может обеспечить только 90 ммоль/мин.

Еще 10 ммоль/мин будут обеспечены гликолизом. Это небольшой вклад. Но пируват, который образуется в результате гликолиза, уже не успевает пойти по пути ацетил-кофермента и аэробного окисления. А это значит, что лишний пируват будет преобразован в лактат и удален из волокна в кровеносную систему.

Почему не справляется аэробная система? Ей может не хватать кислорода в моменте для удовлетворения текущего энергозапроса, или же не хватает окислительного потенциала работающих мышц.

То есть ограничение может носить центральный (кардиореспираторная система) или локальный характер.

В разных ситуациях могут быть выступать на первый план как центральные, так и локальные факторы.

Кислорода может не хватать в двух сценариях: при недостаточном кровоснабжении мышцы или сниженном парциальном давлении кислорода в крови (в условиях высокогорья).

Кровоснабжение работающей мышцы может быть ухудшено по разным причинам.

Во-первых, при слишком резком переходе от состояния покоя к работе (без разминки и вработывания). Кровоснабжение просто пока не соответствует изменившемуся запросу, и требуется несколько минут для выхода на требуемую мощность. Пока снабжение кислородом не выйдет на необходимый уровень, мышцы работают «в долг» за счет более активного гликолиза. Это запоздание в доставке кислорода именуется **«кислородным долгом»** и отдельно будет рассмотрено в подглаве 1.12.

Во-вторых, кровоснабжение может быть недостаточным и когда мышца находится в непрерывном статическом сокращении. Сокращение мышц приводит к окклюзии (пережатию капиллярного русла). Такое может происходить даже в беге трусцой с нерациональной техникой, если человек смотрит под ноги и избыточно наклоняет корпус. Мышцы ног работают на уровне ниже аэробного порога, а поясница «забивается»<sup>27</sup>.

В-третьих, может быть снижен доступный объем крови. Это происходит по разным причинам, в том числе после перерыва в тренировках и при дегидратации.

Ну и наконец, может быть задействована слишком большая мышечная масса для актуального минутного объема крови. Капиллярное русло организма гораздо больше, чем имеющийся объем крови. Если все капилляры расширятся, давление упадет, и человек потеряет сознание. С помощью механизма локальной вазоконстрикции и вазодилатации (сужения и расширения сосудов) кровоснабжение распределяется к наиболее важным в данный момент органам и тканям. После плотного обеда – это органы ЖКТ. Во время жары большая часть кровотока идет к кожным покровам для повышения эффективности потоотделения.

Кислорода в крови будет не хватать при патологических состояниях легочной системы и вторичных осложнениях после других заболеваний (как после ковида). То же будет при артериальной гипоксемии, низком гемоглобине и гематокрите, сниженном парциальном давлении кислорода в атмосферном воздухе.

Но ограничения могут быть и на локальном уровне – в работающих мышечных волокнах может не хватать окислительного потенциала (митохондрий, окислительных ферментов и капилляров).

После аэробного порога концентрация лактата в крови становится выше 2 ммоль. Такое повышение является верным признаком того, что аэробный порог работающих мышц превышен.

Лактат, хоть и считался долгое время вредным метаболитом, по факту является энергетическим полуфабрика-

том и содержит в себе 30+ АТФ. Попадая в кровоток, лактат в конечном счете становится субстратом для печени, почек, мозга, диафрагмы и работающих мышечных волокон с окислительными двигательными единицами<sup>28</sup>.

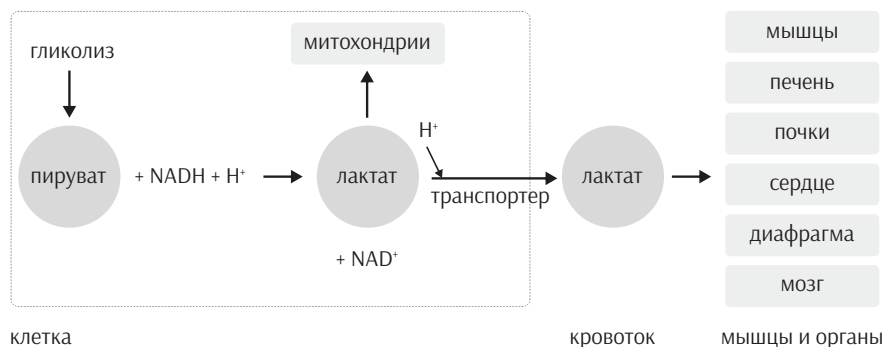


Рис. 12. Пути утилизации лактата

Но гликолиз сопряжен еще и с накоплением протонов  $\text{H}^+$ , которые надо нейтрализовать. Одна из главных буферных систем связывает протоны  $\text{H}^+$  в реакции с угольной кислотой, в результате которой образуется вода и  $\text{CO}_2$ , который называется «неметаболическим», так как образуется не как конечный продукт клеточного дыхания.

В любом случае, повышение парциального давления  $\text{CO}_2$  в крови интенсифицирует работу дыхательной системы. Потому аэробный порог и называют еще **1 вентилиционным порогом**. При повышении концентрации метаболитов в крови дыхание становится глубже и чаще.

На мощности выше аэробного порога можно работать десятки минут. Однако на этой интенсивности достаточ-



но активно сжигаются углеводы, и постепенно накапливаются метаболиты. Задействованные изначально, наиболее устойчивые к утомлению двигательные единицы, в конечном итоге утомляются. Рекрутируются другие, более высокопороговые (и обычно менее устойчивые к утомлению). Это повышает напряженность работы всех систем. По этой причине дрейф ЧСС начинается раньше, через пару десятков минут.

Если работа выполняется на фиксированной мощности, уровень лактата в крови стабилизируется через 5-10 минут на каком-то значении от 2 до 4 ммоль. Стабилизация лактата будет происходить вплоть до достижения анаэробного порога.

## 1.9.

### Мощность работы на анаэробном пороге

Выше аэробного порога, как было отмечено, лактат начинает выходить в кровоток для утилизации другими органами. При фиксированной мощности концентрация лактата в крови тоже будет постоянной. При ступенчатом повышении мощности концентрация лактата будет повышаться на определенную величину и стабилизироваться. Предельная мощность, на которой организм справляется с утилизацией метаболитов, не допуская их неконтролируемого накопления называется **максимальное стационарное состояние по лактату**<sup>29</sup>.

У этого уровня есть и другие названия: **анаэробный, 2 лактатный (ЛП2), 2 вентиляционный порог**. Для краткости мы будем называть его «мощность АНП».

Как правильно понимать термин «анаэробный порог»? Мы уже изучили, что анаэробные процессы начинаются сразу с начала работы, внутри работающих волокон. С другой стороны, потребление кислорода после пересечения анаэробного порога продолжает расти до выхода на уровень МПК (максимальное потребление кислорода). АНП означает предел способности организма утилизировать метаболиты гликолиза. Ниже АНП лактат может стабилизироваться на определенном значении. Выше этого порога – уже нет,

и концентрация лактата (а значит, и метаболитов) будет непрерывно расти.

Вообще, сохранение постоянной концентрации лактата завязано не только на работающие мышцы (как в случае с аэробным порогом), но и на утилизирующую мощность других органов (печени, почек, мозга, сердца и окислительных мышечных волокон неактивных мышц).

В зависимости от сочетания множества факторов (питание, температура и влажность среды, предыдущие нагрузки и т.д.), на мощности АНП можно проработать 30-60 минут. Глюкоза и гликоген расходуются очень активно, утомление накапливается достаточно быстро и локализовано преимущественно в работающих мышцах. Дыхание смешанное и достаточно интенсивное, можно поддерживать разговор отдельными словами. ЧСС может достигать 80-90% от максимума при работе крупных мышечных групп.

Утомление при работе на мощности АНП связано, преимущественно, с локальными мышечными факторами. Предельную продолжительность работы на АНП ограничивают окислительные возможности работающих мышц, системы транспорта лактата из мышечных волокон, утилизационные возможности задействованных органов, запасы гликогена.

Выше анаэробного порога начинается зона мощности, которая характеризуется неустойчивым состоянием систем организма. Это означает, что утомление непрерывно нарастает по мере того, как расходуются энергосубстраты

и накапливаются метаболиты. Зону выше анаэробного порога подразделяют на несколько дополнительных зон в зависимости от вклада аэробной и анаэробных систем ресинтеза АТФ, а также предельной длительности работы на конкретном уровне мощности. Эти зоны представлены на рисунке 13 и будут подробно рассмотрены ниже.

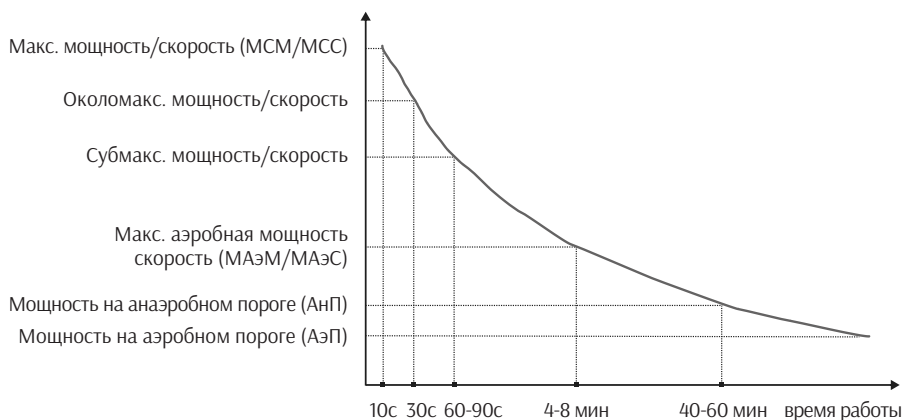


Рис. 13. Примерное время работы в разных зонах интенсивности

## 1.10.

### Максимальная аэробная мощность

При постепенном повышении мощности работы растёт и потребление организмом кислорода. На определённой мощности достигается предел потребления кислорода. Пиковое потребление кислорода характеризует этот показатель для конкретной мышцы или мышечной группы. Максимальное потребление кислорода (МПК) отражает предельные способности организма утилизировать кислород в продолжительной работе, задействующей большой объём мышечной массы.

МПК рассчитывается в абсолютных или относительных значениях. Абсолютное значение МПК рассчитывается в литрах кислорода, потребленных за минуту работы (без привязки к весу тела спортсмена). Относительное значение МПК – в миллилитрах  $O_2$ , потребленных в минуту в пересчете на килограмм веса тела спортсмена.

Лучшие значения МПК фиксируют у спортсменов циклических видов спорта. Однако это именно относительные значения. Следует помнить, что у лучших цикликов в большинстве случаев сравнительно небольшой вес тела (в среднем 55-70 кг).

Для понимания возьмем 2 спортсменов. Первый – бегун на длинные дистанции и весит 55 кг. Второй – академи-

ческий гребец весом 95 кг. Абсолютный показатель МПК у обоих одинаковый: 5 литров в минуту. Но в пересчете на вес тела окажется, что относительный МПК у бегуна равен элитным 91 мл/кг/мин, а у гребца – посредственным 52,6 мл/кг/мин. В беге у гребца нет шансов. Но и у 55 килограммового бегуна в гребле, со всем его элитным МПК, не будет шансов против гребца-любителя (в гребле масса тела очень важна, как и длина рычагов и локальная выносливость мышц спины и плечевого пояса/рук). По этой причине **без учета веса тела и специфики спорта сравнивать разных людей по относительному МПК некорректно.**

МПК является важным показателем, но важнее скорость или мощность работы, которую удастся поддерживать на уровне МПК. Этот показатель называют **максимальной аэробной мощностью (скоростью) – МАЭМ (МАЭС).**

Два гребца с одинаковым МПК 60 мл/кг/мин, но разницей в весе 10 кг будут способны выдавать кардинально разную мощность работы. Более тяжелый спортсмен с тем же МПК будет иметь существенно больше функциональной мышечной массы. Кардинальная разница в результате будет и у двух спортсменов одинакового веса и с одинаковым МПК, но разным уровнем спортивного мастерства и владения техникой.

Если на фиксированном уровне мощности два спортсмена одинакового роста и веса показывают разные уровни потребления кислорода, то тот, у кого потребление  $O_2$  в этот момент выше – не лучше, а хуже. Более высокое потребление  $O_2$  в этом случае является признаком низкой

экономичности техники. Если на относительно низкой мощности потребление  $O_2$  уже высокое, это значит, что силы тратятся нерационально, резерв мощности остается небольшой, а утомление наступит достаточно быстро.

Потребление кислорода зависит от объема задействованных мышц. На ручном эргометре потребление  $O_2$  будет меньше всего, и это **пиковое** потребление  $O_2$  мышцами рук и плечевого пояса. В беге потребление  $O_2$  будет выше, чем на велосипеде, а в гребле или лыжах – выше, чем в беге. Но несмотря на то, что руки на лыжах или гребле работают очень активно, МПК выше не кардинально. Это потому, что потребление  $O_2$  не может быть больше, чем доставка кислорода, а доставка в этом случае лимитирована минутным объемом кровообращения.

Максимальное потребление кислорода у слаботренированных людей ограничено окислительными способностями мышц; у тренированных атлетов лимитирующим фактором становится кислородтранспортная система (включая дыхательную, сердечно-сосудистую и систему крови).

На мощности выше АНП, но ниже максимальной аэробной на 5-10% можно проработать примерно 10-30 минут. Потребление кислорода не может стабилизироваться, медленно растет и в итоге достигает пикового значения.

Это явление называется **«медленным компонентом МПК»**. Медленный компонент МПК отражает снижение эффективности работы всех систем, из-за чего для поддержания той же мощности требуется все большее напряжение систем организма. Во-первых, по мере утомления

работающих двигательных единиц рекрутируются новые. Во-вторых, эти двигательные единицы более мощные и менее устойчивы к утомлению. В-третьих, пул вовлекаемых двигательных единиц состоит из всех волокон работающей мышечной группы, с различиями в векторах тяги отдельных порций. Вне утомления в каждом движении рекрутируются двигательные единицы, которые обладают наилучшим плечом силы и позволяют выполнять движение рационально и экономично. Это происходит в соответствии с **принципом нейромеханического сопряжения**<sup>30</sup>. Если эти мышцы утомляются и рекрутируются «запасные» в мышечной группе, новые двигательные единицы могут иметь чуть худшие характеристики по векторам тяги и плечу силы, что может привести к изменению, а потом и нарушению техники.

Нарушение техники снижает экономичность. Возрастают затраты энергии на стабилизацию подвижных звеньев и снарядов в пространстве. Энергозапрос растет.

Все это приводит и к тому, что в крови повышается парциальное давление  $\text{CO}_2$ . Нагрузка на дыхательную систему растет, а вместе с ней – работа и потребление  $\text{O}_2$  респираторными мышцами.

Перечисленные выше процессы протекают гораздо быстрее при работе на 100% максимальной аэробной мощности.

**Максимальная аэробная мощность** – это минимальная мощность, при которой организм выходит на МПК. Это означает, что если еще больше повышать уровень мощности



выше этого порога, потребление кислорода уже не будет расти, а будет возрастать вклад гликолиза.

На уровне максимальной аэробной мощности можно проработать до отказа 4-8 минут. Быстрое нарастание утомления связано с предельной нагрузкой на кардио-респираторную систему и быстрым, некомпенсируемым накоплением метаболитов гликолиза.

Подчеркнем: **термин максимальная аэробная мощность не означает, что работает только аэробная система.** Это значит, что аэробная система работает на своем физиологическом пределе: кислородтранспортная система не способна увеличить транспорт  $O_2$  и/или мышцы не могут утилизировать больше кислорода. При этом гликолитическая система тоже дает существенный вклад в энергообеспечение. Например, на дистанции 1500 м бега вклад анаэробных процессов в энергообеспечение составляет от 16 до 24%<sup>31,32</sup>.

## 1.11.

### **Около-, суб- и максимальная анаэробная мощность**

Выше максимальной аэробной мощности длительность предельной работы до отказа составляет десятки секунд. Энергозапрос таков, что без решающей роли гликолитической системы не обойтись.

Системы транспорта лактата из мышечных волокон в кровь не справляются с нагрузкой. В работающих двигательных единицах быстро накапливаются метаболиты. Креатинфосфат в них исчерпывается, а гликолиз через непродолжительное время останавливается (из-за накопления протонов  $H^+$ ). Мышцы выключаются из работы. Свободные радикалы, которые образуются в процессе, воздействуют на афферентные нейроны III и IV типа, что вызывает выраженное ощущение жжения в мышцах. Нервная система рекрутирует максимальное количество доступных двигательных единиц, но мощность нервной импульсации довольно быстро снижается.

В итоге работа, которая длится 30-180 секунд, сопровождается максимальным уровнем дискомфорта и требует значительного времени для восстановления.

Окислительная система вносит свой вклад, но доставка кислорода несоразмерна энергозапросу. Потому и вклад аэробной системы носит вспомогательный характер. Напри-

мер, в беге на 400 м (50-60 с работы на максимальной скорости) вклад аэробной системы составляет 35-40%<sup>33</sup>. В беге на 200 м (20-25 с) аэробная система обеспечивает 20-25% энергозапроса.

Рассмотренные зоны мощности очень хорошо понятны в циклической работе одной и той же мышечной группы, например, в беге, гребле или педалировании велосипеда. Однако при смешанной работе картина резко усложняется. Одни мышцы работают в устойчивом состоянии, другие – в квазиустойчивом, третьи – в неустойчивом. На ЧСС начинают влиять факторы техники и локальной вазоконстрикции. Замеры лактата в крови не помогают, так как непонятно, какие именно из работающих мышечных групп его произвели.

Тут важно не обобщать на смешанную работу (единоборства, игровые виды спорта, кроссфит) закономерности циклической работы. Однако если мы сможем понять, каков энергозапрос, в каком режиме работают разные мышечные группы (устойчивое, квазиустойчивое, неустойчивое), какую нагрузку получают обслуживающие и управляющая системы, станет возможно и провести анализ смешанной работы, и построить продуманную тренировку.

## 1.12.

### **Кинетика кислорода, кислородный долг, вбратывание**

С началом работы на определенной мощности в организме происходит ряд функциональных перестроек. Одно из таких важнейших изменений касается потребления кислорода.

Анаэробные пути ресинтеза АТФ могут обеспечивать энергию ограниченное время. Люди – аэробные существа, и любая продолжительная работа возможна, только когда мышцы эффективно снабжаются кислородом и могут его утилизировать.

Как только начинается работа низкой интенсивности (например, бег трусцой), потребление кислорода от уровня покоя растет быстро, экспоненциально. Примерно ко 2-3 минуте работы организм выходит на стабильный уровень потребления кислорода.

При работе более высокой мощности картина меняется<sup>34</sup>. После первоначального экспоненциального роста потребление  $O_2$  не останавливается, а продолжает медленно расти в течение некоторого времени. Это явление называется **медленным компонентом потребления  $O_2$** . На высокой мощности растет работа дыхания (по удалению метаболического и неметаболического  $CO_2$ ), а также начинают рекрутироваться более ВПДЕ, поэтому требуемый объем

кислорода возрастает. Пока мощность работы не превышает АНП, потребление кислорода в итоге стабилизируется на определенном уровне.

Выше АНП потребление кислорода не может стабилизироваться. Это уровень работы суб- или околوماксимальной аэробной мощности. В конечном счете, за счет медленного компонента потребление  $O_2$  доходит до максимума. Иными словами, даже если мощность работы ниже максимальной аэробной, при достаточной длительности все равно будет достигнуто МПК.

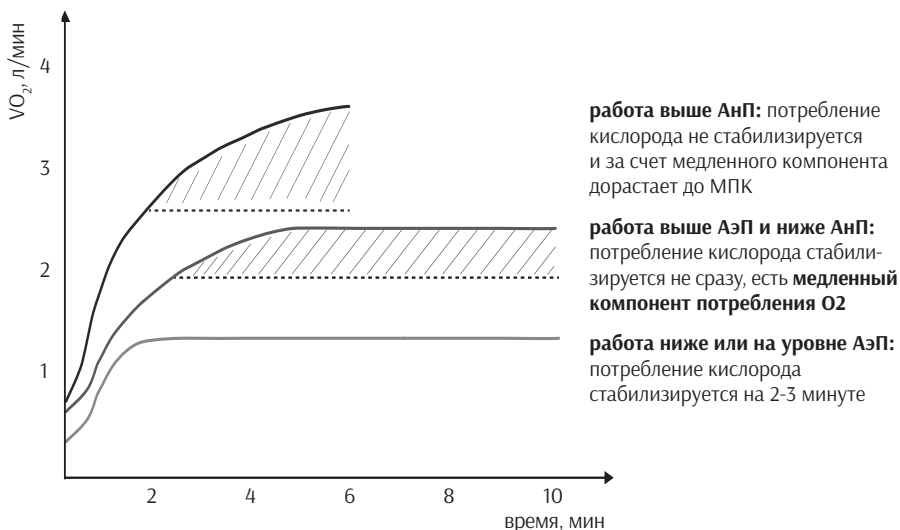


Рис. 14. Медленный компонент потребления  $O_2$

При работе на уровне максимальной аэробной мощности и выше медленный компонент отсутствует: потребление  $O_2$  растет и доходит до максимального примерно к концу 2-3 минуты.

У тренированных спортсменов, а также после вработывания, выход на требуемый уровень потребления  $O_2$  происходит быстрее, чем у нетренированных. Также на кинетику  $O_2$  влияет возраст: у людей старшего возраста она замедляется.

Тот факт, что потребление  $O_2$  выходит на требуемый уровень в течение 2+ минут, означает, что в начале работы кислорода не хватает. Используются запасы  $O_2$  в миоглобине мышц, запасы креатинфосфата. Недостаток  $O_2$  компенсируется отчасти и гликолизом. Дефицит  $O_2$  создает так называемый **кислородный долг**. Любые побочные продукты ресинтеза АТФ в итоге должны быть окислены с участием кислорода. Кислородный долг означает дополнительную нагрузку на аэробную систему для окисления метаболитов и ресинтеза КФ после окончания работы.

Этот факт интересен двумя следствиями.

Первое – **кинетику кислорода можно улучшить посредством вработывания перед работой**<sup>35</sup>. Должным образом построенная разминка приводит к росту МОК и транспорта  $O_2$  к дыхательным и рабочим мышцам, активации центральной нервной системы и ферментов. При недостаточной разминке все ровно наоборот: резкий перепад интенсивности создает существенный дефицит  $O_2$ . Первые 2-3 минуты работать легко и приятно. А дальше дискомфорт резко возрастает, как только концентрация  $H^+$  достигает определенного уровня. В таких ситуациях атлету остается только надеяться, что «второе дыхание» откроется раньше, чем он дойдет до отказа.

Второе следствие связано с заминкой. **Чем выше набранный в начале работы кислородный долг, тем важнее после ее окончания продолжать низкоинтенсивную активность в течение 10-15 минут.** Это позволяет поддерживать активную циркуляцию крови, быстрее окислять метаболиты и лактат и быстрее восстанавливаться.

## 1.13.

### Утомление

Как было сказано выше, системы организма формировались в условиях дефицита энергии, а выживание (особи, популяции, вида) напрямую зависело от результативности двигательной активности.

Процессы утомления рассматривают обычно в негативном ключе. Это препятствие на пути к рекордам, решению тактических задач и достижению стратегических целей. Но в контексте эволюционной логики утомление – это предохранительный механизм, который оберегает организм от истощения и гибели.

Запасы энергии в организме конечны, при этом энергия нужна для вообще всех процессов, в том числе работы жизненно важных органов. Движение в большинстве случаев биологически целесообразно, так как позволяет добыть питательные вещества для восполнения запасов энергии.

Процессы утомления – предохранительный механизм в ситуациях, когда продолжать работу может быть нецелесообразно. Если работа потребует избыточно много энергии, это поставит под угрозу функционирование жизненно важных органов. Без предохранительных процессов утомления выжить в условиях дикой природы было бы невозможно.



Чтобы это понять, достаточно представить автомобиль без датчика и показателя уровня топлива. О том, что топливо закончилось, можно узнать, только когда автомобиль заглохнет. Если топливо закончится в авто, можно выйти и пойти пешком. Если источник энергии закончится в человеке — закончится и человек.

Или другой пример: две газели, убегающие от хищника. Успешно избежав клыкастой пасти, одна газель останавливается, как только «кажется, что обошлось». Другая, перестраховываясь, скачет, чтобы убежать уж наверняка. У какого из животных больше шансов выжить при повторной атаке?

Кажется, что у газели-перестраховщицы, но это ошибочно. Терморегуляция у животных устроена так, что пока они активно перемещаются, тело нагревается (и может перегреться в итоге). Первая, «ленивая» газель имеет больше шансов среагировать на новую опасность. Вторая, газель-перестраховщица, с высокой вероятностью не будет готова к новым внезапным испытаниям.

А что же хищник? Вот два гепарда в такой ситуации. Один гепард после неудачной попытки останавливается и начинает отдыхать перед поиском следующего кандидата на обед. Второй — не чувствуя утомления, решает взять сбежавшую газель на измор. Судя по тому, что на настоящий момент остались только «ленивые» гепарды, все «любители терпеть» естественный отбор, вероятно, не прошли.

Собственно, это и есть один из механизмов естественного отбора. Представители биологического вида с разными особенностями работы организма по-разному реагируют

на обстоятельства жизни. Одни выживают достаточно долго, чтобы дать потомство и воспитать его. Другие – недостаточно сильны, недостаточно быстры, недостаточно выносливы, имеют недостаточно пышную гриву или яркое оперение... или просто не имеют развитых процессов утомления, позволяющих понять, что «бензобак» почти пуст, до того, как заглохнет «двигатель».

Утомление может затронуть разные системы организма<sup>36</sup>. Как мы помним, движение начинается с намерения и нервных импульсов. Первое, что может приводить к снижению работоспособности – утомление центральной нервной системы<sup>37</sup>. В этом случае нарушаются процессы выработки нейромедиаторов. Команды, которые посылают управляющие центры к мышцам, становятся слабее и менее точными.

Когда человек выполняет новое и относительно сложное упражнение, он пытается удержать все аспекты техники под сознательным контролем. Нервная система в такой работе устанет достаточно быстро. Скоростная или силовая работа с предельным напряжением и в большом объеме также может вызвать центральное утомление.

Утомление центральной нервной системы приводит к снижению когнитивных функций, способности рекрутировать высокопороговые двигательные единицы, межмышечной координации и других процессов<sup>38</sup>. Когда нервная система утомлена, вообще любая работа ощущается тяжелее обычного. Тело ватное, фокуса нет, сложно сосредоточиться, не получается включиться. Центральное утомление можно компенсировать до какой-то степени при наличии сильной

мотивации. Но если мотивации не хватает — выносливость будет существенно ограничена. К центральным механизмам утомления мы еще вернемся, так как с ними связан и отказ от продолжения работы.

На уровне исполнительной (мышечной) системы может развиваться несколько разных процессов, в зависимости от уровня мощности работы.

Работа предельной и околопредельной спринтерской мощности лимитирована, прежде всего, запасами энерго-субстратов. Если скорость расхода АТФ предельная, то ресинтез возможен только за счет резерва креатинфосфата. Например, приседания с тяжелой штангой (85% и более) на плечах. Пока в задействованных двигательных единицах есть запасы креатинфосфата, можно выполнять повторения. Гликолитическая и аэробная системы, хоть и включаются почти сразу, не могут обеспечить такую же мощность ресинтеза АТФ (будь то АТФ для работы или АТФ для восстановления КФ). В итоге после 5-8 непрерывных повторений следующий повтор выполнить уже не получается: требуется время для перезарядки. В непрерывной циклической работе типа спринта схожий процесс приводит к снижению скорости бега.

Запасы КФ очень ограничены и расходуются быстро. Человек ощущает, что должен прикладывать все больше усилий (для рекрутирования свежих двигательных единиц), чтобы выжать из себя еще 1-2 повторения. Или же, несмотря на предельные усилия, ни одного дополнительного повторения выполнить уже не получается. Поскольку мощность

работы предельная, нервная система тоже будет утомляться. При непрерывной работе на таком уровне мощности нет смысла говорить о выносливости. Ограничивает тут запас максимальной силы или скорости.

Другое дело, если речь о повторных субмаксимальных усилиях. Со штангой 85% можно выполнить один подход до отказа, а можно поставить задачу набрать максимум повторений за 5 минут, выполняя 1 повтор каждые 20-30 секунд. В таком режиме будет лимитировать уже не запас креатинфосфата, а способность аэробной и гликолитической систем его восстанавливать.

При более длительной работе причиной утомления может выступить истощение запасов гликогена. Это способно проявляться как в конце продолжительной мощной работы, так и с самого ее начала, когда гликогеновые депо печени и мышц опустошены предыдущими тренировками и не успели восстановиться.

В процессе низкоинтенсивной работы (ниже аэробного порога) запасы энергосубстратов уже не играют ключевой роли, так как гораздо раньше, чем истратится резерв жирных кислот, проявит себя центральное утомление, накопление микротравм в опорно-двигательном аппарате<sup>39</sup>, механические повреждения кожных поверхностей в местах избыточного контакта с экипировкой.

Но локальное утомление вызывается не только истощением энергосубстратов. При мощной работе, в которой велик вклад гликолиза, происходит быстрое накопление протонов  $H^+$ .

Для оптимального протекания процессов жизнедеятельности клетки требуется относительно постоянная кислотно-щелочная среда. Показатель кислотности среды, pH, в норме составляет около 7,4. Однако при интенсивной мышечной деятельности с активной ролью гликолитической системы образуется большое количество протонов водорода  $H^+$ . Накопление протонов  $H^+$  повышает кислотность внутренней среды клетки, при этом pH может опускаться ниже 6,5. Развивается ацидоз. Это, с одной стороны, приводит к повышению доставки  $O_2$  в клетку через эффект Вериги-Бора и локальной вазодилатации (расширения) капилляров. А с другой – негативно влияет на целый ряд процессов<sup>40</sup>:

- Замедляет гликолиз и липолиз;
- Приводит к накоплению жидкости в клетке;
- Ухудшает выведение лактата из клетки;
- Приводит к увеличенному запросу на ионы  $Ca^{2+}$ ;
- Снижает активность фермента АТФазы миозина;
- Снижает эффективность выделения  $Ca^{2+}$  из саркоплазматического ретикулума;
- Приводит к увеличению концентрации ионов  $K^+$  во внеклеточном пространстве.

В итоге **накопление протонов  $H^+$  приводит к снижению сократимости мышечных волокон или полному их выключению из работы.**

Гликолиз, протекающий с предельной мощностью, останавливает сам себя через считанные десятки секунд. Мышечное волокно перестает реагировать на нервную импульсацию. Кроме того, при мощной работе в мышечных

волокнах повышается концентрация свободных радикалов. Свободные радикалы воздействуют на афферентные нейроны III и IV типа, что вызывает крайне дискомфортное ощущение жжения в мышцах. Неподготовленного человека такой мышечный дискомфорт часто вынуждает снижать мощность или вовсе отказаться от продолжения работы. Воздействие на афферентные нейроны III и IV типа также может ускорить нарастание центрального утомления<sup>41</sup>.

Накопление метаболитов повышает нагрузку и на обслуживающие системы. Поскольку легочная вентиляция требует активной работы респираторных мышц, их утомление также довольно часто ограничивает предельную продолжительность интенсивной работы<sup>42</sup>. Активная работа дыхательных мышц приводит к перераспределению кровоснабжения от работающих мышц к респираторным. Это дополнительно ускоряет развитие утомления<sup>43</sup>.

А еще во время продолжительной работы постепенно повышается температура тела, теряется вода и снижается концентрация электролитов. В неблагоприятных условиях (жара, влажность, неадекватная гидратация) эти процессы ускоряются. Во время физического труда тело вырабатывает объем метаболического тепла. Это тепло – побочный продукт процессов энергообеспечения. Если к этому добавляются жаркие условия или одежда с плохой терморегуляцией, тепло накапливается быстрее.

Как только повышается температура ядра тела, это фиксируется периферическими и центральными (мозг, спинной

мозг, крупные сосуды) рецепторами тепла, и далее афферентная информация передается в гипоталамус. Начинается потоотделение, которое за счет испарения жидкости с поверхности кожи охлаждает ее. Кровоток перераспределяется к кожным покровам для повышения эффективности испарения пота.

Температура и влажность взаимно связаны. Влажность увеличивает теплоемкость воздуха. Даже при относительно низкой температуре воздуха повышенная влажность приводит к тем же результатам, как существенно более высокая температура. Но высокая влажность воздуха еще и ухудшает испарение пота с поверхности кожи, что снижает эффективность теплоотведения.

Перераспределение кровотока от работающих мышц негативно влияет на их работоспособность. Из-за дегидратации ударный объем сердца снижается, потому ЧСС при работе той же мощности на жаре растет. Параллельно с этими процессами возрастает и интенсивность воспринимаемого напряжения (ИВН).

Потоотделение приводит к потере жидкости, а вместе с ней и солей натрия. В случае недостаточной гидратации снижается доступный объем крови и увеличивается ее вязкость, что повышает напряжение работы сердечно-сосудистой системы. Потеря электролитов также негативно сказывается на функционировании целого ряда систем.

Все эти процессы в совокупности снижают предельную продолжительность работы в жарком и влажном климате.

В тяжелых случаях неконтролируемое накопление тепла может привести к тепловому удару, что представляет риски для здоровья и даже жизни человека.

Схожим образом действует на организм и недостаток кислорода в воздухе. Сниженная концентрация кислорода в воздухе приводит и к снижению парциальному давлению  $O_2$  в крови. Для обеспечения сопоставимого уровня мощности кислородтранспортной системе необходимо работать более интенсивно, чем в условиях нормоксии на уровне моря. В то же время анаэробные механизмы вовлекаются в работу в большей степени.

Это приводит к росту ЧСС и ИВН на сопоставимой мощности по сравнению с уровнем моря, а также снижению предельной работоспособности до отказа.

В каких бы мышцах, органах или системах не развивались процессы утомления, завершаются они всегда в одном месте: в центральной нервной системе. Именно там интерпретируются афферентные сигналы от разных органов, и там же принимается решение: продолжать работу на заданной интенсивности, снизить мощность работы или вовсе остановиться.

Бывают случаи, когда спортсмен падает без сознания на середине дистанции или даже перед финишем. Но это исключения. В абсолютном большинстве случаев спортсмены замедляются, делают паузы, останавливаются или сдаются более-менее осознанно. Нервная система выступает центральным регулятором, определяющим, стоит ли продолжать терпеть и преодолевать утомление, или же лучше перейти в режим энергосбережения<sup>44</sup>.



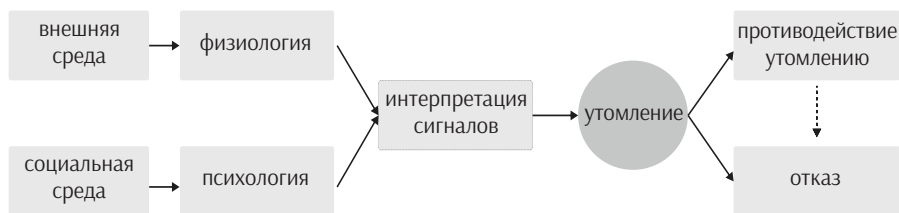


Рис. 15. Факторы, влияющие на утомление

Рост температуры тела, истощение гликогена и падение уровня глюкозы в крови, накопление протонов  $H^+$ ,  $P_i$  и свободных радикалов, изменение pH клеток, недостаток кислорода в крови или работающих органах всегда приводят к тому, что целесообразность продолжения работы ставится под сомнение.

Когда пот льет ручьем, в печени колет, легкие горят огнем, мышцы жжет — а точно ли нужно продолжать? Если от ответа на этот вопрос зависит жизнь человека, очень часто удается найти скрытые резервы и второе дыхание даже в полуобморочном состоянии. Если же целесообразность работы сомнительна, довольно быстро внутренний голос начинается подсказывать 1001 причину, почему стоит замедлиться или вовсе остановиться.

Чаще всего мы говорим о выносливости в контексте спорта или физических упражнений. В этих случаях движение не удовлетворяет приоритетные биологические потребности, а значит, человек и его организм будут преследовать разные цели. Пока человек будет стремиться «выглядеть лучше» или стать «быстрее, выше, сильнее», организм будет стараться любыми способами экономить энергию. Мотивация, волевые

качества, психологические установки и навыки ментальной устойчивости играют одну из ключевых ролей при противостоянии утомлению.



Рис. 16. Факторы внешней и внутренней среды, которые влияют на ментальную устойчивость и готовность продолжать работу

## 1.14.

### Восстановление

Организм стремится к сохранению **гомеостаза**, то есть постоянства внутренней среды. При выполнении физической работы все задействованные системы выходят из равновесного состояния. Это проявляется по-разному, в зависимости от уровня интенсивности. Однако, эти же системы стремятся вернуться в исходное состояние при первой возможности.

Восстановление чаще всего рассматривают как процесс, следующий за полным прекращением работы. Например, восстановление креатинфосфата обычно изучают в ситуациях, когда его запасы в мышце сначала максимально истощаются. Тогда выделяют 2 фазы восстановления: быструю и медленную. За первые 20-30 секунд отдыха КФ восстанавливается на 50%, а полное восстановление требует до 3-5 минут отдыха<sup>45</sup>.

Но эта двухфазная картина не описывает все возможные случаи. Во-первых, работа может быть не до отказа или разбита на кластеры с коротким отдыхом. Во-вторых, те же механизмы, которые работают в быстрой фазе восстановления после прекращения работы, действуют также и во время этой работы.

Структура большинства упражнений (кроме статических) циклична, то есть включает периоды мышечного сокращения

и расслабления. Это справедливо для бега, плавания, педалирования велосипеда, отжиманий в упоре лежа, рывков гири, становых тяг со штангой и т.д.

Внутри каждого цикла всегда присутствуют периоды как расхода энергии, так и восстановления. В каждом цикле упражнения в фазе расслабления происходят следующие процессы:

- восполняется уровень АТФ;
- восполняются запасы КФ;
- снижается окклюзия сосудов мышцами;
- улучшается кровоснабжение;
- выходят в кровь метаболиты и лактат;
- с кровью поступает кислород и нутриенты (глюкоза, свободные жирные кислоты, аминокислоты, лактат для дальнейшего окисления).

Цикл движения может занимать разное время. В беге — это примерно 0,33 секунды на цикл (при частоте шагов 180/мин). При выполнении 30 рывков штанги 70% от 1ПМ (одноразового максимума) на время — это 10-15 секунд на цикл, который будет включать подготовительную фазу, рывок, сброс штанги и отдых перед следующим повтором.

В последнем примере процессы восстановления, сопровождающие работу, проявляются наиболее наглядно. 70% от 1ПМ — это существенный вес, который создает значительный энергозапрос. Рывок — скоростно-силовое упражнение, реализуемое за счет сокращения ВПДЕ. Каждое повторение расходует значительное количество АТФ, и этот процесс обеспечивается креатинфосфатной реакцией. Но запасы КФ

ограничены, и на 30 повторений их не хватит. Если делать рывки подряд, то запаса КФ хватит на 5-8 повторений, а дальше просто не получится выполнить подъем и придется отдыхать очень долго.

Если же делать 1 рывок каждые 10 секунд, то работа займет около 3 секунд вместе с подготовительной фазой. Как только атлет сбросит штангу на пол, начинается восстановление: окислительная и гликолитическая системы восстанавливают запас КФ. Правильный темп, соответствующий уровню силовой и аэробной подготовленности, позволяет атлету уравновесить мощный короткий расход энергии паузами для срочного восстановления.

В беге при каденсе 170-180 шагов в минуту ситуация схожая. Да, в беге расход энергии на один шаг на порядки ниже. И длительность пауз между мышечными сокращениями характеризуется миллисекундами. Но принципиальная картина расхода и восстановления энергии та же.

У спортсменов более высокой квалификации каждый цикл движения характеризуется:

- более высокой скоростью нарастания силы в рабочей фазе движения — за счет этого рабочая фаза короче при том, что развиваемое усилие выше;
- более быстрым и глубоким расслаблением мышц в восстановительной фазе движения — это позволяет ускорить ресинтез АТФ и отложить процессы утомления.

**Оптимизация процессов (микро)восстановления во время работы — недооцененный и крайне важный параметр выносливости.**

Что касается восстановления после прекращения работы, первая, срочная его фаза похожа на то, что описано выше: организм старается восстановить энергетический баланс и утилизировать метаболиты гликолиза<sup>46</sup>.

Это справедливо и для окончательного прекращения работы, и для псевдопрекращения в случае интервальной работы. Вся суть интервальной работы заключается в том, чтобы за счет регулярных интервалов отдыха отложить накопление утомления (и снижение работоспособности). За счет этого возможно набрать суммарно больший объем качественной работы на требуемой интенсивности.

От того, насколько эффективна срочная фаза восстановления, зависит, как быстро организм будет способен к повторной работе. Активный или пассивный формат отдыха приводят к разным следствиям, что будет показано при рассмотрении переменных тренировки выносливости.

## Глава 2

# Пути повышения выносливости





При выполнении физической работы определенной интенсивности, как было показано, одновременно происходит множество процессов, складывающихся в сложный физиологический пазл. Соответственно, когда решается задача повышения выносливости, важно понимать, за счет каких адаптаций можно получить прирост работоспособности. Ответ никогда не выглядит как «надо больше митохондрий», или «нужен больший ударный объем», или «надо больше терпеть».

Способов повлиять на выносливость много, и полезно знать их все. Тогда в конкретных, индивидуальных обстоятельствах можно сделать акцент на наиболее целесообразных адаптациях.

## 2.1.

### Техника и снижение энергозапроса

Движение является для организма приоритетной задачей, пока оно биологически целесообразно. Но любая двигательная задача сопряжена с тратой энергии, а последняя исторически всегда была в дефиците. И если расхода энергии нельзя избежать, можно хотя бы научиться ее экономить.

Человеческий организм — прекрасный пример адаптации к физической работе, в первую очередь, за счет экономии усилий. Задолго до того, как в клетках станет больше митохондрий и прорастут новые капилляры, а сердце станет способно прокачивать большие объемы крови, организм научится снижать расход энергии, требуемый для выполнения того же объема работы.

Снижение энергозатрат происходит за счет нескольких взаимодополняющих процессов.

#### **1. Отсечение лишних мышечных напряжений.**

При выполнении новых упражнений возникает генерализация нервного возбуждения. Преобладает торможение, движения закрепощенные, напрягается много лишних мышечных групп. При многократном выполнении подобной работы достаточно быстро нервная система разбирается, напряжение каких мышц реально важно для результативности двигательной задачи, а какие сокращать не нужно.

Этот процесс происходит в любом случае, во многом бессознательно. Но может быть ускорен за счет осознанного и запланированного совершенствования техники.

## **2. Расслабление внутри цикла движения.**

Про это явление уже было сказано выше. Оно позволяет добавить в каждое повторение микрофазу восстановления после фазы напряжения, что оказывает существенное влияние на предельную продолжительность работы.

## **3. Использование эластичных свойств мышц и соединительных тканей.**

Мышцы и сухожилия обладают разными характеристиками, в том числе вязкоупругими. При быстром растяжении мягких тканей в соединительных тканях и структурных белках запасается энергия упругой деформации. Если после быстрого растяжения незамедлительно следует быстрое сокращение, эта энергия упругой деформации трансформируется в кинетическую энергию. Такой механизм называется **«цикл растяжения-сокращения»** (ЦРС) и позволяет снизить потребности в метаболической энергии при фиксированной мощности. ЦРС также помогает повысить выходную мощность при суммации метаболической и упругой энергии. В любых циклических движениях (выполняемых более 1 раза) будет возможность для использования упругих свойств мягких тканей. В некоторых ациклических движениях тоже может присутствовать ЦРС (вертикальный прыжок, приседание).

## **4. Использование внешних сил.**

В движении на тело действуют разные силы: тяжести, инерции, трения, реакции опоры, упругости, аэродинамиче-

ского сопротивления. Использование этих сил также позволяет экономить метаболическую энергию. Например, лучшее сцепление со снарядом за счет обработки магнием позволяет снизить нагрузку на мышцы предплечья. Небольшой отбив штанги в многоповторной становой тяге позволяет использовать силу реакции опоры и упругие свойства грифа и дисков, что существенно облегчает первую треть амплитуды движения.

В каждом виде спорта или двигательной задаче есть свои параметры внешних сил, которые можно научиться использовать для экономии собственной метаболической энергии.

### **5. Эффективность кинематических цепей.**

Кинематическая цепь — это совокупность вовлеченных в движение подвижных звеньев. Любое комплексное движение требует приложения силы в определенной точке и передачи усилия к другим подвижным звеньям или снаряду. Например, становая тяга: мышцы-разгибатели ног генерируют усилие, которое спортсмен прикладывает к помосту. Действующая в обратном направлении сила реакции опоры передается через туловище, плечевой пояс и руки к снаряду. Снаряд поднимается вверх. Все тело выступает как единая кинематическая цепь передачи усилия. Усилие может передаваться эффективно, с минимальными потерями энергии в подвижных звеньях (поясничный и грудной отделы позвоночника, лопаточно-грудной сустав, суставы кисти и пальцев). Но могут быть и серьезные потери: штанга может выскальзывать из рук, а спина может выгнуться дугой даже без отрыва штанги от пола.

## **6. Экономичность внешнего дыхания.**

Работа дыхания обеспечивается респираторными мышцами. В покое для вдоха хватает работы диафрагмы, а выдох и вовсе происходит пассивно за счет эластичности легких, мышц живота и соединительных тканей грудной клетки. При более активном дыхании подключаются дополнительные респираторные мышцы, в том числе вторичные. Дыхание регулируется непроизвольно или произвольно в зависимости от ситуации и навыков человека. Если человек начинает дышать слишком интенсивно для текущего энергозатрата, то растет работа дыхания по преодолению аэродинамического сопротивления дыхательных путей и упругости мягких тканей. В процессе тренировок дыхание становится более экономичным, а значит, дыхательные мышцы меньше устают и не создают конкуренции за кровоснабжение с работающими мышцами.

## **7. Вариативность техники.**

Если человек владеет только одним способом выполнения упражнения, то при утомлении задействованных мышц придется снижать темп или делать перерывы в работе. В некоторых случаях вариантов техники выполнения движения немного. Но часто одну и ту же двигательную задачу можно решить несколькими техническими способами, особенно если это многосуставные упражнения, выполняемые циклически (как в функциональном многоборье). Это касается как мышц в рамках одной мышечной группы, так и мышечных групп. Например, угол отведения плеча в отжиманиях в упоре лежа смещает акценты работы между волокнами

большой грудной мышцы, передних дельтовидных и трехглавой мышцы плеча. А если речь о том, чтобы быстро принять положение лежа на полу и подняться – это можно выполнить десятком способов, в том числе без использования рук.

Вариативность техники хоть и не снижает абсолютный энергозапрос, но позволяет распределить его во времени более равномерно для разных мышечных групп, без концентрации нагрузки только на один регион.

