

**Методические рекомендации по анализу распределения тренировочной
нагрузки по зонам интенсивности у спортсменов в видах спорта на
выносливость с применением математических методов**

Москва 2013

Содержание

| | |
|--|----|
| Введение..... | 3 |
| 1. Основные подходы к выделению зон интенсивности тренировочной нагрузки в видах спорта на выносливость | 5 |
| 2. Рекомендации по обработке тренировочных данных и результатов физиологического тестирования спортсменов с целью выделения зон интенсивности | 22 |
| 3. Сравнительная характеристика поляризационной и пороговой моделей распределения нагрузки | 36 |
| 4. Рекомендации по использованию в планировании тренировочных программ результатов математического анализа распределения тренировочной нагрузки по зонам интенсивности у спортсменов в видах спорта на выносливость..... | 54 |

Введение

Цели использования результатов услуг.

В видах спорта на выносливость тренировочная интенсивность является ключевой переменной, определяющей ход большей части адаптационных реакций элитных спортсменов. Основная работа, выполняемая тренерами, заключается в определении конкретных параметров тренировок на каждый тренировочный день: «Как долго тренироваться?» и «Как напряженно?» Грамотное распределение тренировочной нагрузки в течение всего подготовительного и соревновательного цикла является залогом успешного решения поставленных на сезон задач, борьбы за призовые места в национальных и международных соревнованиях. В тоже время непродуманная интенсивность тренировочной программы либо не вызовет необходимых адаптаций (что приведет к недостаточно высоким результатам), либо повлечет за собой срыв адаптационных процессов, возникновение хронической усталости и снижению спортивных результатов. Для спорта высшего мастерства в тренировках существует тонкая грань между «слишком мало» и «слишком много».

В современном спорте высших достижений наблюдается тенденция к снижению тренировочных объемов. Дело в том, во-первых, календарь элитного спортсмена сегодня является весьма насыщенным, как официальными международными и национальными соревнованиями, так и коммерческими стартами. Во-вторых, в 80-е годы тренировочные объемы вышли на уровень человеческих пределов, и дальнейший прогресс в спортивных результатах за счет наращивания тренировочных объемов стал невозможным. Тренеры и спортивные физиологи стали развивать иной подход к решению задач по построению оптимальных тренировочных программ, а именно использовать различные комбинации распределения тренировочных средств в разных зонах тренировочной интенсивности. И в целом, современная спортивная физиология движется в направлении все

более строгого количественного анализа тренировочных программ вообще и зон интенсивности, в частности. Развитие в данном направлении привело к пересмотру традиционных концепции периодизации, возникновению концепции поляризационной модели тренировок, автоматизированным и полуавтоматизированным системам анализа распределения тренировочной нагрузки, а также математическим и компьютерным системам распределения интенсивности в интервальных тренировках.

Таким образом, использование математических методов в анализе распределения тренировочной нагрузки по зонам интенсивности является полезным инструментом, помогающим в разработке более эффективных программ спортивной подготовки. А систематическое использование анализа распределения нагрузки по зонам интенсивности с применением математических методов будет способствовать росту мастерства в спорте высших достижений за счет оптимизации тренировочного процесса, более точного определения зон интенсивности тренировок, профилактики перенапряжений и перетренированности.

1. Основные подходы к выделению зон интенсивности тренировочной нагрузки в видах спорта на выносливость

Интенсивность тренировочного процесса является ключевым фактором (Gormley et al., 2008; Laursen, 2010; Mujika, 2010; Padilla et al., 2001; Robinson et al., 1991; Seiler, 2010) для элитных спортсменов.

«**Интенсивность** может измеряться абсолютной скоростью передвижения, процентом от максимальной скорости, длиной прыжков или расстоянием в метаниях, а также физиологическими переменными (частотой сердечных сокращений, потреблением кислорода, концентрацией лактата в крови)» (Smith, 2003. С. 1110).

Различные подходы к измерению интенсивности дают возможность выделить соответствующие зоны интенсивности.