### **8. Вариативность дыхания.**

Поскольку дыхание – один из главных приоритетов, функции респираторных мышц могут обеспечивать почти все мышцы туловища. На вдохе могут помогать передние и задние верхние зубчатые, малые грудные, верхние волокна трапециевидной мышцы, лестничные, грудино-ключично-сосцевидные мышцы. В зависимости от условий (фиксированный плечевой пояс, пережатая брюшная стенка и т.д.) в соответствии с принципом нейро-механического сопряжения<sup>47</sup> включаются те дыхательные мышцы, которые имеют наилучшее плечо силы в данный момент.

Этот процесс можно во многом сделать сознательным, произвольно варьируя дыхательные мышцы. Так можно обеспечить восстановление некоторых дыхательных мышц и отсрочить накопление локального утомления.

Даже в относительно координационно простых циклических видах спорта доказана многолетняя экономизация техники и за счет этого снижение потребления кислорода на конкретном уровне скорости бега<sup>48</sup>. Примером может послужить Пола Рэдклифф, одна из лучших бегуний на длинные

дистанции, долгое время удерживавшая рекорд в марафонской дистанции 2 часа 15 мин 25 сек. Несмотря на то, что МПК у нее в течение многолетней карьеры не особенно менялся, снижение кислородной стоимости бега на фиксированной скорости и повышение скорости бега на МПК росло, что напрямую свидетельствует о росте экономичности бега.

Тем более, нет потолка совершенствования техники и снижения энергозатрат в более координационно сложных видах двигательной активности.

## 2.2.

### Резерв силы, скорости и скоростной силы

Любое упражнение обладает динамическими (сила) и пространственно-временными (ускорение, скорость) характеристиками в разных сочетаниях. В становой тяге требуется проявить высокий уровень силы, но нет необходимости делать это быстро. В теннисной подаче – наоборот. В фазе ускорения спринта требуется и то, и другое в высокой степени. Требуемый уровень силы и скорости определяет то, какие двигательные единицы и в каком количестве будут рекрутированы.

При чем тут выносливость? Зависимость выносливости от силы очень проста: **чем сильнее каждая отдельная двигательная единица, тем меньше двигательных единиц надо включать для выполнения каждого цикла работы.** Это означает, что возникает запас двигательных единиц для рекрутирования. Вначале всегда включаются самые низкопороговые двигательные единицы, силы которых достаточно для выполнения работы. Они же и наиболее устойчивые к утомлению. Но они все равно в определенный момент устают, и тогда подключаются резервные, более высокопороговые двигательные единицы. Чем больше резерв двигательных единиц, тем дольше можно продлить работу. Это тем более важно, что во время работы одних ДЕ другие имеют возможность восстановиться и вновь включиться в работу позже.



Для понимания рассмотрим упрощенный пример: четырехглавая мышца бедра до гипертрофийного цикла и после. Задача – разгибание голени в тренажере до отказа с фиксированным весом 30 кг. До адаптации 1 повтор разгибания требует рекрутирования большого количества (предположим, 60%) имеющихся двигательных единиц, чтобы в сумме они выдавали тягу для подъема 30 кг. Из-за этого предельное количество повторений до отказа не очень большое – всего около 20.

Но после тренировок на гипертрофию (возьмем 16-недельный цикл), поперечник волокон увеличился. Гипертрофия затронула и низкопороговые, и высокопороговые двигательные единицы. Это значит, что каждое волокно при сокращении проявляет больше силы. И там, где раньше требовалось включать сразу 60% доступных двигательных единиц, теперь достаточно всего лишь 40%.

При прочих равных, после гипертрофийной работы появился запас двигательных единиц, которые можно подключать по мере утомления и выключения из работы первоначально рекрутированных волокон. Это создает и запас работоспособности на несколько лишних повторений, даже если локальная мышечная выносливость не изменится.

Рассмотрим еще два примера. Первый: 50 становых тяг 100 кг на время. 3 спортсмена с разными силовыми показателями: спортсмен А имеет 1ПМ 105 кг, спортсмен Б имеет 1ПМ 160 кг, спортсмен В обладает 1ПМ 250 кг.

Для первого атлета вопрос выносливости тут вообще не стоит. От него требуют выполнить 50 становых тяг на 95%1ПМ.

Каждый повтор будет требовать околопредельного напряжения нервной системы, рекрутирования всех двигательных единиц и создавать максимальный относительный энергозапрос. Задача нереалистична.

Второй спортсмен будет работать на 62,5%. При правильной разбивке объема на серии с коротким отдыхом после нескольких подъемов можно выполнить задание эффективно.

При прочих равных (одинаковый уровень локальных и центральных факторов выносливости), третьему будет проще всего. Просто потому, что ему надо будет работать на 40% от 1ПМ. Это значит, что требуемый уровень напряжения систем организма будет ниже. Вначале будут рекрутироваться относительно низкопороговые волокна, более устойчивые к утомлению. От нервной системы не требуется высокой интенсивности работы. Третий спортсмен сможет работать более длинными сериями с меньшим отдыхом.

И другой пример: футбол, где требуется способность к повторным субмаксимальным ускорениям. Предположим, от игроков требуется за матч часто проявлять усилия для бега со скоростью 6-7 м/с. Один игрок обладает максимальной скоростью бега 10 м/с. Второй – 8 м/с. Каждый эпизод, где надо развивать скорость 6 м/с, для первого требует работы на 60% максимальной скорости, и для второго – на 75%. Это, как и в примерах выше, означает разное напряжение и управляющей, и исполнительной, и обслуживающей систем. А значит, и разный запас по воспроизведению таких усилий.

Понятно, что степень переноса силовой работы на выносливость ограничена и зависит от специализации спортсмена.

В циклических видах спорта на длинные дистанции перенос будет наименьший, и в зоне интереса будут в основном сила окислительных волокон.

Очевидно, что существует и некая верхняя планка силовых показателей, достаточных для оптимальной выносливости. Для понимания необходимого уровня силы в каждом популярном виде спорта можно использовать нормативные данные по силе, накопленные на основе анализа большого количества спортсменов.

Также надо учитывать потенциальное ограничение: рост поперечника волокна может ухудшить его кровоснабжение, так как количество капилляров не увеличивается в обязательном порядке пропорционально поперечнику волокна (это две разные адаптации). В этой связи имеет смысл даже в силовых циклах на гипертрофию выполнять поддерживающую работу на выносливость, направленную, в том числе, на развитие капиллярной сети соответственно росту мышечной массы.

Любая дополнительная мышечная масса увеличивает затраты энергии просто на движение конечностей и противодействие внешним силам. По этой причине к вопросу повышения работоспособности за счет силовых показателей и гипертрофии следует подходить осторожно, анализируя потенциальные плюсы и минусы в каждом отдельном случае.

Наилучший перенос силовой работы на выносливость будет наблюдаться в видах спорта с переменной интенсивностью (единоборства, игровые виды), а также смешанных двигательных задачах с проявлением локальной силовой выносливости разных мышечных групп.

## 2.3.

### **Аэробные возможности мышц**

Вне зависимости от уровня мощности работы, чем лучше окислительные возможности задействованных двигательных единиц, тем медленнее будут развиваться процессы утомления, и тем быстрее будет происходить восстановление по окончании работы.

Аэробные возможности мышц складываются из нескольких компонентов:

- количество и размер митохондрий;
- плотность капиллярной сети;
- активность окислительных ферментов.

Волокна I типа обладают наилучшими окислительными возможностями изначально, по своему строению. Промежуточные волокна IIa без тренировок на выносливость утомляются достаточно быстро, так как за ненадобностью не обладают ни большой митохондриальной массой, ни плотной сетью капилляров. Однако эти волокна очень хорошо реагируют на тренировку выносливости. Промежуточные волокна не могут стать настолько же устойчивыми к утомлению, как окислительные, но аэробный потенциал все равно существенный.

Что касается волокон IIb, они характеризуются большими запасами гликогена и концентрацией гликолитических

ферментов, но низкой капилляризацией и митохондриальной массой<sup>49</sup>.

От суммарной способности мышечных волокон в составе мышцы потреблять кислород зависит ее показатель пикового потребления кислорода. Пиковое потребление кислорода – это максимальный объем кислорода, который может потреблять мышца, мышечная группа или группа мышц при высокоинтенсивной работе.

Разные по размеру и типу двигательные единицы требуют разных протоколов для повышения аэробных способностей. Волокна I типа изначально очень аэробные. Однако при объемной работе низкой и умеренной интенсивности можно повысить эффективность утилизации жиров в качестве энергосубстрата, а также эффективность окисления лактата, который приходит через кровоток от высокопороговых двигательных единиц.

Но работа низкой интенсивности не задействует ВПДЕ. Нужна более высокая мощность работы. Такую работу необходимо организовывать в интервальном формате, когда после интервала работы дается отдых для восстановления.

Капиллярная сеть очень хорошо адаптируется к работе на выносливость. Капилляры растут в ответ на биохимические и механические стимулы. Биохимические стимулы связаны в основном с активацией фактора роста эндотелия сосудов и оксидом азота. Механический стимул вызывается напряжением сдвига, возникающим при усилении кровообращения.

У тренированных спортсменов плотность капиллярной сети может на 40% и более превосходить такой показатель у нетренированных людей. Есть данные, что ангиогенез (рост новых капилляров) может быть специфичен интенсивности работы. Низкоинтенсивная работа приводит к росту капиллярной сети в окислительных волокнах, но не в ВПДЕ. Для капилляризации ВПДЕ необходимо использовать высокоинтенсивные интервальные протоколы<sup>50</sup>, в которых эти волокна рекрутируются.

Важно помнить: **локальная мышечная выносливость развивается в конкретных двигательных единицах конкретных мышц**. Один и тот же человек может иметь невероятно аэробные волокна I типа в мышцах голени, посредственную выносливость в мышцах бедра и очень низкую — в мышцах рук. Профессиональный массажист будет обладать очень приличной локальной выносливостью мышц рук, но может испытывать одышку и забитость мышц ног при банальном подъеме по лестнице на 9 этаж.

Прежде, чем выбирать протокол тренировки, необходимо четко понять не только то, какой регион, но и какие двигательные единицы надо натренировать.

## 2.4.

### Лактатный челнок

Еще один механизм локальной мышечной выносливости — **лактатный челнок**<sup>51</sup>. Его роль двояка.

Если энергозапрос требует большего вклада гликолиза, и образованный пируват не получается полностью окислить, для продолжения реакции гликолиза необходимо восстанавливать NAD<sup>+</sup>, а образовавшийся при этом лактат вывести из клетки. После того как лактат выведен из мышечного волокна в кровоток, он может быть утилизирован сердцем, печенью, почками, мозгом и окислительными мышечными волокнами работающих мышц (в том числе дыхательных).

Тут раскрывается вторая роль лактатного челнока: доставка энергосубстратов по месту требования. Например, окислительные волокна не содержат больших запасов гликогена. Если интенсивность работы требует окисления именно углеводов, то окислительные волокна начинают зависеть от доставки глюкозы с кровью. В клетке глюкоза должна сначала ферментироваться до пирувата, который дальше будет использован в митохондриях. Лактат в этом смысле гораздо лучше глюкозы, так как является ферментированной формой глюкозы и может сразу использоваться в митохондриях.

Таким образом, лактатный челнок делает возможным продолжение гликолиза в волокнах IIa и IIb, а также доставку энергосубстратов к важным органам и тканям.

Выведение лактата из клетки зависит от плотности капиллярной сети и действия транспортных белков МСТ (монокарбоксилат транспортер) и в существенной степени поддается тренировке. В зависимости от задач, для повышения эффективности механизма лактатного челнока чаще всего используют методы на интенсивности от первого до второго лактатного порогов. Но применимы и смешанные методы из 2 упражнений, где лактат-образующее упражнение чередуется с лактат-утилизирующим, варьируя работу разных типов двигательных единиц и мышечных групп.



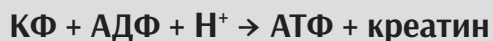
## 2.5.

### Буферные системы

Для предотвращения ацидоза в организме работает несколько буферных систем. Часть из них действует непосредственно внутри мышечных волокон. Это физико-химическое буферирование, метаболическое буферирование и выведение протонов  $H^+$  из клетки.

**Физико-химическое буферирование** протекает с использованием белковых соединений (дипептидов карнозина), а также связывания с неорганическим фосфатом в дигидроген фосфат и угольной кислотой в бикарбонат. Эти процессы буферируют до 60% всех образуемых протонов  $H^+$ .

Еще 40% приходится на **метаболическое буферирование**, где главный процесс — это креатинфосфатная реакция ресинтеза АТФ.



Внутримышечные буферные системы гораздо лучше развиты в высокопороговых двигательных единицах, активно действующих гликолиз в энергообеспечении<sup>52</sup>.

Важнейшее значение играет и буферирование протонов  $H^+$  в крови через бикарбонат, в результате которого образуется  $H_2O$  и  $CO_2$ .

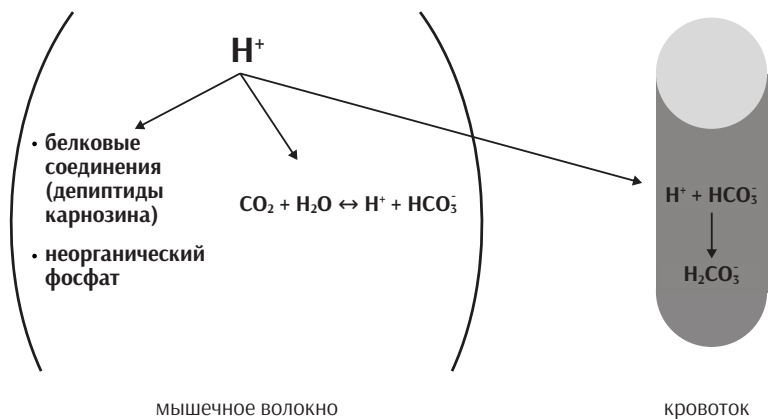


Рис. 17. Физико-химическое буферирование протонов  $H^+$

Емкость буферных систем ограничена<sup>53</sup>, то есть в какой-то момент при интенсивной работе количество протонов  $H^+$  начинает быстро нарастать.

Буферные системы показывают адаптацию через 4-8 недель тренировок с существенным вкладом гликолитической системы<sup>54</sup>. Емкость этих систем можно повысить за счет употребления пищевых добавок: креатина, бета-аланина (влияет на карнозин) и пищевой соды (влияет на буферирование через бикарбонат в системе крови).

## 2.6.

### **Сердечно-сосудистая и дыхательная системы**

Максимальный ударный объем зависит от размера камеры левого желудочка и увеличивается в результате эксцентрической гипертрофии. Большие объемы работы на выносливость приводят к увеличению камеры левого желудочка без увеличения толщины его стенок.

Максимального уровня МОК человека не хватит, чтобы наполнить кровью все кровеносные сосуды в теле. Для понимания подойдет аналогия с водоснабжением дома от водонапорной башни. Если все краны в доме откроют одновременно, давление воды в трубопроводе упадет, так как запас воды в резервуаре башни ограничен. Так же и с кровоснабжением: если все сосуды расширятся, давление крови упадет настолько, что человек просто потеряет сознание.

Потому всегда действует механизм локальной вазоконстрикции/вазодилатации, перераспределяющий кровоток к целевым, наиболее важным в данный момент органам. Во время физической нагрузки это, очевидно, работающие мышцы.

Если работают мышцы плечевого пояса и рук (отжимания на брусьях), то требуемый объем кровоснабжения незначительный. Во время бега задействовано уже гораздо больше мышц, и может потребоваться полный резерв минутного

объема кровотока. При интенсивном беге и росте работы дыхания потребность респираторных мышц в крови растет по экспоненте, что уже создает необходимость перераспределять часть кровотока от мышц конечностей к дыхательной мускулатуре.

А если бег чередовать с отжиманиями на брусьях, крови на обеспечение такой мышечной массы уже точно не хватит. Кровоток будет делиться между мышцами ног в беге, мышцами плечевого пояса и рук в отжиманиях и дыхательными мышцами. Плюс к этому кровь нужна для снабжения кислородом головного мозга. А еще — кожным покровам для охлаждения в жарком влажном климате или во время длительной работы, приводящей к росту температуры тела.

Недостаток кровотока при конкретной мышечной работе, как уже обсуждалось, приводит к возрастанию роли гликолиза в энергообеспечении, ухудшению вывода и утилизации метаболитов и быстрому накоплению утомления.

Повышение ударного объема сердца является одной из важнейших целей тренировок на выносливость вообще для всех людей, не только спортсменов в видах спорта на выносливость.

Ударный объем сердца существенно возрастает при регулярных тренировках в течение нескольких месяцев. Это проявляется, прежде всего, в снижении ЧСС покоя.

Например, ЧСС покоя составляла 70 ударов в минуту при ударном объеме сердца 60 мл, а после нескольких месяцев регулярных тренировок ЧСС в покое снижается, например, до 60 ударов в минуту. Это происходит потому, что ударный

объем вырос, и для обеспечения того же минутного объема крови в покое (4,2 литра) требуется меньше сердечных сокращений в минуту.

Для тех атлетов, чей вид спорта связан с попеременным вовлечением крупных мышечных групп в работу, может быть также важно отдельно тренировать функциональные способности вазоконстрикции/вазодилатации в тех случаях, когда это лимитирует работоспособность.

Надо отметить, что минутный объем кровотока также зависит и от общего объема крови. Объем крови увеличивается за счет роста объема плазмы крови и объема эритроцитов. Объем плазмы увеличивается уже через 1-2 суток после тренировки и достигает роста около 10% через 4 дня<sup>55</sup>.

Объем эритроцитов заметно повышается только через 2-3 недели тренировок примерно на 10% и выходит на плато, выравнивая уровень гематокрита<sup>56</sup>. Значительный рост объема крови фиксируется или после перерыва в тренировках, или у новичков.

Задачами тренировки дыхательной системы является локальная выносливость дыхательных мышц и наработка специфичных и экономичных дыхательных шаблонов, позволяющих координировать дыхательные функции мышц со стабилизационными и поддерживать оптимальную биохимию крови (парциальное давление  $O_2$  и  $CO_2$ ).

Локальная выносливость главных дыхательных мышц, наиболее устойчивых к утомлению, позволяет отсрочить активацию второстепенной респираторной мускулатуры, а также предотвратить неконтролируемую одышку.

Что касается дыхательных шаблонов, то во время работы на силовую выносливость с выполнением упражнений глобального характера возникает некий конфликт функций. Те же мышцы, которые участвуют во вдохе или выдохе, при изометрическом сокращении обеспечивают стабильность корпуса за счет повышения внутрибрюшного и/или внутригрудного давления. Избыточное напряжение этих мышц затрудняет функцию дыхания; неконтролируемое дыхание снижает стабильность корпуса и эффективность движений. Сохранение жесткости туловища и достаточного объема легочной вентиляции — отдельный навык, который в таких случаях необходимо нарабатывать.

## 2.7.

### Центральная нервная система

Движение начинается с сигнала от нервной системы и практически всегда им же заканчивается. В большинстве случаев прежде, чем снизится мощность работы или произойдет отказ, возникает восприятие непереносимости утомления, которое формируется на основании афферентных сигналов от разных систем. Человек замедляется или останавливается, когда **ощущает**, как жжет легкие, колет в печени, «раздуваются от лактата» мышцы ног, не включаются мышцы и т.д.

Конечно, если в мышечных волокнах исчерпаны запасы КФ и из-за ацидоза остановился гликолиз, никакая мотивация не поможет. Но чаще всего сигналы об утомлении возникают задолго до реального физиологического отказа. Срабатывает предохранительный механизм, описанный выше.

Чем ниже уровень тренированности, тем раньше срабатывают эти предохранители. Нетренированный человек чувствует при подъеме по лестнице одышку и учащенное сердцебиение и решает передохнуть минутку после нескольких этажей. Тренированный – знает, что организм просто перестраивается под задачу, и продолжает спокойный подъем.

Слаботренированный человек на пробежке ощущает покалывание в печени, пугается, что «в печени уже колет, а бежать еще 30 минут» и переходит на шаг. Тренированный – понимает, что этот дискомфорт, скорее всего, снизится после процесса вработывания. Но если даже нет – не станет интенсивнее и не ограничит работоспособность. Колет и колет.

При работе высокой интенсивности на околопредельной ЧСС и высокой частоте дыхания может казаться, что сейчас «выплюнешь легкие», «сердце выскочит из груди», «миокард закислится», «сведет диафрагму», «потеряешь сознание» и т.д. При приближении к такой «красной зоне» мощности у слаботренированного человека срабатывают вообще все предохранители, и мощность снижается. Тренированные атлеты могут долго находиться в красной зоне, сохраняя эффективность. Сигналы от организма интерпретируются в фоновом режиме, атлет концентрируется на тактических моментах и сознательно старается компенсировать нарастающее утомление без снижения мощности работы.

Это главные адаптации нервной системы, которые можно отнести и к морально-психологическим адаптациям к работе на выносливость.

В числе физиологических адаптаций нервной системы, прежде всего, автоматизация двигательных навыков. Нарботанные паттерны двигательного контроля координируются в базальных ганглиях и мозжечке. Это разгружает кору больших полушарий, снижает затраты энергии на двигательный контроль и уменьшает утомление ЦНС.



Также растет предельная мощность нервной импульсации, благодаря чему возможно воспроизводить короткие отрезки субмаксимальных усилий через интервалы неполного восстановления или продлить отказной анаэробный спурт (резкое кратковременное увеличение темпа движения). Не менее важно и развитие межмышечной координации, благодаря которому техника становится стабильной и экономичной даже в условиях утомления, позволяя контролировать энергозапрос.

## 2.8.

### Питание

Режим питания оказывает непосредственное влияние на работоспособность, особенно в зонах мощности выше АэП. Наиболее важное значение имеет количество употребляемых в пищу углеводов.

Углеводы выступают субстратом как в гликолизе, так и в окислительном пути синтеза АТФ. Источником углеводов в процессе работы выступает глюкоза крови и ее запасы в мышцах и печени. Глюкоза запасается в форме гликогена. При интенсивных тренировках на выносливость гликоген активно расходуется. Восстановление гликогена после работы начинается сразу. Один из механизмов – это цикл Кори, в котором лактат, циркулирующий в кровотоке, в печени восстанавливается до глюкозы.

Но главный источник для восстановления гликогена – питание. В зависимости от степени истощения гликогена и питания, полное восстановление гликогеновых депо занимает от 24 до 72 часов.

Необходимое количество углеводов в питании зависит от объема и напряженности тренировок<sup>57</sup>. Актуальные представления о питании для спортсменов содержат рекомендации регулировать режим питания в соответствии с периодизацией тренировочного процесса<sup>58</sup>.

Питание	Интенсивность тренировок	Количество углеводов
<b>Низкое</b>	Низкоинтенсивная работа или техническая направленность	3-5 г/кг веса в день
<b>Среднее</b>	Умеренная нагрузка (1 час в день)	5-7 г/кг веса в день
<b>Высокое</b>	Тренировки на выносливость (1-3 часа в день умеренной и высокой интенсивности)	6-10 г/кг веса в день
<b>Очень высокое</b>	Профессиональный уровень (4-5 часов в день умеренной и высокой интенсивности)	8-12 г/кг веса в день

После истощающей нагрузки усиленное потребление углеводов может привести к **суперкомпенсации гликогена**. Для этого за несколько дней до соревнования выполняют тяжелую тренировку и потом употребляют до 10-12 г/кг веса тела. После углеводной загрузки запасы гликогена могут увеличиться в 1,5-2 раза<sup>59</sup>. Такая суперкомпенсация может быть оправдана для соревнований, в которых длительность работы составляет больше 90 минут, или если состязание состоит из нескольких заданий, поединков, игр с относительно коротким восстановлением между ними. При этом важно учитывать, что увеличивается и вес спортсмена, так как гликоген задерживает воду. Это может быть критически важно в видах спорта, где увеличившийся вес тела может сильно повлиять на итоговый результат, а также при наличии весовых категорий.

Печень легче метаболизирует фруктозу, потому наличие в составе углеводов как глюкозы, так и фруктозы ускоряет ресинтез гликогена и в мышцах, и в печени. Прием только глюкозы замедляет ресинтез гликогена в печени по сравнению с фруктозой. В то же время, сочетание глюкозы с фруктозой или галактозой увеличивает скорость ресинтеза гликогена печени в 2 раза<sup>60</sup>. Актуальная рекомендация соотношения глюкозы и фруктозы в пище составляет 1:0,8.

Для оптимизации тренировки на выносливость длительностью больше часа рекомендуется за 1-4 часа до тренировки прием углеводов в размере 1-4 г/кг веса тела<sup>61</sup>.

Что касается питания во время интенсивной мышечной работы, то в случае, если работа длится дольше 60 минут, рекомендуется употреблять от 30 до 90 г углеводов в час<sup>62</sup>. Если количество составляет 30-60 г, источником углеводов могут выступать разные виды пищи, в том числе традиционные<sup>63</sup>. При приеме больше 60 г в час рекомендуется использовать спортивное питание, так как в противном случае возможны нарушения работы желудочно-кишечного тракта. Встречаются рекомендации по приему до 120 г углеводов в час<sup>64</sup> в соотношении глюкозы к фруктозе 1:0,8.

После изматывающей тренировки на выносливость в первые 4 часа рекомендуется прием 1-4 г/кг углеводов для максимального ускорения ресинтеза гликогена. После этого следует переходить на обычный режим питания.

Также отметим, что гликогеновое депо печени является первым источником глюкозы для разных процессов в организме, когда глюкоза перестает поступать с пищей<sup>65</sup>. Например,

так происходит во время сна. Утром содержание гликогена в печени снижено, чего не происходит в мышцах. Эту особенность надо учитывать при интенсивных утренних тренировках натошак: недостаток гликогена в печени может привести к снижению уровня глюкозы в крови и обмороку.

Тренировки натошак могут выполняться для повышения утилизации жиров, для этого мощность работы должна быть ниже аэробного порога.

Высокоинтенсивные тренировки на сниженном мышечном гликогене приводят к повышению ИВН работы и снижению мощности. Однако иногда так делают для оптимизации тренировочных результатов. Существует мнение, что истощение мышечного гликогена служит одним из сигналов для развития окислительных возможностей мышц<sup>66</sup>, однако данные на текущий момент противоречивы<sup>67</sup>.

На практике спортсмены, которые тренируются чаще одного раза в день, так или иначе выполняют некоторые тренировки на сниженном гликогене просто в силу того, что гликоген не успевает восстанавливаться полностью<sup>68</sup>.

Хронический недостаток углеводов в питании может приводить к относительному дефициту энергии, что сначала негативно сказывается на выносливости, а затем и на общем самочувствии и состоянии здоровья. Несмотря на то, что организм может адаптироваться к рациону с недостатком углеводов и синтезировать глюкозу через процесс глюконеогенеза (образованию глюкозы из неуглеводных соединений), мощности этого процесса недостаточно для энергообеспечения интенсивной мышечной работы на высоком уровне.

Любые изменения режима питания рациональны только в подготовительном периоде. Предельно важно начинать с меньшего значения углеводов и повышать количество постепенно, чтобы не перегружать ЖКТ. Также стоит поэкспериментировать с разными источниками углеводов, как в рамках обычного режима питания, так и пред-, внутри- и послетренировочного.

Эксперименты с питанием в соревновательном периоде чреваты непредсказуемой реакцией ЖКТ и риском срыва спортивной производительности организма.

## 2.9.

### Адаптация к жаркому или влажному климату

Адаптация к повышенным температурам может быть 2 видов: поведенческая и физиологическая<sup>69</sup>.

Поведенческая адаптация включает более эффективное использование одежды, меньшее время нахождения под солнцем, лучший контроль темпа работы, контроль режима питания и гидратации.

Физиологическая адаптация затрагивает почти все системы организма:

- повышается объем крови;
- порог начала потоотделения снижается;
- снижается температура ядра тела во время работы;
- организм лучше переносит рост внутренней температуры (фиксируются случаи, когда после адаптации к жаре высококвалифицированные бегуны были способны продолжать гонку при температуре ядра 40°);
  - потоотделение становится более интенсивным;
  - концентрация натрия в поту падает, что дополнительно улучшает испарение влаги с поверхности кожи;
  - жажда возникает раньше и лучше коррелирует с потерями жидкости;
  - сниженная температура кожи приводит к снижению перераспределения кровотока;
  - нагрузка на сердечно-сосудистую систему снижается.

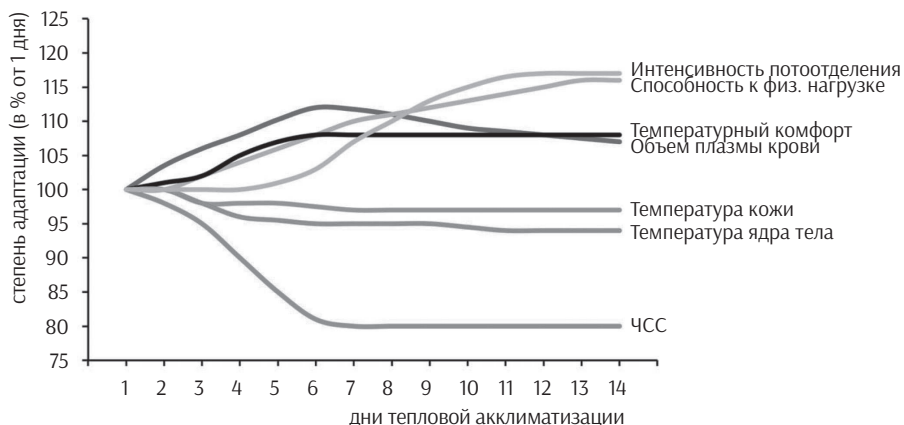


Рис. 18. Адаптации и механизмы тепловой акклиматизации

При ежедневных тренировках на жаре в течение 60 минут на 50%МПК или 30-40 мин на 75%МПК выраженная адаптация к теплу происходит в быстром темпе в первую неделю и далее замедляется. При тренировках на жаре каждые 3 дня адаптация занимает в 3 раза больше времени.

При прекращении тренировок в жару адаптация к теплым условиям сохраняется по разным данным до месяца, постепенно снижаясь. Также предполагается, что одной тренировки в тепле каждые 5 дней достаточно для поддержания адаптации.



## 2.10.

### Работоспособность в условиях высокогорья

Тренировки в условиях высокогорья являются распространенным способом повысить выносливость за счет специфических адаптаций.

Сниженное парциальное давление кислорода в горном воздухе приводит и к снижению парциальному давлению  $O_2$  в крови. Для обеспечения сопоставимого уровня мощности кислородтранспортной системе необходимо работать более интенсивно, чем в условиях нормоксии на уровне моря. В то же время анаэробные механизмы вовлекаются в работу в большей степени.

Это приводит к росту ЧСС и ИВН на сопоставимой мощности по сравнению с уровнем моря, а также снижению предельной работоспособности до отказа.

Адаптация к условиям высокогорья затрагивает следующие системы:

- увеличение легочной вентиляции;
- увеличение сердечного выброса;
- увеличение содержания гемоглобина;
- увеличение количества эритроцитов;
- повышение в эритроцитах 2,3-дифосфоглицерата (ДФГ), что улучшает отдачу кислорода в тканях;

- увеличение количества миоглобина в мышцах;
- увеличение размера и количества митохондрий;
- увеличение количества окислительных ферментов.

Если предстоит соревноваться в условиях высокогорья, предварительная адаптация крайне желательна.

Что касается использования тренировок в горах для улучшения результата на уровне моря, то здесь потенциальная польза зависит от вида спорта, сочетания условий и других факторов.

Дело в том, что наилучшая адаптация к гипоксии связана не с тренировками в высокогорье, а с длительным пребыванием в этих условиях.

Условия высокогорья вынужденно приводят к снижению мощности работы. При нерациональном построении тренировочного процесса вполне можно получить ситуацию, когда физиологические адаптации получены, но спортсмен не может поддерживать требуемую соревновательную скорость или интенсивность работы, так как не работал на ней в достаточном объеме.

На текущий момент вопрос тренировки в гипоксических условиях изучен достаточно глубоко. Тема гипоксии обширная, но достаточно специфичная и выходит за рамки данной книги.

## 2.11.

### **Педагогические абстракции, и где в организме они обитают**

Факторов, влияющих на работоспособность, гораздо больше, чем «митохондрии, сердце или легкие». У каждого конкретного человека эти факторы складываются в сложный пазл, разгадать который — задача не из легких.

Некоторые из этих факторов являются основополагающими для других. Другие факторы проявляют себя только в определенных зонах мощности и режимах работы.

Важно то, что все эти факторы — физиологические, то есть их существование является биологическим фактом. Среди разных специалистов нет особых разногласий по поводу того, что из себя представляет митохондрия или диафрагма. Мы можем ошибиться в интерпретации конкретных параметров или описании совокупных процессов, но со временем физиологический фундамент позволяет выявлять ошибки и улучшать понимание.

Биологические факты не придуманы человеком, а выявлены в результате исследований. С развитием технологий все лучше можно описать физиологические процессы и точнее их интерпретировать.

Это, к сожалению, часто не так с педагогическими понятиями и моделями. Модели, в отличие от биологии, придуманы

мываются людьми для наиболее удобного описания сложных процессов. Но модель — это всегда, по определению, упрощение.

Говорят, что все модели не верны, но некоторые из них полезны на практике. В данной книге используется модель «зон мощности работы»: максимальной, субмаксимальной, околوماксимальной анаэробной и аэробной<sup>70</sup>. Она представляется полезной, так как привязана именно к интенсивности работы и позволяет описать, как все системы организма вносят разный вклад на разных интенсивностях.

В вопросах выносливости есть две устоявшиеся педагогические модели, которые красиво смотрятся в учебниках, но на практике не всегда помогают, а часто и вовсе не работают.

Первая модель — общая и специфичная выносливость. Вторая — алактатная, лактатная, аэробная мощность и емкость.

### 2.11.1.

#### Общая и специфичная выносливость

Фундаментальные факторы ложатся в основу общей выносливости. По Л.П. Матвееву<sup>71</sup>, **общая выносливость** — это совокупность функциональных свойств организма, составляющих неспецифическую основу проявления выносливости в различных видах деятельности.

Путь в тысячу километров начинается с первого шага, а первый шаг — с нервной импульсации. Первый и главный

фактор общей выносливости — двигательный опыт. Это вся доступная совокупность двигательных компетенций человека, наработанность межмышечной координации и двигательная адаптивность.

Адаптивность — способность в кратчайшее время приоровиться к новой задаче, выявить способы повышения результативности, экономичности и стабильности решения двигательной задачи. Прежде всего, адаптивность складывается из умения использовать внутренние (упругие и т.д.) и внешние (реакции опоры, трения и т.д.) силы для экономии метаболической энергии. Установка на минимальный расход сил в любой двигательной задаче является фундаментально важной.

Двигательный опыт также включает стабильность базовых двигательных навыков: локомоторных (ходьба в гору, с горы, бег гладкий и по пересеченной местности) и стационарных (выпады, зашагивания, приседания, переноски отягощений, жимы, тяги и т.д.).

Не бывает выносливости к длительной работе там, где человек плохо владеет собственным телом и не понимает принципов рационализации усилий.

Второй фактор общей выносливости — это аэробные качества крупных мышечных групп. Любые повседневные действия (уборка, приготовление пищи и т.д.) требуют определенного уровня потребления кислорода. Это потребление невысокое (8-12 мл/мин/кг). Однако, к примеру, если МПК ниже нормы в силу возраста или заболеваний респираторной системы, даже такой небольшой запрос может

составлять более 50%МПК. Безобидные с виду повседневные действия в итоге происходят выше аэробного порога, организм испытывает в связи с этим повышенную метаболическую нагрузку, человек устает очень быстро и живет с хроническим недостатком сил.

Чем лучше аэробный потенциал задействованных в работе мышц, тем меньше человек устает от продолжительной низкоинтенсивной работы. Подчеркнем: в зачет идут аэробные возможности именно задействованных в конкретной работе мышц.

Человек, занимающийся бегом, очевидно, будет обладать очень аэробными мышцами ног, но это вовсе не обязательно справедливо и для мышц рук, и корпуса. Если такому человеку надо будет идти по пересеченной местности налегке, то запаса общей выносливости ему хватит очень надолго. Если ему же придется еще и нести на себе средства индивидуальной бронезащиты, оружие с боекомплектom и рюкзак со снаряжением — это потребует выносливости мышц туловища. У военнослужащего-бегуна, который тренирует только мышцы живота и только скручиваниями, ей просто неоткуда взяться.

Третий фактор общей выносливости — запас силы и скорости. Как уже говорилось, это влияет на напряжение организма при выполнении конкретной работы, объем задействованных волокон и запас двигательных единиц для рекрутирования.

И четвертый, последний фактор — психологический. Если человек знает, как ощущаются разные виды утомления

(центральное, локальное от истощения гликогена, закисления или мышечных повреждений, утомление дыхательных мышц и т.д.), то он спокойнее воспринимает сигналы от разных систем организма, может раньше начать варьировать двигательные стратегии, лучше адаптироваться к изменению состояния организма.

**Специфичная выносливость** либо требует длительного проявления какого-то выраженного качества (силовая, скоростная, скоростно-силовая выносливость), либо жестко привязана к конкретной, очень характерной деятельности.

Параметрами специфичной выносливости являются двигательный состав действий, кинетические, пространственно-временные, временные характеристики, спортивные правила, особенности экипировки и снаряжения, условия окружающей среды, условия для питания и гидратации.

Фундаментальные физиологические процессы (которые и составляют общую выносливость) едины для всех видов спорта вне зависимости от специфики. Специфичность составляет акценты, выделяя роль одних физиологических процессов и снижая выраженность других.

Если не знать, какие конкретные системы лежат в основе общей выносливости, а какие – в основе специфичной, можно допустить ряд критических ошибок. Военнослужащие бегают для общей выносливости, делают круговые задания с собственным телом для специальной выносливости, а потом с удивлением обнаруживают, как тяжело выполнять задачи в средствах индивидуальной бронезащиты, с оружием, боекомплектом и другой экипировкой на себе.

В сотнях и тысячах залов тренеры составляют круговую тренировку по принципу «что вижу в зале и что придумал, то и даю». Это же круговая тренировка, это для общей выносливости. Как будет показано далее, круговые тренировки могут быть очень разными, преследовать конкретные адаптации или работать по принципу «лишь бы двигались, подышали, устали».

Тренеры по физподготовке в видах спорта просто стараются в тренировке на выносливость копировать временные характеристики соревновательной деятельности (как в боксе, 12 раундов, 3 мин раунд, 1 мин отдых), обосновывая это тем, что это – специальная выносливость. Далее дается установка работать максимально мощно в течение 3 минут, что не получается даже на первом интервале и дает посредственные результаты в итоге, перегружая спортсменов и негативно влияя на технико-тактические навыки.

Если тренер понимает, какие системы и процессы лежат в основе общей и специфичной выносливости, не понятно, зачем эта модель вообще нужна? Если тренер работает с новичком, то будет сосредоточен на развитии ударного объема сердца, технике базовых упражнений, развитии силы, контроле дыхания и т.д. Если это работа с профессиональным спортсменом, тренер будет пытаться создать стимул для конкретной отстающей системы или конкретных факторов.

Суть в том, что без глубокого анализа не обойтись. Оперирование общей/специфичной выносливостью без знания физиологии обрекает на примитивизацию мышления



и попытки копировать внешние проявления деятельности, а не работать над лимитирующими факторами.

А глубокий анализ может быть основан только на физиологии. И тогда модель общей и специфичной выносливости становится ненужной и излишней.

### **2.11.2.**

#### **Алактатная, лактатная, аэробная мощность и емкость**

Сказанное в предыдущей главе, на субъективный взгляд автора, относится и к другой модели. Это уже более «физиологичная» модель, но построенная вокруг систем энергообеспечения.

Мощность систем — это предельная работоспособность, обеспечиваемая каждой из указанных систем. Емкость систем — это предельная продолжительность работы каждой из систем энергообеспечения, ограниченная или запасом энергосубстратов, или процессами утомления.

Алактатная мощность и емкость относятся к креатинфосфатной системе, лактатная — к гликолитической, аэробная — к окислительной.

Как способ описания характеристик каждой из систем энергообеспечения, модель, безусловно, полезна.

Проблема возникает, когда эту модель пытаются перенести в тренировочный процесс, предполагая, что в организме действительно возможны истинно алактатные, или строго лактатные, или строго аэробные процессы. Иными словами,

что разные системы ресинтеза АТФ могут работать отдельно друг от друга.

Однако, когда спринтер пробегает 100 м (алактатная мощность), лактат в крови активно растет в течение 10 минут<sup>72</sup> и более.

Лактатная мощность и емкость описывают работоспособность в около- и субмаксимальной анаэробной зоне мощности. Классический тест лактатной мощности — Вингейт, спринт на максимум в течение 30 секунд. Интересно, что технология NIRS, показывающая локальное потребление кислорода, в Вингейте позволяет увидеть: за 30 секунд работы деоксигенация мышц составляет до 80%<sup>73</sup>. То есть почти весь доступный кислород утилизируется за время лактатной мощности. А это сразу означает, что успешность работы на лактатной мощности будет зависеть не только от гликолитических ферментов, нервной системы, запаса гликогена и буферных систем, но и от окислительных способностей высокопороговых двигательных единиц, капилляризации и перфузии мышц кровью. Это не говоря о вкладе креатинфосфатной системы в такой работе.

На максимальной аэробной мощности вклад анаэробных путей составляет 16-25%, и этот уровень мощности ощущается как крайне тяжелый физически.

Аэробная емкость вообще не имеет смысла как понятие. Если емкость ограничена запасом энергосубстратов, то запаса жиров в организме столько, что раньше у человека сотрется кожа и слезут ногти на ногах, чем исчерпается аэробная емкость.

Спрашивается – зачем нужна эта модель в реальном тренировочном процессе? Если нам доподлинно известно, что все три системы ресинтеза АТФ работают одновременно, зачем делать вид, что существует какая-то избирательная работа одной из них? Модель зон мощности (аэробный порог, анаэробный порог и т.д.) – это тоже модель, но она дает привязку к конкретным временным диапазонам и уровням интенсивности с учетом одновременного включения всех систем не только ресинтеза АТФ, но и организма вообще.

Зато модель алактатных-лактатных мощностей и емкостей может нанести вполне реальный вред. Например, можно заключить, что силовой вид спорта, спринт, прыжки и метания в легкой атлетике «алактатные», а значит, аэробная система там не нужна. Или дистанции на 400 м – это же про лактатную емкость, зачем там аэробная система. У читателя, прочитавшего предыдущую часть данной книги, сейчас не возникает вопросов, какие функции выполняет та или иная система на различной интенсивности. Но принятие решений на основе «алактатной-лактатной» системы может привести к реальным ошибкам в планировании тренировок, особенно у начинающих специалистов без пары десятков лет эмпирического опыта за плечами.



## Глава 3

---

# Тестирование выносливости



Факторов, способных повлиять на выносливость, много. Что именно тренировать? Без тестирования ответить на этот вопрос невозможно.

Задачи тестирования выносливости сводятся к следующим:

- фиксация текущего состояния для контроля уровня тренированности и прогресса;
- определение факторов, лимитирующих выносливость у конкретного человека;
- получение данных для дозировки интенсивности, объема и других параметров тренировки на выносливость;
- предсказание возможного уровня спортивной производительности в избранном виде спорта;
- сравнение спортсмена по показателям выносливости в определенной выборке (пол, возраст, вид спорта, уровень спортивного мастерства и т.д.).

Тестов очень много. Это и лабораторные тесты с использованием газоанализа, оксигенации мышц, забором лактата. Это и многочисленные полевые тесты, которые проводят тренеры в рамках тренировочного процесса.

Детальный разбор тестов выходит за рамки данной книги. Здесь будут рассмотрены лишь принципиальные моменты,

которые необходимо учитывать при выборе тех или иных тестов и дальнейшем использовании полученной информации.

Лабораторные тесты проводят в максимально контролируемых условиях с использованием разнообразного оборудования, что позволяет получать максимально точные данные. Полевые тесты – в тренировочных условиях.

Исторически лаборатории были оснащены разнообразным оборудованием и давали неоспоримое преимущество в точности и широте тестирования по сравнению с полевыми условиями. Однако с распространением портативных газоанализаторов, оксигенаторов и другого оборудования тренеры также получают все больше возможностей приблизить уровень тестирования к лабораторному.

**Любые тесты должны отвечать следующим критериям: целесообразности, надежности, стандартности, наличия системы оценок и информативности.**

*Целесообразность* означает, что тест проводится с целью определения состояния конкретной функции или качества.

*Надежность* позволяет добиться одинаковых результатов с тем же испытуемым при повторном тестировании.

*Стандартность* – наличие одинаковой процедуры тестирования для разных людей в разных условиях.

*Наличие системы оценок* помогает в интерпретации результатов тестирования.

*Информативность* определяет степень точности, с которой возможно измерить конкретное свойство или качество.

Лабораторные тесты обычно позволяют протестировать физиологические показатели с минимальным влиянием тех-



ники и других факторов. Это повышает надежность тестов и информативность результатов, но снижает предсказательную силу теста в отношении спортивной производительности, особенно в игровых видах и единоборствах, где соревновательные условия сложные, а результат зависит от множества переменных.

Тестирование может быть направлено на выявление факторов, лимитирующих экономичность, анаэробный резерв силы/скорости или собственно факторов энергообеспечения и противодействия процессам утомления.

То, что касается экономичности — это оценка техники в сравнении с неким эталоном для данного вида спорта. Если выявляется, что техническая реализация движений нерациональная, это требует отдельного акцента в тренировках для снижения энергетической стоимости работы.

Запас силы или скорости предельно важен для силовой и скоростной выносливости, тут зависимость прямая. Если человек может подтянуться всего 5 раз с собственным весом тела, то о выносливости говорить рано. 5ПМ — это примерно 85% от 1ПМ. Тут надо тренировать силу в первую очередь. Если футболист пробегает 10 м сходу с максимальной скоростью 8 м/с, то нельзя от него ожидать большого количества ускорений на скорости 7 м/с, так как это почти 90% от его максимальной скорости. При неполном восстановлении воспроизведение такой скорости будет требовать просто колоссального напряжения и почти нереалистично к концу второго тайма.

Часть тестов работоспособности дает срез только физиологических параметров, часть — только параметров физи-

ческой производительности. Некоторые тесты дают возможность получить данные обоих типов.



Рис. 20. Классификация тестов выносливости

Тесты работоспособности можно разделить на 3 большие группы:

- ступенчатые тесты;
- интервальные тесты;
- равномерные тесты.

## Ступенчатые тесты

В ступенчатых тестах работа начинается с низкой интенсивности и последовательно усложняется с каждой ступенью. Первые ступени всегда заведомо легкие и служат

в качестве разминки. Субмаксимальные ступенчатые тесты продолжаются до достижения конкретного физиологического состояния. Максимальные ступенчатые тесты выполняются до невозможности продолжать работу на требуемом уровне мощности.

**Ступенчатая эргоспирометрия** является золотым стандартом тестирования и выполняется в лабораторных условиях. Используется или велоэргометр, или беговая дорожка, или ручной эргометр. Работа физиологических систем фиксируется газоанализатором, измерением лактата и ЧСС. Такой тест позволяет определить 1 и 2 лактатные пороги, максимальную аэробную мощность, максимальное (или пиковое в случае с ручным эргометром) потребление кислорода, физиологическую максимальную ЧСС. Ограничение результатов эргоспирометрии — в их специфичности. Полученные значения порогов и потребления  $O_2$  характерны для тестируемой активности, но не могут точно переноситься на другую циклическую работу. Данные, полученные на велоэргометре, нельзя экстраполировать на греблю.

Длительность работы на каждой ступени в разных тестах варьируется достаточно сильно. Наиболее распространены ступени длительностью от 1 до 3 минут. Также популярен протокол с небольшим повышением мощности каждую секунду.

Если используется газоанализатор, то все протоколы позволяют оценить пороги мощности по потреблению  $O_2$  и дыхательному коэффициенту. Если ступенчатые тесты используются в полевых условиях, например, для определения

максимальной аэробной мощности, то длинные ступени более предпочтительны.

Наиболее распространенные ступени тестов обычно недостаточно длинные для того, чтобы выявить устойчивое состояние при максимальной концентрации лактата – для этого надо проработать на одной ступени не менее 10 минут. Поэтому чаще всего этот показатель фиксируют по мощности, которую человек держит при лактате 4 ммоль.

Один из вариантов ступенчатых тестов с интервалами отдыха – **5-1-5**, выполняемый с датчиками оксигенации. Оксигенатор – датчик, фиксирующий через технологию NIRS насыщение кислородом крови в мышечных капиллярах, скорость деоксигенации кислорода и объем крови в мышцах. Тест достаточно длинный, одна ступень длится 11 минут, всего тест включает 4-5 ступеней. Он позволяет выявить физиологические ограничители на высокой интенсивности: ограничивает ли дыхательная система, сердце или кровоснабжение, либо же потребление кислорода мышцами.

Один из минусов лабораторных тестов – низкая пропускная способность лаборатории и неудобство при тестировании группы или команды.

Однако все эти минусы перекрываются главным преимуществом – возможностью получить представление об индивидуальных физиологических процессах на разных уровнях мощности.

Для циклических видов спорта ступенчатое тестирование с газоанализатором дает максимально точные данные и для определения уровня подготовленности, и для планиро-

вания и контроля тренировочного процесса.

**Ступенчатые тесты на эргометрах** — это полевые аналоги лабораторных тестов. В условиях зала тест может выполняться на вело-, лыжных и гребных эргометрах, а также беговых дорожках. Если из оборудования только тренажер, это позволяет узнать максимальную аэробную мощность, а также пиковую ЧСС. Добавление лактометра даст представление о порогах. Однако значение потребления кислорода можно получить только расчетным путем, на основании формул и очень приблизительно. Примеры ступеней повышения мощности на разных тренажерах представлены в таблице ниже.

Плюс всех полевых ступенчатых тестов в том, что они подходят для людей любого уровня подготовленности, не требуют специальной разминки и позволяют получить данные для планирования и контроля тренировочного процесса на данном тренажере.

Тренажер	Ступени									
	140/ 100Вт	170/ 120Вт	200/ 140Вт	230/ 160Вт	260/ 180Вт	290/ 200Вт	320/ 220Вт	350/ 240Вт	380/ 260Вт	410/ 280Вт
Гребля										
Бег на дорожке	6 км/ч	7.2 км/ч	8.4 км/ч	9.6 км/ч	10.8 км/ч	12 км/ч	13.2 км/ч	14.4 км/ч	15.6 км/ч	16.8 км/ч
Байкэрг/ велотренажер	140/ 100Вт	170/ 120Вт	200/ 140Вт	230/ 160Вт	260/ 180Вт	290/ 200Вт	320/ 220Вт	350/ 240Вт	380/ 260Вт	410/ 280Вт
Скиэрг	120/ 60	140/ 70	160/ 80	180/ 90	200/ 100	220/ 110	240/ 120	260/ 140	280/ 160	300/ 180
Ассаулт байк	55/50 гpm	57/52 гpm	60/55 гpm	63/58 гpm	66/60 гpm	70/63 гpm	73/65 гpm	75/67 гpm	78/70 гpm	80/72 гpm

Существует также вариант ступенчатого теста на легкоатлетическом треке — **тест Монреальского университета**. Вдоль дорожки через каждые 50 м расставляют конусы, и необходимо пробегать мимо по сигналу. Постепенно скорость повышается, и тест продолжается до тех пор, пока испытуемый способен адаптироваться к росту мощности. Такой тест может быть полезен для начинающих бегунов, не знающих свой темп на разных дистанциях. Для продвинутых бегунов он не имеет смысла, так как достаточно сделать равномерный тест максимальной аэробной скорости, требующий гораздо меньше времени.

## Интервальные тесты для игровых видов спорта

Для игровых видов спорта с большим объемом смен направлений в спортивной деятельности был разработан **челночный Бип-тест**. В зависимости от вида спорта (а также размера соревновательной площадки и скорости локомоций), дистанция одного челнока составляет 45 м в хоккейном варианте на льду, 20 м для футбола, 16 м для баскетбола и гандбола. В челноках по сравнению с линейными тестами возрастает метаболическая нагрузка, связанная с торможениями, сменой направлений и ускорениями. Такой рваный характер локомоции гораздо специфичнее линейного движения для игровых видов спорта.

Однако Бип-тесту не хватает интервальности нагрузки, характерной для игровых видов спорта. На поле или на льду

никогда не бывает непрерывного движения. Игроки периодически останавливаются, переходят на шаг, трусцу, скользят на коньках, чтобы при смене игровой ситуации снова ускориться.

Для учета этих особенностей были разработаны интервальные вариации челночных тестов: **Yo-yo интервальный тест 1 и 2 уровня**, а также **30-15 интервальный фитнес-тест**. В этих тестах интервалы работы чередуются с интервалами отдыха. Скорость бега в интервалах работы ступенчато повышается до неспособности поддерживать требуемую интенсивность.

Интервальные тесты позволяют достичь до более высоких скоростей по сравнению с бип-тестом и хорошо определяют не только максимальную аэробную скорость, но и анаэробный резерв скорости и даже показывают корреляцию со способностью к проявлению повторных субмаксимальных усилий.

**Способность к повторным спринтам** (субмаксимальным усилиям) определяется и отдельно – в формате очень коротких ускорений околопредельной мощности (например, 8 ускорений по 30 метров каждые 30 секунд). Тест позволяет понять, лимитирует игрока резерв максимальной скорости или же способность восстанавливаться между ускорениями, и на основании этого скорректировать тренировочный процесс.

И бип-тест, и интервальные разновидности обладают еще двумя существенными достоинствами: позволяют тестировать одновременно большие группы, а также проводить тестирование в максимально специфичных условиях

(на поле или на льду, для хоккея с шайбой — еще и в экипировке с клюшкой). Это очень часто становится определяющим фактором при выборе между полевыми или лабораторными тестами.

## Равномерные тесты

Группа равномерных тестов решает другие, специфичные задачи, обычно привязанные к конкретной зоне мощности. Эти тесты показывают не физиологические пороги, а то, с какой мощностью человек способен работать в требуемой зоне. Если не столь важно значение МПК в цифрах, а важнее конкретные характеристики интенсивности — такие тесты очень практичны.

Например, **тест FTP** (функциональная пороговая мощность) — 20 минут работы с максимально возможной мощностью, позволяет примерно определить уровень мощности 2 лактатного порога, которую можно продержать до одного часа.

**Тест максимальной аэробной мощности** (обычно 6 минут с максимальной возможной мощностью) позволяет выявить минимальную мощность работы, при которой достигается МПК<sup>74</sup>.

Популярным является также **3-минутный тест с максимальной мощностью**. Он используется и для тестирования аэробных качеств, и для определения критической мощности (максимальная мощность, на которой возможна стабилиза-



ция потребления кислорода). Но важно учитывать, что чем короче тест, который требуется выполнять с максимальной мощностью, тем больше вклад гликолитической системы, тем выше дискомфорт при выполнении и больше мотивации требуется для реализации. И поскольку установка дается работать в полную мощность, «равномерное» выполнение таковым не будет: вначале мощность будет гораздо выше, чем к концу работы.

В особенности это касается **вингейт-теста**: 30 секунд с максимальной мощностью. Это тест анаэробных качеств. Несмотря на непродолжительность, при правильном выполнении это один из самых болезненных тестов, причем дискомфорт продолжает нарастать еще несколько минут после прекращения теста.

Перечисленные особенности подводят нас к важным выводам.

Любые тесты (кроме субмаксимальных) требуют мотивации от тестируемого. Если человек не понимает, зачем выполняет тест, то с высокой вероятностью не будет стараться. А без этого результаты тестирования окажутся некорректными и бесполезными в дальнейшем применении.

Выбор конкретных тестов диктуется решаемыми задачами. Если надо просто узнать МПК (например, для фитнес-клиента с целью проверки соответствия половозрастным нормам), подойдет любой удобный тест или в лаборатории с прямым определением МПК, или полевой с расчетными формулами.

**Нормативные данные МПК для мужчин, мл/кг/мин**

Возраст (лет)

	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
отлично	> 60	> 56	> 51	> 45	> 41	> 37
хорошо	52-60	49-56	43-51	39-45	36-41	33-37
выше среднего	47-51	43-48	39-42	36-38	32-35	29-32
среднее	42-46	40-42	35-38	32-35	30-31	26-28
ниже среднего	37-41	35-39	31-34	29-31	26-29	22-25
низкое	30-36	30-34	26-30	25-28	22-25	20-21
очень низкое	< 30	< 30	< 26	< 25	< 22	< 20

**Нормативные данные МПК для женщин, мл/кг/мин**

Возраст (лет)

	18-25	26-35	36-45	46-55	56-65	65+
отлично	> 56	> 52	> 45	> 40	> 37	> 32
хорошо	47-56	45-52	38-45	34-40	32-37	28-32
выше среднего	42-46	39-44	34-37	31-33	28-31	25-27
среднее	38-41	35-38	31-33	28-30	25-27	22-24
ниже среднего	33-37	31-34	27-30	25-27	22-24	19-21
низкое	28-32	26-30	22-26	20-24	18-21	17-18
очень низкое	< 28	< 26	< 22	< 20	< 18	< 17

Если необходимо предсказать спортивную производительность, критически важно учитывать специфику. Футболистам нет смысла делать линейный ступенчатый тест на трекке. Результаты бип-теста, Yo-yo, 30-15ИФТ гораздо лучше отражают функциональность игрока в матче.

Хоккеистам нет смысла делать беговой бип-тест. В хоккее с шайбой другая биомеханика локомоций, не похожая на бег. Результаты бегового бип-теста еще можно использовать для сравнения спортсменов между собой по таблицам МПК. Но если тест делается только ради проверки текущего состояния и дальше никак не используется, игроки будут выполнять его впустую и реально терпеть на интенсивных ступенях станут, только если от этого будет зависеть контракт.

Тем, кто планирует бегать на средние и длинные дистанции, необходимо выполнять линейные тесты, ступенчатые или равномерные, без смены направлений.

Новичкам лучше давать ступенчатые тесты, а не равномерные. Для корректного выполнения равномерных тестов требуется держать правильный темп или мощность работы, а это требует опыта.

Правильнее использовать тот тест, который позволяет и текущее состояние оценить, и использовать результаты для дальнейшей персонализации работы на выносливость. При таком подходе шансы на высокую мотивированность и добросовестное выполнение со стороны спортсменов гораздо выше.

Конечным итогом тестирования должно стать понимание:

- каковы слабые места, ограничивающие выносливость атлета;
- над чем работать в тренировках;
- как дозировать интенсивность в тренировках на выносливость.



## Глава 4

---

# Переменные в тренировке на выносливость



Любые тренировочные методы складываются из одинакового набора составляющих<sup>75</sup>:

- Упражнение;
- Интенсивность работы;
- Продолжительность работы;
- Продолжительность отдыха (при необходимости);
- Характер отдыха между интервалами работы;
- Количество интервалов/раундов в серии;
- Количество серий;
- Продолжительность и интенсивность отдыха между сериями;
- Суммарный объем.

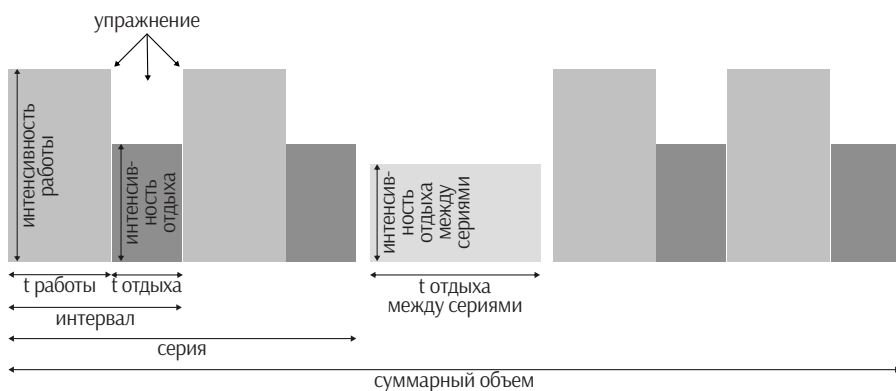


Рис. 21. Параметры для предписания тренировки

## 4.1.

### Упражнения

Выбор конкретных упражнений крайне важен, и именно с этого стоит начинать. Конкретный характер реализуемой двигательной активности будет влиять на целый ряд важных параметров. Рассмотрим их подробнее.

Упражнение — это двигательное действие, специально организованное для целей и задач тренировочного процесса. Упражнения называют еще тренировочными средствами или инструментами. Собственно, любой тренировочный стимул представляет из себя конкретное упражнение (средство), реализованное конкретным способом (метод).

Существует множество классификаций упражнений по разным признакам. Можно выделить 3 классификации, удобные для применения в тренировочном процессе.

#### 1. Классификация по специфичности

Упражнения могут быть неспецифичны конкретным навыкам и выбираться только ради адаптаций, имеющих широкий перенос тренированности. Например, когда целью является гипертрофия, жиросжигание, максимальная сила, выносливость, гибкость, используют так называемые общеподготовительные упражнения. Общеподготовительные упражнения наиболее просты технически, не требуют дли-



тельного разучивания техники и наилучшим образом решают задачи общей физической подготовки. Для людей, тренирующихся ради повышения качества жизни, почти все используемые упражнения будут из разряда общеподготовительных.

Но когда возникает необходимость в овладении конкретным двигательным навыком, упражнения могут стать и самоцелью тренировок.

Для спортсменов это соревновательные действия. Для представителей профессий, чья работа сопряжена с тяжелым физическим трудом, это профессионально-прикладные действия. Для обычных людей это любые упражнения, которым хочется научиться просто потому, что хочется. В таких случаях речь не столько о необходимости, сколько о способе поддержания мотивации и интереса к тренировкам. Это может быть шпагат, сальто, двойные прыжки через скакалку, стойка на руках, рывок штанги и вообще любое сложно-координационное действие, которое можно отнести к категории «челлендж». Во всех этих случаях способность выполнить упражнение результативно и экономично — главная цель.

Совершенствовать двигательный навык посредством реализации самого навыка можно, но только когда человек уже владеет им на устойчивом уровне. Если же речь об этапах первоначального разучивания или дальнейшего совершенствования, гораздо лучше выбрать специально-подготовительное упражнение. Такое упражнение или будет содержать в себе элементы техники требуемого навыка, или позво-

лит добиться специфичных структурных и функциональных адаптаций.

Данный критерий сводится к вопросу: насколько специфичный перенос тренированности требуется? Если это перенос на абстрактную функциональность в повседневных двигательных действиях, при выборе упражнений мы будем отталкиваться строго от следующих факторов:

- тренировочный опыт, в том числе в отношении конкретной группы упражнений;
- история травм опорно-двигательного аппарата и актуальные боли и травмы;
- характеристики подвижности в суставах;
- имеющееся оборудование.

Если же требуется перенос на конкретное необходимое двигательное действие, необходимо учесть специфичные особенности этого действия. Тогда упражнения выбираются в соответствии с требованиями специфичности.

Например, если нужно улучшить результат в беге на коньках в хоккее, то по характеристикам мышечной работы pedalирование велоэргометра будет более специфично, чем бег по дорожке.

И если это «челлендж», а возможности человека или тренировочные условия не соответствуют, можно отказаться от этой цели и выбрать другую. А если требуемый навык — это профессиональная необходимость, придется сделать все возможное для овладения им.

В любом случае, упражнение должно быть специфично возможностям человека, желаемой адаптации и (ког-

да применимо) требуемому переносу на избранную деятельность.

## **2. Классификация по объему активной мышечной массы**

Выделяют упражнения глобального, регионального, локального воздействия. Упражнения глобального воздействия, когда задействовано более 50% мышечной массы. Это локомоции: бег, плавание, гребля. Это также многосуставные (или базовые, стационарные) упражнения: приседания, наклоны и подъемы отягощений с пола, жимы и тяги. За счет задействования большого объема мышечной массы, такие упражнения позволяют создать нагрузку и на опорно-двигательный аппарат, и на нервномышечную, эндокринную, кардиореспираторную, центральную нервную системы.

Многосуставные упражнения могут носить и региональный характер. В упражнениях регионального воздействия задействовано от 30 до 50% мышечной массы. Если присед выполнять со штангой на спине, груди или над головой — это будет упражнение глобального воздействия. А если выполнить присед с весом на поясе — это уже будет упражнение регионального воздействия. То есть мы сознательно манипулируем переменными для создания нагрузки в одном регионе и избегания нагрузки в другом.

Если важна нагрузка в конкретном суставе, на конкретную группу мышц, мышцу или даже ткань, то используют упражнения локального (или точечного) воздействия. Чаще

всего это односуставные, или изолированные упражнения. Они важны именно потому, что многосуставные упражнения глобального и регионального воздействия не всегда позволяют создать конкретный точечный стимул. А если это отстающая мышца, ткань с травмой или дегенеративными изменениями, сустав с ограничением подвижности в определенной плоскости, необходимо очень точное, избирательное воздействие.

Кроме того, чем больше мышц вовлечено в работу, тем выше требования к работе обслуживающей системы (сердечно-сосудистой и респираторной). Интервальная тренировка мышц предплечья будет интенсивной локально, но для кардиореспираторной системы никаких проблем (и стимула) не создаст. Работа на ручном эргометре включит мышцы рук, плечевого пояса и частично туловища, что увеличит пиковое потребление кислорода и интенсивность легочной вентиляции. Велоэргометр задействует крупные мышцы ног, а гребля или аэробайк — мышцы ног, плечевого пояса и рук.

Также учет работающих мышечных групп критически важен при распределении разнообразной, особенно конкурентной, нагрузки в микроцикле.

Бессмысленно спорить о том, что лучше: односуставные упражнения избирательного воздействия или многосуставные глобального и регионального воздействия. Все группы дополняют друг друга при решении разных задач и позволяют обойти недостатки каждой из групп.

	Многосуставные	Односуставные
Плюсы	<p>Глобальное воздействие</p> <p>Нагрузка на разные системы</p> <p>Возможность развивать несколько качеств одновременно</p> <p>Задействование суставов в полной физиологичной амплитуде</p> <p>Экономия времени</p> <p>Проще дать нагрузку на все основные мышечные группы</p>	<p>Возможность обойти проблемную зону травмы или боли</p> <p>Возможность легко обойти ограничения подвижности</p> <p>Возможность создать точный локальный стимул на ткань или ее функцию</p> <p>Легкость в техническом исполнении и контроле</p> <p>Возможность выделить конкретные углы в суставе и рабочие длины целевых мышц</p> <p>Требуют низких величин сопротивления для создания адекватной нагрузки на ткани</p>
Минусы	<p>При недостатке подвижности или боли в суставе возникнут компенсации биомеханики</p> <p>Требуют обучения и контроля над техникой</p> <p>При недочетах техники и высокой нагрузке выше риск травматизма</p> <p>Не всегда возможно создать точный стимул на требуемую структуру или функцию</p> <p>Требуют больших величин сопротивления для создания стимула, что не всегда возможно из-за дефицита оборудования</p>	<p>Требуют много времени для проработки всех регионов тела и мышечных групп</p> <p>Очень узкий перенос тренированности</p> <p>Отсутствие координационного переноса на сложные двигательные действия</p>

### 3. Классификация по двигательным шаблонам

В суставах, в зависимости от их типа и строения, возможны одно или несколько движений: сгибание-разгибание, приведение-отведение, вращение. Когда используют односуставные упражнения, выделяют сустав, тип и плоскость движения, одновременно определяя, какие мышцы будут выполнять работу, и на какие ткани будет создана нагрузка. В многосуставных движениях задействовано множество подвижных звеньев. Количество возможных вариаций многосуставных движений бесконечно, однако большинство из них укладывается в один из принципиальных классов, или двигательных шаблонов: приседание, наклон, выпад, жим, тяга, ротационные движения, локомоции. Эти шаблоны реализуются при разнообразных повседневных, профессионально-прикладных и спортивных действиях.

**Приседание** — движение, при котором происходит значительное вертикальное перемещение общего центра тяжести (ОЦТ) при сгибании и разгибании бедер в тазобедренных суставах, голеней в коленных суставах и стоп в голеностопных суставах. Для маленьких детей из-за высокого расположения общего центра тяжести и маленькой площади опоры приседание — единственный способ поднять какой-то предмет с пола. Взрослые люди обычно приседают в бытовых движениях (на лавку, стул, корточки) без отягощения, а с отягощением — в тренировочных или соревновательных условиях.

**Наклон** объединяет группу упражнений, реализуемых за счет существенного сгибания-разгибания бедер в тазобе-

дренных суставах при минимальном движении в коленных суставах. Наклон — это и энергоэффективный способ дотянуться руками до пола, и поднять с пола отягощение.

По факту и приседы, и наклоны — это представители одной большой группы движений, реализуемых синергичной работой разгибателей бедра, голени и стопы. Степень сгибания в коленных и тазобедренных суставах определяет условную принадлежность к приседаниям или тягам. Тут важно не путаться в понятиях, а думать о том, на какие мышцы и структуры надо создать принципиальную нагрузку. В этой группе приседы называют еще коленодоминантными упражнениями, а наклоны — тазоводоминантными.



Рис. 22. Спектр от более тазоводоминантных упражнений к более коленодоминантным упражнениям.

Класс **выпадов** объединяет асимметричные унilaterальные движения, при которых в одной из ног происходит движение и в коленном, и в тазобедренном суставах, а в другой — или преимущественно в коленном (присед в ножницы, выпад вперед, назад) или в тазобедренном (боковые приседания, боковые выпады). Выпад — это и способ подняться с пола из положения стоя на колене, и погасить инерцию движения вперед или вбок в спортивных действиях.



Рис. 23. Выпад в футболе и баскетболе.

Что касается плечевого пояса и верхних конечностей, то можно выделить 2 главных класса или шаблона движений: жимы и тяги.

В **жимах** происходит отталкивание человека от опоры или предмета от человека за счет сгибания и горизонтального приведения плеча и разгибания предплечья.

В **тягах** человек или притягивает себя к опоре, или внешний предмет к себе за счет разгибания и горизонтального отведения плеча и сгибания предплечья. Толкать и тянуть можно вниз/снизу, вперед/назад, вверх/вниз, к себе или от себя в поперечной плоскости (сжимать или растягивать).

Шаблон **ротационных движений** объединяет в себе метания и удары руками и ногами. В этих движениях усилие реализуется посредством не только разгибания рук и ног, но и их вращения, равно как и вращения туловища. Броски и удары характерны, по большей части, для соревновательных и профессионально-прикладных действий.



**Локомоции** объединяют движения, при которых тело перемещается в пространстве относительно опоры. Локомоции бывают циклические (ходьба, бег, плавание, гребля, брахиации на руках, переноски отягощений) и ациклические (прыжки). Локомоции реализуются с синергичным вовлечением большинства подвижных звеньев и мышечных групп.

Данная классификация широко применяется в общей физической подготовке, когда нет специфичных задач и надо построить сбалансированный тренинг. Если программа включает баланс приседаний, наклонов, жимов, тяг, ротационных и локомоторных движений, большинство мышечных групп будет задействовано в функциональных синергиях. Достаточно будет совсем немного точечной изолированной работы для акцентов на индивидуальных слабых или проблемных местах.

Некоторые виды спорта используют конкретные двигательные шаблоны в виде соревновательных элементов: пауэрлифтинг, функциональное многоборье, стритлифтинг, отчасти тяжелая атлетика. Тогда упражнения вроде приседа со штангой или жима лежа становятся и специально-подготовительными, и соревновательными, с жесткой регламентацией техники правилами спорта.

В игровых видах спорта и единоборствах эти упражнения носят общеподготовительный характер, не являются обязательными и при выполнении модифицируются под конкретные потребности и ограничения атлета.

Вне зависимости от классификации, любое упражнение влияет на стимул по множеству параметров. Каждый

из этих параметров одновременно является способом упростить упражнение или усложнить его и выстроить прогрессию упражнений в рамках одного класса или шаблона. Сочетание параметров также очень сильно влияет на энергозапрос и картину итоговых адаптаций. Рассмотрим их подробнее.

### **1. Какие подвижные звенья и мышцы будут вовлечены в реализацию движения**

Понятно, что жим отличается от приседа. И если говорить о приседе – то агонистами движения являются разгибатели бедер, голеней и подошвенные сгибатели стоп. Но и в группе приседаний есть вариации, создающие глобальное или региональное воздействие. Приседания Хэтфилда выполняются с безопасным грифом и опорой руками и задействуют не только мышцы ног и туловища, но и разгибатели плеча. Присед с весом на поясе, например, минимизирует нагрузку на мышцы туловища, позволяя сделать акцент на ногах.

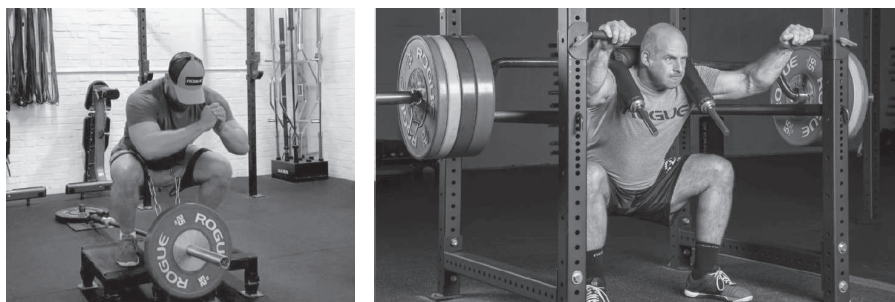


Рис. 24. Слева: Присед с весом на поясе, минимизирует нагрузку на мышцы туловища, позволяя сделать акцент на ногах.

Справа: Приседания Хэтфилда с безопасным грифом и опорой руками задействуют не только мышцы ног и туловища, но и разгибатели плеча.

Еще один, менее очевидный пример: присед со штангой на груди классическим тяжелоатлетическим хватом или с лямками. Классический хват уводит плечо в наружную ротацию и сгибание с пронацией предплечья и полным сгибанием предплечья. Лямки позволяют избежать ротации плеча, пронации предплечья и ограничивают сгибание предплечья. Лямки очевидным образом используются для обхода ограничений подвижности плечевого пояса и рук, но не только. Если у атлета боли в лучезапястных суставах или локтях, лямки позволяют выполнять эту коленодоминантную форму приседа без дискомфорта и риска провокации места боли.



Рис. 25. Лямки позволяют обойти ограничения подвижности или боль в плечевых и лучезапястных суставах.

## **2. Какие мышцы будут доминировать среди агонистов**

Продолжим на примере приседа. Агонисты движения — разгибатели голени (квадрицепсы) и разгибатели бедра (б. ягодичная, б. приводящая и др.). Чем больше в приседе сгибаются колени, тем больше должны работать квадрицепсы.

Чем больше наклон корпуса, тем больше плечо силы для разгибателей бедра.

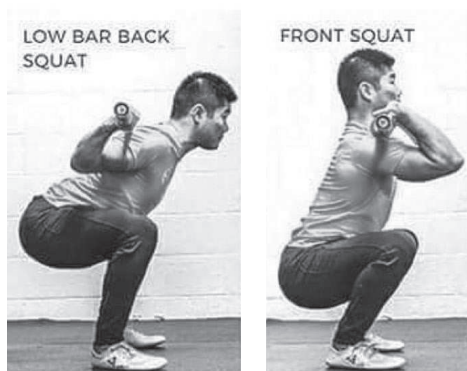


Рис. 26. Разные виды приседаний задействуют разгибатели голени и разгибатели бедра в разной степени

С мышцами задней поверхности бедра все неоднозначно. В приседе проксимальная (ближайшая к тазобедренным суставам) часть хамстрингов растягивается при сгибании бедер, а дистальная (дальняя) укорачивается во время сгибания голеней. Суммарная длина может вообще не измениться. В тяжелоатлетических вариациях приседа хамстринги выступают скорее как стабилизаторы коленного сустава и синергисты движения. Но если расположить штангу ниже оси лопаток и садиться с почти вертикальными голеньями (на ящик, например), то суммарная длина хамстрингов все-таки будет меняться, так как угол сгибания бедер будет гораздо значительнее угла сгибания голеней. То есть в такой вариации хамстринги будут вносить уже существенный вклад в суммарную силу.

### **3. Какие порции мышцы-агониста получают большую нагрузку**

Направление волокон мышцы определяет вектор, в котором будет происходить сокращение мышечных волокон и генерация усилия. Строение многих мышц таково, что содержит порции волокон с разными векторами тяги. Зная это, можно управлять характеристиками движения для акцента на конкретной порции волокон. Это может быть необходимо в целях бодибилдинга, структурной адаптации в атлетической подготовке или при реабилитации после конкретных травм.

К примеру, для акцентированной работы медиальной головки квадрицепса необходимо выполнять разгибание голени с большой амплитудой, в многосуставном или изолированном движении. Для акцентированной работы ключичных волокон б. грудной мышцы – жим в диагональном векторе, например, лежа на наклонной скамье или отжимания в упоре лежа с ногами на возвышении.

### **4. Размер площади опоры**

Площадь опоры равна площади опорных поверхностей и пространства, заключенного между ними. При этом площадь опоры имеет характеристики в переднезаднем и боковом направлениях и определяет допустимые перемещения ОЦТ в каждом из направлений.

Если ОЦТ выйдет за пределы площади опоры, равновесие будет потеряно.

В безопорных унилатеральных упражнениях площадь опоры равна площади стопы. Это самое нестабильное поло-

жение. В билатеральных упражнениях площадь опоры больше, что делает равновесие более устойчивым. Если встать в положение ножниц, то опора может быть неустойчивой в боковом направлении, когда стопы на одной линии, или даже более стабильной, чем билатеральная стойка. Если взять тяжелоатлетические ножницы, то в них ширина стойки почти такая же, как в приседе.

### **5. Расположение общего центра тяжести относительно площади опоры**

Еще одна переменная, влияющая на стабильность — расположение общего центра тяжести относительно опоры. Это касается и высоты расположения ОЦТ, и смещения в сагиттальной и фронтальной плоскостях. ОЦТ тела человека располагается примерно в области малого таза. Но если добавить внешнее отягощение, то ОЦТ перемещается в определенном направлении. Штанга на груди приводит к смещению ОЦТ вверх-вперед. Штанга на плечах в пауэрлифтерском стиле приводит к смещению ОЦТ вверх-назад. Вес на поясе или штанга в руках внизу приводит к смещению ОЦТ вниз. Гантель или гиря на одном плече смещает ОЦТ вверх-вбок.

От этих характеристик зависит, какие мышцы туловища будут работать и как распределится нагрузка на агонисты. Чем меньше площадь опоры и чем выше ОЦТ, тем менее стабильно положение тела относительно опоры, тем больше будет нагрузка на стабилизаторы и меньше максимально возможная нагрузка на агонисты.

## **6. Длина мышц-агонистов при максимальном внешнем моменте сил**

При сокращении мышца способна проявить оптимальную силу, когда ее длина в условно нормальном состоянии, то есть мышца не слишком растянута и не укорочена. Объясняется это тем, что в таком состоянии количество возможных актин-миозиновых мостиков максимально. Если же мышца (и саркомеры) перерастянута или укорочена, то количество потенциальных актин-миозиновых мостиков ниже.

Разные упражнения создают разные условия для мышц агонистов. Если взять для примера двуглавую мышцу плеча, то максимальную силу она проявляет в классических сгибаниях предплечья, где при 90 градусах сгибания в локте максимальный внешний момент сил, но и максимальный внутренний момент мышечной тяги. В подъеме по пегборду, при переносе веса на верхнюю руку двуглавая мышца плеча укорочена проксимально (плечо согнуто) и дистально (предплечье согнуто), то есть ее длина в этой части движения неоптимальна. А вот если взять такой гимнастический элемент как «самолет», то там требования к двуглавой мышце плеча колоссальные: предплечье разогнуто, плечо в нейтральном состоянии, максимальный внешний момент сил, при этом мышца растянута и должна выполнять 2 функции: статически сгибать и стабилизировать плечо проксимально и стабилизировать локоть от переразгибания и вывиха дистально.



Рис. 27. Пиковая нагрузка на бицепс плеча: А — в укороченном состоянии, Б — при нормальной длине, В — в растянутом состоянии.

## **7. Характеристики работы агонистов в упражнении**

В классических приседаниях обязательно присутствует уступающая фаза при спуске и преодолевающая при вставании. Паузы внизу обычно не делают, используя эластичность растяжения соединительных тканей для повышения мощности движения. Если добавить паузу внизу, то появится еще и акцент на статическом сокращении мышц, при этом они будут в растянутом, то есть невыгодном с точки зрения генерации сократительного усилия, состоянии. А вот пауза в подтягиваниях создаст дополнительную статическую нагрузку на разгибатели плеча и сгибатели предплечья в укороченном состоянии.

Присед можно сделать чисто концентрическим. Такая вариация называется «приседание Андерсона» в честь знаменитого американского тяжелоатлета Пола Андерсона. В таких приседаниях штанга лежит на упорах, и в стартовой позиции необходимо подсесть под нее и встать уже со штангой, после чего она сбрасывается обратно на упоры. Эта вариация используется для фокуса на стартовой силе или исключения эксцентрической фазы при объемной работе на выносливость.



Некоторые упражнения могут быть только концентрическими – если, например, преодолевать силу трения, толкая тяжелые сани, или работать на эргометрах. Это позволяет выполнять очень большие тренировочные объемы без риска перегрузки мышечной системы и выраженных послетренировочных болей. В беге и любых стационарных упражнениях типа приседаний или отжиманий эксцентрическая фаза требует внимательного контроля объема.

Кроме того, наличие эксцентрики заставляет быть более консервативными при повышении объема от недели к неделе. Слишком резкие скачки объема в несколько раз повышают риск травматизации. В работе на эргометрах такого требования нет.

Вместе с тем, наличие тех или иных фаз сокращения является одним из параметров специфичности при выборе упражнений. И если для футболистов бег является специфичной локомоцией, то в хоккее с шайбой коньковый бег имеет другую координационную структуру, и для тренировки локальной мышечной выносливости лучше подойдет педалирование велоэргометра.

## **8. Шаблон активации агонистов и антагонистов в движении**

Классические упражнения относят к категории контролируемых – перемещение подвижных звеньев и снаряда имеет четкие характеристики амплитуды и заканчивается в конкретной точке пространства. Точность таких упражнений достигается координированной работой агонистов, антагонистов и синергистов. Синергисты обеспечивают условия для ра-

боты агонистов (стабилизируя проксимальные элементы подвижных звеньев), а также отсекают избыточные степени свободы. Сокращение агонистов вызывает концентрическое движение в заданном направлении. Сокращение антагонистов позволяет контролировать скорость концентрической фазы. Кроме того, в конце амплитуды движения активность антагонистов возрастает для полной остановки подвижного звена. Таким образом, при вставании из приседа, например, человек останавливается при полном разгибании бедер и голеней.

Но движение может носить и баллистический характер с трехфазной активацией. В этом случае движение начинается с быстрого сокращения агонистов. Далее нарастает активность антагонистов для уточнения и контроля скорости движения, но снижается во второй части движения, а активность агонистов снова нарастает. Это приводит к тому, что движение приобретает взрывной характер. Там, где при обычном приседе в верхней точке будет остановка, в баллистическом приседе все закончится выпрыгиванием вверх.

Таким образом, медленные контролируемые и быстрые баллистические движения имеют разные схемы активации агонистов и антагонистов. Это должно учитываться и при реализации таких движений, и при оценке потенциального переноса тренированности.

### **9. Минимальная и максимально возможная интенсивность мышечного сокращения агонистов**

В большинстве упражнений сложность регулируется величиной сопротивления. Тем не менее, если упражнение вы-

полняется с отягощением весом собственного тела, возникает минимальная величина нагрузки, которую надо учитывать.

Минимальная величина нагрузки не всегда важна: обычно думают о путях перегрузки в упражнении. Но для детренированных или реабилитирующихся людей с существенной мышечной атрофией даже отягощение весом собственного тела может представлять серьезную или даже избыточную интенсивность. В зависимости от вариации упражнения, эта величина будет отличаться. В отжиманиях в упоре лежа на руки приходится 70% веса тела. В отжиманиях в стойке на руках — 95% веса тела. В приседании на 2 ногах вес тела распределен поровну между конечностями примерно по 34% веса тела на ногу. В болгарском сплит-приседе — примерно 85% веса приходится на переднюю ногу и 15% — на заднюю. В безопорном приседе на 1 ноге весь вес тела, соответственно, приходится на одну опорную ногу.

Максимальная возможная нагрузка зависит от стабильности упражнения. Если кинематическая цепь замкнута, максимальный возможный вес будет выше. Пример — жим штанги или гантелей лежа на скамье. Со штангой цепь замкнута, с гантелями — разомкнута. Предельно доступный вес всегда будет выше в жиме штанги.

Также на максимально возможную интенсивность влияют характеристики площади опоры и расположения ОЦТ. Чем меньше площадь опоры и менее устойчиво положение ОЦТ, тем больше мышц будет работать как стабилизаторы, но тем меньше максимально возможная мышечная нагрузка на агонисты. Например, тяга гантели в наклоне стоя на 1 ноге

задействует больше разных мышечных групп, чем тяга штанги лежа на скамье, но никогда не позволит работать с сопоставимым отягощением.



Рис. 28. Чем меньше площадь опоры и менее устойчиво положение ОЦТ, тем больше мышц будет работать как стабилизаторы, но тем меньше максимально возможная мышечная нагрузка на агонисты.

### **10. Интенсивность мышечного сокращения синергистов**

Билатеральные приседы и наклоны позволяют создать существенную нагрузку не только для мышц нижних конечностей, непосредственно выполняющих динамическую работу, но и для мышц туловища, стабилизирующих позвоночник.

Унилатеральные приседы и наклоны, как и билатеральные, позволяют существенно нагрузить агонисты, мышцы нижних конечностей. Но нагрузка на мышцы туловища будет

сильно отличаться: во-первых, возникнет нестабильность во фронтальной и/или поперечной плоскостях, то есть мышцам туловища надо будет стабилизировать не только позвоночник, но и положение таза относительно позвоночника. Во-вторых, интенсивность работы мышц туловища по созданию необходимого внутрибрюшного давления будет ниже. Соответственно, будет ниже и стимул для развития максимальной изометрической силы мышц туловища.

Анализ интенсивности работы мышц в качестве синергистов и стабилизаторов важен на этапе создания баланса нагрузки в микроцикле для мышц туловища, лопаточно-грудного сустава и манжеты ротаторов плеча, глубоких ротаторов бедра и других небольших, но важных для целей здоровья и атлетизма мышц.

### **11. Амплитуда движения в вовлеченных подвижных звеньях**

Амплитуда движения – это один из ключевых параметров движения. Во-первых, при работе в большей амплитуде мышцы получают лучший стимул для роста.

Во-вторых, при достаточном времени под нагрузкой в конце амплитуды, где мышца растянута, более выражена региональная гипертрофия дистального региона.

В-третьих, для двусуставных мышц необходимо учитывать амплитуду движения в обоих суставах: и у начала, и у крепления.

Амплитуда движения может быть жестко регламентированной, когда речь идет о соревновательных упражнениях. Например, в приседе в пауэрлифтинге и кроссфите необхо-

димо, чтобы в нижней точке ось тазобедренных суставов опускалась ниже оси коленных суставов. А вот в тяжелой атлетике такого правила нет: надо лишь поднять штангу с пола над головой. Тяжелоатлеты приседают глубже, чем кто-либо другой, но не из-за правил, а из-за необходимости уходить под штангу в максимальный сед.

Для несоревнующихся людей нет никакой жесткой регламентации амплитуды, кроме физиологичной амплитуды.

Физиологичная амплитуда определяется анатомической формой суставных поверхностей, эластичностью соединительных тканей, пассивной тягой мышц-антагонистов движения, силой мышц-агонистов движения и другими факторами. Полная амплитуда движения для большинства людей — это именно их актуальная физиологичная амплитуда. Часто актуальная амплитуда у людей ограничена. Например, стандартная амплитуда сгибания плеча — около 180 градусов. Но у многих физиологичная амплитуда составит 150-160 градусов. Это характеристика полной амплитуды для такого человека. Работать в амплитуде 180 градусов он без сильных биомеханических компенсаций (и риска острых или усталостных травм) не сможет.

Выбор тренировочных средств всегда должен происходить после оценки имеющейся активной амплитуды в целевых подвижных звеньях. Тогда можно подобрать вариацию упражнения, которая позволит избежать компенсаций или негативных воздействий на соединительные ткани и постепенно улучшить амплитуду в этом суставе.

## **12. Возможные дыхательные шаблоны**

Большинство упражнений позволяет реализовывать функцию дыхания несколькими разными способами: через диафрагмальное, средне-грудное или верхне-грудное дыхание. Некоторые упражнения в силу особенностей размещения снарядов или экипировки могут ухудшать тот или иной способ. Переноска веса на плечах значительно снижает эффективность среднегрудного и верхнегрудного дыхания. Наличие тяжелоатлетического пояса в кроссфит-комплексе мешает диафрагмальному дыханию. Если характер соревновательной деятельности сопряжен с подобным затруднением дыхания, требуется как тренировка вариативности респираторных паттернов, так и наработка особой тактики.

## **13. Характер нагрузки на соединительные ткани**

Нагрузка на соединительные ткани — одна из переменных, которыми необходимо управлять в тренировочном процессе. С одной стороны, это касается ударной, компрессионной, смещающей нагрузки в суставах. Эту нагрузку надо учитывать и дозировать, чтобы избежать дегенеративных изменений или усталостных травм.

С другой стороны, все соединительные ткани адаптируются через механизм **механотрансдукции**, когда механический сигнал трансформируется в биохимический, и в ответ соединительные ткани укрепляются в направлении вектора действующей силы.

Нужно понимать, что в физическом мире движение всегда будет сопряжено с нагрузкой в суставах. Избежать ее полно-

стью нельзя, да и нет необходимости. Управляемая нагрузка — это стимул для адаптации.

При приложении силы к опоре на тело воздействует сила реакции опоры. Эта сила далее воздействует на опорно-двигательный аппарат и создает реактивные силы в подвижных звеньях. Если ударных нагрузок в суставах избыточно много, это может привести к преждевременному изнашиванию соединительных тканей и усталостным травмам.

Интенсивность ударных нагрузок определяется как характером упражнений, так и особенностями экипировки и покрытия.

Бег в гору сопряжен с меньшей ударной нагрузкой, чем гладкий бег по горизонтальной поверхности. В беге с горы ударная нагрузка максимальная.

Беговые кроссовки для длинных дистанций обладают ярко выраженными амортизационными свойствами. Шиповки для коротких и средних дистанций наоборот — минимально гасят силы реакции опоры для лучшей рекуперации упругой энергии.

Бег по бетону жестче отдается в суставах, чем по асфальту. Асфальт жестче легкоатлетического трека. Трава мягче легкоатлетического покрытия. Песок еще мягче, настолько, что упругие свойства мышц и соединительных тканей почти невозможно использовать.

Управлять нагрузкой на соединительные ткани можно по-разному. Для сухожилий — это скорость и степень растяжения. Чем выше скорость нарастания силы, тем более упругие свойства проявляют сухожилия. Этот эффект исполь-



зуется в плиометрических упражнениях и избегается при реабилитации.

Для связок – это степень их растяжения. Перерастягивать связочный аппарат крайне не рекомендуется, так как это может приводить к надрывам коллагеновых волокон, снижению функциональности и повышению риска усталостных травм. Но натяжение связок в рамках физиологичной амплитуды нормально.

Нагрузка на суставы зависит от амплитуды, скорости и характера движения.

В прыжках есть параметры нагрузки при подседе-выпрыгивании и при приземлении. Прыжок на тумбу и вертикальный прыжок могут иметь одинаковые характеристики нагрузки при выпрыгивании, но в первом случае ударной нагрузки от приземления почти не будет, а во втором она будет существенной.

И часто, если нагрузка снижается для одних суставов, она возрастает для других. Классический пример – это приседание со штангой на спине. Можно приседать в тяжелоатлетическом стиле, коленодоминантно. В этом случае в коленных суставах будут существенные реактивные силы между суставными поверхностями. Их можно снизить, если выполнять приседание тазоводоминантно, сохраняя голени почти вертикальными. Но тогда наклон корпуса относительно пола значительно выше, а значит, выше нагрузка на поясницу. И за счет полного сгибания в тазобедренных суставах возможна пассивная нагрузка на соединительные ткани в передней части тазобедренного сустава, вплоть до их ущемления

с риском развития импиджмент-синдрома. В прыжках тоже могут быть тазоводоминантные и коленодоминантные стратегии выпрыгивания и приземления. Они могут возникать как следствие сознательной работы над техникой, так и бессознательно, при попытке обойти дискомфорт или боль в каком-то из суставов.

Кроме того, надо помнить, что суставные поверхности контактируют друг с другом по-разному в разных положениях суставов. На рисунке ниже продемонстрированы поверхности контакта надколенника с мыщелками бедренной кости при разных углах сгибания колена.