Так Норвежская Олимпийская Федерация использует следующую пятизонную классификацию зон интенсивности тренировочных нагрузок:

| Intensity Zone | Heart rate (% max) | Lactate (mmol.L⁻¹) | Typical effective work time within zone |
|-----------------------|---------------------------|--------------------------------------|--|
| 1 | 60-72 | 0.8-1.5 | 1-6 h |
| 2 | 72-82 | 1.5-2.5 | 1-3 h |
| 3 | 82-87 | 2.5-4.0 | 50-90 min |
| 4 | 88-93 | 4.0-6.0 | 30-60 min |
| 5 | 94-100 | 6.0-10.0 | 15-30 min |

Рисунок 1 – 5 зон тренировочных нагрузок в соответствии с классификацией Норвежская Олимпийская Федерация (выделены по критериям ЧСС – heart rate и концентрации лактата в крови - lactate) (Seiler, 2012)

Ряд национальных исследовательских организаций в области спорта рекомендуют спортсменам осуществлять планирование и мониторинг тренировок при помощи зон интенсивности, полученных на основе ЧСС (см. таблица 1 и 2).

Таблица 1

Зоны тренировочной интенсивности, рекомендованные для мужчин-велосипедистов Австралийским институтом спорта (Budgett, 1998)

| Тренировочная зона | ЧСС, % от ЧСС макс. | Воспринимаемая тяжесть нагрузки |
|--------------------|---------------------|---------------------------------|
| Endurance 1 | <75 | Легкая |
| Endurance 2 | 75-85 | Комфортная |
| Endurance 3 | 85-92 | Некомфортная |
| Endurance 4 | >92 | Стрессовая |

Таблица 2

Тренировочные зоны, рекомендованные велосипедистам Федерацией велосипедного спорта США (Vompa and Haff, 2009)

| Тренировочная зона | ЧСС, % от ЧСС макс. | Описание тренировки |
|--------------------|---------------------|--|
| 1 | <65 | Легкая |
| 2 | 66-72 | Базовая тренировка на выносливость |
| 3 | 73-83 | Темповая тренировка |
| 4 | 84-90 | Тренировка, соответствующая анаэробному порогу |
| 5 | 91-100 | Максимальные усилия |

В зависимости от интенсивности тренировки также можно разделить по зонам интенсивности. Зоны интенсивности определяются биоэнергетическими характеристиками спорта или процентом использования различных энергетических систем. Пример зон нагрузки:

1. Максимальная интенсивность.
2. Выше, чем соревновательная скорость.
3. Соревновательная скорость.
4. Ниже соревновательной скорости.
5. Восстановительный темп.

Более обоснованной представляется попытка увязать зоны интенсивности с биоэнергетическими процессами (см. таблица 3).

Таблица 3

Зоны интенсивности, выделяемые с точки зрения биоэнергетики (Вомра and Haff, 2009)

| Зона интенсивности | Продолжительность занятия | Уровень интенсивности | Основная энергетическая система | Вклад разных источников энергии | |
|--------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------------------|----------|
| | | | | Аннаэробный | Аэробный |
| 1 | < 6 с | Максимум | АТФ-креатинфосфат | 100-95 | 0-5 |
| 2 | 6-30 с | Высокий | АТФ-креатинфосфат и быстрый гликолиз | 95-80 | 5-20 |
| 3 | 30 с – 2 мин | Сравнительно высокий | Быстрый и медленный гликолиз | 80-50 | 20-50 |
| 4 | 2-3 мин | Средний | Медленный гликолиз и окисление | 50-40 | 50-60 |
| 5 | 3-30 мин | Сравнительно низкий | Окисление | 40-5 | 60-95 |
| 6 | >30 мин | Низкий | Окисление | 5-2 | 95-98 |

Проанализируем данные зоны интенсивности (Vompa and Haff, 2009):

Зона интенсивности 1 - практически исключительно анаэробное энергоснабжение. В данной зоне выполняются разнообразные упражнения в игровых видах спорта (броски, прыжки), короткие ускорения и взрывные усилия для представителей скоростно-силовых видов спорта. К этой зоне относятся упражнения высочайшей интенсивности и самой большой мощности производимых усилий. С метаболической точки зрения внутримышечная АТФ и креатинфосфат являются источниками топлива для выполнения мышечных сокращений. Использование анаэробных источников энергии создает большой дефицит кислорода, который может быть измерен с помощью газоанализа после завершения упражнения (di Prampero and Ferretti, 1999; Losnegard et al., 2012; Noordhof et al., 2010; Noordhof et al., 2013; Sloniger et al., 1997). Выполнение упражнений в этой зоне ограничено внутримышечными запасами высокоэнергетических фосфатов.