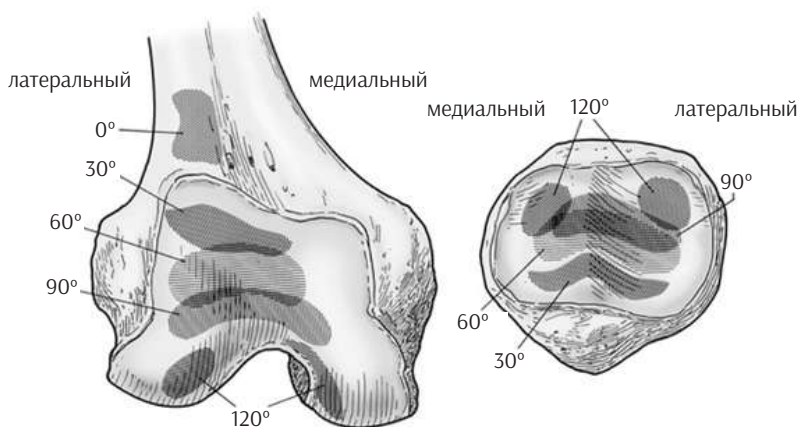


Рис. 29. Поверхности контакта надколенника с мыщелками бедренной кости при разных углах сгибания колена

Учитывая, что питание хряща связано с компрессионной нагрузкой, становится понятно, что разные углы в суставе создают компрессию на разные участки хряща, что может быть важно с точки зрения профилактики дегенеративных измене-

ний. Также поверхности контакта будут отличаться при разных характеристиках вращения и отведения в суставах.

Это может быть важно при управлении вариативностью упражнений. Высокая монотонность нагрузки с позиции тренировочных средств может привести к накоплению избыточной нагрузки на одни участки хряща и недостатку компрессионной нагрузки (и питания) других участков хряща.

#### **14. Характеристики межмышечной и внутримышечной координации**

Эта переменная особенно важна при необходимости переноса тренированности. Следует помнить, что схожее  $\neq$  специфичное движение.

Специфичность следует оценивать не столько по внешней схожести и тем более не только по амплитуде в каком-то одном суставе, но в совокупности рассмотренных выше переменных.

Если выбирать упражнения по перечисленным критериям, нет необходимости помнить какие-то конкретные упражнения (присед Андерсона, жим Паллофа, подъем Пауэла и т.д.). Достаточно знать цели и задачи, возможности и ограничения клиента, чтобы подобрать специфичные для него, безопасные и эффективные тренировочные средства.

При выборе упражнений возможен один из двух подходов: или есть четкая потребность стать более выносливым в конкретном виде деятельности (бег, пеший грузный марш и т.д.); или есть задача работать над выносливостью центральных и локальных факторов без сильной привязки

к конкретным упражнениям. В первом случае мы будем оценивать все вышеизложенные переменные для правильной дозировки объема и интенсивности. Во втором – можем сначала определиться с требуемым уровнем интенсивности работы систем и под это подобрать наиболее подходящее средство (упражнение).

Также надо помнить, что выбор упражнения влияет на стимул лишь частично. Основная часть стимула – это то, как упражнение выполняется, то есть выбранный тренировочный метод.

## 4.2.

### **Интенсивность работы**

Интенсивность является самой важной переменной, так как определяет энергозапрос, рекрутирование двигательных единиц, энергообеспечение, предельную продолжительность работы.

Интенсивность всегда должна подбираться под конкретную задачу. Даже если это упражнение с отягощением весом собственного тела, но при этом задача связана с окислительными волокнами – упражнение надо облегчить и замедлить. Если с быстрыми гликолитическими – повысить темп выполнения, добавить дополнительное отягощение и т.д.

От мощности работы зависит количество рекрутируемых двигательных единиц и то, в каком режиме они будут работать: в устойчивом без образования лактата, квазиустойчивом с выведением лишнего лактата в кровь, неустойчивом из-за развития ацидоза или истощения креатинфосфата. Эти нюансы далее напрямую определяют, сколько можно на такой мощности проработать, какой делать интервал отдыха, какой объем допустим и т.д.

Существуют разные способы контроля интенсивности. Условно их можно разделить на 2 большие группы: мощностные и физиологические показатели.

Первая группа включает контроль по скорости, темпу, мощности в Вт, ккал/час и других единицах измерения.

Скорость в км/ч или м/с обычно применяется в контроле интенсивности бега, но на практике более практичен контроль по темпу: сколько минут потребуется для преодоления дистанции 1000 м. Это же применяется и в плавании, только темп рассчитывается на 100 м. При езде на велосипеде скорость движения зависит не только от мышечной работы, но и от ветра и рельефа, потому правильнее измерять мощность усилий, прикладываемых к педалям.

При выполнении стационарных упражнений вроде рывков гири, приседаний, отжиманий, берпи, удобно пользоваться темпом в выражении количества повторов в минуту (ПВМ). Условно, 30 берпи в минуту – это предельный темп, а 15 в минуту – умеренный. Первый вариант может быть выбран в короткой высокоинтенсивной работе, второй – при работе длительностью 10 минут и более.

Мощностные показатели практичны, так как позволяют оценить, попадает ли атлет в целевую зону или нет. И если мощность неконтролируемо снижается (утомление уже не может быть компенсировано), мы останавливаем тренировку. Но поскольку мощность какое-то время можно поддерживать при существенных физиологических сдвигах и компенсации процессов утомления, иногда правильнее контролировать интенсивность физиологическими параметрами.

Физиологические параметры показывают именно работу определенных физиологических систем. Например, если измерять лактат крови, можно оценить, работает ли организм ниже аэробного порога или выше, или на мощности максимального стационарного состояния по лактату.

У измерения лактата есть ограничения. Помимо чисто технических (необходимость многократных проб с забором крови), есть одна принципиальная: мы можем измерить только лактат в капиллярной крови. Это лактат, который уже выведен из мышц и попал в системный кровоток. Если работа выполняется циклическая и только одним регионом, то с высокой точностью можно понять, какие мышцы произвели лактат. На велоэргометре – это мышцы бедер. На ручном эргометре – мышцы рук и плечевого пояса. Но если выполнять работу на аэробайке или гребном тренажере, возникают сложности, так как работают мышцы и ног, и рук, и туловища. Какие из этих мышц еще работают ниже своего аэробного порога, а какие выше?

Ситуация тем более осложняется, если выполнять смешанную работу с чередованием упражнений в круговом формате. Там измерение лактата будет совершенно неинформативно.

Частично эту проблему может решить использование оксигенометра. С его помощью можно следить за балансом доставки и потребления кислорода в работающих мышцах, а также объемом локального кровотока. Изменения баланса доставки и потребления, уровни десатурации (снижение уровня насыщения кислородом) мышц, скорость ресатурации (восстановление оксигенации мышц) во время интервалов отдыха позволяют получить достаточно четкое представление о физиологических процессах в мышцах, в том числе увидеть нарастание утомления до того, как это отразится на мощности работы.

Измерение лактата используется не очень часто, а оксигенометры — и вовсе пока редкость в тренировочном процессе. А вот следить за ЧСС несравненно проще. Если выполняется циклическая равномерная работа, ЧСС позволяет достаточно точно контролировать зону физиологической интенсивности (при условии предварительного тестирования). Тестирование в лаборатории позволяет оценить физиологическую максимальную ЧСС, 1 и 2 лактатный пороги, уровень ЧСС на МПК.

Если же не делать тестирование и довериться формулам и расчетным зонам, предлагаемым фитнес-гаджетами, то возможны неточности разного рода. Формулы расчета ЧСС<sub>макс</sub> учитывают только возраст, что некорректно. Максимальная ЧСС — индивидуальный показатель. Отклонение индивидуального показателя от расчетного может составлять 10-20 ударов в минуту, что может привести к грубым ошибкам при расчете физиологических зон.

Кроме того, в смешанной работе, при натуживании или гипервентиляции ЧСС перестает быть информативным. Это же касается места расположения датчика: если используется оптический датчик на руке, и работа выполняется руками, окклюзия при сокращении мышц будет снижать точность данных. Потому рекомендуется использовать нагрудный датчик как наиболее точный и универсальный.

Как мы видим, ни один из способов измерения интенсивности не является исчерпывающим. На практике чаще всего контроль осуществляется и по метрикам мощности, и по физиологическим показателям (хотя бы ЧСС). Такое дублирование позволяет получить более полную картину.



Но необходимо сделать и еще один важный вывод: интенсивность необходимо измерять в любом случае. Если ее не контролировать, процессы утомления приведут к снижению мощности и, вероятно, потере целевого стимула. При этом будет выполняться избыточный объем, затягиваться восстановление и повышаться риск переутомления или перетренированности.

Интенсивность работы может быть фиксированной или переменной. Чаще всего в тренировках стараются выдерживать фиксированную интенсивность для создания конкретного стимула в конкретных системах.

Но и для переменной интенсивности в тренинге есть место. Например, если у атлета замедленная кинетика кислорода, можно делать интервалы со ступенчатым нарастанием интенсивности. Тогда энергозапрос будет лучше соответствовать медленному нарастанию доставки кислорода.

Часто применяются также сценарии с повышением интенсивности в начале интервала и последующим снижением. Такой подход ускоряет кинетику кислорода, а также сильно повышает интенсивность работы дыхательной системы. К тому же, в некоторых видах спорта (например, маунтинбайк) возможны сценарии резких скачков интенсивности на старте с последующим ее снижением, и такой подход будет специфичным вариантом тренировки. Интенсивность может быть переменной и при длительной работе.

Практические рекомендации для использования таких вариантов будут даны ниже.

## 4.3.

### Интенсивность воспринимаемого напряжения

Выше уже было сказано, что утомление — это результат оценки нервной системой афферентных сигналов от органов о текущем состоянии организма. Любая работа сопровождается напряжением систем организма той или иной степени.

Одним из полезных инструментов контроля является субъективная аналоговая шкала интенсивности воспринимаемого напряжения (ИВН). Изначальный вариант — 20-балльная шкала Борга. Используется и 10-балльная альтернатива. В дальнейшем мы будем говорить про 10-балльную шкалу.

		Характеристики	Цель
ИВН 10	Непереносимая нагрузка	Работа до физического отказа (мышечный отказ или непереносимый дыхательный дискомфорт). Невозможно ускориться в конце работы. Техника нарушается неконтролируемо. Может неконтролируемо снижаться мощность работы. Длительное восстановление после прекращения работы.	Соревновательная скорость Этапное тестирование

		Характеристики	Цель
ИВН 9	Крайне тяжелая нагрузка	<p>Максимальная интенсивность дыхания, получается произнести отдельное короткое слово. Контроль над техникой и дыханием можно сохранять при предельном напряжении.</p> <p>Есть небольшой запас на финишное ускорение.</p> <p>Возможно снижение мощности на 10-15% относительно начальной.</p> <p>Достаточно длительное восстановление после прекращения работы.</p>	<p>Практика соревновательной скорости</p> <p>Стабилизация дыхательных паттернов</p> <p>Стабилизация техники на соревновательной скорости</p> <p>Тренировка ментальной устойчивости</p> <p>Физиологические адаптации</p>
ИВН 8	Существенно тяжелая нагрузка	<p>Высокая интенсивность дыхания, назальное дыхание невозможно или дискомфортно, комфортнее смешанное дыхание. Получается произнести слово или очень короткую фразу, но требует усилий, чтобы не сбить дыхание.</p> <p>Техника под контролем, можно при необходимости варьировать разные способы выполнения упражнений.</p> <p>Мощность можно поддерживать на требуемом уровне. Есть запас для финишного ускорения.</p>	<p>Тренировка ментальной устойчивости</p> <p>Варьирование двигательных и дыхательных шаблонов для поддержания работоспособности</p> <p>Стабилизация экономичности движений</p> <p>Физиологические адаптации</p>
ИВН 7	Тяжелая нагрузка	<p>В циклических упражнениях примерно уровень анаэробного порога при работе интервалами.</p> <p>Дыхание интенсивное, но контролируемое. Можно произнести отдельную фразу. Дыхание носом возможно, но требует концентрации, вызывает дискомфорт и утомление дыхательных мышц.</p> <p>Ощущается локальное мышечное утомление.</p>	<p>Привыкание к дискомфорту</p> <p>Варьирование двигательных и дыхательных шаблонов для поддержания работоспособности</p> <p>Физиологические адаптации</p>

		Характеристики	Цель
ИВН 6	Интенсивная аэробная нагрузка, комфортно-тяжело	<p>В циклических упражнениях интенсивность между анаэробным и аэробным порогами.</p> <p>Дыхание глубокое, но контролируемое. Дыхание носом возможно, но требует концентрации, чтобы не переходить на смешанное. Можно произнести короткое предложение.</p> <p>Есть существенный запас работоспособности в десятки минут, мощность работы не падает.</p>	<p>Аэробная база</p> <p>Физиологические адаптации</p>
ИВН 5	Активные виды отдыха, аэробная нагрузка	<p>Работа ниже аэробного порога.</p> <p>Дыхание свободное и комфортное, мысли о дыхании даже не возникают. Можно поддерживать разговор.</p> <p>Запас работоспособности в десятки минут.</p>	<p>Аэробная база</p> <p>Физиологические адаптации</p>
ИВН 4	Активные виды отдыха	Активное восстановление	Активное восстановление
ИВН 3	Активная прогулка	Активное восстановление	<p>Активное восстановление</p> <p>Повышение нетренировочной физической активности для большего расхода калорий</p>
ИВН 2	Неспешная прогулка	Легкая активность с минимальной нагрузкой	Повышение нетренировочной физической активности для большего расхода калорий
ИВН 1	Минимальная нагрузка	Бытовые дела	-

Суть подхода – в оценке текущего состояния и напряженности работы организма по нескольким критериям и соотнесении этого состояния с запланированным.

Например, если планируется работа в зоне ниже аэробного (1 лактатного) порога и нет ни лактометра, ни датчика ЧСС, остаются субъективные ощущения: отсутствие ощущения жжения в мышцах; спокойное дыхание, которое можно реализовывать носом; способность поддерживать разговор, не сбивая темп и дыхание; отсутствие даже мелких изменений в технике. Это будет означать, что работа идет на уровне 3-5 по 10-балльной или 6-10 по 20-балльной шкале. Если один или несколько параметров показывают, что ИВН выше целевого, возможны два варианта действий. Если это происходит достаточно рано, на 20-50% целевого объема, ИВН используется для регуляции мощности работы (мощность снижается). Если же примерно необходимый объем работы уже набран, повышение ИВН будет работать для регуляции объема работы (работа прекращается). Принятие решений на основании ИВН принято называть **авторегуляцией**.

Важно помнить, что вообще на любом уровне мощности можно дойти до ИВН 9-10. Это лишь вопрос времени, и такой ИВН заканчиваются почти все соревновательные дистанции.

Но в рамках тренировок высокий показатель ИВН вызывает тяжелая интервальная или круговая работа, составляющая лишь часть общего объема работы на выносливость.

При планировании и реализации тренировок на выносливость полезно сочетать объективные методы контроля (мощность, ЧСС, оксигенацию) и субъективную шкалу ИВН. Это даст возможность соотносить методическое намерение тренера с биологической изменчивостью состояния организма и достигать лучших результатов.

## 4.4.

### Продолжительность работы

Интенсивность определяет, насколько мощно должны сокращаться мышцы для выполнения работы. Это напрямую влияет и на предельную продолжительность работы.

Если у атлета повторный максимум в строгих подтягиваниях с фиксацией внизу и вверху 30 раз (примерно 2 сек на повтор), то это эквивалент предельной 60-секундной мощности. Если в таком же темпе максимум у другого атлета 10 повторений – его предельная мощность будет 20-секундной.

Чем ближе атлет подходит к предельной длительности на любой мощности работы, тем большие усилия необходимо прикладывать для поддержания интенсивности. Тем быстрее развивается утомление и дольше восстановление после окончания работы.

В тренировочном процессе это нецелесообразно. Вместо того, чтобы выполнить до отказа 6-минутную работу на максимальной аэробной мощности, целесообразнее работать более короткими интервалами. Если чередовать интервалы работы и отдыха, можно набрать вдвое-втрое больший объем на данном уровне мощности за тренировку<sup>76</sup>. Это явление неоднократно продемонстрировано в исследованиях, одно из которых представлено на рис. 29.

Сохраняя скорость бега на уровне максимальной аэробной скорости, спортсмен выполнял разные протоколы работы, представленные в левом столбце. Хорошо видно, что пиковое потребление кислорода и объем легочной вентиляции в некоторых случаях вплотную приближались к таковым во время 4-минутного теста. При этом спортсмен был способен воспроизводить интервальные протоколы в течение 30 минут, набирая в сумме до 20 минут работы на уровне МАЭС. Это позволяет создать качественный стимул и добиться более выраженной адаптации целевых систем.

Работа: отдых (сек)	Пиковое потребление O <sub>2</sub> (л/мин)	Среднее потребление O <sub>2</sub> (л/мин)	Минутный объем дыхания (л/мин)	Лактат в крови (ммоль)
5:5	-	4,3	101	2,6
5:10	-	4,6	81	1,8
10:5	5,6	5,1	142	4,9
10:10	4,7	4,4	104	2,2
15:10	5,3	5,0	139	5,7
15:15	5,3	4,6	90	2,3
15:30	3,9	3,6	75	1,8

Рис. 29. Показатели одного и того же спортсмена при разных режимах работы : отдыха, общая длительность 30 минут, скорость 20 км/ч. В непрерывном беге на тредмиле максимальная аэробная скорость, которую он способен поддерживать 4 минуты, составляет 20 км/ч, МПК 5,6 л/мин, МОД 156 л/мин, лактат крови 16 ммоль.



Продолжительность интервала работы определяет глубину физиологических сдвигов и то, сколько отдыха потребуется для воспроизведения мощности. Если выполнить отказной подход подтягиваний на 30 повторений, второй такой же подход можно не суметь выполнить и через 10 минут отдыха. Если же выполнить 10 (30%) и остановиться, уже через 2-3 минуты получится повторить подход в том же темпе и качестве техники.

Другой пример – работа на 100%МАЭМ. Если сравнить интервалы по 1 мин работы через 1 мин отдыха и 2 мин работы через 2 мин отдыха, то в первом случае атлет за минуту не успеет выйти на МПК. Во втором – на уровень МПК выйдет как раз к концу второй минуты (в среднем), и уже на втором и третьем интервалах существенная часть работы будет проходить с максимальным потреблением кислорода.

При работе более короткими интервалами на 100% МАЭМ крайне важным становится соотношение работы и отдыха. Соотношение 1:1 не позволяет набрать объем работы в зоне мощности близкой к МПК<sup>77</sup>. Если интервалы работы составляют 15-60 с, отдыха между ними должно быть в 2-4 раза меньше, тогда получится создать требуемый стимул.

Это приводит к необходимости точно контролировать продолжительность отдыха между интервалами работы.

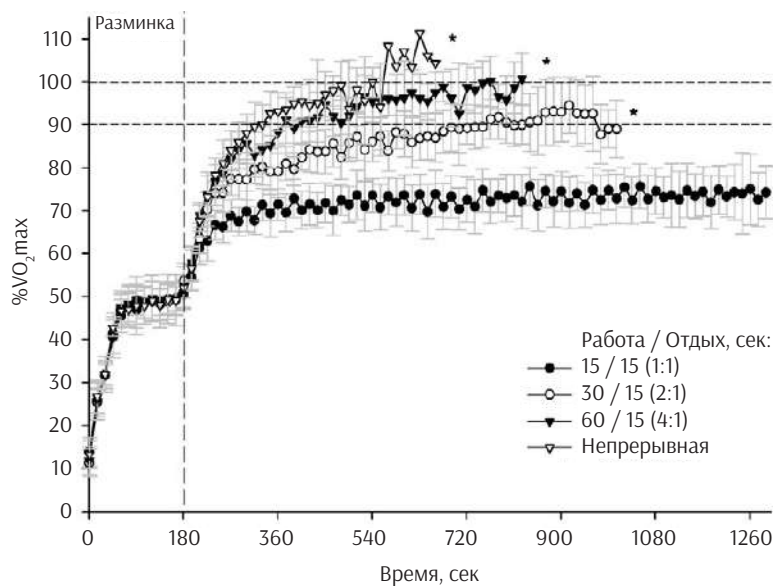


Рис. 30. Зависимость пикового потребления кислорода в протоколах с разной продолжительностью интервалов работы и отдыха.

## 4.5.

### **Продолжительность отдыха после интервала работы**

Как уже было сказано, отдых после рабочего интервала — физиологическая необходимость. Интервалы отдыха позволяют замедлить физиологические сдвиги и процессы утомления, за счет чего можно набрать большой объем качественной работы.

Без достаточного отдыха качество техники будет снижаться, атлет будет вынужден замедляться или вовсе останавливаться в середине рабочего интервала.

Помимо интенсивности и продолжительности рабочего интервала, продолжительность отдыха определяется рядом переменных:

- локальная мышечная композиция;
- аэробные возможности мышц;
- адекватность доставки кислорода (объем и оксигенация поступающей крови);
- характер отдыха (пассивный, активный).

Преобладание окислительных волокон в работающих мышцах и высокий аэробный потенциал снижают требуемую длительность отдыха, и наоборот<sup>78</sup> (рис. 31). Что касается доставки кислорода, то на восстановлении может негативно сказываться перераспределение кровотока при чередовании работающих регионов. И пока работают руки,

ноги вроде как восстанавливаются, но конкуренция за кровоток снижает эффективность этого процесса.

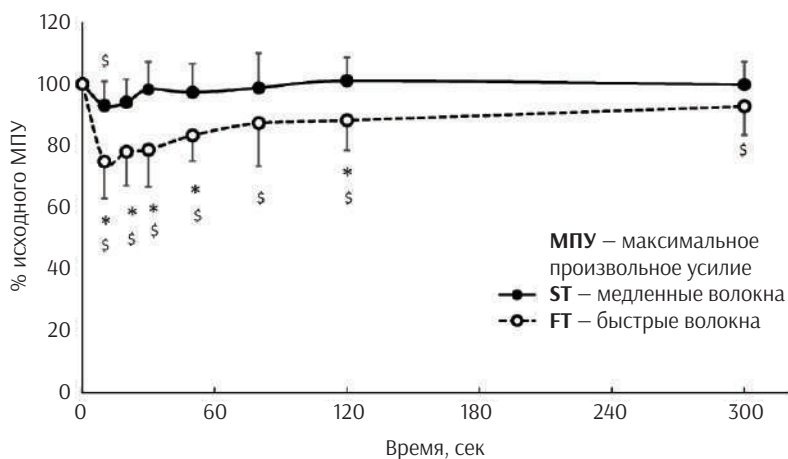


Рис. 31. Восстановление максимальной произвольной силы после тяжелой работы на выносливость в зависимости от мышечной композиции.

Как правило, безопаснее начинать с более длительного отдыха. Если мощность и качество работы удается воспроизводить снова и снова, и ИВН не очень высокий (или ниже требуемого) – можно снижать продолжительность отдыха. Это гораздо лучше, чем дать отдыха слишком мало и в итоге «закинуть», замедлиться, нарушить технику.

В одном из исследований на велосипедистах хорошей квалификации изучали влияние интервалов отдыха разной длительности после работы на уровне МАЭМ<sup>79</sup>. Было показано, что 2 минуты лучше, чем 1 (мощность была выше, ЧСС и ИВН ниже). Но 4 минуты по сравнению с 2 не приводили к повышению мощности, а ИВН рос сопоставимо. Когда эту

же группу попросили отдыхать интуитивно и начинать следующий интервал по готовности, оказалось, что в среднем спортсмены отдыхали 2 минуты. Это квалифицированные велосипедисты с МПК около 71 мл/кг/мин. Менее выносливым спортсменам, вероятно, могло потребоваться больше времени.

Отдых иногда пробуют дозировать с помощью физиологических метрик, например, по восстановлению ЧСС. Идея заманчива. Вместо того, чтобы брать цифры из головы, не лучше ли оценивать реальное восстановление физиологических систем? Если в рабочем интервале ЧСС поднимается до 90%, то отдыхает спортсмен, пока ЧСС не опустится до, скажем, 60%.

В этом диапазоне уже кроется недостаток подхода. Как выбрать, до какого ЧСС отдыхать? Никаких четких метрик

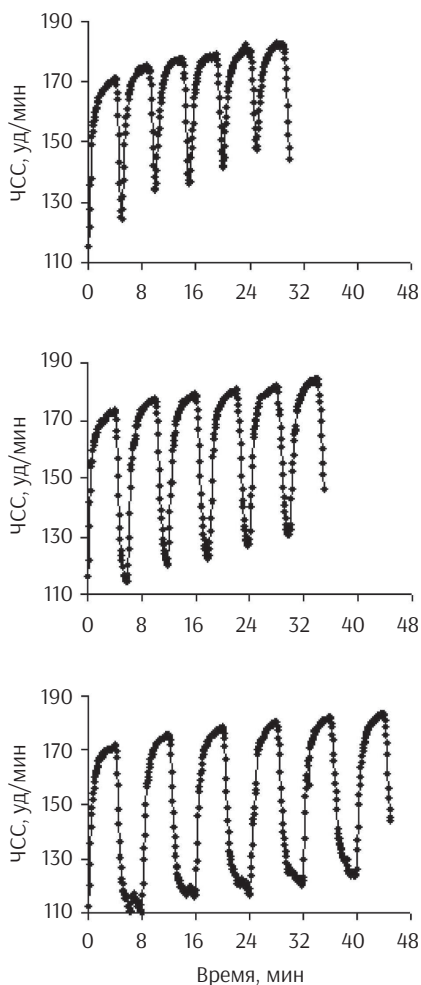


Рис. 32. Влияние интервалов различной продолжительности на показатели ЧСС при выполнении интервальной работы одинаковой мощности: 6 интервалов по 4 мин работы и 1/2/4 мин отдыха.

нет. Существует примерное правило восстановления ЧСС: 0,5 удара в секунду. То есть за 60 секунд ЧСС должен опуститься не менее, чем на 30 ударов. Но эффективно использовать это правило не получится просто потому, что во время работы от интервала к интервалу ЧСС становится все выше, а во время отдыха снижается все медленнее<sup>80</sup>. Это происходит как по причине центральной регуляции, так и из-за **метабоорефлекса**<sup>81</sup> (на ЧСС влияет уровень метаболитов, выделяемых мышцами).

В персональной тренировке со слабо подготовленными людьми можно пробовать дозировать отдых по ЧСС с расчетом, что отдых будет становиться все дольше и дольше. Но с учетом ограниченной длительности персональных тренировок этот подход вряд ли будет часто применим. К тому же нельзя утверждать, что он более выигрышный по итоговому воздействию.

В качестве физиологической обратной связи можно использовать и датчик оксигенации мышц. Восстановление оксигенации после первых интервалов можно брать за условную норму, и в последующих интервалах следить, чтобы показатель оксигенации  $SmO_2$  поднимался до требуемого уровня. В случае, если восстановление  $SmO_2$  ухудшается, либо увеличивают интервал отдыха, либо принимают решение о прекращении тренировки.

## 4.6.

### Характер отдыха: пассивный и активный

Отдых между отрезками работы может быть пассивным или активным. Во время пассивного отдыха восстанавливается внутриклеточный рН, выводятся излишки углекислого газа, восстанавливается креатинфосфат, лактат циркулирует по кровотоку и окисляется в печени, почках, диафрагме, сердце и неработающих окислительных волокнах. Потребление кислорода и ЧСС естественным образом снижаются.

Активный отдых может быть разной интенсивности, но суть всегда одинаковая: во время отдыха продолжается работа. Это может быть ходьба, бег трусцой, медленное педалирование байка, гребля, бой с тенью. Зачем продолжать работать во время отдыха?

Во-первых, низкоинтенсивная работа ускоряет окисление лактата в крови. В это время работают самые низкопороговые окислительные волокна, и циркулирующий в кровотоке лактат становится приоритетным энергосубстратом. Таким образом можно ускорить восстановление<sup>82</sup>, а также тренировать способность мышц избавляться от лактата и утилизировать метаболиты.

Во-вторых, указанный процесс требует потребления кислорода. Как итог, во время активного отдыха потребление кислорода остается повышенным. Это приводит еще

и к ускоренной кинетике кислорода в следующем рабочем интервале: потребление  $O_2$  очень быстро выходит на целевой уровень. Таким образом, за тренировку удастся накопить больше объема в целевой зоне потребления кислорода.

В-третьих, активный отдых психологически тяжелее, особенно после интервалов на интенсивности выше МАЭМ. Активный отдых приучает спортсмена продолжать двигаться, как бы субъективно тяжело он себя ни чувствовал. В некоторых видах спорта это может давать определенное преимущество.

Важно учитывать, что повышенное потребление кислорода во время отдыха также требует и более активной работы обслуживающих систем. Это может становиться причиной того, что при выполнении коротких высокоинтенсивных интервалов предельная длительность работы до отказа с активным отдыхом почти в два раза ниже, чем с пассивным<sup>83</sup> (рис. 33).

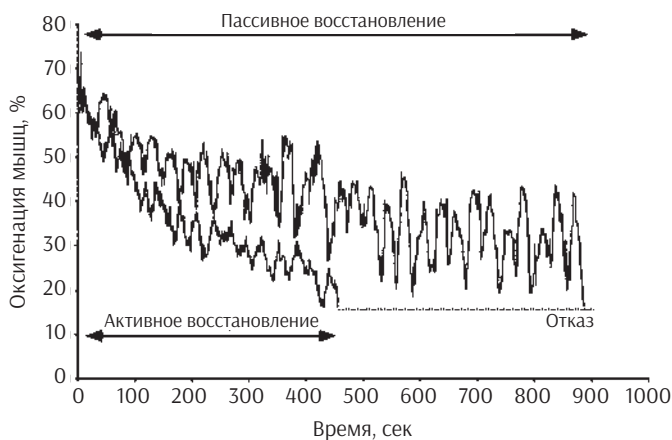


Рис. 33. Предельная продолжительность работы по интервальному протоколу 15 с работы через 15 с отдыха с пассивным или активным восстановлением на уровне 40%МПК.



В этой связи важно четко понимать цели и задачи активного отдыха и правильно его дозировать. По градации интенсивности активный отдых может иметь следующие формы:

- встряхивание мышц или воздействие вибрацией. Это, по сути, пассивный режим, но вибрация приводит к улучшенной утилизации лактата за счет повышения кровоснабжения<sup>84</sup>. В таких видах спорта, как скалолазание, например, встряхивание рук может существенно улучшить восстановление во время подъема при перехватах<sup>85,86</sup>.

- активный отдых с нерегламентированной интенсивностью. Это может быть ходьба или любое движение без учета мощности. Задача — просто двигаться. При использовании активного отдыха лучше начинать с такого формата, так как он является самым комфортным и физически, и психологически.

- активный отдых с регламентированной интенсивностью, например, 50-60%МАЭМ. В этом случае такой «отдых» может существенно повысить ИВН работы и снизить общий переносимый объем работы, особенно при мощности рабочих отрезков выше МАЭМ.

При использовании активного отдыха вначале лучше снижать интенсивность или продолжительность работы. Например, если изначально планировалось 5 интервалов по 2 минуты работы на 100%МАЭМ через 2 минуты пассивного отдыха, при добавлении активного отдыха можно снизить интенсивность рабочего интервала на 5-10% или длительность рабочего интервала уменьшить на 30 секунд. Это снизит риск неконтролируемого роста ИВН и последующего падения качества техники или мощности.

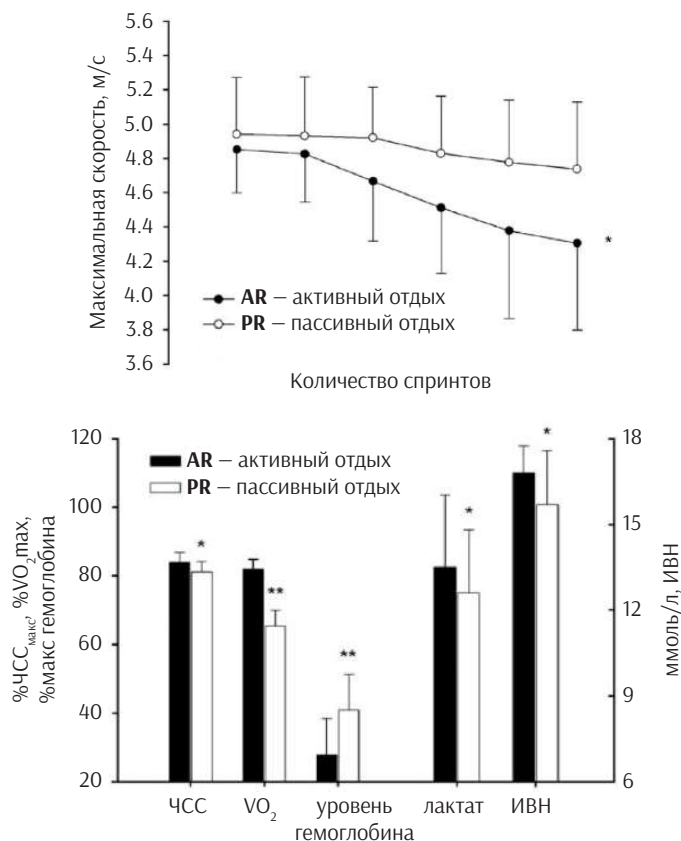


Рис. 34. Влияние активного и пассивного отдыха при выполнении повторных спринтов на максимальную скорость бега, ЧСС, МПК, лактат, ИВН.

Для подготовленных спортсменов добавление активного отдыха к протоколу длинных интервальных спринтов позволяет увеличить степень аэробных адаптаций по сравнению с пассивным отдыхом (рис. 35)<sup>87</sup>.

Однако в случае, если спортсмены не готовы к такому режиму, это неминуемо приведет к снижению мощно-

сти при выполнении таких спринтов, что может быть негативным фактором при акценте на максимальном качестве и скорости<sup>88</sup> (рис. 34).

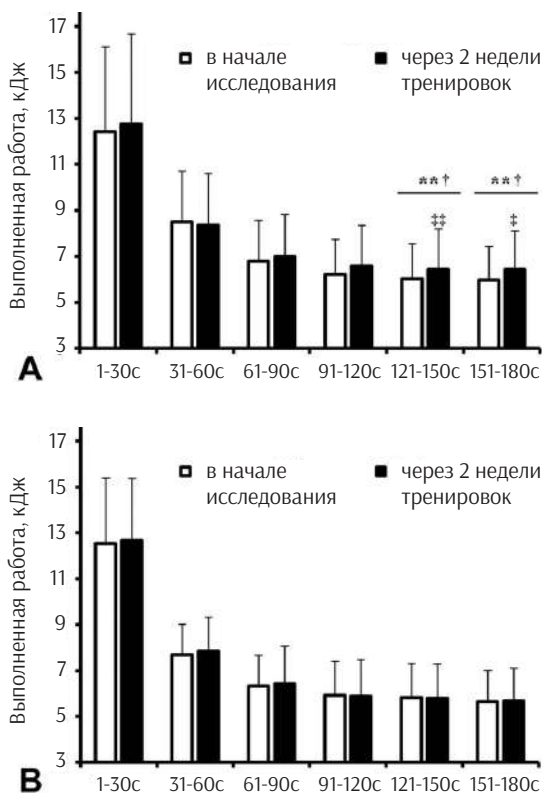


Рис. 35. 2 группы атлетов (А и В) выполняли 3-минутный тест на велосипеде. Результаты сравнивались в начале и после 2 недель тренировок, во время которых они выполняли короткие интервальные спринты с А (активным) и В (пассивным) отдыхом. Тренировки с активным отдыхом привели к большему объему выполняемой работы и росту аэробных качеств по сравнению с пассивным.

В коротких интервалах, которые длятся до 60 секунд и выполняются на мощности выше МАЭМ, лучше вначале использовать пассивный отдых, а добавление активного отдыха рассматривать в качестве прогрессивного усложнения общей нагрузки.

При составлении протоколов на основе коротких интервалов очень часто работу оформляют в виде **серий**, каждая из которых включает определенное количество интервалов. Внутри серии отдых небольшой и реализуется пассивно. Между сериями отдых обычно достаточно длительный, 2-8 минут. И вот его вполне целесообразно делать активным. Тогда внутри серии получится поддерживать требуемые мощность и качество работы, а между сериями будет оптимизирована утилизация лактата и метаболитов<sup>89</sup>.

## 4.7.

### Объем работы

Для развития выносливости необходим объем, причем в специфичной зоне мощности. Как говорилось выше, интенсивность определяет характер работы всех систем, потому интенсивность должна выдерживаться насколько возможно точно. Но одной интенсивности недостаточно. Объем работы на заданной мощности создает физиологические сдвиги достаточной степени, запускающие дальнейшую адаптацию.

Объем обратно пропорционален интенсивности. Больше всего работы выполняется на уровне ниже аэробного порога — тут длительность тренировки может исчисляться несколькими часами. В то же время, в тренировке способности к повторным субмаксимальным усилиям суммарное время под нагрузкой за сессию может составлять всего несколько десятков секунд.

Объем может считаться по-разному в зависимости от целей. Это может быть суммарный километраж, общее время в зоне мощности, выполненное количество повторений, общее тренировочное время в часах.

Если работа характеризуется низкой интенсивностью (до АЭП), она выполняется непрерывно. Выше 1 лактатного порога и до АНП возможно как непрерывное, так и интервальное выполнение, в зависимости от условий. Выше 2 лактат-

ного порога реализовать непрерывно всю требуемую работу или слишком тяжело, или невозможно. Например, если задача повысить выносливость на мощности МПК, необходимо набрать от 10 до 30 минут работы на этой мощности. Как мы помним, предельная длительность работы на этой интенсивности составляет 5-7 минут. То есть, не разбивая работу на интервалы, набрать требуемый объем за тренировку невозможно.

Максимальный объем работы на тренировке – не самоцель. Наоборот, задача в том, чтобы **выполнять минимально необходимый для адаптации объем**. Стоит помнить о том, что любая работа имеет механическую стоимость (нагрузку на опорно-двигательный аппарат). Избыточный объем повышает механическую стоимость тренировки, затягивает восстановление, не улучшая при этом адаптацию.

Как понять, когда объем становится избыточным? Самый первый и верный признак – падение качества техники. Для каждого упражнения есть свои критерии технического уровня реализации. Для бега это частота шагов в минуту (каденс), положение корпуса, амплитуда движения суставов ног и рук. Если каденс падает со 170 шагов в минуту до 155-160 – это означает, что мышцы стоп и голеней утомлены и не могут реализовывать цикл растяжения-сокращения. Продолжение бега с таким менее упругим шагом является верным способом перегрузить мышцы и соединительные ткани нижних конечностей.

Для стационарных упражнений типа подтягиваний важный критерий качества – активная стабилизация суставов

за счет работы мышц. Например, в подтягиваниях при избыточном объеме контролировать спуск уже не получается, атлет почти «падает» вниз, стабилизируясь за счет соединительных тканей. Это — путь к травмам избыточного использования плече-лопаточного комплекса. Любой читинг означает: целевые мышцы-агонисты утомлены, организм изыскивает способ продолжить выполнение задачи и находит — за счет рекрутирования дополнительных мышц и переноса все большей доли нагрузки на соединительные ткани в эксцентрике.

Второй способ, дополняющий первый, — неспособность поддерживать требуемую интенсивность. Если на определенном интервале атлет не способен сохранить мощность, и она неконтролируемо падает на 15-20% — это означает, что тренировку в ее текущем формате продолжать нет смысла. Причины, стоящие за этим падением, могут быть разные, начиная с истощения запасов креатинфосфата или гликогена и заканчивая снижением мощности буферных систем и развитием ацидоза. Особенно быстро это может проявиться в условиях жаркого и влажного климата или высокогорья.

Во всех подобных случаях неконтролируемого падения целевой мощности необходимо увеличивать интервал отдыха, либо прекращать тренировку.

В вопросе контроля мощности есть один неочевидный момент. В циклических упражнениях все понятно — падает скорость работы или мощность в Вт. В стационарных упражнениях такого показателя нет. Это нередко приводит к тому, что паузы между повторениями становятся все дольше.

Например, атлет начинает выполнять 30 приседаний со штангой 70% от 1ПМ на спине. Первые 10 повторений делает с секундной остановкой в верхней точке, а дальше темп замедляется: пауза в верхней точке увеличивается до 2-3 или даже 5+ секунд под конец подхода. Если перевести в «повторы в минуту», это означает, что вначале атлет работает в темпе 20 повторений в минуту, затем замедляется до 12-15 или 8-10 повторений в минуту. Это равносильно тому, чтобы в беговом интервале на скорости МПК периодически переходить на шаг, потому что невозможно поддерживать скорость. Бессмысленно.

Темп выполнения работы может быть каким угодно, если он запланирован в соответствии с какой-то целью. В тех же приседаниях можно сразу выполнять 1 присед каждые 10 секунд (с постановкой на стойки или без), если это соответствует цели тренировки. В полиатлоне на подтягивания дается 4 минуты, и спортсмены сразу делают подтягивания каждые 3-5 секунд, отдыхая в висе на прямых руках. Контроль темпа позволяет сопрягать процессы расхода и ресинтеза АТФ. Отсутствие контроля – методическая ошибка.

Объем высокоинтенсивной работы организовывается в серии и интервалы/подходы. Интервал – это определенный отрезок работы в метрах, повторениях, секундах или минутах плюс время отдыха. Серия – это определенное количество интервалов.

Тренировка может состоять из одной серии: **10\*2:2\*100%МАЭМ** – 10 интервалов по 2 минуты работы на 100%МАЭМ и 2 минуты отдыха.



Если такая работа может стать избыточно тяжелой, что негативно отразится на мощности, можно разбить ее на 2-3 серии и добавить дополнительный отдых: **2\*(5\*2:2), отдых 5 мин между сериями** – 2 серии, в каждой 5 интервалов по 2 минуты работы и 2 минуты отдыха.

Тот же объем работы теперь займет больше времени, так как добавится 5 минут отдыха, зато работу удастся выполнить качественнее и с меньшей ИВН.



## Глава 5

---

# **Тренировочные методы низкой и умеренной интенсивности**



Логически выверенная совокупность параметров интенсивности, суммарного объема работы, непрерывной или интервальной структуры выполнения для решения конкретных задач и достижения конкретных адаптаций создает конкретный **метод**.

Методы развития выносливости можно условно разделить на 3 принципиальные группы:

1. Тренировочные методы низкой и умеренной интенсивности;
2. Высокоинтенсивный интервальный тренинг;
3. Высокоинтенсивный функциональный тренинг (ВИФТ).

Далее эти методы будут подробно рассмотрены. Начнем с первой группы методов и их применения.

## 5.1.

### Непрерывный равномерный метод

Равномерный метод реализуется с низкой или умеренной интенсивностью. Чаще всего рекомендуемая интенсивность – ниже аэробного порога. Тренировка может длиться от 20 минут до 3-4 часов. Равномерный и непрерывный характер работы возможен как раз потому, что организм функционирует в относительно устойчивом состоянии. Утомление развивается медленно и постепенно, и системы организма достаточно долго способны его компенсировать.

Равномерный метод наилучшим образом развивает сердечно-сосудистую систему. Сердце достигает максимального ударного объема и в этом режиме работает достаточно долго. Со временем в процессе структурного ремоделирования развивается эксцентрическая гипертрофия и растет ударный объем. В работающих мышцах увеличивается плотность капиллярной сети. Растет эффективность утилизации жирных кислот в качестве энергосубстрата для аэробной системы.

Также улучшается способность мышц окислять лактат/пируват (напомним, что ниже аэробного порога лактат в крови не растет, что является признаком аэробного окисления пирувата в работающих мышцах). Это качество увеличивает возможности организма утилизировать повышенный лактат в кровотоке при более интенсивной работе.

В этом смысле равномерный метод позволяет создать адекватную **аэробную базу**, улучшающую работоспособность и восстановление за счет описанных центральных и локальных адаптаций.

Если контролировать интенсивность по ЧСС, то пульс после небольшого роста примерно до 50-80% максимума должен стабилизироваться на одном уровне в течение не менее часа в стандартных условиях среды. Если ЧСС не стабилизируется, а продолжает постепенно расти – это верный признак работы выше аэробного порога.

При контроле по оксигенации мышц возможны две картины: или уровень  $\text{SmO}_2$  постепенно растет, или выходит на плато. Первый вариант свидетельствует о том, что кровоснабжение работающих мышц становится лучше и значительно превышает потребление, а значит может использоваться для активного восстановления. Такая картина наблюдается в нижней границе 1 зоны (в рамках модели 3 зон). Второй вариант обычно происходит на уровне максимального окисления жиров (интенсивность ближе к аэробному порогу).

Дыхание на такой интенсивности очень свободное, можно легко дышать носом, при необходимости поддерживать полноценный разговор. Интенсивность воспринимаемого напряжения – 3-5 баллов по 10-балльной шкале.

Тут надо отметить важный момент: если работать строго по ощущениям, очень часто люди работают выше аэробного порога. Особенно это касается таких видов как плавание, где большую работу выполняют мышцы рук. Человеку кажется: «Ну куда медленнее?» Еще немного замедлишься, и плава-

ние превратится в ныряние. Но при этом мышцы работают выше аэробного порога, лактата образуется с избытком, физиологическое напряжение растет.

Если после тренировки ниже аэробного порога уже через 24 часа обычно можно повторять нагрузку, то тот же объем выше аэробного порога может потребовать гораздо большего времени восстановления. По этой причине время восстановления можно использовать как один из дополнительных параметров контроля: если на следующий день после обычной низкоинтенсивной равномерной тренировки нет готовности хотя бы к такой же спокойной нагрузке — работа была избыточно тяжелой. Исключение здесь — только длинные беговые тренировки по 3-4 часа, после которых обычно планируется день активного восстановления по причине набора большого объема ударной нагрузки.

Равномерный метод также дает возможность улучшить параметры экономичности. Это касается метаболической экономичности (более эффективное окисление жиров, позволяющее обеспечивать энергией более высокую мощность работы) и аспектов эффективности техники. Например, даже если бег трусцой очень медленный и фактическая техника отличается от дистанционной, можно сохранять высокий каденс (170-180 шагов в минуту) и учиться реализовывать максимально упругие шаги. Способность поддерживать высокую частоту шагов хорошо переносится и на более быстрый бег, а эффективное использование упругих свойств



мышц и соединительных тканей позволяет экономить метаболическую энергию.

Равномерный метод «хоронят» уже давно и со вкусом. Говорят, что долгая медленная работа не дает результатов никому, кроме новичков. Что высокоинтенсивные интервальные тренировки короче по времени и либо так же эффективны, либо эффективнее.

Но при анализе тренировочных объемов спортсменов циклических видов спорта высокого уровня мы продолжаем видеть, что низкоинтенсивная работа составляет в среднем 70-90% от общего количества тренировочного времени<sup>90</sup>.

Эффективность этого метода возрастает, если делать работу не механически, ради объема, а параллельно совершенствовать специфичные аспекты техники.

Даже при бездумных тренировках в достаточном объеме организм со временем повысит экономичность работы. В основе этих механизмов лежат эффективность двигательного контроля, автоматизация требуемых мышечных сокращений, улучшенная межмышечная координация.

Эти процессы можно значительно ускорить целенаправленными действиями. Часто самое целесообразное – это тренировки избирательной технической направленности со сниженной интенсивностью. В тренировке выделяется 1-2 параметра, которые необходимо улучшить, и вся работа организовывается с этим расчетом. В этом случае тренировка выполняется не на время и с минимальным накоплением утомления.

Также техническую работу можно (и нужно) включать в любые другие тренировочные методы. Если необходима вариативность техники, то интенсивность работы будет низкая, чтобы можно было максимальное внимание уделить качеству движения, не думая о мощности работы.

**Пример 1: навык варьирования шаблонов дыхания в беге.**

Такой навык может быть полезен в беге по пересеченной местности с переменной интенсивностью. Контроль ритма дыхания у квалифицированных бегунов является неосознанным, но, если у новичков дыхательный дискомфорт лимитирует работоспособность, имеет смысл обратить внимание на этот фактор.

Пример тренировки:

**30-60 минут, ЧСС 50-60%, ИВН 5:**

3 мин бега с дыханием вдох на 3 шага, выдох на 3 шага

2 мин бега с дыханием вдох на 3 шага, выдох на 2 шага

1 мин бега с дыханием вдох на 2 шага, выдох на 2 шага

1 мин бега с верхне-грудным дыханием, произвольный ритм

**Пример 2: сопряжение дыхания и выполнения упражнения в гребле.**

При разном темпе гребли на гребном эргометре могут использоваться разные шаблоны дыхания: 1 ЦД (цикл дыхания) на 1 гребок, 2 симметричных ЦД на 1 гребок, 2 асимметричных ЦД на 1 гребок.

Тренировка может выглядеть так:

**30 минут:**

2 мин гребля с темпом 20-24 гр/мин, 2 асимметричных ЦД (мощный выдох на гребке, короткий вдох-выдох на подготовке, мощный вдох перед гребком), ИВН 6

2 мин гребля с темпом 28 гр/мин, 1 ЦД, ИВН 6-7

2 мин гребля с темпом 30+ гр/мин, 2 симметричных ЦД, ИВН 7

Первый вариант позволяет достигнуть баланса между частотой и глубиной дыхания при относительно редких гребках, координируя гребок с мощным выдохом для лучшей мощности. Второй и третий варианты используются при более частых гребках в зависимости от интенсивности и потребности в легочной вентиляции. В видах спорта типа кросс-фита или функционального многоборья в разных заданиях могут быть применимы все три варианта.

## 5.2.

### Непрерывный переменный метод

В реальных условиях изменения рельефа и особенности соревновательной активности (стартовые ускорения для отрыва от основной массы конкурентов, обгоны, финишный спурт) создают периодические перепады интенсивности. Необходимость преодолеть подъем, обогнать соперника перед сужением тропы и т.д. резко повышает мощность работы и энергозапрос. Это, в свою очередь, повышает напряженность работы исполнительной и обслуживающей систем.

Непрерывный переменный метод моделирует эти условия в тренировочном процессе. Оригинальный вариант называется **«фартлек»** (игра со скоростью) и представляет собой неструктурированную интервальную работу, где интервалы низкой интенсивности чередуются произвольно с короткими интервалами умеренной и высокой мощности.

Тренировка, например, может выглядеть так:

#### 2-3 раунда:

5-10 мин бег на ИВН 3

10-30 сек бег на 60-75% максимальной скорости бега

5-10 мин низкоинтенсивный бег или ходьба, пока ЧСС не опустится до 70%ЧСС<sub>макс</sub> или ИВН не опустится до 3-5

10-30 сек бег на 60-75% максимальной скорости бега

Длительность ускорений не регламентирована и диктуется либо рельефом, либо произвольно желанием спортсмена. В целом такой метод более интенсивный, чем равномерный, но по-прежнему относится к группе методов низкой и умеренной интенсивности.

С точки зрения физиологии, можно рассчитывать на несколько адаптаций:

- способность нервной системы рекрутировать ВПДЕ для повышения мощности работы;
- утилизация кислорода ВПДЕ и выведение избыточного лактата в кровотоки;
- лактатный челнок и утилизация избытка лактата в кровотоке;
- восстановление ритма и глубины дыхания после высокоинтенсивных эпизодов.

Имеет место и психологическая адаптация: человек понимает, как ускориться, как это ощущается, какого характера возникает дискомфорт и как с этим дискомфортом работать, как за счет снижения интенсивности возвращаться на уровень более устойчивого функционирования.

Переменный метод может служить переходным этапом к более интенсивной интервальной работе. Его можно использовать вместо равномерного метода, когда для равномерного низкоинтенсивного формата недостаточно времени.

## 5.3.

### Интервальный метод: анаэробный порог

В циклических видах спорта на длинные дистанции крайне важным показателем является процентное отношение мощности, которую атлет может поддерживать в течение всей дистанции, к мощности на МПК. Сама по себе мощность на уровне МПК не столь важна, так как на такой интенсивности организм не способен проработать долго. Важнее мощность на 2 лактатном пороге (АнП).

При работе ниже 2 лактатного порога лактат в крови остается на стабильном уровне, так как скорость утилизации лактата органами сопоставима со скоростью его продукции. Организм работает в квазиустойчивом состоянии, в котором способен действовать достаточно долго. Выше этого порога начинается неконтролируемое накопление лактата и все сопутствующие этому негативные процессы утомления, приводящие к относительно быстрому снижению работоспособности.

Следовательно, чем ближе мощность АнП к мощности МПК, тем дольше атлет будет способен выполнять относительно интенсивную работу.

У нетренированных людей 2 лактатный порог может достигаться на 70% МПК и  $80\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}^{91}$ . У тренированных людей эти значения сдвигаются вверх: 75-85%МПК (80-90%

ЧСС<sub>макс</sub>). У элитных цикликов мощность АНП может достигать более 90%МПК (90-95%ЧСС<sub>макс</sub>).

Считается, что на мощности АНП атлет способен проработать около 60 минут. Эта мощность точно определяется ступенчатым тестом с газоанализом и измерением лактата, или приблизительно **тестом FTP** – функциональной пороговой мощности (ФПМ).

Значение ФПМ не на 100% отражает мощность 2 лактатного порога<sup>92</sup>. Это достаточно популярный показатель, на основе которого разработаны целые методики тренировки в разных зонах %ФПМ. Тренировка может выглядеть как непрерывный интервал продолжительностью 30-40 минут. Однако это достаточно тяжелая работа, и непрерывное выполнение вызывает существенное утомление.

Потому распространенным является интервальное построение тренировки: рабочие интервалы занимают 4-20 минут, отдых между интервалами составляет в 3-5 раз меньше продолжительности работы.

Типичные примеры тренировки могут выглядеть так:

2-3\*20 мин байк, 80-85%ФПМ, 5-8 мин активный отдых  
или

3\*10 мин бег, 85%ЧСС<sub>макс</sub>, 3-5 мин активный отдых  
или

10\*1000 м бег, на уровне 3,5 ммоль по лактату, 1 мин отдых

В общем тренировочном объеме квалифицированных цикликов подобные форматы могут занимать разную долю

в зависимости от подхода: от 4%<sup>93</sup> до 15-18%, а иногда еще больше<sup>94</sup>. Для спортсменов-любителей, ограниченных по доступному времени для тренировок и неспособных выделить много времени на низкоинтенсивную работу ниже аэробного порога, тренировки близко к анаэробному порогу могут стать необходимым дополнением, более эффективным по соотношению «тренировочное время : адаптации».

Для нециклических видов спорта (игровые виды, единоборства, функциональное многоборье), где характер работы неравномерный, рваный и состоит из субмаксимальных эпизодов, чередующихся с низкоинтенсивными эпизодами, целесообразность тренировок на уровне АНП требуется оценивать в каждом конкретном случае в аспекте развития утилизационных способностей организма. Чаще всего более специфичными и экономичными по времени будут высокоинтенсивные интервалы.



## Глава 6

---

# Высокоинтенсивный интервальный тренинг



Выше мощности АНП начинается зона высокой интенсивности. Соответственно, для тренировки работоспособности в этой зоне используется интервальный подход, так как непрерывный метод приводит к быстрому снижению работоспособности и недостаточности тренировочного объема (и стимула).

Группа методов в данной зоне называется **«методы ВИИТ»** (сокращение от высокоинтенсивный интервальный тренинг) и объединяет следующие подвиды<sup>95</sup>:

- длинные интервалы на максимальной аэробной мощности (МАЭМ);
- короткие интервалы на максимальной аэробной мощности или анаэробном резерве мощности (АРМ);
- длинные субмаксимальные повторные спринты;
- короткие субмаксимальные интервальные спринты.

Эти методы могут вызывать разные сочетания адаптаций и далее будут подробно разобраны.

## 6.1.

### **Интервалы на максимальной аэробной мощности**

Уровень максимальной аэробной мощности (МАЭМ) соответствует уровню пикового потребления кислорода в упражнении. Если это бег, то пиковое потребление равно МПК. Если это работа на ручном эргометре, то пиковое потребление  $O_2$  будет значительно меньше МПК, так как задействован меньший мышечный объем.

В любом случае, работа на этой интенсивности позволяет развивать максимальную работоспособность кардиореспираторной системы, потребление кислорода мышцами и емкость буферных систем<sup>96</sup>.

Напомним, что предельная длительность работы до отказа на МАЭМ составляет 4-8 минут. Считается, что для повышения работоспособности в этой зоне требуется набирать существенный объем (10-30 мин) в зоне 90+% от МПК, потому тренировки целесообразно выполнять в интервальном формате.

Зная показатель МАЭМ, можно предписывать интенсивность работы в диапазоне от 90% до 120% МАЭМ. Важно помнить, как соотношение интенсивности, длительности работы и отдыха влияет на напряжение организма и последующие адаптации.

Выделяют 2 типа интервалов: «**длинные**» и «**короткие**». Разделение хоть и условное, но на практике достаточно полезное. Продолжительность длинных интервалов – 60 секунд и более. Все, что короче, относится к коротким интервалам. На интенсивности до 110% применимы и длинные, и короткие интервалы, при условии соблюдения предписаний работы:отдыха. Выше 110% наилучшим образом работают именно короткие интервалы.

**На 90-99%**, как говорилось ранее, при достаточно длительной работе развивается медленный компонент потребления  $O_2$ . Постепенно потребление доходит до пикового уровня, даже несмотря на сниженную интенсивность. Для того, чтобы это произошло, необходимо соблюсти 2 условия: достаточная длительность работы (3-8 мин) и относительно короткие интервалы отдыха (в 2-4 раза меньше интервала работы).

5 интервалов: 5 мин 90%МАэМ 2 мин отдых	Достаточный объем работы ИВН 8 Выход на МПК за счет медленного компонента $O_2$
5 интервалов: 2 мин 90%МАэМ 2 мин отдых	Объем работы на данной интенсивности маленький ИВН 7 Втягивающий режим

Если работа будет короткая (1-2 мин), а отдых слишком длинный (например, 1:1, когда работа равна отдыху), то об-

щая интенсивность тренировки так и останется умеренной. Это может быть целесообразно при втягивающих тренировках, когда интенсивность тренировки сознательно занижается. Но для развивающего эффекта требуется работать дольше и отдыхать меньше.

90-99% МАЭМ — это еще и целевой режим развития мощности в околорекордной зоне аэробной мощности (до 30 минут работы до отказа).

**На 100-110%** традиционно выполняются относительно длинные (более 60 сек) интервалы с соотношением 1:1-1:2 (работа равна отдыху или в два раза короче него). Отдых может быть как пассивным, так и активным.

Надо отметить, что при правильном выборе соотношений «работа:отдых» можно выполнять и короткие интервалы. Чтобы достичь пикового потребления кислорода и набрать объем работы на этом уровне, необходимо или работать достаточно долго (2-3 мин), отдыхая примерно столько же, или чередовать короткие интервалы работы (30-60 сек) с еще более короткими интервалами отдыха (10-30 сек).

<p>5 интервалов: 3 мин на 100%МАЭМ 3 мин отдых</p>	<p>Два протокола со схожим итоговым воздействием. ИВН 8-9. Существенное суммарное время выше 90%МПК.</p>
<p>2 серии по 15 раундов: 30 сек на 100%МАЭМ 15 сек отдых между интервалами 3-5 мин отдых между сериями</p>	

Интервальная работа на 90-110%МАЭМ выполняется с целью повышения потребления кислорода работающими мышцами, буферизации и транспорта из мышц протонов водорода, транспорта из мышц и утилизации лактата, локальной работоспособности дыхательных мышц.

На рисунке 30 было показано, как выглядит потребление  $O_2$  при работе на интервалах разной длительности.

Ниже представлена таблица с рекомендациями по составлению **длинных интервалов**<sup>97</sup>.

		Работа			Отдых	Дополнительно	
		Длительность интервала	МАЭМ	IFT		Работа: отдых	Суммарное время работы*
Длинные интервалы (пассивный отдых)	Инт	1-3 мин	100-110%	85-95%	Пассивный	1:2	5-15 мин
	Норм	1-3 мин	95-105%	80-90%		1:1	8-20 мин
	Экст	1-5 мин	90-100%	75-85%		2:1	10-30 мин
Длинные интервалы (активный отдых)	Инт	1-3 мин	90-100%	75-85%	50-70%	1:2	5-15 мин
	Норм	1-3 мин	85-95%	70-80%		1:1	10-20 мин
	Экст	1-5 мин	80-90%	65-75%		2:1	10-30 мин

\* В длинных интервалах мы смотрим только на **суммарное время работы**, так как хотим учитывать время на высоком потреблении кислорода, более 90%МПК.

В длинных интервалах отдых длинный, и даже если он активный, потребление падает ниже 90%, поэтому не учитываем его в суммарной длительности работы.

Можно использовать разные параметры предписания:

- МАЭС/МАЭМ – максимальная аэробная скорость/мощность
- IFT – скорость в тесте 30-15IFT (30-15ИФТ)

Инт – интенсивные

Норм – нормальные

Экст – экстенсивные

На 100%МАЭМ организм работает на пределе своих аэробных способностей, задействуя и анаэробный резерв тоже. Чем выше 100%МАЭМ поднимается интенсивность, тем больше задействуется анаэробный резерв, так как предел по потреблению  $O_2$  уже достигнут на 100% и далее расти не может.

Чем выше интенсивность поднимается относительно 100%МАЭМ, тем более целесообразно снижать длительность рабочих интервалов и увеличивать относительную длительность отдыха. В интервальном формате 3-5 минут на 110%МАЭМ проработать затруднительно, если вообще реализуемо. Более эффективными становятся интервалы до 60 секунд. Соотношение работы и отдыха приобретает вид 1:1-1:4.



20 интервалов: 15 сек работа на 120%МАэС 45 сек отдых	ИВН 7-8 Втягивающий режим для последующей интенсификации работы
2 серии по 10 интервалов: 15 сек работа на 120%МАэС 15 сек отдых между интервалами 3 мин между сериями	ИВН 8-9 Тяжелая развивающая работа

Более долгий отдых при заданной интенсивности означает, что работа будет восприниматься легче, что применимо во втягивающих циклах. Короткий отдых приводит к повышению общей сложности работы.

На интенсивностях выше 100%МАЭМ целесообразно разбивать интервалы на серии с дополнительным отдыхом между ними. Внутри серии между короткими интервалами оптимальнее пассивный отдых, между сериями — активный.

Поскольку с ростом интенсивности выше 100%МАЭМ растет вклад анаэробного гликолиза, работа на 110-120% и более выполняется с целью не только роста потребления  $O_2$ , но и повышения емкости буферных систем, активности гликолитических ферментов и околоразмаксимальной работоспособности дыхательных мышц.

Таблица по составлению **коротких интервалов**:

		Работа				Отдых	Дополнительно			
		Длительность интервала	МАЭС / МАЭМ	АРС / АРМ	IFT		Р:О	Суммарная длительность серий*	Кол-во серий	Отдых между сериями
Длинные интервалы (пассивный отдых)	Инт	10-30 сек	120-130%	20-50%	102-110%	Пассивный	1:4-1:2	2-8 мин (включая работу и отдых)	1-6	1:1 для коротких серий (2-4 мин)
	Норм	10-30 сек	110-120%	10-20%	95-102%		1:1			
	Экст	10-45 сек	100-110%	0-10%	85-95%		1:1-3:1			
			90-100%		75-85%					
Длинные интервалы (активный отдых)	Инт	10-30 сек	110-120%	20-50%	95-102%	40-50%	1:2	2-8 мин (включая работу и отдых)	1-6	2-3:1 для длинных серий (4-8 мин)
	Норм	10-30 сек	100-110-%	10-20%	85-95%		1:1			
	Экст	10-45 сек	90-100%	0-10%	75-85%		2:1			
			80-90%		65-75%					

\* Из-за коротких интервалов работы и отдыха потребление  $O_2$  во время отдыха не успевает падать и в течение всей серии постепенно растет. Поэтому в коротких интервалах мы считаем **суммарную длительность серии, включая и интервалы работы, и интервалы отдыха.**

Можно использовать разные параметры предписания:

- МАЭС/МАЭМ – максимальная аэробная скорость/мощность
- АРС/АРМ – анаэробный резерв скорости/мощности
- IFT – скорость в тесте 30-15IFT (30-15ИФТ)

### 6.1.1.

#### Изменение интенсивности внутри интервала

Наиболее распространенный вариант выполнения интервальной работы – поддержание равномерной целевой мощности в течение всего отрезка работы. Но применяются и варианты с изменением интенсивности<sup>98</sup>.

**Первый вариант: ступенчатое повышение интенсивности.**

В стандартном варианте, например, это был бы интервал 3 минуты на мощности 100%МАЭМ. При ступенчатом повышении интенсивности первая минута выполняется на 95%, вторая на 100%, третья на 105%. Такой подход позволяет учитывать замедленную кинетику  $O_2$  и соотносить рост доставки  $O_2$  с ростом его потребления. Для спортсменов, которых лимитирует именно система доставки  $O_2$ , такой подход может быть более эффективным, чем равномерная мощность интервала.

**Второй вариант: начало интервала с интенсивностью выше целевой и затем выход на целевую мощность.**

За счет более мощного начала работы ускоряется выход потребления  $O_2$  к пиковым значениям. Вместе с тем, вклад гликолиза в начале работы будет выше, что повышает нагрузку на дыхательную систему (выведение излишков  $CO_2$ ).

Такой подход более жесткий по интенсивности воспринимаемого напряжения.

Повышение интенсивности вначале интервала может иметь и тактическое значение: часто на старте гонки требуется ускориться, чтобы выиграть лучшую позицию, оторваться от основной массы соперников, пройти узкое неудобное место трассы без заторов и т.д.

Также возможны варианты с резким повышением интенсивности в конце интервала, с имитацией финишного спурта или обострения поединка в последние секунды раунда.

Тренировать выносливость в формате длинных интервалов можно для любых движений, которые возможно выполнять 5-15 минут. Это, прежде всего, локомоторные циклические упражнения – бег, бег на лыжах, академическая гребля, работа на эргометрах.

Но и некоторые стационарные упражнения тоже подходят. Самый понятный пример – это рывок гири, толчок гирь по длинному циклу и толчок гирь с груди. Каждое из упражнений выполняется в течение 10 минут во время соревнований, а значит, формат длинных интервалов в тренировке будет подходящим.

Берпи, выбросы медицинского мяча из седа в мишень, зашагивания на коробку, приседания без внешнего отягощения тоже относятся к этой группе. Для управления интенсивностью необходимо учитывать среднее количество повторений в минуту, с которым атлет способен работать на уровне МАЭМ.

Например, если спортсмен выполняет 200 рывков гири 24 кг за 10 минут, средний темп – 20 повторений в минуту (ПВМ). Если в течение 6 минут атлет способен выполнить

130 берпи, средний темп – 21-22 ПВМ. Эти показатели примерно равны 100%МАЭМ в конкретном упражнении, и при планировании интервалов с 90-120% интенсивность может меняться как раз за счет темпа.

В упражнениях с отягощениями помимо темпа можно варьировать вес снарядов, потому управление интенсивностью становится сложнее. Эти моменты будут рассмотрены в главе, посвященной высокоинтенсивному функциональному тренингу.

Длинные интервалы наиболее целесообразно использовать при подготовке к работе на уровне максимальной аэробной мощности или ниже. Если необходимо повысить работоспособность на более высоких уровнях мощности, выполняются короткие интервалы.

## 6.2.

### Анаэробный резерв мощности

Чем выше мощность работы относительно 100%МАЭМ, тем больше вклад анаэробного энергообеспечения. Разница между пиковой мощностью и максимальной аэробной мощностью называется **анаэробным резервом мощности** (АРМ):  $АРМ = МСМ - МАЭМ$ .

Аналогично, разница между максимальной спринтерской и максимальной аэробной скоростью называется анаэробным резервом скорости (АРС).

Чем выше анаэробный резерв (АРС/АРМ) спортсмена, тем лучше он способен переносить кратковременные высокоинтенсивные эпизоды.

Давайте рассмотрим пример двух спортсменов на рисунке 36. Максимальная аэробная скорость в беге у них одинаковая (5 м/с), а вот спринтерская скорость разная: у первого спортсмена 8 м/с, а у второго – 10 м/с.

Если необходимо бежать на 120%МАЭС (6 м/с), то степень напряжения для каждого из них будет разной.

Для первого окажется, что это 33% АРС:  $(6-5) : (8-5) = 1 : 3$ .  
Для второго – 20% АРС:  $(6-5) : (10-5) = 1 : 5$ .

То есть у второго спортсмена вклад анаэробной системы при выполнении той же работы существенно ниже, чем у первого.

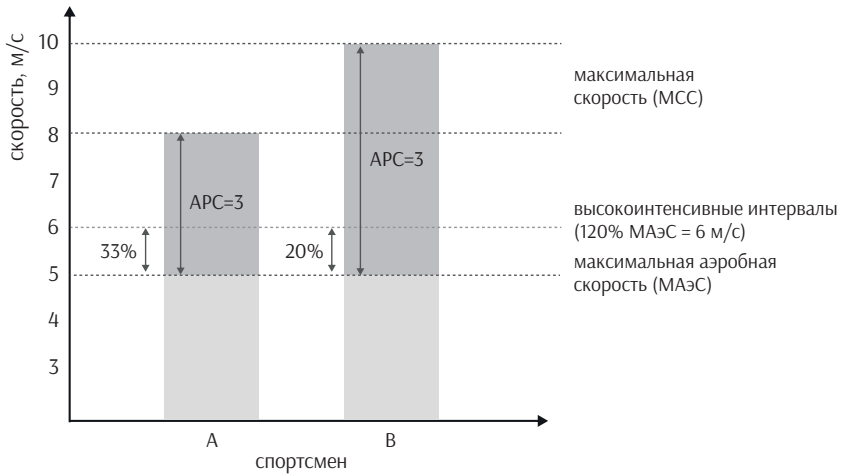


Рис. 36. Разница в величине анаэробного резерва у двух спортсменов дает разную степень напряжения всех систем организма при работе на высокоинтенсивных интервалах.

Для первого спортсмена каждый такой высокоинтенсивный эпизод будет требовать околопредельного напряжения нервной системы, рекрутирования большего объема мышечной массы, что негативно скажется на способности воспроизводить такие усилия и затянет восстановление.

Более высокий АРС/АРМ позволяет улучшить результаты в суб- и околмаксимальной анаэробной зоне предельной длительности. Есть данные, которые показывают, что при беге на 800 м лучшие результаты у спортсменов с более высоким анаэробным резервом скорости<sup>99</sup>.

Также показано, что существует прямая связь между %АРМ и предельной продолжительностью работы на заданной мощности. У спортсменов могут быть очень разные сочетания уровня аэробной и предельной мощности

и, соответственно, разные абсолютные значения анаэробного резерва. Однако на том же %АРМ спортсмены смогут проработать до отказа одинаковое время<sup>100</sup> (рис. 37). Это означает, что можно дозировать интенсивность и продолжительность работы по % от АРМ.

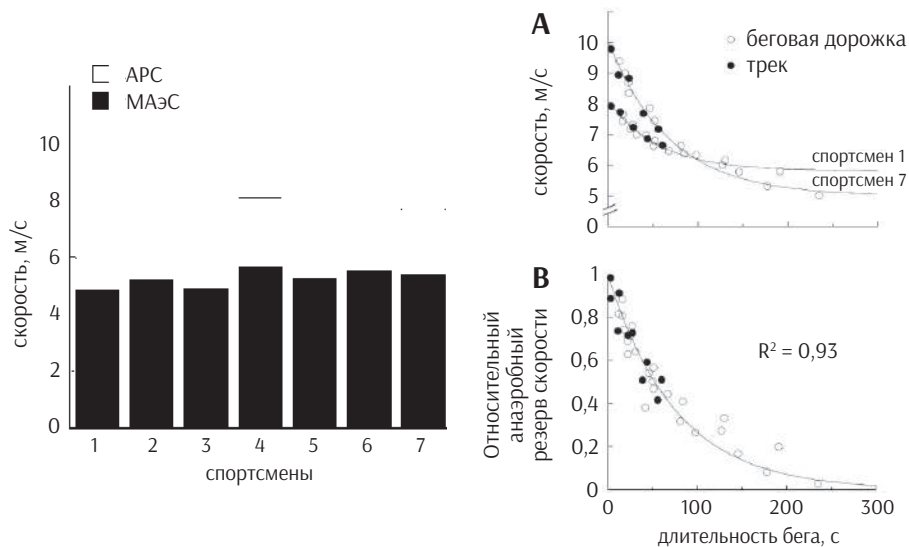


Рис. 37. У испытуемых разные показатели максимальной спринтерской и аэробной скоростей. Однако, если интенсивность бега дозировать по индивидуальному значению АРС, предельная длительность бега на заданной интенсивности схожа.

В режимах работы выше мощности МПК, когда вклад гликолиза в энергообеспечение возрастает, контроль через АРМ позволяет точнее управлять мощностью и лучше дозировать нагрузку. Особенно ценно это может быть в групповом командном формате в игровых видах спорта. Еще один плюс АРМ — этот показатель учитывает аэробные качества



спортсмена при работе в зонах суб- и околوماксимальной мощности.

Для того, чтобы узнать АРМ, необходимо протестировать и максимальную аэробную, и максимальную спринтерскую мощность (или скорость). Формула расчета требуемой интенсивности выглядит следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{Мощность работы} &= \text{МАЭМ} + \text{АРМ} * \% \text{АРМ}, \\ \text{где АРМ} &= \text{МСМ} - \text{МАЭМ} \end{aligned}$$

## 6.3.

### Длинные интервальные спринты

В англоязычной литературе короткие интервалы субмаксимальной мощности именуются двумя разными обозначениями:

- При длительности работы от 3 до 15 сек метод носит название **«повторный спринтерский тренинг»** (RST, repeated sprints training).
- Субмаксимальные интервалы длительностью от 20 до 40 сек называют **«спринтерский интервальный тренинг»** (SIT, sprint interval training).

Такое разделение по названиям не имеет логичного объяснения и вызывает путаницу, в том числе в научной литературе.

В данной книге понятие «спринты» будет использоваться для обозначения субмаксимальных усилий любого характера, от бега до работы на лыжном тренажере:

- усилия до 15 сек будут называться **«короткими интервальными спринтами»**
- усилия от 20 до 40 сек – **«длинными интервальными спринтами»**.

Длинные интервальные спринты позволяют улучшить мощность нервной импульсации и рекрутирование ВПДЕ,

повысить емкость буферных систем<sup>101</sup>. Также длинные интервальные спринты улучшают потребление кислорода<sup>102</sup> и способствуют увеличению митохондриальной массы и проращению капиллярной сети в высокопороговых двигательных единицах<sup>103</sup>.

В сравнении с короткими интервальными спринтами, длинные вызывают более выраженный ацидоз и нагрузку на буферные системы.

Такие интервалы рекомендуется выполнять или на максимальной интенсивности, или на определенном субмаксимальном уровне мощности. В любом случае, это околопредельная мощность, создающая огромный энергозапрос, и на которой возможно проработать не дольше 2 минут.

В тренировках на такой интенсивности восстановление кардинально зависит от аэробных возможностей. Это касается и срочного восстановления между интервалами, и восстановления после тренировки. Показано<sup>104</sup>, что у спортсменов с относительно низкой долей окислительных волокон восстановление максимальной произвольной силы после субмаксимальных анаэробных усилий может занимать до трех раз больше времени по сравнению с более аэробно подготовленными спортсменами.

По этой причине контролировать интенсивность представляется рациональным не по показателю максимальной спринтерской мощности, а с учетом аэробных возможностей, то есть по параметру APM.

Индивидуализация необходима и в отношении интервалов отдыха. Стандартное соотношение работы к отдыху 1:6-8. Этого вполне хватает для аэробно подготовленных спортсменов (с высокой МАЭМ), но может не хватить мощным атлетам с недостаточными аэробными возможностями. Для таких спортсменов соотношение может составлять и 1:8-12.

Это означает, что на каждые 30 секунд околопредельной работы при соотношении 1:6-8 отдых составит 3-4 минуты, а при соотношении 1:8-12 – 4-6 минут. Мерилом достаточности отдыха всегда является способность воспроизводить требуемую мощность от интервала к интервалу. Если мощность неконтролируемо падает более, чем на 15-20%, целесообразно либо увеличить отдых, либо прекратить тренировку.

Поскольку отдых требуется достаточно долгий, часто его делают активным, продолжая легко двигаться для более быстрой утилизации метаболитов и лактата. Однако надо учитывать, что активный отдых, с одной стороны, приводит к лучшему развитию аэробных качеств, но с другой – ухудшает мощность на последующих спринтах и может негативно повлиять на способность повторно воспроизводить околопредельную мощность (рис. 34).

В случаях, когда спортсмен сильно ограничен в тренировочном времени, возможно совмещение равномерного низкоинтенсивного метода с интервалами около- и субмаксимальной анаэробной мощности, в результате чего получается непрерывный переменный метод. Подобное смешение

интенсивностей работает еще лучше, если мышечные группы в методах не пересекаются (бег в равномерном методе и подтягивания в длинных интервальных спринтах), и будет рассмотрено в разделе про высокоинтенсивный функциональный тренинг.

Что касается дозировки, то можно начать с 4 интервалов по 15 секунд. В литературе часто рекомендуется работать «на полную мощность», но это может приводить к сильному падению мощности в последующих интервалах. Выполнение интервалов с максимальной мощностью (в стиле Вингейт), которое часто рекомендуется в исследованиях, создает риск того, что после первого такого интервала спортсмен не восстановится не то, что через 3, но и через 5 и 8 минут. Если целевые двигательные единицы выключатся после первого интервала («закиснут») и не вернуться в активное состояние к следующему — работа будет выполняться менее мощными двигательными единицами, интенсивность просядет неконтролируемо. К тому же, тренировка будет сопровождаться крайне негативными субъективными ощущениями.

При использовании этого метода лучше начинать с конкретного уровня мощности, который необходимо выдерживать в течение всего интервала. Это позволит выполнить работу в целом более качественно, а также при планировании выстроить плавную прогрессию по объему и интенсивности.

Для дозирования мощности и выстраивания прогрессии можно использовать таблицу ниже.

	Длит-сть интервала	АРМ	Отдых		Р:О	Кол-во интервалов в серии	Кол-во серий	Отдых между сериями		
Интенсивные	15 сек	77-82%	>3 мин	пассивный/активный	1:6-8+	3-8	1-3	5-10 мин		
	20 сек	72-77%								
	30 сек	63-68%	>4 мин			3-6				
	45 сек	51-56%	>5 мин							
Экстенсивные	15 сек	54-66%	>2 мин		1:4-6-	5-12	1-4	4-6 мин		
	20 сек	50-62%								
	30 сек	44-54%	>3 мин			5-10				
	45 сек	36-45%	>4 мин							

Ранее считалось, что работа на околопредельной мощности и таком закислении может вызывать разрушение митохондрий. Однако этому мнению нет доказательств. Во-первых, митофагия – естественный процесс обновления митохондрий, происходящий в любом случае. Во-вторых, наоборот, в ВПДЕ показано увеличение количества и размера митохондрий после длинных интервальных спринтерских тренировок<sup>105</sup>.

Тем не менее, поскольку реализация метода сопряжена с предельным напряжением нервной системы (как и других систем), очень часто использовать его может быть рискованно с точки зрения восстановления и выполнения другой важной работы (скоростной, силовой, технико-тактической и т.д.).

Также важно помнить следующий момент: длинные интервальные спринты не развивают «анаэробную мощность или емкость» организма вообще. Адаптации локализованы в тех мышцах, которые выполняли работу<sup>106</sup>. Хоккеисту специфичнее работать на велоэргометре, а боксеру – на мешке, ручном эргометре или, в крайнем случае, аэробайке. Не стоит рассчитывать и на адаптацию ударного объема сердца: тренировочного стимула интервальных спринтов для этого явно недостаточно<sup>107</sup>.

Субмаксимальная и околомаксимальная анаэробная мощность требует предельной работы гликолиза и достаточных запасов гликогена. Если в диете спортсмена углеводов не хватает (как в кето-диете, например), то к применению длинных интервальных спринтов рекомендуется подходить с осторожностью. Однако, если спортсмену в избранном виде спорта требуется работать на подобных уровнях мощности, высокое содержание углеводов в рационе – это необходимость, а не опция.

## 6.4.

### Короткие интервальные спринты

В работе максимальной и околوماксимальной анаэробной мощности имеется очень явный предел длительности — от 3 до 20 секунд в зависимости от интенсивности. Обычно в этой зоне задача либо в том, чтобы повысить мощность работы (скоростной / силовой / мощностной резерв), либо чтобы ускорить восстановление для повторного проявления сопоставимых околореальных усилий.

Повышение потолка скорости или мощности требует полного восстановления центральной нервной системы и нервно-мышечной системы.

Развитие способности к повторному воспроизведению субмаксимальных усилий тренируется методом коротких интервальных спринтов<sup>108</sup>.

Интенсивность работы колеблется от 80% максимальной спринтерской мощности и выше. Продолжительность рабочих интервалов — от 2 до 8 секунд. Длительность интервалов отдыха может быть в 20 раз больше интервала работы. Количество интервалов — от 6 до 30.

Суть метода состоит в многократном повторении последовательности: максимальная нервная импульсация → рекрутирование наиболее быстрых и мощных ДЕ → максимальный



кратковременный энергозапрос → расход АТФ и креатинфосфата → восстановление АТФ и КФ за счет аэробной и гликолитической систем.

Длит-сть интервала	МСМ	АРМ	Отдых		Р:О	Кол-во интервалов в серии	Кол-во серий	Отдых между сериями
2 сек	97-100%	92-97%	20-30 сек	пассивный/ активный	1:5-20	6-30	1-5	5-10 мин
4 сек	92-97%	90-95%	20-40 сек		1:5-10			
6 сек	90-92%	87-92%	20-60 сек		1:4-10			
8 сек	87-90%	85-90%	25-80 сек		1:3-8			

В результате коротких интервальных спринтерских тренировок улучшается потребление кислорода и капилляризация ВПДЕ работающих мышц, повышается вклад окислительной системы в ресинтез креатинфосфата, скорость выведения лактата из волокон в кровоток, емкость буферных систем.

Все это приводит к тому, что спортсмен улучшает способность снова и снова воспроизводить короткие субмаксимальные усилия и быстро восстанавливаться между ними. Для единоборств и игровых видов спорта это одна из ключевых способностей.

Дозировка интенсивности возможна на основании максимальной спринтерской мощности или анаэробного резерва. Второй вариант, как было сказано ранее, учитывает аэробные возможности спортсмена. Использование АРМ

может быть более целесообразным, поскольку восстановление между интервалами работы напрямую зависит от аэробных возможностей спортсмена.

Как и с длинными интервальными спринтами, следует помнить о локальности адаптаций: не организм вообще, а именно те мышцы, которые выполняют работу, будут получать стимул для адаптации. По этой причине крайне важно правильно выбирать упражнения для реализации метода, отдавая предпочтение наиболее специфичным для данного вида спорта. В качестве ориентира при составлении тренировки из коротких интервальных спринтов можно использовать таблицу выше<sup>96</sup>.

## 6.5.

### Аэробно-силовой метод

Аэробно-силовой метод еще называют «высокоинтенсивным непрерывным методом». В названии, казалось бы, противоречащие друг другу концепции: мы уже обсуждали, что на высокой интенсивности невозможно работать непрерывно долго, именно потому и используются интервалы отдыха.

Но что, если отдых будет после каждого мышечного сокращения? Возьмем для примера греблю на эргометре Concept 2 в темпе 12 гребков в минуту на дампере 10 и с максимальной возможной мощностью каждого гребка. Сам гребок занимает в районе секунды. Остальные 4 секунды — подготовка к следующему гребку, по сути, отдых. Получается, что работа вроде как непрерывная, и в то же время прерывается после каждого повторения.

Аэробно-силовым метод называют потому, что такое частое чередование мышечных сокращений и отдыха позволяет использовать традиционно силовые режимы для развития аэробных качеств ВПДЕ.

Каждое интенсивное повторение требует расхода АТФ и КФ. Ресинтез КФ начинается при первой возможности, за счет аэробной и гликолитической систем. А их вклад, как известно, определяется совокупностью факторов, от капиллярной сети и митохондриальной массы до активности окислительных и гликолитических ферментов.

Одно интенсивное мышечное сокращение создает небольшой энергозапрос. Расслабление после сокращения обеспечивает наилучшие условия для кровоснабжения работавших волокон, окисления пирувата и выведения лишнего лактата и метаболитов в системный кровоток.

В итоге, с одной стороны, работа выполняется высокопороговыми двигательными единицами, а с другой – физиологически это достаточно благоприятные условия для работающих двигательных единиц за счет отдыха после каждого повторения.

Метод позволяет развивать окислительные возможности ВПДЕ (митохондрии, капиллярная сеть, ферменты), а также повышать скорость выведения лактата из мышечных волокон и его утилизации в системе. Большое количество выполняемых повторений позволяет отточить нюансы техники, в том числе подготовительную и заключительную фазы. Длительное время работы также может позитивно влиять на рост ударного объема сердца (по крайней мере, у новичков и спортсменов-любителей).

Важная составляющая метода – исключение эксцентрической фазы движений. Наличие эксцентрики повышает механическую стоимость работы и может вызывать послетренировочную мышечную боль. Отсечение эксцентрической фазы позволяет набирать большой объем работы даже со штангой без риска перегрузки опорно-двигательного аппарата.

Общая ИВН такой работы – 6-7. ЧСС держится в районе 75-85% от максимальной. Упражнения выполняются с темпом в 5-15 повторений в минуту. Суммарная длительность

работы на мышечную группу в серии до 20-30 минут. Для силовых упражнений интенсивность – в районе 30-50% от 1ПМ, но при этом концентрическая фаза выполняется с высокой скоростью, для рекрутирования ВПДЕ.

Для данного метода подойдет любые тренировочные средства, которые можно выполнять циклически и при этом без негативной (эксцентрической) фазы. Возможна реализация как в интервальном формате, так и в смешанном, с чередованием мышечных групп.

1	<b>4 интервала:</b> 5 мин гребля, 2 мин отдых Темп 12 гребков/мин, дампер 10, максимальная мощность гребков
2	<b>4 раунда:</b> 4 мин гребля на Concept 2, 12 гр/мин, дампер 10, 1 мин отдых 4 мин работа на лыжном тренажере Skierg, 15-20 гр/мин, дампер 10, 1 мин отдых

Второй пример относится уже к группе смешанных методов, комбинирующих в тренировке чередующуюся работу нескольких мышечных групп.

Метод удобно использовать во втягивающем периоде как подготовку к более интенсивным коротким и длинным интервальным спринтам. Также он может применяться и в соревновательном периоде в качестве поддерживающего, минимально конфликтуя со спортивно-специфичной работой по причине отсутствия эксцентрики и умеренной ИВН.

## 6.6.

### Расчет показателей интенсивности и объема работы

Если известны значения мощности МАЭМ, МСМ, АРМ, то далее достаточно просто рассчитать целевую мощность интервала или продолжительность рабочих отрезков.

1	<p>Байкэрг х5 3:3, 95%МАЭМ МАЭМ = 330 Вт</p> <p><b>Задача:</b> определить, какую мощность необходимо держать в течение 3 минут работы. Рабочая мощность на интервале = <math>330 \cdot 95\% = 330 \cdot 0,95 = 313</math> Вт.</p>
2	<p>Бег, 8*400 м, 100%МАЭС МАЭС = 4.6 м/с</p> <p><b>Задача:</b> определить, сколько времени займет бег 400 м на скорости 4.6 м/с. Целевая продолжительность отрезка = <math>400 / 4.6 = 86</math> секунд = 1 мин 26 сек.</p>
3	<p>Скиэрг, 2 серии, 8*15":15", 40%АРМ МАЭМ = 250 Вт, МСМ = 625 Вт</p> <p><b>Задача:</b> рассчитать интенсивность работы через резерв анаэробной мощности. Мощность = <math>250 + (625 - 250) \cdot 0,4 = 400</math> Вт.</p>

Что лучше: дозировка объема работы по продолжительности интервала (в минутах и секундах) или по размеру отрезка (в метрах, калориях)? Принципиальной разницы нет, это два способа оформления, «упаковки» работы. В разных ситуациях удобнее тот или иной подход.

Если работа дозирована по времени интервалов, это позволяет очень удобно организовывать и персонализировать тренировку больших групп. Команду из 30 человек после тестирования можно распределить на 3-4 группы по максимальной аэробной скорости бега (условно, для примера, 4 м/с, 4,5 м/с, 5 м/с, 5,5 м/с). Тогда один протокол можно использовать для всей команды. Например, 10 интервалов по 15 секунд бега на 120%МАЭС через 30 сек отдыха. За одинаковый интервал времени первая группа будет пробегать 60 м, вторая 67,5, третья 75 м и четвертая 82,5 м. Достаточно расставить конусы на поле для каждой из четырех групп, и далее все работают по одному сигналу.

В тренировке индивидуальных спортсменов возможен любой формат. Легкоатлеты традиционно выполняют фиксированные отрезки бега. В манеже это делать гораздо удобнее, чем отмерять работу по продолжительности интервала.

На эргометрах возможны оба варианта оформления интервалов, принципиальной разницы нет.

## 6.7.

### **Поправки потерь времени на старте и при сменах направлений в челночном беге**

В коротких и длинных интервальных спринтах, если речь о беге, предполагается старт сходу. Это означает, что к моменту пересечения стартовой линии спортсмен уже бежит на достаточно высокой скорости и целевой отрезок пробегает с максимальным качеством.

Если стартовать с места, то первые 10 метров будут медленнее последующих 10-метровых отрезков примерно на 0,6-1,0 сек. В случае, когда надо развивать действительно высокую скорость и по сигналу таймера успевать добежать до финишной линии, старт с места может привести к незапланированному завышению интенсивности.

По этой причине важно делать поправку на старт с места при расчете длины отрезка. Для этого из фактической длительности интервала вычитается время, затраченное на набор скорости. В среднем берется 0,7 сек для спортсменов среднего веса и 1,0 сек для тяжеловесов (более 100 кг), а также при беге на покрытиях с недостаточным сцеплением.

Рассмотрим на примере:



$MCC = 9 \text{ м/с}$ ,  $МАЭС = 5 \text{ м/с}$ ,  $APC = 9 - 5 = 4 \text{ м/с}$

**Задание:**  $10 \cdot 6$  секунд бега на скорости  $90\%APC$ , отдых  $60 \text{ сек.}$

При старте сходу длина отрезка составит:  $6 \cdot (5 + 4 \cdot 0.9) = 51.5 \text{ м}$  – за 6 секунд нужно пробегать такой отрезок.

При старте с места необходимо учесть поправку на потерю времени на разгон:  $(6 - 0.7) \cdot (5 + 4 \cdot 0.9) = 45.5 \text{ м}$  – за 6 секунд нужно пробегать меньший отрезок, так как мы учли, что в начале скорость ниже.

Разница получается в  $10\%$ , что никак нельзя считать несущественным. Чем выше интенсивность работы и короче отдых, тем важнее учесть потери времени на разгон.

На эргометрах тоже будут потери времени на набор скорости. Но на эргометрах обычно работа выполняется в течение заданного времени на требуемом уровне мощности (в Вт). Соответственно, если предполагается работать 6 сек на  $90\%APM$  – достаточно просто заложить 1-2 сек на набор мощности и прибавить к длительности интервала.

Что касается бега, то в челночном исполнении требуется еще и вносить коррекции на потерю времени на развороте (также  $0,7-1,0 \text{ сек.}$ ). Для спортсменов игровых видов спорта челночный бег является одним из наиболее специфичных средств тренировки выносливости (после технико-тактических практик по виду спорта). Челночный бег включает в себя фазы разгона, торможения и смены направлений, что с точки зрения биоэнергетики и работы обслуживающих систем гораздо лучше воспроизводит особен-

ности игровых видов, в отличие от гладкого бега с постоянной скоростью.

Использование челночных тестов, таких как Бип тест или 30-15 ИФТ, позволяет получить значения максимальной аэробной скорости, учитывающие метаболические особенности смены направлений. Дальше эти значения очень удобно использовать в интервальных тренировках с челночным бегом.

При расчете продолжительности отрезка или целевой дистанции необходимо понять количество челноков (и разворотов).

Рассмотрим на примере:

МАЭС = 4.8 м/с

**Задание:** 5 интервалов, 2 минуты бег челноками по 20-30 м на 105%МАЭС, 2 мин отдых активный на 50%МАЭС.

Если не учитывать потери времени на развороте, то получится, что за 2 минуты необходимо пробежать  $4,8 \cdot 1,05 \cdot 120 = 605$  м, то есть 20 челноков по 30 м.

20 челноков — это 19 смен направления. Вносим коррекции потери времени на развороте.

Для этого необходимо вычесть из запланированной длительности интервала (2 минуты) время, потерянное при разворотах (19 разворотов по 0,7 секунд):

$4,8 \cdot 1,05 \cdot (120 - 19 \cdot 0,7) = 538$  м, или 20 челноков по 27 м.

Снова получается разница в 10% между дистанцией без коррекций и с коррекциями. Очевидно, что если коррекции не вносить, то итоговая интенсивность окажется выше целевой (110%МАЭС вместо 105%МАЭС).

Рассмотрим еще один пример на двух разных спортсменах:

1 спортсмен: МАЭС 4.5 м/с, АРМ = 4 м/с, вес 100 кг

2 спортсмен: МАЭС 5.2 м/с, АРМ 4.2 м/с, вес 80 кг

Задание: 3 серии по 8 интервалов

15 сек бег на 40%АРМ с 1 разворотом, 15 сек отдых шагом.

Целевая дистанция отрезка:

1 спортсмен:  $(4.5 + 4 \cdot 0.4) \cdot (15 - 1.0) = 85 \text{ м} = 2 \cdot 42.5 \text{ м}$

2 спортсмен:  $(5.2 + 4.2 \cdot 0.4) \cdot (15 - 0.7) = 6.88 \cdot 14.3 = 98 \text{ м} = 2 \cdot 49 \text{ м}$

Этот пример наглядно демонстрирует, как будет выглядеть коррекция для спортсменов разного уровня подготовленности и весовых категорий, а также почему нельзя разных людей тренировать по одному протоколу без учета вышеприведенных переменных.