Зона интенсивности 2 представляет собой зоны высокоинтенсивных тренировок. Также эта зона представлена почти исключительно анаэробными источниками энергоснабжения (100-200 м спринт в легкой атлетике, бег в гору 8-12 секунд, 100 метров заплывы и т.п.). Источники АТФ и креатинфосфата в скелетных мышцах заканчиваются довольно быстро. В течение 10 секунд после начала высокоинтенсивного упражнения запасы креатинфосфата сокращаются на 50%, а после 30 секунд вклад этого субстрата в производства АТФ уже ничтожно мал. Следовательно для соревнований и тренировок продолжительностью от 10 до 30 секунд возрастает вклад глюкозы крови и внутримышечных запасов гликогена. В результате начинается образование лактата, и, в силу этого, метод накопленного дефицита кислорода также может быть использован для оценок фактических затрат метаболической энергии.

Зона интенсивности 3. Примером может выступить бег на 400, 800 м, трековый заезд на 1 км, забег на коньках на 500 метров. По мере увеличения продолжительность упражнения (соревнования) происходит сдвиг в

энергоснабжении и задействование медленной гликолитической системы. Лимитирующими процессами в этой зоне является истощение внутримышечных запасов АТФ, креатинфосфата, гликогена, а также накопление лактата (Ament and Verkerke, 2009).

Зона интенсивности 4. Здесь уже начинаются разворачиваться процессы окисления и имеет место смешанные механизмы энергоснабжения.

Зона интенсивности 5. Примерами этой зоны интенсивности выступают забеги на 15000 м, гребля 2000 м, командная конка преследования в велотреке и т.п.). Данная физическая активность уже занимает, прежде всего, аэробные источники энергии. И способности транспорта кислорода дыхательной и сердечно-сосудистой системами, а также способности скелетных мышц экстрагировать кислород, доставленных с кровью, и являются лимитирующими механизмами для соревнований в данной зоне интенсивности (Janicki et al., 2010; Secher, 2009; Warburton and Bredin, 2012).

Зона интенсивности 6. Зона так называемых легких аэробных тренировок. Источниками для окисления выступают жиры и запасы гликогена в печени (транспортируемые к скелетным мышцам в виде глюкозы в крови).

Южноафриканский специалист Тим Ноакес (Tim Noakes) в монографии «Lore of running» (Noakes, 2002) сделал попытку комплексной характеристики зон интенсивности, используемой в спортивной практике (см. таблица 4). В данной таблице можно увидеть сразу несколько показателей, характеризующих специфический вид нагрузки.

Известный американский тренер Джек Даниелс (Jack Daniels) предлагает для легкоатлетов группы выносливость свой вариант деления интенсивности по зонам (см. таблица 5).

Таблица 4

Характеристика интенсивности тренировочной нагрузки, подразделенной на пять зон (Noakes, 2002. С. 283)

| Название зоны | Количество тренировочных занятий в неделю | Интенсивность (в % от максимальной ЧСС) | Интенсивность (в % от МПК) | Продолжительность (мин) | Уровень воспринимаемого напряжения (шкала Борга) |
|---------------------------------|--|--|-----------------------------------|--------------------------------|---|
| Красная линия (Red line) | 0-2 | 90-100 | >85 | 2-4 | 18-20 |
| Пороговая (Threshold) | 1-3 | 80-90 | 75-84 | 15-55 | 16-17 |
| Аэробная (Aerobic) | 4-6 | 70-80 | 63-74 | 20-120 | 13-15 |
| Умеренная (Temperate) | 3-4 | 60-70 | 50-62 | 15-30 | 11-12 |
| Здоровое сердце (Healthy heart) | 2-3 | 50-60 | 40-49 | 10-60 | 9-10 |

Таблица 5

Зоны интенсивности с примерами тренировок (Daniels, 2005. С. 35)