## Глава 7

---

# Высокоинтенсивный функциональный тренинг (ВИФТ)



Термин **ВИФТ** объединяет группу методов, использующих в качестве тренировочных средств как локомоторные, так и стационарные упражнения (берпи, приседания и т.д.). Чаще всего ВИФТ представляет собой смешанный формат, который комбинирует в одной тренировке попеременную работу нескольких мышечных групп.

К категории ВИФТ относятся и кроссфит-комплексы, и «советская круговая тренировка», и вообще любая смешанная мультимодальная работа.

Комбинирование нескольких упражнений, задействующих разные мышечные группы, позволяет решать несколько задач. Прежде всего, это экономия по времени. Например, необходимо развить локальную мышечную выносливость мышц-разгибателей ног и разгибателей плеча. Одним упражнением задачу не решить. Значит, придется выполнять два интервальных задания, например, на велосипеде и лыжном эргометре. Сделать это в одной тренировке можно, но неудобно, так как требует много времени.

Если таких задач у спортсмена относительно немного (как в триатлоне, где надо тренировать бег, велосипед и плавание), то работа на целевые мышечные группы распределяется по микроциклу.

Но когда необходимо тренировать выносливость всех основных мышечных групп, да еще и в разных упражнениях, то дней в микроцикле не хватит.

Комбинирование нескольких упражнений в один смешанный комплекс становится в этом случае удобным решением. В примере с байком и скиэргом, можно снизить длительность тренировки на 30-50%.

Последовательный вариант	Смешанный вариант
а. Байк, 8*1:1*105%МАЭМ б. Скиэрг, 8*1:1*105%МАЭМ  Всего 8*2+8*2 = 32 минуты работы	6-8 раундов:  1 мин байк 100%МАЭМ 1 мин скиэрг 100%МАЭМ 1 мин отдых  Всего 8*3 = 24 минуты работы

При чередовании работающих мышечных групп происходит несколько процессов. Во-первых, пока работают мышцы рук, мышцы ног могут восстанавливаться, и наоборот. В примере со смешанным форматом на каждую 1 минуту работы ног или рук приходится 2 минуты восстановления (1 минута частичного восстановления и 1 минута полного отдыха).

Во время работы рук, восстановление ног частичное, так как переключение с работы ног на работу рук приводит к перераспределению кровотока. В мышцах ног происходит локальная вазоконстрикция (сужение сосудов), в мышцах рук – вазодилатация (расширение сосудов).



Недостаток кровоснабжения означает, что окисление углеводов, выведение лишнего лактата и метаболитов будут ухудшены. Накопление метаболитов создает необходимость в активном буферировании и повышает нагрузку на дыхательную систему для выведения излишков неметаболического  $\text{CO}_2$ . Более интенсивная работа дыхательной мускулатуры также повышает запрос на кровоснабжение.

Таким образом, **в смешанной работе нагрузка на сердечно-сосудистую и дыхательную систему будет выше при сопоставимой работе исполнительного аппарата.**

По этой причине в примере снижена интенсивность (100%МАЭМ в смешанной работе против 105% в интервальной) и суммарный объем.

Подобно тому, как в ВИИТ активный отдых на 50%МПК снижает предельную продолжительность работы до отказа на треть (пример на рисунке 33), так и при чередовании работы мышечных групп и частичном отдыхе требуемый объем меньше.

Ниже будут рассмотрены основные соображения при планировании смешанной работы на выносливость.

## 7.1.

### **Алгоритм составления высокоинтенсивной функциональной тренировки**

Процесс составления высокоинтенсивного комплекса можно представить в виде 9 последовательных шагов:

- доступная суммарная продолжительность тренировки (от потребностей или от возможностей);
- задачи тренировки;
- общая интенсивность тренировочного комплекса;
- мышечные группы и двигательные навыки;
- интенсивность работы в каждом из упражнений;
- длительность каждого упражнения;
- отдых между повторным выполнением упражнений;
- формат предписания работы;
- общий объем работы.

#### **1. Доступная суммарная продолжительность тренировки**

В тренировке, полностью посвященной выносливости, доступного времени гораздо больше, нежели в составе тренировки комплексной направленности, где развиваются разные качества, и выносливость — лишь одно из них.

Условно можно выделить 2 сценария: без ограничения по времени и с ограничением. Если ограничений нет, то тренировочный комплекс составляется в соответствии с потребностями атлета, и можно переходить ко 2 пункту.

Но если есть только 15, 10 или 5 минут на тренировку выносливости — это кардинальным образом определяет дальнейшие решения. У обычных людей и спортсменов-любителей ограничения по времени существуют в большинстве случаев.

Длительность тренировки влияет на то, сколько мышечных групп или упражнений целесообразно использовать. Какие методы подходят наилучшим образом, и какие задачи реалистично решать.

В таблице ниже отражены принципы планирования в зависимости от имеющегося времени на тренировку выносливости.

	20+ мин	15-20 мин	10-15 мин	5-10 мин	3-5 мин
<b>Методы</b>	Интервальный (длинные и короткие интервалы) Интервально-круговой (2:1, 1:1, 1:2-3) Круговой		Интервальный (длинные интервалы 1:1, 2:1, короткие интервалы) Интервально-круговой (1:1, 2:1) Круговой	Круговой Интервально-круговой (2-4:1) Интервальный (короткие интервалы)	Круговой Интервальный (короткие интервалы tabata-стиль, 1:1, 2:1)
<b>ИВН</b>	от 6 и выше		от 7 и выше	от 8 и выше	от 9 и выше
<b>Двигательные единицы</b>	НПДЕ ВПДЕ (в зависимости от приоритета)		ВПДЕ (НПДЕ не приоритет)	ВПДЕ	ВПДЕ
<b>Дыхание</b>	Выносливость дыхательных мышц Разнообразие дыхательных шаблонов			Выносливость дыхательных мышц на предельной мощности легочной вентиляции	

	20+ мин	15-20 мин	10-15 мин	5-10 мин	3-5 мин
Сердечно-сосудистая система	Умеренная нагрузка Ударный объем 80-90% ЧСС <sub>макс</sub>	Высокая нагрузка 90-95% ЧСС <sub>макс</sub>		Предельная нагрузка 95-100% ЧСС <sub>макс</sub>	
Техника	Закрепление основ техники	Стабилизация техники в условиях системного и локального утомления		Стабилизация техники в условиях максимальной легочной вентиляции и темпа движений	
	Вариативность техники (наработка)	Вариативность техники (использование по мере утомления)			
	Экономичность техники (наработка, избирательные акценты)	Экономичность техники (реализация с учетом скорости движений)			
Количество упражнений	2-4 (больше при обходе дефицита оборудования в группе)	2-4 (больше при обходе дефицита оборудования в группе)	2-4	1-3	1-2

Чем меньше длительность тренировочного комплекса, тем выше должна быть его интенсивность. Иначе существенных физиологических сдвигов систем организма не достигнуть. А значит, не будет адаптации. Если доступно всего 5 минут, классический пример тренировки в этом случае – интервалы по протоколу Табата (8 интервалов, 20 сек работы на 170%МАЭМ на велоэргометре, 10 сек отдыха). Коротко, очень больно, достаточно эффективно.

Если имеется 10-15 минут, то доступно гораздо большее разнообразие режимов, как видно по таблице выше.

## **2. Задачи тренировки**

Следующий шаг – определиться с задачами, которые должна решить такая тренировка. Условно можно выделить 2 большие группы задач: физиологические и технико-тактические. Среди физиологических задач могут быть адаптации сердечно-сосудистой системы, контроль и эффективность дыхательной системы, локальная мышечная выносливость низкопороговых или высокопороговых двигательных единиц, а также респираторных мышц, создание существенного энергозапроса для дополнительного жиросжигания.

Технико-тактические задачи зависят от уровня владения двигательным навыком и могут варьироваться от закрепления основ техники до стабилизации техники.

Могут быть ситуации, когда важны только физиологические адаптации (например, локальная мышечная выносливость). Тогда дальнейший выбор упражнений не особо важен, и будут использоваться наиболее простые упражнения. Если критически важно именно овладение двигательным навыком, будут использоваться специальные подводящие упражнения, и мощность работы отойдет на второй план.

В любом случае, когда ясны решаемые задачи, становится понятно и то, на какой интенсивности целесообразнее всего работать.

## **3. Общая интенсивность тренировочного комплекса**

Это параметр ИВН, интенсивности воспринимаемого напряжения всей работы. Этот показатель следует планиро-

вать заранее. Сначала необходимо решить, насколько тяжелой должна быть тренировка, и затем подбирать параметры интенсивности упражнений, их длительности, интервалов чередования.

Дело в том, что все тренировки в микроцикле не могут быть на ИВН 9-10, то есть на предельной интенсивности. Постоянная работа на предельной интенсивности не имеет большого смысла с точки зрения совершенствования двигательных навыков. Предельная ИВН также означает повышенный тонус симпатической нервной системы, недостаточное восстановление, послетренировочные мышечные боли.

Обычно в рамках микроцикла планируются 1-2 тренировочных комплекса на ИВН 8+, а остальные — с более низкой интенсивностью, во втягивающих, тонизирующих занятиях, при работе над техникой или другими избирательными стимулами.

Параметр ИВН соотносится с доступным тренировочным временем: если на развитие выносливости имеется всего 5-10 минут, мы вынуждены будем работать на околопредельной ИВН.

Но при доступной длительности больше 10 минут уже могут быть очень разные варианты.

#### **4. Мышечные группы и двигательные навыки**

К сказанному в разделе про интервальный тренинг следует добавить несколько дополнительных переменных. В смешанной работе необходимо учитывать наложение нагрузки между пересекающимися мышечными группами. Например,

сочетание «велосипед + скиэрг» имеет минимальный конфликт по мышечным группам. А сочетание «гребля + подтягивание» приведет к тому, что мышцы предплечья будут очень интенсивно работать в подтягиваниях и чуть меньше на гребле, но все же достаточно, чтобы утомление быстро накапливалось.

Любое наложение нагрузки в мышцах при чередовании упражнений означает ухудшенное восстановление, накопление метаболитов, быстрое снижение работоспособности этих мышц. Наличие пересечения по мышечным группам требует занижения интенсивности или увеличения интервалов между повторным выполнением упражнений.

Также важно понять количество упражнений. Чем меньше упражнений, тем чаще будут чередоваться мышечные группы. Если в задании всего 2 упражнения, соотношение работы и отдыха составит 1:1. При трех упражнениях без пересечения мышечных групп – 1:2.

Периодичность чередования мышечных групп может решаться дополнительными интервалами отдыха между упражнениями или раундами. Но что еще важнее при выборе количества упражнений – это то, получится ли набрать достаточный объем работы для каждой задействованной мышечной группы, чтобы получить локальный стимул.

**Стоит оперировать не упражнениями, а именно мышечными группами.** Если просто выбирать упражнения, можно допустить грубые ошибки.

Продemonстрируем это на примере комплекса из 10 упражнений, который составлен так, как это часто и бывает

в реальности: чтобы использовать все оборудование, имеющееся в зале, и распределить большую группу по станциям. Цель работы, которая при этом заявляется, звучит так: «офп», «функционал», «общая и локальная выносливость». То есть абстрактные слова ни о чем.

**2 круга: 30 сек работа, 30 сек отдых:**

1. Скручивания лежа на полу на пресс;
2. Выпады;
3. Подтягивания;
4. Отжимания в упоре лежа;
5. Запрыгивания на тумбу;
6. Прогулка фермера с гантелями;
7. Складка лежа на полу;
8. Челночный бег;
9. Броски слэмбола из-за головы в пол;
10. Прыжки через скакалку.

Если внимательно посмотреть на задание, станет видно, что за 20 минут работы каждое упражнение выполняется всего 2 раза по 30 секунд, а задействованные мышечные группы работают от силы две минуты, а то и одну. При этом темп выполнения можно задрать так, что субъективно 20 минут будут ощущаться достаточно тяжело. Это «тяжело» будет концентрироваться на уровне кардио-респираторной системы: обслуживающая система будет работать все 20 минут. Но локальный стимул тут будет только для полных новичков, для которых и подняться по лестнице — тоже вполне себе тренировочный стимул.



Это же ограничение относится к некоторым комплексам категории «чиппер» в кроссфите, особенно к той их части, что выглядит как один круг из 5-6 упражнений.

Пример:

**Выполнить максимум повторений за 14 мин:**

60 калорий гребля

50 подносов ног к турнику

40 бросков мяча в мишень

30 подъемов штанги с пола в стойку 61/43 кг

20 выходов силой на кольцах киппингом

Это задание из онлайн-этапа CrossFit Games. Это вполне хороший соревновательный комплекс, **тестирующий** и работоспособность кардио-респираторной системы, и локальную мышечную выносливость, и стабильность сложнокоординационных навыков на утомлении.

Но стоит рассмотреть задание в качестве тренировочного, и его эффективность резко снижается. Да, стимул для кардиореспираторной системы имеется. А вот с локальным стимулом сложнее. Каждое упражнение занимает 2-3 минуты. Интенсивность каждого из упражнений (кроме выходов силой) умеренная, на уровне МАЭМ. Объем работы для каждой из задействованных мышечных групп достаточный, чтобы закиснуть при выполнении и быть вынужденным разбивать подходы на микросерии, но недостаточный для улучшения локальной выносливости. Кроме новичков, которым и дрова пилить — тоже тренировка.

Количество мышечных групп и упражнений может не совпадать. С учетом всего того, что сказано про критерии упражнений в главе ВИИТ, можно составить и комплекс из 10 упражнений, решающий задачи, в том числе, локальной мышечной выносливости.

Пример:

**2 круга, 30 сек работы, 30 сек отдыха:**

1. Выпады шагами;
2. Складка лежа на полу;
3. Выпрыгивания из приседа;
4. Т-отжимания;
5. Зашагивания на тумбу;
6. Скручивания лежа на полу;
7. Выпады боковые;
8. Русские скручивания;
9. Выпады с выпрыгиванием;
10. Планка на предплечьях.

Несмотря на большое количество упражнений, тут всего две основные мышечные группы: мышцы живота и мышцы-разгибатели ног.

Подчеркнем: выбор упражнений = выбор работающих мышечных групп. Правильнее всего начинать составление комплекса с определения целевых мышечных групп, локальную выносливость которых планируется увеличить. Тогда сразу можно понять, будет ли локальное наложение нагрузки или нет. И если работа выполняется в условиях ограниченного оборудования или больших групп, легко подобрать

несколько вариантов упражнений, создающих схожую локальную нагрузку.

Еще один важный критерий при выборе упражнений – относительная техническая сложность. Сложность упражнений не является абсолютной: одному тяжело наклониться с ровной спиной, другой – на  $95\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$  безошибочно выполняет тяжелоатлетические рывки на 80% от 1ПМ.

Любой нестабильный двигательный навык на утомлении начнет распадаться. Целевые мышцы устают, включаются более «свежие» волокна в рамках мышечных групп. Техника меняется. Добавляются лишние движения. Нагрузка на обслуживающие системы растет, при том что мощность обычно все равно неконтролируемо падает. Деградация техники повышает нагрузку на отдельные ткани и в случае работы с большими отягощениями или высоким объемом увеличивает риски травматизации.

Для смешанной работы необходимо выбирать те вариации упражнений, которыми человек уверенно владеет. При нарастании утомления он должен быть способен сохранять контроль над техникой, сознательно компенсируя ее ухудшение. Тогда помимо выносливости будет нарабатываться и устойчивость двигательных навыков к неблагоприятным условиям.

Если же необходимо развивать выносливость в конкретных упражнениях, которыми технически спортсмен не очень стабильно владеет (как часто бывает в функциональном многоборье), то интенсивность отдельных упражнений, всей

работы и общий объем подбираются таким образом, чтобы не только тренировать работоспособность, но и совершенствовать конкретные компоненты техники.

На финальный выбор упражнений также будут влиять наличие оборудования и его достаточность для конкретного количества тренирующихся людей. Как действовать в этих условиях, будет рассказано позже.

### **5. Интенсивность работы в каждом из упражнений**

Интенсивность мышечного сокращения определяет его предельную непрерывную длительность.

Присед со штангой весом 90% от 1ПМ получится выполнить всего 3-4 раза (грубо, 10 секунд предельной работы). С 80% получится сделать уже до 10 повторений (около 30 секунд непрерывной работы без пауз в верхней точке). С 70%, в зависимости от характеристик подготовленности атлета, можно выполнить 20+ повторов (60-90 сек предельной длительности). Воздушные приседания (без внешнего отягощения) можно делать от 3 минут и до пары десятков минут для атлетов разного уровня подготовленности.

Интенсивность подбирается обычно в соответствии с тем, какие двигательные единицы и физиологические системы приоритетно тренировать (аналогично зонам мощности в разделе ВИИТ).

Для некоторых упражнений минимальная интенсивность фиксирована. Например, для гимнастических упражнений с отягощением собственным весом тела. При выполнении отжиманий в стойке на руках мышцы плечевого пояса должны генерировать усилие, достаточное для подъема 90+%

веса тела (за вычетом веса рук). И тут возникает критически важный момент для понимания.

Если стоит задача повысить результат в отжиманиях в стойке на руках, то сначала надо оценить, в какой зоне мощности выполняется эта работа у данного атлета. Если у спортсмена лучший показатель 40 непрерывных повторений без пауз в верхней и нижней точках, то для мышц плечевого пояса и рук это субмаксимальная анаэробная мощность (около 60 сек работы). Тут можно использовать повторный метод, длинные и короткие интервальные спринты и многое другое.

Если же лучший показатель — 8 повторений, то речь об околوماксимальной анаэробной мощности. 8 повторений — это фактически 80-82% от 1ПМ. В данном случае речь идет не о том, чтобы сделать мышцы более выносливыми. Их надо сделать сильнее, чтобы 80% от максимальной силы мышц плечевого пояса превратились в 70%. Тогда и количество повторений с 8 поднимется до 12-18. Тогда можно начинать думать и о локальной мышечной выносливости.

Если верить в классификацию, по которой существуют «упражнения на выносливость» в отрыве от интенсивности работы, то можно подумать, что pistolетик на одной ноге — упражнение на выносливость, и тренировать его надо соответственно. Но это некорректно. Есть примерная оценка, что в pistolетике каждой ноге необходимо в одном повторении проявлять силу, достаточную для перемещения около 84% веса тела<sup>109</sup>. Это эквивалент билатерального приседания со штангой на плечах с весом, равным собственно-

му весу тела. И если у человека 1ПМ в приседе со штангой на плечах равен всего 1,1-1,2 веса тела, то пистолетик будет трудновыполнимым силовым упражнением, для которого методы развития выносливости использовать бессмысленно.

Интенсивность мышечной работы определяет и предельную длительность подхода, и требуемое время для восстановления. Если интенсивность не учитывать, то все последующие параметры могут стать некорректными. А целесообразное индивидуализированное тренировочное задание может стать игрой на выживание.

Рассмотрим для примера один из классических кроссфит комплексов с убывающим количеством повторений, Фрэн:

**Выполнить за минимальное время:**

21 трастер со штангой весом 43/29 кг

21 подтягивание киппингом

15 трастеров

15 подтягиваний киппингом

9 трастеров

9 подтягиваний киппингом

В классических кроссфит-бенчмарках (тестовых комплексах) фиксирован объем повторений и сложность работы. Лучшие атлеты выполняют Фрэн в районе 2 минут. Для хорошо подготовленных это работа в зоне субмаксимальной анаэробной мощности, и после 2-2,5 минут работы спортсмен накапливает огромный кислородный долг и нуждается в достаточно длительном восстановлении.

Кроссфитеры элитного уровня выполняют задание за 2-2,5 минуты... и готовы сделать его еще пару раз. Это потому, что для них классический Фрэн – работа в зоне максимальной аэробной мощности, и за 2 минуты они устают не существенно. Для элитных атлетов штанга весом 43/29 кг – всего 20-30%1ПМ, а подтягиваний киппингом они могут сделать за подход 70-100.

Но поскольку это задание – бенчмарк, его выполняют и новички, и просто фитнес-клиенты.

Для фитнес-клиента среднего уровня это задание становится принципиально другим по энергообеспечению и воздействию. Представим мужчину с 1ПМ в трастере 80 кг, максимумом строгих подтягиваний 8, а киппингом до подборodka – 25.

Он будет работать с весом, равным 53% от 1ПМ. На адресалине начнет выполнять подходы без разбивки: 21 трастер, быстрый переход, 21 подтягивание. В случае трастеров 21 повтор на 53%ПМ – это, казалось бы, немного. Но при условии, что дальше будет полноценный отдых. 21 подтягивание занимает 20-30 секунд, а это означает, что 15 трастеров надо выполнять через очень короткий и неполноценный отдых для мышц ног и плеч.

Начав подход со штангой на 15 повторений, он с удивлением для себя обнаруживает, что штанга ощущается гораздо тяжелее, дыхание уже на предельной интенсивности. Приходится делать паузы со штангой над головой, а после 8 повторений и вовсе сбросить штанги и сделать небольшую паузу отдыха.

Добив 15 трастеров и вернувшись к турнику, спортсмен удивляется второй раз: подтягиваться непривычно тяжело. Это потому, что в первом раунде он выполнил практически отказной подход на 21 повтор. Восстанавливаться после такого околорексимального анаэробного отрезка надо в 6-10 раз дольше (3-5 минут). Но 15 трастеров даже с разбивкой занимают вряд ли больше минуты, да и качество этой минуты для восстановления разгибателей плеча и сгибателей предплечья далеко от идеального.

Потому после 5 подтягиваний придется прыгнуть с турника и отдыхать, а дальше и вовсе начинать дробить работу по 2-3 повтора.

9 трастеров и 9 подтягиваний проходят под девизами: «разбивать, но не очень часто», затем «разбивать часто, но не стоять долго», затем «просто дотерпеть».

Выполнив задание за 5-6 минут с кривой техникой, начинающий спортсмен падает на пол с гипервентиляцией и ощущением собственного геройства. Будет ли у такого задания тренировочный стимул? Какой-то будет, но точно не оптимальный.

С методической точки зрения, вот такое задание для такого человека – это грубая ошибка и нерациональный расход тренировочного времени.

### **6. Длительность каждого упражнения**

Если понятна индивидуальная интенсивность упражнения, примерно ясна и предельная длительность работы на такой мощности до отказа, и наоборот, по длительности отказной работы можно судить о зоне мощности. Можно с до-



статочной высокой уверенностью предположить, что с 70% от 1ПМ человек сможет без остановок проработать в равномерном темпе 60-90 сек. В то же время, если максимум отжиманий в упоре лежа на полу составляет 15 повторений – понятно, что работа происходит в субмаксимальной анаэробной мощности. Примерные соотношения мощности и предельной длительности работы представлены в таблице.

Предельная длительность работы	Длительность интервала в интервальной тренировке	Соотношение «работа:отдых»
до 10 сек	2-10 сек	от 1:5 до 1:20
30-60 сек	10-45 сек	от 1:6 до 1:10
90-120 сек	10-45 сек	от 1:3 до 1:6
120-150 сек	10-60 сек	1:2-1:4
3-5 мин	10-60 сек	2:1-1:3
6+ мин	1-5 мин	2:1-1:3

Также становится ясно, что если выполнить эти 15 отжиманий, то потребуется много времени для восстановления. Чем ближе отказ, тем длительнее требуемый отдых для повторения такой же работы. Также мы понимаем, что в смешанной работе восстановление никогда не будет полноценным, соответственно, почти всегда в следующем подходе не удастся выполнить такое же количество повторений.

В большинстве случаев длительность работы для упражнений в ВИФТ будет составлять 10-50% от максимальной длительности на этой мощности.

Чем более аэробной необходимо сделать смешанную работу, тем короче будут серии. Справедливо и обратное: чем лучше спортсмен развит аэробно, тем более длинные подходы в каждом упражнении он может выполнять, успевая при этом восстанавливаться к следующему раунду.

**Приближение к отказу в упражнении также может быть интересно в контексте не только развития локальной выносливости, но и мышечной гипертрофии.**

Одно не противоречит другому. Гипертрофия – процесс увеличения размера сократительных белков. Выносливость – способность этих белков сокращаться в условиях нарастающего утомления.

Для гипертрофии важно приближение к мышечному отказу, при котором в мышцах возникает существенное механическое напряжение. Также этому сопутствует метаболическое закисление. При условии, что для мышцы в рамках микроцикла достаточно такой работы по объему, гипертрофия будет происходить.

Тут необходимо сделать важное уточнение. Так же, как классическая силовая работа требует четкого технического исполнения, сочетание стимулов на гипертрофию в работе на выносливость тоже не терпит плохой технической реализации.

Как выглядит отжимание в упоре лежа в кроссфит-комплексе в 90% случаев? Либо нет касания грудью пола, либо нет разгибания рук в верхней точке. Когда повторений накапливается много, спортсмен начинает падать на живот и бедра, оставаясь прогнутым в пояснице. Если по условию

техники необходимо в нижней точке отрывать ладони от пола (для фиксации амплитуды), то часто вместе с ладонями поднимаются и стопы, атлет перекачивается на бедрах-животе и таким образом продолжает работу. Суть в том, что в таком случае целевые мышцы не нагружаются достаточно: слишком сильно изменяется техника.

Неправильный подбор длительности подходов проявляется в очень частых разбивках (исключением тут является только тактическая работа в кроссфите, где умение распределять силы и дробить длинные подходы — один из важных навыков, об этом будет сказано позже). Как в примере выше с Фрэнком в исполнении новичка: задание, которое предполагается выполнять слитно и очень быстро, превращается в работу с дроблением на короткие серии и долгими, мучительными паузами отдыха между ними.

Частые разбивки означают, что объем в упражнении для человека на данной интенсивности избыточный. Обычно это приводит к ярко выраженной послетренировочной боли и также вступает в конфликт с процессами гипертрофии. Во-первых, послетренировочная боль может потребовать дополнительного дня отдыха и, таким образом, нарушить структуру микроцикла и не позволить получить требуемую суммарную нагрузку. Во-вторых, послетренировочная боль сопровождается микроповреждениями мышечных волокон, восстановление которых требует аминокислот. Таким образом, возникает конкуренция за пластические ресурсы (сначала на восстановление микроповреждений и только потом — на строительство дополнительной мышечной массы).

Достижение отказа и частые разбивки приводят еще к одному негативному последствию: человек не способен контролировать эксцентрическую фазу движения и особенно торможение в ее нижней точке, так как силы мышц не хватает. Это повышает нагрузку на соединительные ткани, приводит к их чрезмерному использованию и повышает риск усталостных травм.

### **7. Отдых между повторным выполнением упражнений**

Соотношения работы и отдыха, приведенные в разделе ВИИТ, справедливы и для смешанной работы, но с коррекцией интенсивности в меньшую сторону, а отдыха – в большую. Связано это с нагрузкой на сердечно-сосудистую систему и недостаточной доставкой кислорода, а также с неполным восстановлением мышц при чередовании упражнений.

Но логика соотношений работы и отдыха остается той же. В рамках смешанной работы упражнения должны повторяться с такой периодичностью, чтобы получалось воспроизводить мощность и качество, и при этом тренировка не затягивалась по времени.

Один из признаков правильно подобранных параметров интенсивности, длительности упражнений и интервалов чередований – способность поддерживать мощность работы в циклических упражнениях, выполнять подходы стационарных упражнений без разбивок и не растягивать паузы при переходах между упражнениями.

### **8. Формат предписания работы**

Если продуманы главные переменные тренировки на выносливость (упражнения, интенсивность, время под нагруз-

кой, интервалы чередования), то выбрать вариант «упаковки» этой работы достаточно просто.

Тренировка может быть оформлена как интервальная, интервально-круговая или круговая.

Круговая тренировка может быть зафиксирована по количеству раундов и повторений (требуется выполнить определенное количество кругов за целевое время). Также круговая тренировка может быть фиксирована по времени работы (требуется выполнить как можно больше кругов за установленное время). Конкретный пример оформления – это частности, вопрос вкуса и параметр вариативности.

Ниже представлены несколько разных комплексов, сочетающих работу на байкэрге и скиэрге, на одинаковой мощности работы, но в разных форматах. Суммарная длительность тренировки, время под нагрузкой и отдых позволяют гибко реализовывать намерение и получать различные тренировочные эффекты.

№	Задача	Упр-ия и инт-ть	Длит-ть и ИВН	Формат	Суммарный объем
1	Втягивающая нагрузка, улучшение доставки $O_2$ к мышцам, потребление $O_2$	Скиэрг 100% МАЭМ  Байкэрг 100% МАЭМ	20 мин, ИВН 6-7	10 раундов:  10 калорий байкэрг (1200 ккал/час)  Отдых до конца минуты  8 калорий скиэрг (1000 ккал/час)  Отдых до конца минуты	5 мин байкэрг  5 мин скиэрг

№	Задача	Упр-ия и инт-ть	Длит-ть и ИВН	Формат	Суммарный объем
2	Работоспособность кардиореспираторной системы, потребление O <sub>2</sub>	Скиэрг 100% МАЭМ Байкэрг 100% МАЭМ	15 мин, ИВН 7-8	5 раундов: 20 калорий байкэрг 16 калорий скиэрг 1 мин отдых	5 мин байкэрг 5 мин скиэрг
3	Буферные системы, потребление O <sub>2</sub> , локальная выносливость дыхательных мышц	Скиэрг 100% МАЭМ Байкэрг 100% МАЭМ	10 мин, ИВН 8-9	8 раундов на время: 10 калорий байкэрг 8 калорий скиэрг	4 мин байкэрг 4 мин скиэрг
4	Работоспособность кардиореспираторной системы, потребление O <sub>2</sub> , буферные системы, ментальная устойчивость	Скиэрг 100% МАЭМ Байкэрг 100% МАЭМ	15 мин, ИВН 8-9	АМРАП 15 мин: 10 калорий байкэрг 8 калорий скиэрг	5-6 мин байкэрг 5-6 мин скиэрг
5	Буферные системы, максимальное потребление O <sub>2</sub> , ментальная устойчивость	Скиэрг 100% МАЭМ Байкэрг 100% МАЭМ	6 мин, ИВН 8-9	На время: 30-20-10 Калории байкэрг 20-16-12 Калории скиэрг	3 мин байкэрг 3 мин скиэрг

Представленные примеры заданий можно оформить и по-другому, как показано в таблице ниже. Это «упаковка» для стимула, не влияющая принципиально на тренировочный эффект конкретной работы.

№	Формат 1	Формат 2	Формат 3
1	10 раундов: 10 калорий байкэрг (1200 ккал/час)  Отдых до конца минуты 8 калорий скиэрг (1000 ккал/час)  Отдых до конца минуты	ЕМОМ 20 минут:  нечет: 10 калорий байкэрг  чет: 8 калорий скиэрг	10 интервалов:  30 сек байкэрг, 30 сек отдых  30 сек скиэрг, 30 сек отдых
2	5 раундов:  20 калорий байкэрг  16 калорий скиэрг  1 мин отдых	5 раундов:  20 калорий байкэрг  16 калорий скиэрг  Отдых до конца 3 мин	5 раундов:  20 калорий байкэрг  16 калорий скиэрг  Отдых 2:1
3	8 раундов на время: 10 калорий байкэрг  8 калорий скиэрг	8 раундов, раунд каждые 80 сек:  10 калорий байкэрг + 8 калорий скиэрг	АМРАП 10 мин:  10 калорий байкэрг  8 калорий скиэрг
4	На время: 30-20-10 Калории байкэрг  20-15-10 Калории скиэрг	АМРАП 6 минут:  20 калорий байкэрг  15 калорий скиэрг	3 раунда на время:  20 калорий байкэрг  15 калорий скиэрг

АМРАП – от английского AMRAP «as many rounds / reps as possible» – закончить как можно больше раундов / повторений за указанное время.

ЕМОМ – от английского EMOM «each minute on the minute» – каждую минуту в начале минуты выполняется указанное упражнение и дальше отдых до конца минуты.

Предписание объема работы можно задавать по времени или количеству повторений. При планировании смешанных комплексов интенсивность определяет время под нагрузкой для каждой мышечной группы. Это время под нагрузкой выражают или в длительности интервала работы, или в количестве повторений, которое за этот интервал можно успеть выполнить.

Предписание по времени означает, что при разном темпе выполнения движений можно успеть сделать больше или меньше повторений. Предписание по количеству повторений означает, что разница в темпе приведет к разному результату по длительности.

**10 раундов:**

30 сек берпи, 30 сек отдых

Темп на берпи может составлять от 2 до 5 секунд на повтор, количество берпи за 30 сек — от 6 до 15.

**10 раундов:**

10 берпи, 30 сек отдых

При разном темпе 10 повторений будут занимать от 20 до 50 сек.

Предписание по времени позволяет лучше управлять большой группой из людей разного уровня подготовленности. Еще предписание по времени эффективно в случаях, когда не совсем понятно, какое количество повторений будет оптимально для конкретного человека. В этом случае можно регламентировать темп выполнения упражне-



ния и дать указание остановить подход при замедлении темпа.

Предписание по количеству повторений позволяет точнее просчитывать суммарный объем работы и механическую нагрузку на суставы.

Предписание по времени или объему работы применяют и в отношении всего задания. Общая длительность может быть регламентирована по времени (выполнить максимум раундов и повторений за указанное время, *as many reps as possible*, AMRAP, АМРАП) или по количеству раундов (выполнить фиксированное количество раундов за минимальное время, *as fast as possible*, AFAP, АФАП).

Как и в предыдущем случае, фиксированное время создает сложности для учета объема, а фиксированный объем — для расчета общей длительности.

На самом деле, при грамотном подходе разница между двумя форматами не принципиальна. Расчет объема и длительности производится следующим образом:

- Учитывается средний темп в конкретном упражнении и количество повторений в раунде, что дает длительность чистой работы одного раунда;
- При каждой смене упражнений добавляется потеря времени 5 секунд;
- К итоговому времени добавляется 20% в качестве поправки на снижение темпа при утомлении.

Задание	Оценка времени или объема
<p>5 раундов на время:</p> <p>15 бросков мяча из седа в мишень</p> <p>10 берпи с боковым прыжком через гребной тренажер</p> <p>2 подъема по канату с ногами</p>	<p>Броски мяча – 30 сек</p> <p>5 сек переход</p> <p>10 берпи с боковым прыжком – 30 сек</p> <p>5 сек переход</p> <p>2 подъема по канату – 30 сек</p> <p>5 сек переход</p> <p>105 сек на раунд, +20% с учетом утомления</p> <p>130 сек раунд, 650 сек всего, итого 10:50 примерная длительность</p> <p>Ограничение по времени – 12 минут</p>
<p>АМРАП 10 мин:</p> <p>15 бросков мяча из седа в мишень</p> <p>10 берпи с боковым прыжком через гребной тренажер</p> <p>2 подъема по канату с ногами</p>	<p>С учетом расчетов выше, можно рассчитывать на 5+ раундов для самых подготовленных и чуть меньше 5 раундов в среднем</p>

Вне зависимости от подхода, целевые указания обычно включают ориентиры по требуемой мощности. При оформлении работы в AMRAP указывается примерное количество раундов, а при фиксации количества раундов – ориентир по времени и ограничение. Ограничение по времени ставится как «стоп-кран». Если в расчетах допущены ошибки

или состояние человека не позволяет ему поддерживать необходимую интенсивность, ограничение по времени не позволит 10-минутному заданию превратиться в 20-минутную попытку.

Такие расчеты возможны, только если удастся подобрать сложность в упражнениях под уровень подготовленности человека. В групповом формате это может быть проблемой. В примере выше расчеты не сработают, если дать слишком тяжелый мяч, если у человека избыточный вес и темп 3 сек на повтор в берпи невыполним, а навык подъема по канату с ногами просто отсутствует.

### **9. Общий объем работы**

При расчете общего объема работы необходимо разделять две составляющие: объем работы кардио-респираторной системы (по  $\%ЧСС_{\text{макс}}$ ) и объем работы каждой из задействованных мышечных групп. Эти два параметра учитываются и планируются по-разному.

Если необходимо в смешанном формате создать достаточный стимул для кардио-респираторной системы, необходима интенсивность выше  $90\%ЧСС_{\text{макс}}$  в объеме, сопоставимом с таковым в длинных интервалах МАЭМ (10-30 минут суммарно).

Объем работы мышечных групп учитывается в 2 аспектах: достаточное время под нагрузкой для адаптации и механическая стоимость работы.

Достаточное время под нагрузкой можно брать в таблицах интервальных методов соответствующих зон мощности. Механическая стоимость работы требует учета с точки

зрения безопасности. Уровень тренированности человека в значительной степени определяет способность его организма переносить тяжелую работу, особенно эксцентрические сокращения и ударную нагрузку.

Известны случаи, когда новички выполняли описанный выше комплекс Фрэн в первый раз, заменяя подтягивания на подтягивания с прыжком, и получали рабдомиолиз — острый некроз скелетных мышц. 45 подтягиваний с прыжком — казалось бы, крошечный объем. Но для организма человека, который только начинает тренироваться, это патологически избыточная нагрузка.

У упражнений без эксцентрики механическая стоимость работы гораздо ниже. Эргометры и стационарные упражнения с отсеченной эксцентрической фазой позволяют выполнять большие объемы работы без страха перегрузить опорно-двигательный аппарат.

Бег и стационарные упражнения с полным циклом движения требуют консервативного подхода к суммарному объему работы.

Суммарный объем работы также влияет на итоговый ИВН работы. Если объем в упражнении большой для конкретного человека, он неминуемо подойдет близко к мышечному отказу, а то и дойдет до него. Это всегда повышает субъективную интенсивность напряжения.

Если стоит задача развивать выносливость конкретных мышечных групп, нет привязки к конкретным упражнениям, и в наличии имеются эргометры, рекомендуется использовать их для смешанной работы. Это значительно упростит

процесс подбора интенсивности и объема и облегчит встраивание работы на выносливость в комплексный (а значит, конкурентный) тренировочный процесс. При работе на эргометрах интенсивностью легко управлять и дозировать ее на основании лучших индивидуальных показателей, техника простая, ударная нагрузка минимальная.

Далее мы рассмотрим разные частные случаи составления тренировок ВИФТ в зависимости или от фокуса тренировки или от условий.

## 7.2.

### **ВИФТ с фокусом на совершенствование техники**

Процесс овладения двигательным навыком можно условно разделить на несколько этапов:

#### ***1. Этап первоначального разучивания***

На этом этапе человек овладевает основами техники. Любые дестабилизирующие воздействия (в том числе процессы утомления) тут должны быть очень строго дозированы. Если человек только осваивает основы, обычно вопрос тренировки выносливости не стоит. На этом этапе очень важно не допустить закрепления грубых ошибок техники. По этой причине для развития выносливости гораздо эффективнее выбрать более простые циклические упражнения на эргометрах.

#### ***2. Этап дальнейшего совершенствования***

Когда человек овладел основами техники движения, наступает этап дальнейшего совершенствования. Тут допустимы и даже полезны методы тренировки выносливости умеренной интенсивности. Они позволяют развить экономичность движений, выделить и отшлифовать определенные компоненты навыков, наработать достаточный объем сенсорных коррекций, повысить локальную выносливость задействованных мышц в максимально специфичном режиме.

Лучший метод развития экономичности техники на данном этапе — **интервальный**. Выбирается 2-4 упражнения,

требующие технической отработки. Если упражнение сложнокоординационное – время работы в нем будет составлять 5-15 секунд. Более простые упражнения можно выполнять в диапазоне 15-30 секунд. Дольше не рекомендуется потому, что почти неминуемо повышение интенсивности из-за достаточно высокого локального энергозапроса.

Для каждого упражнения выделяются конкретные технические аспекты для совершенствования:

- расслабление мышц между циклами движения;
- контроль темпа выполнения упражнений с определенной скоростью;
- повышение предельного темпа выполнения упражнений с соревновательной амплитудой;
- экономичность подготовительной фазы упражнения;
- контроль пауз отдыха между ациклическими повторениями;
- вариативность дыхательных шаблонов.

Разберем на примере. Необходимо составить тренировочный комплекс умеренной интенсивности из 3 упражнений: гребля на Concept 2, берпи с касанием перекладины для подтягиваний, подъем по канату с помощью ног.

В каждом упражнении время под нагрузкой – до 30 секунд. Если упражнения выполнять по кругу без отдыха, интенсивность резко возрастет, поэтому между упражнениями отдых 1:1. Подъем по канату и гребля задействуют мышцы предплечья, потому между кругами можно добавить дополнительный отдых. Итого получаем формат одного раунда:

30 сек гребля, 30 сек отдых  
30 сек берпи, 30 сек отдых  
30 сек подъем по канату с ногами, 90 сек отдых

Без технических акцентов и интенсивности это описание не имеет смысла. Добавим детали:

30 сек гребля, мощность 90%МАЭМ

Частота гребков фиксирована для раунда и меняется от раунда к раунду 30-28-26-24-22-20-18 гребков/мин. Фокус на контроле одного уровня мощности при разной частоте гребков, 30 сек отдых

30 сек берпи

Координация дыхания с движением: при касании грудью пола — выдох, при подносе ног — вдох, при вертикализации корпуса и прыжке — выдох, при приземлении и опускании вниз — вдох, 30 сек отдых

30 сек статическое удержание захвата каната ногами с переменным висом на прямых и согнутых руках, 90 сек отдых

Остается решить, сколько раундов делать. Тут либо есть ограничение по времени из-за общей длительности тренировки (например, не больше 20 минут на блок), либо критерием объема выступает способность улучшать или поддерживать качество движения. В целом можно выполнить от 5 до 10 раундов, при условии сохранения качества движения и стабильной ИВН не выше 7.



С точки зрения «упаковки работы» и более экономичного ее описания, в данном случае можно применять формат ЕМОМ (each minute on the minute, или «в начале каждой минуты»). Этот формат означает, что упражнение выполняется в начале минуты в предписанном объеме, и далее до конца минуты следует отдых.

В данном примере это будет выглядеть так:

**ЕМОМ 20-40 минут (ИВН 6-7):**

1 мин: 30 сек гребля, 90%МАЭМ, старт с 30гр/мин, -2 гр/мин  
в каждом раунде

2 мин: 30 сек берпи, отработка 2 циклов дыхания на каждый повтор

3 мин: 30 сек отработка захвата ногами каната в висе на канате

4 мин: отдых

Наличие частых интервалов отдыха не только позволяет снизить общую интенсивность, но и дает возможность оценить технику, внести коррекции и улучшать технические детали от раунда к раунду.

Такой метод, акцентированный на совершенствовании технических и тактических (в плане способности распределять силы и варьировать энергозапрос) навыков, называется для простоты **«техничко-тактические интервалы»**.

Еще один подходящий метод – **аэробно-силовой**. Напомним, что в аэробно-силовом методе реализуется большой объем упражнений достаточно высокой интенсивности, и после каждого повторения дается отдых в 4-6 раз дольше. Аэроб-

но-силовой метод позволяет очень хорошо отработать две составляющие экономичной техники: расслабление после преодолевающей фазы и подготовительный этап движения.

#### 4-5 раундов:

20 становых тяг штанги со сбросом, 30%1ПМ

1 повтор каждые 6 сек (спуск к штанге с ровной спиной через сгибание бедер, на вдохе)

20 бросков медбола из седа в мишень 3 м без улавливания мяча,

1 повтор каждые 6 сек

1 мин отдых

В некоторых видах спорта (кроссфит, функциональное многоборье) требуется умение выполнять сложнокоординационные упражнения с высокой интенсивностью на утомлении. Для таких задач очень эффективен **метод коротких интервальных спринтов**. Речь идет о тяжелоатлетических и гимнастических упражнениях. Этот метод не только позволяет тренировать способность к повторным субмаксимальным усилиям, но и совершенствовать технику.

Упражнение выполняется в течение 2-10 секунд с интенсивностью 50-90% и отдыхом в 5-20 раз дольше. Отдых должен быть достаточно длительным, чтобы удавалось поддерживать и улучшать качество работы, однако при этом не до полного восстановления. ЧСС в такой работе не информативна, а вот ИВН должен оставаться на уровне 6-7.

	Пример	Пояснение
1	<p>8-10 интервалов:</p> <p>1.1.1 подъем на грудь в стойку и толчок 70%ПМ, со сбросом, отдых между подъемами на 1 цикл дыхания</p> <p>Отдых 90 сек между интервалами</p>	<p>Каждый повтор – подъем на грудь в стойку и без паузы на груди толчковый швунг. Сброс, отдых на вдох-выдох, на следующем вдохе спуск за штангой и следующий повтор.</p> <p>Задание позволяет отработать подготовительную фазу в подъеме на грудь, технику полного толчка, контроль пауз между повторами.</p> <p>% считаются от 1ПМ в швунге.</p>
2	<p>8-10 интервалов:</p> <p>3 рывка штанги в стойку ТнГ* + 1.1.1 рывки со сбросом быстрыми синглами, 50%ПМ</p> <p>Отдых до конца 2 минут</p>	<p>Каждый раунд включает 3 рывка с сопровождением штанги на спуске и без пауз на полу, и затем еще 3 рывка со сбросом.</p> <p>Задание позволяет отработать циклическую технику работы со штангой в рывке, переключение между 2 разными техниками выполнения, контроль пауз отдыха, отработку подготовительной и заключительной фаз движения.</p>
3	<p>ЕМОМ 16-20 минут</p> <p>1 мин: 2 рывка классических 75% со сбросом</p> <p>2 мин: 3 подъема на грудь и толчка ТнГ с этим же весом</p>	<p>Используется одна штанга, вес подбирается от актуального показателя в рывке.</p> <p>Задание сконцентрировано на переключении между двумя разными техниками.</p>

\* ТнГ (TnG, от английского «touch and go») – следующий повтор повторяется сразу после касания отягощением пола.

Качество техники – единственный важный критерий подбора характеристик протокола, а также суммарного итогового объема на этапе совершенствования навыков. Каче-

ство должно расти в процессе работы. Как только элементы техники нарушаются, и исправить это не получается, работа прекращается.

### **3. Этап стабилизации двигательного навыка**

Совмещать тренировку выносливости со стабилизацией двигательных навыков необходимо в видах спорта, тестирующих этот аспект. Например, в функциональном многоборье. В других видах спорта навыки отрабатывают и стабилизируют в спорт-специфичных тренировках.

Выше было сказано, что в смешанных тренировках необходимо учитывать наложение нагрузки на мышцы в разных упражнениях и стараться свести его к минимуму. Но в соревнованиях по функциональному многоборью задания часто построены от обратного и тестируют способность выполнять сложнокоординационные упражнения на фоне острого локального утомления от разных сочетаний.

Рассмотрим пример из 3 упражнений: подъемы корпуса на GHD, подъемы по канату с ногами и пистолетики. Все три упражнения задействуют сгибатели бедра и мышцы живота.

60 подъемов корпуса на тренажере GHD

6 подъемов по канату 4,5 м

60 пистолетиков попеременно

50 подъемов корпуса на тренажере GHD

5 подъемов по канату 4,5 м

50 пистолетиков попеременно

40 подъемов корпуса на тренажере GHD

4 подъемов по канату 4,5 м

40 пистолетиков попеременно

Подъем по канату с ногами при техничном исполнении (в 2 перехвата) занимает 10 секунд, включая спуск. Утомление сгибателей бедра и мышц живота приводит к неспособности поднять ноги высоко для захвата каната. Это увеличивает требуемое количество перехватов, время под нагрузкой для мышц предплечья и суммарный энергозапрос. И поскольку в пистолетиках свободную ногу надо удерживать над полом (за счет тех же сгибателей бедра и мышц живота), накопленное локальное утомление способно катастрофически снизить доступный темп работы.

Очевидно, что в подготовке к таким заданиям в первую очередь необходимо повышать локальную мышечную выносливость отдельных регионов. Однако технический компонент нельзя исключать. Важно нарабатывать вариативную технику. В тех же пистолетиках свободную ногу можно удерживать прямой в нейтральном положении бедра, а также с внутренней и наружной ротацией бедер. Подвздошно-поясничная мышца будет работать в любом случае, но разнообразие положений ноги позволяет смещать акценты в работе с прямой мышцы бедра или на напрягатель широкой фасции, или на приводящую группу.

В подъеме по канату существует несколько вариантов захвата ногами и перехватов руками. Они в разной степени грузят мышцы ног и кора.

Вариативность техники позволяет произвольно менять ее детали так, чтобы разгружать отдельные мышцы, подключать более восстановленные и поддерживать требуемый темп работы. За счет такой вариативности двигательный навык

остается стабильным в неблагоприятных внешних и внутренних условиях среды.

При построении смешанных заданий с фокусом на стабильность и вариативность техники используют следующий алгоритм:

1. Выбор целевого двигательного навыка (что нужно стабилизировать);
2. Оценка двигательного состава и мышечных групп, важных в каждой фазе навыка;
3. Выбор дестабилизирующих факторов (второе упражнение, действующее одну из важных в целевом навыке мышечных групп);
4. Выбор интенсивности, длительности подходов и суммарного объема.

Разберем на примере тяжелоатлетического рывка.

Фазы	Принципиально важные мышечные группы	Дестабилизирующие упражнения
1. Съем и тяга	Разгибатели голеней и бедер, мышцы хвата	Бедра: байк, гребля, выпады, толкание саней, бег и т.д.
2. Амортизация и подрыв	Разгибатели бедер, мышцы хвата	Хват: подтягивания, подъемы ног к турнику, подъемы по канату, гребля
3. Уход	Мышцы хвата, мышцы плече-лопаточного комплекса	Плече-лопаточный комплекс: подтягивания, отжимания, ходьба на руках, берпи, скизэрг, аэробайк и т.д.
4. Вставание	Мышцы плече-лопаточного комплекса, разгибатели голени и бедер	

При построении комплекса лучше выбирать только один регион наложения нагрузки для сохранения контроля над координационной структурой приоритетного навыка.

	Пример	Пояснение
1	<p>6 раундов:</p> <p>40 калорий байкэрг 90% МАЭМ</p> <p>5 рывков штанги с пола в сед 60-70%</p> <p>Отдых 1 мин</p>	<p>Наложение нагрузки на мышцы бедер.</p> <p>Работа на байке с достаточно высокой интенсивностью создаст локальный фон утомления бедер, что придется учитывать и на съеме-тяге штанги, и на уходе-вставании.</p> <p>Диапазон % позволяет при эффективной реализации работать с более тяжелым весом.</p>
2	<p>5 раундов:</p> <p>3-4 подъема по канату с ногами</p> <p>5 рывков штанги с пола в сед 60-62-65-67-70%</p> <p>Отдых 3 мин</p>	<p>Наложение нагрузки на мышцы хвата.</p> <p>4 подъема по канату при эффективной технике занимают 1 минуту.</p> <p>Утомление мышц рук изменит восприятие техники рывка во всех фазах, от съема до приема штанги над головой и вставания.</p>
3	<p>4-5 раундов:</p> <p>15 берпи фронтально с прыжком через штангу (3 секунды на повтор)</p> <p>3 рывка с пола в сед 70-80%</p> <p>Отдых 4 мин</p>	<p>Наложение нагрузки на мышцы плече-лопаточного комплекса.</p> <p>Тут берпи выполняется в достаточно высоком темпе. Работа займет 45-55 сек, и к рывку атлет подойдет с интенсивным дыханием и локальным утомлением мышц плечевого пояса.</p> <p>При эффективной реализации рывка вес повышается в следующем раунде.</p>

## 7.3.

### **ВИФТ с фокусом на эффективность дыхательной системы**

Дыхание может регулироваться как дыхательным центром для выведения излишков углекислого газа из организма, так и произвольно по желанию человека. Задача произвольной регуляции дыхания состоит в следующем:

- сопряжение циклов вдоха-выдоха с ритмом движения;
- сопряжение стабилизационных и дыхательных функций мышц;
- контроль частоты и глубины легочной вентиляции и предотвращение гипервентиляции.

Координация ритма дыхания с ритмом движения позволяет обеспечить требуемый минутный объем дыхания и предотвратить гипервентиляцию. В смешанных тренировках на выносливость часто используются стационарные упражнения глобального характера с работой большой мышечной массы. Эти же упражнения обычно требуют и высокого внутрибрюшного давления для стабилизации позвоночника и передачи усилия к снаряду.

Оптимизация дыхания — это по своей сути часть совершенствования техники упражнений просто потому, что дыхание является неотъемлемой частью двигательных навыков, используемых в работе на выносливость.



Все, что было сказано выше про совершенствование техники, применимо и в отношении дыхания: необходимо создать управляемые условия с умеренной интенсивностью и достаточным отдыхом, чтобы произвольно менять параметры дыхания и позволить себе экспериментировать.

Попытки экспериментов с дыханием на высокой интенсивности при высоком энергозапросе почти всегда обречены на неудачу: слишком велика вероятность неконтролируемой одышки.

Ниже примеры смешанной работы с фокусом на совершенствование дыхания.

Задача	Пример тренировки
Сопряжение стабилизирующей и дыхательной функций	5-8 раундов: 1 мин: 8-12 трастеры с грифом, вдох на спуске вниз, в нижней точке задержка дыхания, выдох на вставании 2 мин: 6-8 станových тяг 30-40% со сбросом, в поясе, вдох «в живот» на опускании с ровной спиной, хват штанги не глядя, выдох на подъеме штанги вверх, сброс 3 мин: отдых
Вариативность дыхательных шаблонов	5-8 раундов: 1 мин: 30 сек гребля, 30 гр/мин: дыхание на 1 цикл, 2 мин: 30 сек гребля, 24 гр/мин: дыхание на 2 асимметричных цикла (вдох на подготовке, выдох на гребке) 3 мин: отдых

Задача	Пример тренировки
Управление паузами отдыха	<p>Выполнить:</p> <p>15 подъемов на грудь с пола в стойку 50% со сбросом, отдых 1ЦД между подъемами Отдых 3 мин</p> <p>10 подъемов на грудь с пола в стойку 60% со сбросом, отдых 2ЦД между подъемами Отдых 3 мин</p> <p>10 подъемов на грудь с пола в стойку 70% со сбросом, отдых 3ЦД между подъемами</p>
Варьирование дыхательных мышц	<p>5*1:1</p> <p>Гребля на 20-24 гр/мин, 90%МАЭМ, дыхание на 2 цикла:</p> <p>1 цикл диафрагмальный (вдох на подготовке, выдох на гребке)</p> <p>1 цикл вспомогательный верхнегрудной (в конечной точке гребка короткий верхнегрудной вдох, в начале подготовки выдох)</p>

Работа с фокусом на дыхание выполняется в подготовительном периоде. Конечная цель – повысить эффективность легочной вентиляции так, чтобы для этого не приходилось сознательно прикладывать усилия.

## 7.4.

### **ВИФТ с фокусом на потребление кислорода ВПДЕ мышц**

При работе с высокой мощностью или скоростью рекрутируются высокопороговые двигательные единицы. В соответствии с текущим аэробным потенциалом эти ВПДЕ используют разное количество доступного кислорода. И хотя доставка кислорода всегда недостаточная при мощной работе, чем больше  $O_2$  могут использовать эти двигательные единицы, тем медленнее будет накопление утомления.

Для самых высокопороговых двигательных единиц целесообразно использовать протоколы коротких и длинных интервальных спринтов.

При комбинированной тренировке нескольких мышечных групп в таком режиме важно учитывать конкуренцию этих мышц за кровоснабжение.

Возможны несколько вариантов применения. Один из них — **смешанный фартлек**. В данном варианте берется одно высокоинтенсивное упражнение с предельной длительностью работы до 60 секунд и одно низкоинтенсивное упражнение.

**Пример: необходимо улучшить результат в строгих подтягиваниях (текущий максимум 15 повторений с фиксацией внизу и вверх).**

В данном случае целесообразно работать в интервале

10-30 секунд и отдыхать до 10 раз больше по времени. Необходимо помнить, что несмотря на стремление улучшить использование  $O_2$ , гликолиз в такой работе будет доминирующим механизмом ресинтеза АТФ. А значит, необходимо длительное время восстановления, чтобы утилизировать метаболиты и восстановить работоспособность волокон. Второе, низкоинтенсивное упражнение, решает несколько задач. Сюда относятся все задачи низкоинтенсивной работы плюс утилизация лактата, производимого ВПДЕ в первом упражнении. Таким образом, интервальные спринты в подтягиваниях вписываются в длительную аэробную работу других мышечных групп.

Выглядеть протокол может примерно так:

Бег 40-60 минут, скорость ниже уровня аэробного порога.

Каждые 5-8 минут выполнять 10 подтягиваний (всего выполнить 6-10\*10 повторений).

Если количество непрерывных подтягиваний упадет ниже 10, попробовать увеличить длительность отдыха.

Если это не поможет, прекратить выполнение подтягиваний и далее сосредоточиться на требуемом объеме бега.

Поскольку бег и подтягивания конкурируют за кровоснабжение, подходы подтягиваний лучше делать через более длительные интервалы. Способность выполнять подход требуемой длительности является критерием достаточности отдыха и максимального требуемого объема.

Смешанный фартлек не обязательно требует чередования упражнений на верх и низ. Принципиально важно чередование именно зон мощности. Тяжелые приседания и байк, подтягивания и скиэрг – такие сочетания тоже можно использовать с обозначенной целью.

Формат длинных интервальных спринтов можно реализовывать и в комбинации из 2-3 мощных упражнений. 2 упражнения на разные мышечные группы оптимально, 3 – максимум.

Общая длительность работы в сумме всех используемых упражнений – до 60 секунд. Отдых – в 6-10 раз дольше суммарной длительности работы. Количество раундов – от 4 до 10.

**Пример: улучшить потребление кислорода ВПДЕ мышц-разгибателей ног и сгибателей плеча/разгибателей предплечья.**

Упражнения: толкание саней + жим лежа

Интенсивность: вес на санях, позволяющий толкать сани бегом со скоростью не медленнее 2 м/с; жим лежа 40-80% от 1ПМ.

Структура задания: начинать надо с жима лежа, так как принятие исходного положения требует времени. Конкретный вес выбирается в зависимости от распределения нагрузки в микроцикле, силовых показателей и специализации атлета. Чем выше абсолютные силовые показатели и ниже аэробные качества, тем ниже %ПМ, и наоборот, аэробно подготовленные спортсмены со средними абсолютными силовыми показателями могут взять штангу более высокого %ПМ.

Итого получаем протокол:

**4-6 раундов:**

10 жимов лежа 40-70%1ПМ, темп 1010

До конца 45 сек толкание саней, спринт

Отдых 4-5 мин

Критерий прекращения тренировки — замедление на 15% относительно лучшего результата. На толкание саней будет оставаться около 20 сек, то есть атлет должен успевать толкать сани на 10 м.

Подробно описанные выше аэробно-силовой метод и метод коротких интервальных спринтов также позволяют решать задачи повышения аэробных возможностей ВПДЕ.

## 7.5.

### Круговые комплексы из двух упражнений

Задания из 2 упражнений без отдыха между ними – один из наиболее интенсивных вариантов смешанной работы на выносливость. Упражнения чередуются часто, работающие мышечные группы сравнительно мало «отдыхают» при чередовании, энергозапрос и мощность работы обслуживающих систем очень высокие.

Для того, чтобы подобрать наиболее подходящую схему составления задания, необходимо оценить примерную мощность и длительность каждого из упражнений.

Если взять 2 упражнения, в каждом из которых можно работать в равномерном темпе 4-5 минут, это самый простой выбор. Схожие по мощности упражнения дают массу комбинаций, показанных на примере скиэрга и байкэрга выше.

Но что получится, если взять берпи и приседания со штангой на груди? Как уже говорилось, в приседаниях необходимо определиться с интенсивностью. Насколько тяжелой должна быть штанга? Предположим, мы хотим работать с достаточно тяжелым средним весом, 70-80% от 1ПМ. Остановимся на 75%. Это дает предельное количество повторений до отказа в подходе 10-15 повторений (без увеличения пауз в верхней точке<sup>110</sup>). Если чередовать приседы с берпи без отдыха, делать по 10 приседаний в раунде не получится, не хва-

тит восстановления. С этим же весом в силовой работе на гипертрофию отдых давался бы в районе 2-3 минут. Значит, серии должны быть существенно короче – примерно 30-50% от максимального отказного подхода (3-6 повторений).

Берпи относятся к упражнениям, в которых нижняя граница интенсивности диктуется весом тела, а верхняя контролируется темпом. Темп 30 берпи в минуту – околопредельный. 20 повторений в минуту (ПВМ) – средний, в котором обычно удается работать 4-6 минут (70% от предельного темпа). 10-15 ПВМ – достаточно спокойный. Понимая средний темп, можно управлять общим объемом, интенсивностью и временем «отдыха» между повторными подходами тяжелых приседаний. Предельный темп в сочетании с тяжелыми приседаниями можно соблюдать только в первую минуту, далее мощность неконтролируемо упадет, а техника начнет нарушаться. По этой причине темп берпи лучше сразу регламентировать на умеренном уровне, для контроля общего энергозапроса и требований к обслуживающим системам.

Возможен и вариант, когда в подходе выполняется много приседаний, но тогда применяются схемы с уменьшением количества повторений. Логика такая же, как в методе «дроп-сет» – только в дроп-сете снижается вес снаряда, что в условиях недостатка отдыха позволяет продолжать работу. Со штангой такое реализуемо, но крайне неудобно. Если учесть, что в условиях неполного восстановления количество повторений до отказа будет снижаться, можно заложить это снижение в схему.



Сколько делать раундов в той или иной схеме, диктуется общим суммарным объемом в каждом из упражнений. Средний суммарный объем в приседе с весом 75% – 30-50 повторений.

С учетом вводных, можно предложить несколько вариантов оформления круговой работы из 2 упражнений.

<b>8-10 раундов:</b>	<b>5 раундов:</b>	<b>На время:</b>
3 фронтальных приседа 75%	5 фронтальных приседов 75%	10-8-6-4-2 фронтальный присед 75%
10 берпи (50% макс темпа, 15ПВМ)	10 берпи (70% макс темпа, 20ПВМ)	20-16-12-8-6 берпи (70% макс темпа, 20ПВМ)

В каждом из вариантов – 25-30 приседаний в сумме. По берпи ситуация меняется: если мы хотим выполнить больший объем, то занижаем темп, и наоборот.

Составить комбинацию упражнений просто. Правильно подобрать интенсивность гораздо сложнее: надо знать силовые показатели, учитывать техническую подготовленность, понимать примерную предельную работоспособность в каждом упражнении.

На практике это часто приводит к тому, что задание составляется по привычным схемам (например, 21-15-9) и дальше при реализации происходит то, что было описано в примере про Фрэн. Такой подход дает определенный тренировочный эффект, но вряд ли оптимальный. А еще

такой подход часто приводит к нарушению техники, работе в отказ, избыточной нагрузке на опорно-двигательный аппарат.

Один из способов перестраховаться от незнания индивидуальных показателей – **гибкие серии в комплексе**. В этом случае упражнения выполняют с определенным диапазоном, что позволяет нагрузить мышцы, но не допустить отказа.

**В рамках 10-минутного окна работа по кругу:**

3-5\* фронтальных приседаний 75%1ПМ, 2ПВР

8-15\*\* берпи (20ПВМ)

ИВН 8

Прекратить выполнение, если даже 3 приседания выполняются с 0-1 повтором в резерве.

\* В приседе количество повторений не больше 5, может быть меньше, если требуется дополнительная пауза в верхней точке или количество повторов в резерве снижается до 2.

\*\* В берпи фокус на равномерную работу и контроль дыхания. Если дыхание сбивается или возникает локальное закисление – переход на присед.

Еще один вариант такого консервативного выполнения – **лесенка**, при которой каждое упражнение начинается с 1 повтора, и в каждом раунде прибавляется 1 повторение, при этом атлет возвращается к началу лесенки, как только не может выполнить серию без разбивок или остановок.

**В рамках 10-минутного окна работа по кругу:**

1-2-3-4-1-2-3-... фронтальных приседаний 75%1ПМ

2-6-8-... берпи (20ПВМ)

В таком варианте подходы будут относительно короткими, а переходы между упражнениями – частыми. Это позволит, насколько возможно, улучшить доставку и потребление кислорода во время работы.

## 7.6.

### Круговой комплекс для большой группы при ограниченном оборудовании

Нередко возникают условия, когда необходимо тренировать большую группу людей, а оборудования на всех не хватает. В этом случае комплекс часто придумывают по принципу «приготовлю салат из всего, что есть в холодильнике».

Более оптимальный подход — использовать представленный выше алгоритм и сначала определиться с мышечными группами, которые надо тренировать. После этого станет понятно, какие упражнения подойдут для требуемой работы. И из них можно будет составить задание с вариативностью упражнений, тренирующих принципиально те же мышечные группы.

<b>Требуемые мышечные группы</b>	Разгибатели бедра и разгибатели голени Сгибатели бедра, мышцы живота
<b>Упражнения (возможные)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• подъемы ног в висе в упоре на предплечьях, лежа на полу</li> <li>• планка на предплечьях, лодочка, раскатки на колесе, русские скручивания</li> <li>• переноска чемодана, переноска отягощений на груди, толкание саней</li> <li>• выпады назад, боковые выпалы, зашагивания на тумбу, приседания с гирями/гантелями</li> <li>• становые тяги с гирями/гантелями</li> </ul>

### Задание

2 раунда:

1. 25 сек толкание саней шагом, 35 сек отдых
2. 25 сек переноска 2 гири у груди, 35 сек отдых
3. 25 сек выпады назад с медболом над головой, 35 сек отдых
4. 25 сек складка на полу, 35 сек отдых
5. 25 сек зашагивания на тумбу с медболом на плече, 35 сек отдых
6. 25 сек подъем ног (лежа на спине или в висе), 35 сек отдых
7. 25 сек боковые выпады, 35 сек отдых
8. 25 сек планка с попеременным подъемом противоположных руки-ноги, 35 сек отдых
9. 25 сек приседания с выпрыгиванием, 35 сек отдых
10. 25 сек русские скручивания, 35 сек отдых

В представленном примере можно легко разместить не менее 20 человек, распределив их по двое на станцию. Каждая пара начинает с одного из упражнений, и при смене вся группа двигается по установленному порядку. Те, кто начали с толкания саней, переходят на гири. Кто начинает с русских скручиваний, переходит на толкание саней. Таймер ставится так, чтобы 25 сек шла работа, далее 5 сек на пересменку. Первый из пары работает в начале минуты и отдыхает до конца. Второй в паре работает с 30 по 55 сек. Группа двигается по порядку упражнений. Если в данном варианте сделать больше 1 станции на упражнение, то можно разместить и вдвое большую группу.

Упражнения подбираются максимально простые технически и с такой интенсивностью, чтобы каждый участник группы мог отведенное время работать без остановок. Более подготовленным членам группы можно дать указание постепенно повышать темп работы или на второй круг взять более тяжелые снаряды (если позволяет оснащение зала).

## 7.7.

### Статодинамика и окклюзивный тренинг

Среди методов ВИФТ особняком стоят два метода: статодинамика и окклюзивный тренинг. Оба метода — частные случаи многоповторной тренировки с небольшим сопротивлением, которые используются как для гипертрофии, так и для развития локальной мышечной выносливости.

**Статодинамика** известна по трудам В.Н. Селуянова большинству читателей.

Пример статодинамики выглядит следующим образом:

**1-3 серии**

**3 интервала:**

30-40 сек работы на 30-60%1ПМ, 30-40 сек отдыха

Отдых между сериями до 10 минут

Две важные отличительные особенности метода — медленный темп и неполная амплитуда. Медленный темп выполнения (примерно 2 сек на уступающую и преодолевающую фазы) позволяет отчасти управлять рекрутированием двигательных единиц. Поскольку интенсивность и скорость низкие, преимущественно в начале работы будут рекрутироваться окислительные двигательные единицы. Неполная амплитуда исключает фазу расслабления в биомеханически

выгодных углах и создает длительное время под нагрузкой в состоянии венозной окклюзии.

Венозная окклюзия (пережатие сокращенными мышцами вен) ухудшает венозный отток. Ухудшение кровообращения и доставки кислорода приводит к активизации гликолиза в работающих двигательных единицах. Также снижается эффективность работы буферных систем и происходит достаточно быстрое накопление метаболитов. Работа вызывает сильный локальный дискомфорт, но продолжать ее можно достаточно долго. В работающей мышце имеется большой запас двигательных единиц, поскольку одновременно рекрутируется относительно небольшая доля. По мере утомления одних ДЕ, в соответствии с принципом размера Ханнемана, рекрутируются более высокопороговые. К концу работы, при приближении к мышечному отказу, задействуются даже самые высокопороговые двигательные единицы<sup>111</sup>.

**Окклюзивный тренинг** выполняется по схожей схеме, но с использованием специальных манжет. Манжеты перекрывают венозный отток и ухудшают артериальное кровоснабжение. В отличие от окклюзии, вызванной сокращением мышц, манжета дает стабильно воспроизводимое ограничение. Это позволяет достигать сопоставимых результатов, используя меньшую интенсивность (20-40%1ПМ) или объем работы.

Оба метода приводят к повышению толерантности к локальному мышечному дискомфорту и повышению локальной мышечной выносливости<sup>112</sup>.

Надо отметить, что неполная амплитуда — не обязательное условие многоповторного тренинга с небольшими отягощениями. Если работать в полную амплитуду с расслаблением мышц в верхней точке, мышечный отказ все равно неизбежен. Просто потребуется выполнить гораздо больше работы для его достижения. В любом случае, к концу отказного подхода активация двигательных единиц достигает максимальной<sup>113</sup> вне зависимости от сопротивления и темпа выполнения повторений<sup>114</sup>.

В российской спортивной и тренировочной среде до сих пор ведутся споры относительно того, «работает статодинамика или нет». Практика показывает, что **спорят в основном те, кто верит, что один метод может решить вообще все задачи**. Это не корректно. Многоповторный тренинг с небольшими отягощениями решает конкретные задачи силы и локальной выносливости низкопороговых двигательных единиц. При работе до отказа многоповторный тренинг приводит к гипертрофии волокон как I, так и II<sup>115</sup> типа. К значимому росту максимальной силы такие тренировки не приводят в силу отсутствия требуемого стимула для нервной системы<sup>116</sup>. Есть данные, что многоповторная работа с небольшими отягощениями приводит к преимущественной гипертрофии окислительных волокон I типа, однако такие выводы обычно делают в исследованиях относительно небольшой продолжительности, и в целом гипотеза нуждается в дополнительных доказательствах<sup>117</sup>.

По этой причине прежде, чем выбирать многоповторные методы, следует ответить на вопрос: на какую работу тре-



буется тренировочный перенос? Если работа предполагает длительное время под нагрузкой, такие методы точно имеют смысл. Если требуется улучшить способность к повторным субмаксимальным усилиям, то в первую очередь необходимо думать о том, как улучшить потребление  $O_2$  самыми мощными двигательными единицами.



## Глава 8

---

# Выбор методов и планирование



Развитие выносливости всегда целесообразно начинать с работы над персональными лимитирующими факторами. У разных людей эти факторы разные: одних ограничивает локальное потребление кислорода мышцами, других – ударный объем сердца, третьих – технико-тактические навыки или респираторная система.

Обычно у каждого человека сочетаются несколько ограничивающих факторов, сплетающихся в сложные комбинации: высокая экономичность техники в одних упражнениях и недостаточная в других; отличные аэробные способности двигательных единиц в часто используемых мышечных группах и низкие – в неиспользуемых; отработанные шаблоны дыхания для привычных упражнений и полная неспособность предотвратить гипервентиляцию в других.

Это требует скрупулезной оценки и конкретизации лимитирующих факторов. Нельзя обойтись абстрактными «общая и специальная выносливость», «лактатная мощность» и т.д. Необходимо уточнить, какие системы негативно влияют на выносливость и как их тренировать.

Упрощение часто ведет к ошибкам. Точно так же, как реального человека ограничивает обычно не только техника

или потребление кислорода, так и один тренировочный метод не покрывает все потребности в адаптации.

При выборе методов следует учитывать два нюанса. Во-первых, каждый метод приводит не к одной, а к нескольким адаптациям<sup>118</sup>. Некоторые из адаптаций проявляются сильнее, другие слабее. Во-вторых, одну и ту же адаптацию обычно можно получить с помощью не одного, а нескольких разных методов<sup>119</sup>.

Пример приведен в таблице ниже.

Интервальный до ПАНО	Переменный непрерывный	Равномерный непрерывный	УОС	Капилляриза- ция и митохон- дриальная масса НПДЕ	Капилляриза- ция и митохон- дриальная масса ВПДЕ	Локальная выносливость дыхательных мышц	Окисление жиров	Окисление углеводов	Буферные системы
Опосредованно, умеренно	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Нет	Слабо	Оптимально	Оптимально	Слабо
Оптимально	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Слабо	Опосредованно, слабо	Оптимально	Оптимально	Умеренно
Да						Умеренно	Слабо	Оптимально	Оптимально

Аэробно-силовой	ВИФТ	Интервальные спринты длинные	Интервальные спринты короткие	Интервалы МАЭС (короткие, 110+%МАЭС)	Интервалы МАЭС (длинные, 90-105%)	
Опосредованно	Зависит от длительности	Опосредованно, слабо	Опосредованно, слабо	Опосредованно, слабо	Опосредованно, умеренно	УОС
Слабо	Слабо	Слабо	Слабо	Слабо/умеренно (зависит от отдыха)	Слабо/умеренно (зависит от отдыха)	Капилляризация и митохондриальная масса НПДЕ
Оптимально	Оптимально	Опосредованно	Оптимально (для самых мощных)	Оптимально	Оптимально	Капилляризация и митохондриальная масса ВПДЕ
Умеренно	Оптимально	Слабо	Слабо	Оптимально	Оптимально	Локальная выносливость дыхательных мышц
Слабо	Слабо	Слабо	Слабо	Слабо	Слабо	Окисление жиров
Умеренно	Зависит от деталей	Слабо	Умеренно	Оптимально	Оптимально	Окисление углеводов
Оптимально	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Оптимально	Буферные системы

Важно также ответить на вопрос: сколько раз в неделю давать стимул для той или иной системы? Для разных систем предельная частота тренировок будет отличаться.

Примерные указания даны в таблице ниже.

Задача	Адаптация	Стимул	Частота в неделю	Специфичность	Что ограничивает частоту
Гипертрофия	Структурная адаптация	Механическое напряжение, метаболическое закисление, 30-80%ПМ	1-4 раза в неделю на мышечную группу, 10-30 рабочих подходов в сумме	Адаптация специфична рекрутируемым мышцам и двигательным единицам	Структурное восстановление мышц  Восстановление гликогена
Ударный объем сердца	Экстенрическая гипертрофия левого желудочка	Объем работы с максимальным ударным объемом	Допустима каждый день	Нет зависимости	Нет ограничений
Капилляризация	Повышение плотности капиллярной сети	Аэробный объем с рекрутированием требуемых ДЕ	1-2 для новичков, далее 3-6 раз в неделю, зависит от типа тренируемых ДЕ	Адаптация специфична рекрутируемым мышцам и двигательным единицам	Структурное восстановление мышц, нагрузка на суставы
Потребление кислорода	Митохондриальная масса				
Локальная выносливость дыхательных мышц	Сила дыхательных мышц, окислительные возможности	Интенсивная работа дыхания	3-6 раз в неделю, в зависимости от объема, интенсивности и метода	Зависит от работы приоритетных или второстепенных дыхательных мышц	Структурное восстановление мышц  Восстановление гликогена



Задача	Адаптация	Стимул	Частота в неделю	Специфичность	Что ограничивает частоту
Мощность окисления жиров	Митохондриальная масса, ферменты липолиза	Работа ниже АЭП	Допустима каждый день	Адаптация локализована в НПДЕ работающих мышц	Механическая нагрузка на суставы
Мощность окисления углеводов	Митохондриальная масса, запасы гликогена, лактатный челнок, ферменты	Работа между АЭП и ПАНО	2-3 раза в неделю (в экстремальных случаях до 6 при условии употребления требуемого количества углеводов)	Локализована в целевых мышцах Утилизационная мощность систем организма не зависит от упражнений (печень, почки, диафрагма и т.д.)	Ресинтез гликогена Механическая нагрузка на суставы
Буферные системы	Емкость буферных систем мышц и крови	Работа с большим вкладом гликолиза	От 2-3 раз (до 6 в исключительных случаях, зависит от упражнения и питания)	Буферные системы мышц зависят от рекрутирования Буферная система крови не зависит	Ресинтез гликогена Механическая нагрузка на суставы

**При планировании работы над конкретным слабым местом целесообразно выбирать не один метод, а группу методов, приводящих к схожей адаптации.**

Например, если необходимо повысить аэробные способности ВПДЕ, с разной эффективностью сработают короткие и длинные интервальные спринты, аэробно-силовой метод, интервалы МАЭМ<sup>120</sup>.

Группа методов позволяет перестраховаться от факторов неопределенности и ошибок, неизбежных в тренировочном процессе.

Даже после лабораторных исследований мы можем только предполагать, как в реальности обстоят дела с капилляризацией и митохондриальной массой в конкретных мышцах и двигательных единицах. Соответственно, выбор методов всегда базируется не на твердом знании, а на гипотезе. Гипотеза же очень легко может оказаться ошибочной. Если на основании ошибочной гипотезы выбрать только один, «самый лучший» метод, вся подготовка может оказаться нерезультативной или привести к снижению подготовленности.

Использование группы методов имеет весомые преимущества именно потому, что каждый метод приводит к нескольким адаптациям, помимо целевой. Перенос тренированности более обширный, результаты – более стабильные.

Важным условием эффективного тренинга становится текущий и этапный контроль. Только регулярные срезы конкретных параметров позволят своевременно оценить, работает ли программа и нужны ли корректировки.

## 8.1.

### Прогрессия нагрузки в мезоцикле

В соответствии с принципом прогрессивной перегрузки, нагрузку постепенно необходимо увеличивать. Нагрузка может расти по параметрам интенсивности или объема.

Параметры интенсивности включают мощность работы, соотношение работы и отдыха и характер отдыха. Объем – общее время работы, которое можно повышать через длительность непрерывной работы или интервалов, количество интервалов и/или серий.

В большинстве случаев, когда спортсмен не ограничен доступным временем для тренировки, целесообразнее повышать объем работы. Изначально выбирается определенный уровень мощности, определяющий характер работы всех физиологических систем, и на этом уровне интенсивности набирают все больший объем работы. С одной стороны, это приводит к росту выносливости на данной интенсивности, а с другой – позитивно влияет и на другие уровни.

Резкие скачки объема от микроцикла к микроциклу повышают риск перегрузки или даже травм, особенно, если работа выполняется со значительной механической стоимостью.

Консервативным и наиболее безопасным подходом является увеличение объема в среднем на 10% в неделю. Нюансы,

конечно, разнятся в зависимости от уровня человека. Если у новичка весь недельный объем может составить 30 минут бега, на следующей неделе можно прибавить и 15-20%, это будет всего около 5 дополнительных минут. Если же спортсмен тренируется 8 раз в неделю, увеличение суммарного объема на 10% может оказаться чрезмерным.

В таблице ниже представлены примеры прогрессии нагрузки по объему.

№ недели	Длительность работы	Количество интервалов	Длительность интервалов	Интервалы и серии
1	20-30 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	5*2:2* 100%МАЭМ	20*30":30", 100%МАЭМ	5*2:2* 100%МАЭМ
2	25-35 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	6*2:2* 100%МАЭМ	16*45":45"	4*3:3* 100%МАЭМ
3	30-35 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	7*2:2* 100%МАЭМ	15*1:1* 100%МАЭМ	2*4:3, 2*3:3* 100%МАЭМ
4	20-30 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	5*2:2* 100%МАЭМ	20*30":30", 100%МАЭМ	4-5*2:2* 100%МАЭМ
5	40-45 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	7*2:2* 100%МАЭМ	6*2:2* 100%МАЭМ	4*4:3* 100%МАЭМ
6	45-50 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	8*2:2* 100%МАЭМ	5*3:3* 100%МАЭМ	2*5:3, 2*4:3* 100%МАЭМ
7	50-55 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	9*2:2* 100%МАЭМ	4*4:4* 100%МАЭМ	4*5:3* 100%МАЭМ
8	30-40 мин бег, ИВН 5, мощность АЭП	5*2:2* 100%МАЭМ	20*30":30", 100%МАЭМ	5*2:2* 100%МАЭМ

Отработав мезоцикл или несколько средних циклов на заданной интенсивности с повышением объема, можно повысить интенсивность и снизить объем, а после повторить прогрессию сначала.

В реальных условиях люди обычно ограничены по предельной длительности тренировки. Это касается и обычных людей, тренирующихся для качества жизни, и профессиональных спортсменов. Как только появляются дополнительные обязательства (семейные, контрактные и иные), приходится идти на компромиссы.

Часто это приводит к тому, что у человека есть фиксированный предел длительности тренировки, дольше которого тренироваться не получится. Это может быть 60 минут на низкоинтенсивную работу, или, например, 20 минут на высокоинтенсивный интервальный блок в составе комплексной тренировки.

В таком случае целесообразно идти по пути увеличения интенсивности при фиксированном объеме. Повышение мощности работы лучше всего работает в интервальной работе, особенно интервальных спринтах. Снижение длительности или увеличение интенсивности отдыха применимо в интервалах на уровне максимальной аэробной мощности.

№ недели	Интенсивность работы	Длительность отдыха	Интенсивность отдыха
1	6*15":120", 70%APM	4*4:4*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, пассивный отдых
2	6*15":120", 75%APM	4*4:3*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, активный отдых
3	6*15":120", 80%APM	4*4:2*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, отдых 30%МАЭМ
4	6*15":120", 70%APM	3*4:4*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, пассивный отдых

№ недели	Интенсивность работы	Длительность отдыха	Интенсивность отдыха
5	6*15":120", 75%APM	4*4:3*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, отдых 30%МАЭМ
6	6*15":120", 80%APM	4*4:2*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, активный отдых 40%МАЭМ
7	6*15":120", 85%APM	4*4:1.5*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, активный отдых 50%МАЭМ
8	6*15":120", 70%APM	3*4:4*90%МАЭМ	5*2:1*100%МАЭМ, пассивный отдых

Возможны также комбинации, когда изменяются и параметры объема, и интенсивности. Но главное требование остается прежним: постепенность повышения нагрузки. Если повышения нагрузки нет, то и адаптация будет ограниченной. Если нагрузка растет рвано, слишком быстро — организм не сумеет адаптироваться.

Слишком быстрая прогрессия нагрузки на практике выражается в том, что спортсмен попросту не способен выполнить работу качественно. Либо проседает мощность, либо деградирует техника.

## 8.2.

### **Вариативность в тренировках на выносливость**

Принцип вариативности описывает степень разнообразия тренировочных воздействий. Разнообразие может быть очень высоким, вплоть до случайности. А может фактически отсутствовать, делая активность предельно монотонной.

Тренировочный процесс должен повышать подготовленность и запас прочности организма. Оптимальная вариативность — обязательное условие решения этих задач.

Очень часто людей заносит в крайности. Одни любят однообразные, привычные нагрузки и боятся что-то менять в тренировках. Они становятся очень хороши в рамках этих нагрузок, но подготовленность узко ограничена. Другие терпеть не могут однообразие, скучают при повторном выполнении тренировки и уходят в хаотичный тренинг. Привычность монотонных тренировок и новизна неповторяющихся — это плюсы, но и минусы имеются.

	<b>Монотонность (недостаточная вариативность)</b>	<b>Хаотичность (чрезмерная вариативность)</b>
<b>Подготовленность</b>	Быстрый выход на плато Узкая направленность тренировочных воздействий Ограниченный перенос тренированности Высокий риск не получить функциональный перенос при ошибке в выборе средств и методов	Невозможность прогрессивной перегрузки Невозможность совершенствования техники Невозможность управления адаптацией конкретных тканей, органов или систем
<b>Запас прочности</b>	Риск травм чрезмерного использования	Риск травматизации из-за технической новизны или случайных конфликтов нагрузки

Принцип вариативности применим ко всем переменным тренировочного процесса. Это, прежде всего, тренировочные средства и их характеристики:

- упражнения, принадлежащие к разным двигательным шаблонам (приседы, наклоны, тяги, жимы, локомоции, метания и т.д.);
- разновидности упражнений в рамках одного двигательного шаблона (присед: со штангой на спине, на груди, над головой, с гирями, гантелями, мешком);
- переменные одного и того же упражнения (амплитуда, положение снаряда, ширина упора/хвата, остановки и темп работы, добавление резины, цепей).

Наличие такого количества переменных не означает, что все их всегда необходимо использовать — так возникает хаос. Они дают возможность выбрать оптимальное решение для конкретной цели. Например, если человек хочет общего физического развития, ему важнее, чтобы в тренировках были представлены все двигательные шаблоны. Если атлет



готовится к кроссфит-соревнованиям, ему необходимо практиковать разнообразные вариации упражнений, которые могут встретиться на состязании. Спортсмену, специализирующемуся на конкретном циклическом виде спорта, разнообразие упражнений не требуется, но может быть полезна вариативность в выборе методов.

Принцип разнообразия применим и к условиям среды, в которых проходят тренировки:

- факторы внешней среды (экипировка, оборудование, социальные факторы, жаркий влажный климат, высокогорье и т.д.);
- факторы внутренней среды (накопленное утомление, доступность гликогена).

В случаях, когда от атлета требуется проявлять подготовленность в разнообразных условиях, эти факторы становятся переменными тренировки. Например, это касается сотрудников силовых структур, которым противопоказано привыкать к тренировочному комфорту.

В циклах разной продолжительности принцип вариативности реализуется в различной степени.

**В микроцикле** необходимо задать все требуемые стимулы, избежав чрезмерного утомления (монотонность) и конкуренции стимулов (хаотичность). Как было сказано выше, при выборе методов имеет смысл перестраховываться и для решения одной группы задач выбирать несколько разных методов.

Например, необходимо улучшить аэробные возможности ВПДЕ мышц рук. Вместо того, чтобы 3 раза в неделю делать

только аэробно-силовые тренировки или только длинные интервальные спринты, оптимальнее использовать комбинацию методов.

1 тренировка:	2 тренировка:	3 тренировка:
Интервальные спринты короткие ИВН 7-8	Аэробно-силовой ИВН 6-7	Интервальные спринты длинные ИВН 8-9

Сочетание методов дает возможность не только нагружать те же двигательные единицы по-разному, везде создавать условия для потребления  $O_2$ , но и дополнительно акцентировать ресинтез креатинфосфата, работу буферных систем или скорость выведения лактата и метаболитов из клетки. Кроме того, сочетание методов создает естественную вариативность напряжения организма в микроцикле, что позволит избежать переутомления.

**В мезоцикле**, состоящем из нескольких недель, важнее принцип прогрессивной перегрузки. Насколько необходимо разнообразие режимов работы от недели к неделе? В циклических видах спорта такой вопрос даже не стоит. Но в кроссфите и функциональном многоборье постоянная вариативность — необходимый элемент концепции. Повторение тренировки часто воспринимается как моветон, отсутствие фантазии или вовсе нарушение «системы».

Для кроссфита монотонность тренировок противопоказана просто в силу хаотичной вариативности соревновательной деятельности. Однако значит ли это, что вариативность

в кроссфите должна быть максимальной? Ответ зависит от намерения. Как только будет сформулирована задача, которую должна решить тренировка, становится понятнее, насколько вариативный подход можно и целесообразно применять. Например, если решаются технико-тактические задачи, разнообразие сочетаний нагрузки и условий выполнения будет высоким.

Однако, если задача состоит в повышении силовой выносливости конкретных мышц в конкретном упражнении (выходы силой на кольцах, отжимания в стойке на руках и т.д.), разнообразие отойдет на последний план. Главным приоритетом станет правильный подбор размера нагрузки и ее прогрессия, способная максимально ускорить нужную адаптацию без переутомления. Излишняя вариативность в этом случае выступает скорее помехой. Становится сложнее предсказать реакцию организма, подсчитывать и контролировать нагрузку.

На практике нет необходимости категорично выступать за высокую вариативность или быть ее ярким противником. В тренировочном микроцикле вполне есть место и для разнообразных технико-тактических тренировок, и для более предсказуемо повторяющихся, которые нацелены на конкретные физиологические адаптации.

**В макроцикле**, описывающем несколько месяцев, будет присутствовать вариативность и методов, и средств, и условий среды.

Тренировочный процесс грубо можно разделить на подготовительный и соревновательный периоды. Подготовитель-

ный период применяется вообще для всех людей, в том числе с оздоровительными целями. Соревновательный применим для спортсменов, профессионалов и любителей.

Подготовительный период посвящен как раз устранению индивидуальных ограничивающих выносливость факторов. Это обычно наиболее фундаментальные адаптации: экономичность техники и внешнего дыхания, силовой/скоростной анаэробный резерв, ударный объем сердца, аэробные возможности низкопороговых двигательных единиц. Задача тренировки в этом периоде – снизить энергозапрос в выполняемых упражнениях, повысить анаэробный резерв, оптимизировать работу обслуживающих систем, ускорить восстановление после любой физической работы.

Задачи соревновательного периода сводятся к максимальной специфичности адаптаций под конкретный характер соревновательной деятельности. В разных видах спорта это разные сочетания факторов. В подготовительном периоде методы подбираются под человека и его индивидуальные слабые места. А в соревновательном – подбираются методы, которые наиболее соответствуют спортивной деятельности и позволяют человеку лучшим образом проявить себя, несмотря на любые индивидуальные физиологические ограничения.

## 8.3.

### **Алгоритм планирования тренировок на выносливость в фитнесе**

Цели тренировки обычных людей укладываются в три составляющих: выглядеть лучше, чувствовать себя лучше, двигаться лучше. Для достижения этих целей тренировочный процесс должен быть, во-первых, регулярным, а во-вторых, сбалансированным.

Планирование в оздоровительном тренинге строится вокруг микроцикла с ограниченным тренировочным временем. Большинство регулярно тренирующихся людей посещают зал 2-3 раза в неделю. Это означает, что следует отдавать предпочтение тренировкам комплексной направленности, решающим задачи развития силы, мышечной массы, выносливости, жиросжигания.

Крайне важно создавать в микроцикле сбалансированную нагрузку. Этот баланс выстраивается по физическим качествам, двигательным шаблонам, мышечным группам, плоскостям движений, задействованным физиологическим системам.

Поскольку тренировок в неделю мало, подход с выделением тренировок избирательной направленности (одна на силу и гипертрофию, одна на выносливость и одна на жиросжигание) нерационален.

Вот пример недели из 2 тренировок оздоровительной направленности на все тело.

**1 тренировка:**

1. Сила/гипертрофия низ (КД приседы)
2. Сила/гипертрофия верх (тяги)
3. Гипертрофия/силовая выносливость (жимы)
4. Гипертрофия/силовая выносливость (наклоны)
5. Силовая выносливость кор (сагиттальная/фронтальная плоскость)

**2 тренировка:**

1. Сила/гипертрофия низ (наклоны)
2. Сила/гипертрофия верх (жимы)
3. Гипертрофия/силовая выносливость (тяги)
4. Гипертрофия/силовая выносливость (приседы)
5. Силовая выносливость кор (поперечная плоскость)

Это лишь один из множества возможных вариантов, но он вполне подойдет для демонстрации логики. В схеме упражнений – лишь принципиальные группы тренировочных средств и задачи, которые они решают. Такая схема может быть организована в подходы с полным отдыхом, но тогда тут отсутствует стимул для кардио-респираторной системы.

Учитывая, что здоровье кардио-респираторной системы напрямую связано с продолжительностью жизни, игнорировать этот стимул нельзя. Низкоинтенсивное кардио по 5 минут вначале тренировки и 5 минут в конце задачу не решит. Либо надо работать в низкоинтенсивном формате достаточно долго, либо короткое время работать с высокой интенсивностью. Это и позволяет тренировать кардио-

респираторную систему, и создает существенные физиологические сдвиги, повышающие метаболизм при восстановлении<sup>121</sup>.

В приведенной схеме не нужно ничего дополнять. Достаточно объединить 2-3 последних упражнения в круговой формат и выполнить с неполным отдыхом, около 30 сек между упражнениями.

<b>1 тренировка:</b>	<b>2 тренировка:</b>
1. Сила/гипертрофия низ (приседы)	1. Сила/гипертрофия низ (наклоны)
2. Сила/гипертрофия верх (тяги горизонтальные)	2. Сила/гипертрофия верх (жимы горизонтальные)
3а. Гипертрофия/силовая выносливость (жимы)	3а. Гипертрофия/силовая выносливость (тяги)
3б. Гипертрофия/силовая выносливость (наклоны)	3б. Гипертрофия/силовая выносливость (приседы)
3в. Силовая выносливость кор (сагиттальная/фронтальная плоскость)	3в. Силовая выносливость кор (поперечная плоскость)

Такой подход сам по себе создаст существенный энергозапрос и приведет к работе кардиореспираторной системы с ИВН на уровне 7.

Можно пойти дальше и составить из этих групп упражнений полноценный смешанный комплекс, используя логику из предыдущей главы про ВИФТ. Тренировка останется сбалансированной по стимулам и мышечным группам, но получит еще и баланс по физическим качествам.

**Краткий алгоритм выглядит следующим образом:**

1. Проанализировать основную часть тренировки (скоростная сила, сила, гипертрофия): какие двигательные шаблоны использовались, какие мышечные группы получили развивающую нагрузку. Эти мышцы в работе на выносливость нагружать нет смысла.
2. Проанализировать, сколько времени в тренировке доступно на развитие выносливости (по остаточному принципу после силовой) и определиться с ИВН работы.
3. Выбрать 2-3 двигательных шаблона упражнений на мышечные группы, не нагруженные в силовой части тренировки.
4. Выбрать конкретные упражнения, наиболее простые, с учетом технической подготовленности.
5. Подобрать интенсивность упражнений.
6. В соответствии с интенсивностью определиться с количеством повторений каждого упражнения.
7. Просчитать время восстановления для каждого упражнения и оформить задание в конкретный формат.

Пример реализации алгоритма представлен в таблице справа.

Представленные в примере три варианта взаимозаменяемы. Один не лучше другого, все решают те же задачи. Это является примером того, как можно реализовывать вариативность при работе над выносливостью. Большой плюс смешанной работы в том, что она обычно интереснее интервальной тренировки. Это позволяет повысить мотивацию людей и приверженность программе, что влияет на результативность тренировок.



<b>Основная часть</b>	1а. Присед СШНС (сила + гипертрофия) 1б. Тяга горизонтальная (сила + гипертрофия) (15 мин на блок) 2а. Разгибание голени (гипертрофия) 2б. Подъем на носки (гипертрофия) 2в. Тяга к лицу в блоке (гипертрофия) (20 мин на блок)
<b>Нагруженные мышечные группы</b>	Разгибатели голени Разгибатели бедра (б. приводящая и б. ягодичная) Подопшвенные сгибатели стопы Разгибатели плеча Абдукторы плеча Ретракторы лопатки
<b>Ненагруженные мышечные группы</b>	Сгибатели бедра Мышцы живота Сгибатели плеча, разгибатели предплечья Разгибатели бедра (ЗПБ)
<b>Время на блок выносливости</b>	Длительность тренировки 60 мин 10 мин разминка 1 блок 15 мин (1а-1б) 2 блок 20 мин (2а-2в) Выносливость – 10-15 мин (ИВН 7-8).
<b>Упражнения (возможные)</b>	Подъемы ног в висе, в упоре на предплечьях, лежа на полу, планка на предплечьях, лодочка, раскатки на колесе, русские скручивания, переноска чемодана, переноска отягощений на груди, отжимания в упоре лежа, жимы штанги лежа, жимы вертикальные, жимы лэндмайн, берпи, толкание саней упором прямыми руками, ягодичные мосты и т.д.
<b>Упражнения (финальные)</b>	Жим штанги лежа (локальная мышечная выносливость + гипертрофия) V-складки на полу
<b>Интенсивность упражнений</b>	Жим штанги лежа – 60-75%, предельная длительность до отказа 10-20 повторений, Складки на полу (повторный максимум до 30 повторений, предельная длительность до 60 сек)
<b>Финальный вариант 1</b>	3-4 раунда: 1*макс жим штанги лежа, 65%, 2111, 2ПВР 15 складок на полу (50% от максимума) Отдых до конца 5 мин
<b>Финальный вариант 2</b>	3-4 раунда: 10 жимов лежа 75-70-65% 20-15-10 складок на полу Аэробайк на ИВН 6 до конца 5 мин
<b>Финальный вариант 3</b>	4 раунда: 1 мин: 1*макс жим лежа 75%, 2ПВР 2 мин: 30 сек складки на полу 3-4 мин: отдых

Составление смешанных комплексов посредством единого алгоритма позволяет управлять объемом и стимулом и при этом сохранять разнообразие форматов.

В идеальном формате оздоровительный тренинг должен включать до трех тренировок комплексной направленности в зале и еще две низкоинтенсивных длительных сессии в формате непрерывной работы (равномерной или переменной) или активного отдыха. Такое сочетание тренировок создаст широкий спектр стимулов в неделю.

Комплексная тренировка	Низко-интенсивная тренировка выносливости	Комплексная тренировка	Отдых	Комплексная тренировка	Низко-интенсивная тренировка выносливости	Отдых
------------------------	---	------------------------	-------	------------------------	---	-------

## 8.4.

### **Алгоритм планирования тренировок на выносливость для видов спорта**

В тренировках на выносливость в конкретных видах спорта можно применять следующий алгоритм мышления:

1. Анализ требований избранного вида спорта.
2. Анализ потребностей спортсмена.
3. Анализ биоэнергетики тренировок по виду спорта.
4. Планирование работы на выносливость в дополнение к тренировкам по виду спорта.

Первый шаг — это всегда анализ требований соревновательной деятельности. Чем глубже понимание спорта, тем проще дальше выбирать методы и средства.

Анализ требований спорта проводят по следующим категориям:

- биомеханика и функциональная анатомия спортивных действий;
- биоэнергетика спортивных действий, эпизодов, игр и соревнований в целом;
- травматизм, присущий конкретному спорту;
- соревновательный календарь;
- необходимость частых переездов для соревнований, смена часовых поясов и климата, весовые категории;
- особенности возрастной группы и уровня спортивного мастерства.

Анализ требований спорта позволяет понять, какие именно системы необходимо тренировать для повышения спортивных результатов и снижения сопряженных с соревновательной деятельностью рисков. Также на основании анализа требований спорта можно понять, как подобрать наиболее специфичные тесты.

Следующий шаг состоит в анализе потребностей конкретного спортсмена. Для этого спортсмен проходит батарею тестов, в результате чего можно определить индивидуальные лимитирующие факторы.

Когда становится понятно, какие физиологические системы необходимо развивать, важно оценить, как уже выстроенный тренировочный процесс (включая тренировки по виду спорта) влияет на эти системы. Где и когда возможно, тренировки по виду спорта организуют таким образом, чтобы создать оптимальные условия для адаптации физиологических систем. И уже в дополнение к этому (когда необходимо) с учетом календаря планируют развитие выносливости в рамках тренировок по ОФП.

Некоторые специалисты и спортсмены считают, что в тренировках по СФП или виду спорта физиология работает каким-то особым, не таким как у всех, образом. Сочетание физиологических факторов сильно различается в разных видах спорта. Но физиология работоспособности принципиально одинаковая: есть двигательные действия с определенной энергетической и механической стоимостью, есть соответствующая картина энергообеспечения, работы управляющей и обслуживающей систем. Энергозапрос определяет

максимальную продолжительность действий и требуемый отдых, а это дает понимание, какие методы тренировки использовать.

## 8.5.

### Критерии адаптации

При планировании тренировок на выносливость мы стараемся устранить индивидуальные лимитирующие факторы, будь то доставка  $O_2$ , капилляризация, митохондриальная масса, техника и т.д. Некоторые параметры поддаются точной (потребление  $O_2$ ) или субъективной (техника) оценке. Однако, большинство факторов выносливости вне лаборатории измерить невозможно. Никто в рамках тренировочного процесса не будет делать биопсию, чтобы проверить, на сколько процентов увеличилось количество капилляров или митохондрий.

Как понять, что тренировочный подход работает?

Можно выделить 2 группы критериев прогресса, оценивающих адаптацию к тренировочным методам и степень переноса на специфичную деятельность.

Адаптацию к используемым методам оценить проще всего. Для этого не требуется даже повторное тестирование. Если организм адаптируется к нагрузке, то в процессе тренировок наблюдают некоторые из перечисленных ниже изменений.

**1. В течение работы фиксированной мощности утомление накапливается медленнее.**

Где бы утомление ни было локализовано, оно наступает позже. Длительность работы до нарушения техники или падения мощности увеличивается.

**2. Снижается ЧСС во время работы фиксированной мощности.**

Падение ЧСС может отражать несколько процессов: повышение ударного объема сердца, рост эффективности кровоснабжения, терморегуляции, перераспределения кровотока, снижение энергозатрат на выполнение работы. Все эти адаптации являются позитивными.

**3. Снижается потребление  $O_2$  на фиксированной мощности.**

Этот показатель или фиксируется напрямую с помощью газоанализатора, или опосредованно, через функцию легочной вентиляции. Если ранее на заданной интенсивности спортсмен дышал тяжело и неконтролируемо, а после тренировок стал способен выполнять ту же работу, но при этом дышать спокойно, размеренно — это явный признак снижения потребления кислорода на фиксированной интенсивности.

**4. Повышаются мощность или длительность работы на фиксированном отрезке при максимальной интенсивности или на конкретном  $\%ЧСС_{\text{макс}}$  или  $\%МПК$ .**

Например, в интервальных спринтах удастся быстрее пробежать дистанцию, или растёт темп бега на  $90\%ЧСС_{\text{макс}}$ , или на  $85\%МПК$ .

**5. Повышается скорость восстановления между интенсивными эпизодами и после прекращения работы.**

Самый простой способ оценки восстановления – по падению ЧСС за 1 или 2 минуты после прекращения работы. Если ЧСС снижается быстрее, чем раньше – это признак большего вклада аэробной системы в работу и, как следствие, улучшенного восстановления. Дополнительный критерий – субъективная готовность к повторению работы появляется раньше, чем в начале тренировочного периода.

#### **6. Снижается послетренировочная мышечная боль.**

Этот показатель означает адаптацию мышц и соединительной ткани к конкретной нагрузке. Вначале мышцы могут болеть после тренировки достаточно сильно, особенно при неверном выборе тренировочного объема. Однако в процессе тренировок при повторной нагрузке боль должна существенно снижаться или вовсе исчезать.

#### **7. Снижается интенсивность воспринимаемого напряжения работы фиксированной мощности.**

Это субъективный показатель, почти всегда отражающий возросшую функциональность организма. ИВН характеризует еще и психологические аспекты восприятия тяжелой физической работы. Улучшенная психологическая переносимость работы позволяет повысить выносливость даже без существенной физиологической адаптации.

Часть из описанных изменений напрямую переносится на спортивную деятельность. Более быстрое восстановление между интервалами работы имеет прямой перенос на любую деятельность переменного характера.

Другие параметры специфичны используемым методам. Например, при использовании статодинамики или окклюзив-



ного тренинга возникает очень сильный локальный дискомфорт. Снижение ИВН такой работы – одна из первых адаптаций. Но ИВН не переносится на любую мышечную работу вообще. Спортсмен может психологически легко выполнять тяжелейшие круговые комплексы и сходить с ума от скуки во время низкоинтенсивных непрерывных сессий.

Возросший уровень мощности в конкретной работе отражает адаптацию к конкретной работе, и степень переноса на специфичную деятельность вообще не очевидна. По этой причине, во-первых, следует очень внимательно подходить к выбору средств, а во-вторых, искать способы оценки специфичного прогресса.

К примеру, в игровых видах спорта на высоком уровне активно используются датчики GPS, позволяющие, в числе прочего, оценить развиваемую скорость, количество ускорений на разных этапах игры. Если в конце игры спортсмен способен достигать более высоких скоростей в среднем – это явный признак возросшей способности к повторным суб-максимальным усилиям. Естественно, такие возможности есть далеко не у всех команд и спортсменов. Но при условии, что полевые тесты для данного спорта выбраны максимально специфичные, их регулярное повторение дает достаточно надежные данные прогресса.

Я писал эту книгу в надежде, что она станет надежным подспорьем для тренеров по физической, силовой и кондиционной подготовке и в фитнесе. Хотелось создать руководство по выбору методов развития выносливости, которое не только отвечает на вопросы «как тренировать выносливость», но и «что именно тренировать», и «почему». А главное, хотелось создать руководство, применимое в реальной тренерской практике.

Начиная работу над книгой, я отдавал себе полный отчет, что информации, знаний и опыта для исчерпывающих ответов на все вопросы нет. Более того, я начинал работать над книгой именно для того, чтобы некоторые теоретические вопросы изучить глубже, а еще зафиксировать на бумаге свой эмпирический опыт. Особенно это касается методов высокоинтенсивного функционального тренинга, по которому систематизированной методической информации очень мало.

Часть вопросов в книге намеренно затронута поверхностно. Это тестирование и построение циклов различной продолжительности. Это отдельные, большие и объемные вопросы, которые требуют специфичных ответов в зависимости от конкретной специфики и которые лучше изучать в специализированной литературе по избранному виду спорта.

Вопросы выносливости очень сложные, и знаний хронически не хватает, а при этом работать надо. Потому я советую в книге консервативный подход с перестраховками, который сам использую в своей практике. С каждым спортсменом или подопечным мы:

- проводим анализ доступной информации;
- формулируем гипотезу (что улучшить, за счет каких физиологических адаптаций)
- в соответствии с гипотезой подбираем средства и методы;
- перестраховываемся при выборе начальной интенсивности и объема нагрузки;
- реализуем первые тренировки, на основании обратной связи вносим требуемые корректировки;
- на основании текущего и этапного контроля проверяем, насколько корректно сформулирована гипотеза, и получается ли решать требуемые задачи;
- по необходимости вносим корректировки в гипотезу и последующие решения.

Такой подход позволяет действовать достаточно сознательно, не наделать грубых ошибок и вовремя внести изменения в тренировочный процесс. Если использовать в работе всю совокупность имеющихся теоретических и эмпирических данных, это гораздо эффективнее, нежели просто личный опыт или «мы так всегда делали».

## Концевые сноски

1. Barclay C. J. et al., Energy demand and supply in human skeletal muscle: *J Muscle Res Cell Motil*, 2017. DOI 10.1007/s10974-017-9467-7
2. Klingenberg M. The ADP and ATP transport in mitochondria and its carrier. *Biochim Biophys Acta*. 2008 Oct;1778(10):1978-2021. doi: 10.1016/j.bbame.2008.04.011. Epub 2008 May 2. PMID: 18510943.
3. McMahon et al., Factors Affecting the Rate of Phosphocreatine Resynthesis Following Intense Exercise., 2002
4. Julien S. Baker et al., Interaction among Skeletal Muscle Metabolic Energy Systems during Intense Exercise., 2010, *Journal of Nutrition and Metabolism.*, doi:10.1155/2010/905612
5. Rabinowitz JD, Enerbäck S. Lactate: the ugly duckling of energy metabolism. *Nat Metab*. 2020 Jul;2(7):566-571. doi: 10.1038/s42255-020-0243-4. Epub 2020 Jul 20. PMID: 32694798; PMCID: PMC7983055.
6. Barclay C. J. et al., Energy demand and supply in human skeletal muscle: *J Muscle Res Cell Motil*, 2017. DOI 10.1007/s10974-017-9467-7.
7. Korhonen MT, Suominen H, Mero A. Age and sex differences in blood lactate response to sprint running in elite master athletes. *Can J Appl Physiol*. 2005 Dec;30(6):647-65. doi: 10.1139/h05-146. PMID: 16485517.
8. Kawczyński, Adam & Kobiałka, Kamil & Mroczek, Dariusz & Chmura, Pawel & Maszczyk, Adam & Adam, Zając & Chmura, Jan. (2015). Blood lactate concentrations in elite Polish 100 m sprinters. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 15. 10.1080/24748668.2015.11868800.
9. Дубынин В. Мозг и его потребности: От питания до признания. — М. : Альпина нон-фикшн, 2021. — 131 с.

10. Henneman E. The size-principle: a deterministic output emerges from a set of probabilistic connections. *J Exp Biol.* 1985 Mar;115:105-12. doi: 10.1242/jeb.115.1.105. PMID: 3161974.
11. Wayne Scott, Jennifer Stevens, Stuart A Binder-Macleod, Human Skeletal Muscle Fiber Type Classifications, *Physical Therapy*, Volume 81, Issue 11, 1 November 2001, Pages 1810-1816, <https://doi.org/10.1093/ptj/81.11.1810>
12. Medler S. Mixing it up: the biological significance of hybrid skeletal muscle fibers. *J Exp Biol.* 2019 Nov 29;222(Pt 23):jeb200832. doi: 10.1242/jeb.200832. PMID: 31784473.
13. Plotkin DL, Roberts MD, Haun CT, Schoenfeld BJ. Muscle Fiber Type Transitions with Exercise Training: Shifting Perspectives. *Sports (Basel).* 2021 Sep 10;9(9):127. doi: 10.3390/sports9090127. PMID: 34564332; PMCID: PMC8473039.
14. Wilson, Jacob M.; Loenneke, Jeremy P.; Jo, Edward; Wilson, Gabriel J.; Zourdos, Michael C.; Kim, Jeong-Su. The Effects of Endurance, Strength, and Power Training on Muscle Fiber Type Shifting. *Journal of Strength and Conditioning Research* 26(6):p 1724-1729, June 2012. | DOI: 10.1519/JSC.0b013e318234eb6f
15. <https://doi.org/10.1007/s00421-018-3943-7>
16. Hillman D. R. et al. A model of the respiratory pump., *J Appl Physiol.*, 1987 Sep;63(3):951-61.
17. Yoshiga CC, Higuchi M. Heart rate is lower during ergometer rowing than during treadmill running. *Eur J Appl Physiol.* 2002 Jun;87(2):97-100. doi: 10.1007/s00421-002-0599-z. Epub 2002 Apr 5. PMID: 12070617.
18. Hauber C, Sharp RL, Franke WD. Heart rate response to submaximal and maximal workloads during running and swimming. *Int J Sports Med.* 1997 Jul;18(5):347-53. doi: 10.1055/s-2007-972644. PMID: 9298774.
19. Cicone ZS, Holmes CJ, Fedewa MV, MacDonald HV, Esco MR. Age-Based Prediction of Maximal Heart Rate in Children and Adolescents: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Res Q Exerc Sport.* 2019 Sep;90(3):417-428. doi: 10.1080/02701367.2019.1615605. Epub 2019 Jun 3. PMID: 31157608.

20. Harms CA, Wetter TJ, McClaran SR, Pegelow DF, Nickle GA, Nelson WB, Hanson P, Dempsey JA. Effects of respiratory musclework on cardiac output and its distribution during maximal exercise. *J Appl Physiol* 85: 609-618, 1998.
21. Toussaint HM, Knops W, De Groot G, Hollander AP. The mechanical efficiency of front crawl swimming. *Med Sci Sports Exerc.* 1990 Jun;22(3): 402-8. PMID: 2381310.
22. Seiler, Stephen. (2010). What is Best Practice for Training Intensity and Duration Distribution in Endurance Athletes?. *International journal of sports physiology and performance.* 5. 276-91. 10.1123/ijsp.5.3.276.
23. Rogatzki MJ, Ferguson BS, Goodwin ML, Gladden LB. Lactate is always the end product of glycolysis. *Front Neurosci.* 2015 Feb 27;9:22. doi: 10.3389/fnins.2015.00022. PMID: 25774123; PMCID: PMC4343186.
24. Dawson EA, Shave R, George K, Whyte G, Ball D, Gaze D, Collinson P. Cardiac drift during prolonged exercise with echocardiographic evidence of reduced diastolic function of the heart. *Eur J Appl Physiol.* 2005 Jun;94(3):305-9. doi: 10.1007/s00421-005-1318-3. Epub 2005 Mar 12. PMID: 15765237.
25. Wolfe RR. Metabolic interactions between glucose and fatty acids in humans. *Am J Clin Nutr.* 1998 Mar;67(3 Suppl):519S-526S. doi: 10.1093/ajcn/67.3.519S. PMID: 9497163.
26. Liu C, Wu J, Zhu J, Kuei C, Yu J, Shelton J, Sutton SW, Li X, Yun SJ, Mirzadegan T, Mazur C, Kamme F, Lovenberg TW. Lactate inhibits lipolysis in fat cells through activation of an orphan G-protein-coupled receptor, GPR81. *J Biol Chem.* 2009 Jan 30;284(5):2811-2822. doi: 10.1074/jbc.M806409200. Epub 2008 Dec 1. PMID: 19047060.
27. Y. Yoshitake, H. Ue, M. Miyazaki, T. Moritani. Assessment of lower-back muscle fatigue using electromyography, mechanomyography, and near-infrared spectroscopy. *Eur J Appl Physiol.*, 2001
28. Krishnan, Anup & Sivaraman, Arumugam & Alwar, Thiagarajan & Sharma, Deep & Upadhyay, Vivekanand & Kumar, Anuj. (2020). RELEVANCE OF LACTATE THRESHOLD IN ENDURANCE SPORTS: A REVIEW. *EUROPEAN JOURNAL OF PHARMACEUTICAL AND MEDICAL RESEARCH.* 7. 513-524.

29. Billat VL, Sirvent P, Py G, Koralsztein JP, Mercier J. The concept of maximal lactate steady state: a bridge between biochemistry, physiology and sport science. *Sports Med.* 2003;33(6):407-26. doi: 10.2165/00007256-200333060-00003. PMID: 12744715.
30. Hudson AL, Gandevia SC, Butler JE. A Principle of Neuromechanical Matching for Motor Unit Recruitment in Human Movement. *Exerc Sport Sci Rev.* 2019 Jul;47(3):157-168. doi: 10.1249/JES.0000000000000191. PMID: 30985474.
31. Spencer MR, Gastin PB. Energy system contribution during 200- to 1500-m running in highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc.* 2001 Jan;33(1):157-62. doi: 10.1097/00005768-200101000-00024. PMID: 11194103.
32. Balasekaran, Govindasamy & Keong, Loh & Veeramuthu, Viknesh & Yong, Tze & Govindaswamy, Victor & Ng, Yew Cheo. (2021). Energy System Contribution during 1500M Running in Untrained and Endurance-Trained Asian Male College Students. *The Asian Journal of Kinesiology.* 23. 9-18. 10.15758/ajk.2021.23.2.9
33. Duffield R, Dawson B, Goodman C. Energy system contribution to 400-metre and 800-metre track running. *J Sports Sci.* 2005 Mar;23(3): 299-307. doi: 10.1080/02640410410001730043. PMID: 15966348.
34. Xu F, Rhodes EC. Oxygen uptake kinetics during exercise. *Sports Med.* 1999 May;27(5):313-27. doi: 10.2165/00007256-199927050-00003. PMID: 10368878).
35. Goulding RP, Burnley M, Wüst RCI. How Priming Exercise Affects Oxygen Uptake Kinetics: From Underpinning Mechanisms to Endurance Performance. *Sports Med.* 2023 May;53(5):959-976. doi: 10.1007/s40279-023-01832-1. Epub 2023 Apr 3. PMID: 37010782; PMCID: PMC10115720.
36. Evans WJ, Lambert CP. Physiological basis of fatigue. *Am J Phys Med Rehabil.* 2007 Jan;86(1 Suppl): S29-46. doi: 10.1097/phm.0b013e31802ba53c. PMID: 17370370.
37. Wan JJ, Qin Z, Wang PY, Sun Y, Liu X. Muscle fatigue: general understanding and treatment. *Exp Mol Med.* 2017 Oct 6;49(10):e384. doi: 10.1038/emm.2017.194. PMID: 28983090; PMCID: PMC5668469.

38. Van Cutsem J, Marcora S, De Pauw K, Bailey S, Meeusen R, Roelands B. The Effects of Mental Fatigue on Physical Performance: A Systematic Review. *Sports Med.* 2017 Aug;47(8):1569-1588. doi: 10.1007/s40279-016-0672-0. PMID: 28044281.

39. Del Coso J, Fernández de Velasco D, Abián-Vicen J, Salinero JJ, González-Millán C, Areces F, Ruiz D, Gallo C, Calleja-González J, Pérez-González B. Running pace decrease during a marathon is positively related to blood markers of muscle damage. *PLoS One.* 2013;8(2):e57602. doi: 10.1371/journal.pone.0057602. Epub 2013 Feb 27. Erratum in: *PLoS One.* 2013;8(7). doi:10.1371/annotation/47fe0942-fff7-4df2-bac8-fd93bc7bb242. Fernández, David [corrected to Fernández de Velasco, David]. PMID: 23460881; PMCID: PMC3583862.

40. Kohji Hirakoba, Buffering Capacity in Human Skeletal Muscle: A Brief Review., Department of Human Sciences, Faculty of Computer Science and Systems Engineering, Kyushu Institute of Technology.

41. Amann M. Significance of Group III and IV muscle afferents for the endurance exercising human. *Clin Exp Pharmacol Physiol.* 2012 Sep;39(9): 831-5. doi: 10.1111/j.1440-1681.2012.05681.x. PMID: 22300329; PMCID: PMC3351566.

42. Romer LM, Polkey MI. Exercise-induced respiratory muscle fatigue: implications for performance. *J Appl Physiol (1985).* 2008 Mar;104(3): 879-88. doi: 10.1152/jappphysiol.01157.2007. Epub 2007 Dec 20. PMID: 18096752.

43. Sheel AW, Boushel R, Dempsey JA. Competition for blood flow distribution between respiratory and locomotor muscles: implications for muscle fatigue. *J Appl Physiol (1985).* 2018 Sep 1;125(3):820-831. doi: 10.1152/jappphysiol.00189.2018. Epub 2018 Jun 7. PMID: 29878876; PMCID: PMC6842878.

44. Noakes TD. Fatigue is a Brain-Derived Emotion that Regulates the Exercise Behavior to Ensure the Protection of Whole Body Homeostasis. *Front Physiol.* 2012 Apr 11;3:82. doi: 10.3389/fphys.2012.00082. PMID: 22514538; PMCID: PMC3323922.



45. McMahon S, Jenkins D. Factors affecting the rate of phospho-creatine resynthesis following intense exercise. *Sports Med.* 2002;32(12):761-84. doi: 10.2165/00007256-200232120-00002. PMID: 12238940.
46. Menzies P, Menzies C, McIntyre L, Paterson P, Wilson J, Kemi OJ. Blood lactate clearance during active recovery after an intense running bout depends on the intensity of the active recovery. *J Sports Sci.* 2010 Jul;28(9):975-82. doi: 10.1080/02640414.2010.481721. PMID: 20544484.
47. Hudson AL, Gandevia SC, Butler JE. A Principle of Neuromechanical Matching for Motor Unit Recruitment in Human Movement. *Exerc Sport Sci Rev.* 2019 Jul;47(3):157-168. doi: 10.1249/JES.0000000000000191. PMID: 30985474.
48. Jones, A. M. (2006). The Physiology of the World Record Holder for the Women's Marathon. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 1(2), 101-116. <https://doi.org/10.1260/174795406777641258>
49. Yuntian Guan, Joshua C. Drake, and Zhen Yan., Exercise-Induced Mitophagy in Skeletal Muscle and Heart., *Exercise and Sport Sciences Reviews.*, 2019.
50. Laughlin MH, Roseguini B. Mechanisms for exercise training-induced increases in skeletal muscle blood flow capacity: differences with interval sprint training versus aerobic endurance training. *J Physiol Pharmacol.* 2008 Dec;59 Suppl 7(Suppl 7):71-88. PMID: 19258658; PMCID: PMC2654584.
51. Brooks GA. The Science and Translation of Lactate Shuttle Theory. *Cell Metab.* 2018 Apr 3;27(4):757-785. doi: 10.1016/j.cmet.2018.03.008. PMID: 29617642.
52. Nakagawa Y, Hattori M. Relationship between muscle buffering capacity and fiber type during anaerobic exercise in human. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci.* 2002 Mar;21(2):129-31. doi: 10.2114/jpa.21.129. PMID: 12056180.
53. Bishop, David John & Edge, Johann & Mendez-Villanueva, Alberto & Thomas, Claire & Schneiker, Knut. (2009). High-intensity exercise decreases muscle buffer capacity via a decrease in protein buffering in human skeletal

muscle. Pflügers Archiv : European journal of physiology. 458. 929-36. 10.1007/s00424-009-0673-z

54. Hostrup M, Bangsbo J. Limitations in intense exercise performance of athletes - effect of speed endurance training on ion handling and fatigue development. J Physiol. 2017 May 1;595(9):2897-2913. doi: 10.1113/JP273218. Epub 2016 Nov 16. PMID: 27673449; PMCID: PMC5407979.

55. Sawka et al. Blood volume: Importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. Article in Medicine and Science in Sports and Exercise · March 2000DOI: 10.1097/00005768-200002000-00012 · Source: PubMed.

56. Sawka, Michael & CONVERTINO, VICTOR & EICHNER, E. & SCHNIEDER, SUZANNE & Young, Andrew. (2000). Blood volume: Importance and adaptations to exercise training, environmental stresses, and trauma/sickness. Medicine and science in sports and exercise. 32. 332-48. 10.1097/00005768-200002000-00012.

57. Thomas, D. & Burke, Louise & Erdman, Kelly. (2016). Nutrition and Athletic Performance. medicine and science. 48. 543-568. 10.1249/MSS.0000000000000852.

58. Podlogar T, Wallis GA. New Horizons in Carbohydrate Research and Application for Endurance Athletes. Sports Med. 2022 Dec;52(Suppl 1):5-23. doi: 10.1007/s40279-022-01757-1. Epub 2022 Sep 29. PMID: 36173597; PMCID: PMC9734239.

59. Shiose K, Takahashi H, Yamada Y. Muscle Glycogen Assessment and Relationship with Body Hydration Status: A Narrative Review. Nutrients. 2022 Dec 29;15(1):155. doi: 10.3390/nu15010155. PMID: 36615811; PMCID: PMC9823884.

60. Gonzalez JT, Fuchs CJ, Betts JA, van Loon LJ. Liver glycogen metabolism during and after prolonged endurance-type exercise. Am J Physiol Endocrinol Metab. 2016 Sep 1;311(3):E543-53. doi: 10.1152/ajpendo.00232.2016. Epub 2016 Jul 19. PMID: 27436612.

61. Vitale K, Getzin A. Nutrition and Supplement Update for the Endurance Athlete: Review and Recommendations. Nutrients. 2019 Jun 7;11(6):1289. doi:10.3390/nu11061289. PMID: 31181616; PMCID: PMC6628334.

62. Stellingwerff T, Cox GR. Systematic review: Carbohydrate supplementation on exercise performance or capacity of varying durations. *Appl Physiol Nutr Metab*. 2014 Sep;39(9):998-1011. doi: 10.1139/apnm-2014-0027. Epub 2014 Mar 25. PMID: 24951297.
63. Naderi A, Gobbi N, Ali A, Berjisian E, Hamidvand A, Forbes SC, Koozehchian MS, Karayigit R, Saunders B. Carbohydrates and Endurance Exercise: A Narrative Review of a Food First Approach. *Nutrients*. 2023 Mar 11;15(6):1367. doi: 10.3390/nu15061367. PMID: 36986096; PMCID: PMC10054587.
64. Hearris MA, Pugh JN, Langan-Evans C, Mann SJ, Burke L, Stellingwerff T, Gonzalez JT, Morton JP. 13C-glucose-fructose labeling reveals comparable exogenous CHO oxidation during exercise when consuming 120 g/h in fluid, gel, jelly chew, or coingestion. *J Appl Physiol* (1985). 2022 Jun 1;132(6):1394-1406. doi: 10.1152/jappphysiol.00091.2022. Epub 2022 Apr 21. PMID: 35446596.
65. Murray B, Rosenbloom C. Fundamentals of glycogen metabolism for coaches and athletes. *Nutr Rev*. 2018 Apr 1;76(4):243-259. doi: 10.1093/nutrit/nuy001. PMID: 29444266; PMCID: PMC6019055.
66. Philp A, Hargreaves M, Baar K. More than a store: regulatory roles for glycogen in skeletal muscle adaptation to exercise. *Am J Physiol Endocrinol Metab*. 2012 Jun 1;302(11):E1343-51. doi: 10.1152/ajpendo.00004.2012. Epub 2012 Mar 6. PMID: 22395109.
67. Gejl, K.D., Nybo, L. Performance effects of periodized carbohydrate restriction in endurance trained athletes – a systematic review and meta-analysis. *J Int Soc Sports Nutr* 18, 37 (2021). <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00435-3>
68. Impey SG, Hearris MA, Hammond KM, Bartlett JD, Louis J, Close GL, Morton JP. Fuel for the Work Required: A Theoretical Framework for Carbohydrate Periodization and the Glycogen Threshold Hypothesis. *Sports Med*. 2018 May;48(5):1031-1048. doi: 10.1007/s40279-018-0867-7. PMID: 29453741; PMCID: PMC5889771.
69. Périard JD, Racinais S, Sawka MN. Adaptations and mechanisms of human heat acclimation: Applications for competitive athletes and sports.

Scand J Med Sci Sports. 2015 Jun;25 Suppl 1:20-38. doi: 10.1111/sms.12408. PMID: 25943654.).

70. Коц Я. М. Спортивная физиология. [Текст] : учеб. / Я.М. Коц – М. : Физкультура и спорт, 1986.

71. Матвеев Л. П. Теория и методика физической культуры (введение в теорию физической культуры; общая теория и методика физического воспитания) : учебник для высших учебных заведений физкультурного профиля. – 4-е изд. – М. : Спорт, 2021.

72. Kawczyński, Adam & Kobińska, Kamil & Mroczek, Dariusz & Chmura, Pawel & Maszczyk, Adam & Adam, Zając & Chmura, Jan. (2015). Blood lactate concentrations in elite Polish 100 m sprinters. *International Journal of Performance Analysis in Sport*. 15. 10.1080/24748668.2015.11868800.

73. Nioka S, Moser D, Lech G, Evengelisti M, Verde T, Chance B, Kuno S. Muscle deoxygenation in aerobic and anaerobic exercise. *Adv Exp Med Biol*. 1998;454:63-70. doi: 10.1007/978-1-4615-4863-8\_8. PMID: 9889877.

74. Huerta Ojeda Á, Riquelme Guerra M. Six-minute rowing test: a practical tool for training prescription, from ventilatory thresholds and power outputs, in amateur male rowers. *PeerJ*. 2023 Sep 29;11:e16160. doi: 10.7717/peerj.16160. PMID: 37790629; PMCID: PMC10544309.

75. Buchheit M, Laursen PB. *Science and Application of High Intensity Interval Training: Solutions to the Programming Puzzle Hardcover* – December 28, 2018

76. CHRISTENSEN EH, HEDMAN R, SALTIN B. Intermittent and continuous running. (A further contribution to the physiology of intermittent work.). *Acta Physiol Scand*. 1960 Dec 30;50:269-86. doi: 10.1111/j.1748-1716.1960.tb00181.x. PMID: 14448704.

77. Rozenek R, Funato K, Kubo J, Hoshikawa M, Matsuo A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO2max. *J Strength Cond Res*. 2007 Feb;21(1):188-92. doi: 10.1519/R-19325.1. PMID: 17313282.

78. Lievens E, Klass M, Bex T, Derave W. Muscle fiber typology substantially influences time to recover from high-intensity exercise. *J Appl*

Physiol (1985). 2020 Mar 1;128(3):648-659. doi: 10.1152/japplphysiol.00636.2019. Epub 2020 Jan 30. PMID: 31999527.

79. Seiler S, Hetlelid KJ. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1601–7.

80. Seiler S, Hetlelid KJ. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1601–7.)

81. Boushel R. Muscle metaboreflex control of the circulation during exercise. *Acta Physiol (Oxf).* 2010 Aug;199(4):367-83. doi: 10.1111/j.1748-1716.2010.02133.x. Epub 2010 Mar 27. PMID: 20353495.)

82. Gervasi M, Fernández-Peña E, Patti A, Benelli P, Sisti D, Padulo J, Boullousa D. Moderate intensity active recovery improves performance in a second wingate test in cyclists. *Heliyon.* 2023 Jul 11;9(7):e18168. doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e18168. PMID: 37496921; PMCID: PMC10366462.

83. Dupont G, Moalla W, Guinhouya C, Ahmaidi S, Berthoin S. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. *Med Sci Sports Exerc.* 2004 Feb;36(2):302-8. doi: 10.1249/01.MSS.0000113477.11431.59. PMID: 14767255.

84. Kang SR, Min JY, Yu C, Kwon TK. Effect of whole body vibration on lactate level recovery and heart rate recovery in rest after intense exercise. *Technol Health Care.* 2017 Jul 20;25(S1):115-123. doi: 10.3233/THC-171313. PMID: 28582899.

85. Hörst E. Effectiveness of “Dangling Arm” and “G-Tox” Recovery Techniques. *Training For Climbing* – by Eric Hörst. Published June 2, 2015. Accessed March 10, 2023. <https://trainingforclimbing.com/effectiveness-of-dangling-arm-and-g-tox-recovery-techniques/>

86. HEYMAN E, DE GEUS B, MERTENS I, MEEUSEN R. Effects of Four Recovery Methods on Repeated Maximal Rock Climbing Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise.* 2009;41(6):1303-1310. doi:<https://doi.org/10.1249/mss.0b013e318195107d>

87. Yamagishi T, Babraj J. Active Recovery Induces Greater Endurance Adaptations When Performing Sprint Interval Training. *J Strength Cond Res.* 2019 Apr;33(4):922-930. doi: 10.1519/JSC.0000000000002787. PMID: 30102686; PMCID: PMC6445608.

88. Buchheit M, Cormie P, Abbiss CR, Ahmaidi S, Nosaka KK, Laursen PB. Muscle deoxygenation during repeated sprint running: Effect of active vs. passive recovery. *Int J Sports Med.* 2009 Jun;30(6):418-25. doi: 10.1055/s-0028-1105933. Epub 2009 May 12. PMID: 19437381.).

89. Ikutomo A, Kasai N, Goto K. Impact of inserted long rest periods during repeated sprint exercise on performance adaptation. *Eur J Sport Sci.* 2018 Feb;18(1):47-53. doi: 10.1080/17461391.2017.1383515. Epub 2017 Oct 14. PMID: 29032729.

90. Kenneally M, Casado A, Gomez-Ezeiza J, Santos-Concejero J. Training intensity distribution analysis by race pace vs. physiological approach in world-class middle- and long-distance runners. *Eur J Sport Sci.* 2021 Jun;21(6):819-826. doi: 10.1080/17461391.2020.1773934. Epub 2020 Jun 20. PMID: 32449500.

91. Messonnier LA, Emhoff CA, Fattor JA, Horning MA, Carlson TJ, Brooks GA. Lactate kinetics at the lactate threshold in trained and untrained men. *J Appl Physiol (1985).* 2013 Jun;114(11):1593-602. doi: 10.1152/japplphysiol.00043.2013. Epub 2013 Apr 4. PMID: 23558389; PMCID: PMC9094885.

92. Jeffries O, Simmons R, Patterson SD, Waldron M. Functional Threshold Power Is Not Equivalent to Lactate Parameters in Trained Cyclists. *J Strength Cond Res.* 2021 Oct 1;35(10):2790-2794. doi: 10.1519/JSC.0000000000003203. PMID: 31269000.

93. Selles-Perez S, Fernández-Sáez J, Cejuela R. Polarized and Pyramidal Training Intensity Distribution: Relationship with a Half-Ironman Distance Triathlon Competition. *J Sports Sci Med.* 2019 Nov 19;18(4):708-715. PMID: 31827355; PMCID: PMC6873141.

94. Kelemen, Bence & Benczenleitner, Ottó & Toth, Laszlo. (2022). Polarized and pyramidal training intensity distributions in distance running: an integrative literature review. *Testnevelés, Sport, Tudomány.* 7. 40-49. 10.21846/TST.2022.3-4.3.

95. Buchheit M, Laursen PB. High-intensity interval training, solutions to the programming puzzle: Part I: cardiopulmonary emphasis. *Sports Med.* 2013 May;43(5):313-38. doi: 10.1007/s40279-013-0029-x. PMID: 23539308.

96. Jovanović, Mladen. (2018). HIIT Manual: High Intensity Interval Training and Agile Periodization.
97. Rønnestad BR, Bakken TA, Thyli V, Hansen J, Ellefsen S, Hammarstrøm D. Increasing Oxygen Uptake in Cross-Country Skiers by Speed Variation in Work Intervals. *Int J Sports Physiol Perform*. 2022 Mar 1;17(3):384-390. doi: 10.1123/ijsp.2021-0226. Epub 2021 Nov 22. PMID: 34814113.
98. Sandford GN, Allen SV, Kilding AE, Ross A, Laursen PB. Anaerobic Speed Reserve: A Key Component of Elite Male 800-m Running. *Int J Sports Physiol Perform*. 2019 Apr 1;14(4):501-508. doi: 10.1123/ijsp.2018-0163. Epub 2019 Mar 4. PMID: 30300023.
99. Bundle MW, Hoyt RW, Weyand PG. High-speed running performance: a new approach to assessment and prediction. *J Appl Physiol* (1985). 2003 Nov;95(5):1955-62. doi: 10.1152/japplphysiol.00921.2002. PMID: 14555668.
100. Sökmen B, Witchey RL, Adams GM, Beam WC. Effects of Sprint Interval Training With Active Recovery vs. Endurance Training on Aerobic and Anaerobic Power, Muscular Strength, and Sprint Ability. *J Strength Cond Res*. 2018 Mar;32(3):624-631. doi: 10.1519/JSC.0000000000002215. PMID: 29466267.
101. Jones B, Hamilton DK, Cooper CE. Muscle oxygen changes following Sprint Interval Cycling training in elite field hockey players. *PLoS One*. 2015 Mar 25;10(3):e0120338. doi: 10.1371/journal.pone.0120338. PMID: 25807517; PMCID: PMC4373931.
102. Lloyd Jones Molly C, Morris Martyn G, Jakeman John R. Impact of time and work:rest ratio matched sprint interval training programmes on performance: A randomised controlled trial. *Journal of Science and Medicine in Sport* <http://dx.doi.org/10.1016/j.jsams.2017.03.020>
103. Lievens E, Klass M, Bex T, Derave W. Muscle fiber typology substantially influences time to recover from high-intensity exercise. *J Appl Physiol* (1985). 2020 Mar 1;128(3):648-659. doi: 10.1152/japplphysiol.00636.2019. Epub 2020 Jan 30. PMID: 31999527.
104. MacInnis MJ, Gibala MJ. Physiological adaptations to interval training and the role of exercise intensity. *J Physiol*. 2017 May 1;595(9):2915-

2930. doi: 10.1113/JP273196. Epub 2016 Dec 7. PMID: 27748956; PMCID: PMC5407969.

105. Sloth M, Sloth D, Overgaard K, Dalgas U. Effects of sprint interval training on VO<sub>2</sub>max and aerobic exercise performance: A systematic review and meta-analysis. *Scand J Med Sci Sports*. 2013 Dec;23(6):e341-52. doi: 10.1111/sms.12092. Epub 2013 Jul 25. PMID: 23889316.

106. Macpherson RE, Hazell TJ, Olver TD, Paterson DH, Lemon PW. Run sprint interval training improves aerobic performance but not maximal cardiac output. *Med Sci Sports Exerc*. 2011 Jan;43(1):115-22. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181e5eacd. PMID: 20473222.

107. Bishop D, Girard O, Mendez-Villanueva A. Repeated-sprint ability - part II: recommendations for training. *Sports Med*. 2011 Sep 1;41(9):741-56. doi: 10.2165/11590560-000000000-00000. PMID: 21846163.

108. Load comparison ratio in single and double leg movements, 2020, doi:10.13140/rg.2.2.33093.88804

109. Nuzzo, James & Pinto, Matheus & Nosaka, Kazunori & Steele, James. (2023). Maximal Number of Repetitions at Percentages of the One Repetition Maximum: A Meta-Regression and Moderator Analysis of Sex, Age, Training Status, and Exercise. *Sports Medicine*. 54. 10.1007/s40279-023-01937-7.

110. Grgic J, Schoenfeld BJ. Higher effort, rather than higher load, for resistance exercise-induced activation of muscle fibres. *J Physiol*. 2019 Sep;597(18):4691-4692. doi: 10.1113/JP278627. Epub 2019 Aug 21. PMID: 31389011.

111. Campos GE, Luecke TJ, Wendeln HK, Toma K, Hagerman FC, Murray TF, Ragg KE, Ratamess NA, Kraemer WJ, Staron RS. Muscular adaptations in response to three different resistance-training regimens: specificity of repetition maximum training zones. *Eur J Appl Physiol*. 2002 Nov;88(1-2):50-60. doi: 10.1007/s00421-002-0681-6. Epub 2002 Aug 15. PMID: 12436270.

112. Nóbrega SR, Barroso R, Ugrinowitsch C, da Costa JLF, Alvarez IF, Barcelos C, Libardi CA. Self-selected vs. Fixed Repetition Duration: Effects on Number of Repetitions and Muscle Activation in Resistance-



Trained Men. *J Strength Cond Res.* 2018 Sep;32(9):2419-2424. doi: 10.1519/JSC.0000000000002493. PMID: 29481458.

113. Morton RW, Sonne MW, Farias Zuniga A, Mohammad IYZ, Jones A, McGlory C, Keir PJ, Potvin JR, Phillips SM. Muscle fibre activation is unaffected by load and repetition duration when resistance exercise is performed to task failure. *J Physiol.* 2019 Sep;597(17):4601-4613. doi: 10.1113/JP278056. Epub 2019 Jul 27. PMID: 31294822.

114. Grgic J. The Effects of Low-Load Vs. High-Load Resistance Training on Muscle Fiber Hypertrophy: A Meta-Analysis. *J Hum Kinet.* 2020 Aug 31;74:51-58. doi: 10.2478/hukin-2020-0013. PMID: 33312275; PMCID: PMC7706639.

115. Schoenfeld BJ, Grgic J, Ogborn D, Krieger JW. Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Strength Cond Res.* 2017 Dec;31(12):3508-3523. doi: 10.1519/JSC.0000000000002200. PMID: 28834797.

116. Grgic J, Schoenfeld BJ. Are the Hypertrophic Adaptations to High and Low-Load Resistance Training Muscle Fiber Type Specific? *Front Physiol.* 2018 Apr 18;9:402. doi: 10.3389/fphys.2018.00402. PMID: 29720946; PMCID: PMC5915697.

117. Gillen JB, Martin BJ, MacInnis MJ, Skelly LE, Tarnopolsky MA, Gibala MJ. Twelve Weeks of Sprint Interval Training Improves Indices of Cardiometabolic Health Similar to Traditional Endurance Training despite a Five-Fold Lower Exercise Volume and Time Commitment. *PLoS One.* 2016 Apr 26;11(4):e0154075. doi: 10.1371/journal.pone.0154075. PMID: 27115137; PMCID: PMC4846072.

118. Litleskare S, Enoksen E, Sandvei M, Støen L, Stensrud T, Johansen E, Jensen J. Sprint Interval Running and Continuous Running Produce Training Specific Adaptations, Despite a Similar Improvement of Aerobic Endurance Capacity-A Randomized Trial of Healthy Adults. *Int J Environ Res Public Health.* 2020 May 29;17(11):3865. doi: 10.3390/ijerph17113865. PMID: 32485945; PMCID: PMC7312918.

119. Buchheit M. Should we be recommending repeated sprints to improve repeated-sprint performance? *Sports Med.* 2012 Feb 1;42(2):169-72; author reply 172-3. doi: 10.2165/11598230-000000000-00000. PMID: 22233537.

120. Khodadadi F, Bagheri R, Negaresh R, Moradi S, Nordvall M, Camera DM, Wong A, Suzuki K. The Effect of High-Intensity Interval Training Type on Body Fat Percentage, Fat and Fat-Free Mass: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Clinical Trials. *J Clin Med.* 2023 Mar 15;12(6):2291. doi: 10.3390/jcm12062291. PMID: 36983289; PMCID: PMC10054577.