| Зона | Цель | Интенсивность | | Тип тренировки | Продолжительность (в мин или % от недельного километража) |
|----------|--|---------------|-------------------------|--|---|
| | | в % МПК | в % ЧСС _{макс} | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Е | Достичь необходимых изменений на клеточном уровне и развить сердечнососудистую систему | 59-74 | 65-79 | Разминка, заминка, восстановительный бег, восстановительный бег в рамках скоростной тренировки, длительный бег | 10-30 мин 10-30 мин 30-60 мин до нескольких минут до 150 мин и 25% |
| М | Отработка марафонского бега для марафонцев (и зона легкого бега для других) | 75-84 | 80-90 | Непрерывный бег или длинные повторы | до 90 минут или до 25,7 км |
| Т | Улучшение выносливости | 83-88 | 88-92 | Темповой бег или «крейсерские» интервалы | 20-60 мин «крейсерские» интервалы: повторный бег до 15 минут каждый с соотношением работа/отдых – 5/1; общее время (километраж) до 60 минут (до 10% от недельного километража) |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|----------|---|------------------------------|--------|--|---|
| I | Развитие аэробной мощности (МПК) | 95-100 | 98-100 | МПК-интервалы | Повторный бег до 5 минут каждый с трусцой в перерывах; меньше чем 10 км и 8% от недельного километража |
| | Стресс аэробных систем энергоснабжения на соревновательной скорости | Соревновательный темп | | Интервалы с соревновательной скоростью | Повторный бег до $\frac{1}{4}$ соревновательной дистанции с одинаковым или чуть меньшим временем отдыха; не более 10 км или 2-3 расстояний соревновательной дистанции |
| R | Повышение скорости и экономичности бега | Скорость бега на милю | | Повторные отрезки и ускорения | Повторный бег до 2 мин каждый с полным восстановлением; не более 8 км и 5% недельного объема |
| | | Соревновательный темп и выше | | Скоростная повторная работа | Повторный бег по 1 минуте каждый с полным восстановлением; всего до 2 км. |

Если спортсмены, представители велосипедных видов спорта, используют в своей подготовке так называемые датчики мощности, появляется возможность воспользоваться специальными зонами интенсивности, которые выделяются на основе показаний таких датчиков (см. таблица 6). Для определения границ соответствующей зоны требуется осуществить заезд до отказа за 20 минут (т.е. проехать с максимальными средними усилиями в течении 20 минут). Среднее значение мощности данного тестового заезда за минусом 5% (в некоторых источниках (McGregor and Fitzgerald, 2010) не предполагается такой корректировки) и дает значение мощности, которая используется для исчисления соответствующих зон.

Таблица 6

Зоны тренировочной интенсивности для велосипедистов, основанные на показания датчиков мощности (Вомра and Haff, 2009)

| № зоны | Название | Средняя мощность, в %* |
|----------|-------------------------|------------------------|
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| 1 | Активное восстановление | <55% |
| 2 | Выносливость | 56-75% |
| <i>1</i> | <i>2</i> | <i>3</i> |
| 3 | Темповая | 76-90% |
| 4 | Лактатный порог | 91-105% |
| 5 | МПК | 106-120% |
| 6 | Анаэробная емкость | 121-150% |
| 7 | Нейромышечная мощность | - |

* основой для расчета процентов, выступает средняя мощность во время 20-минутного тестового заезда до отказа (за минусом 5%).

Систематическое использование портативных биохимических анализаторов в тренировочном процессе дает возможность выделить зоны нагрузки, исходя из значений интенсивности тренировочной нагрузки относительно лактатного порога. Данная идея была реализована в триатлоне (см. таблица 7).

Таблица 7

Зоны тренировочной нагрузки для плавания, велосипеда и бега, основанные на использовании интенсивностей, соотнесенных с лактатным порогом спортсменов (McGregor and Fitzgerald, 2010)

| № | Скорость плавания, относительно лактатного порога | Процент от мощности, соответствующей лактатному порогу (велосипедные нагрузки) | ЧСС в процентах от бегового лактатного порога |
|----|---|--|---|
| 1 | - | ≤ 55 | ≤ 84 |
| 2 | T-pace + 10 секунд на 100 метров | 56-75 | 85-91 |
| 3 | T-pace + 5 секунд на 100 метров | 76-90 | 92-95 |
| 4 | T-pace | 91-97 | 96-99 |
| 5a | T-pace | 98-105 | 100-102 |
| 5b | T-pace - 5 секунд на 100 метров | 106-120 | 103-106 |
| 5c | Так быстро, как только возможно | ≥ 121 | ≥ 107 |

T-pace – скорость, соответствующая лактатному порогу.

Следует отметить, что значения лактатного порога для разных видов физической активности будет различаться, а следовательно, необходимо, проводить несколько нагрузочных ступенчатых тестов для идентификации соответствующих физиологических порогов.

С точки зрения физиологических порогов имеют значения 3 зоны интенсивности (2012):

- 1) до аэробного порога (у среднестатистического спортсмена концентрация лактата 2 млМ/л)
- 2) смешанная зона (между аэробным порогом и анаэробным порогом, лактат 2–4).
- 3) после анаэробного порога (>4 лактат).

Графически эту идею можно выразить следующим образом (см. рисунок 2)

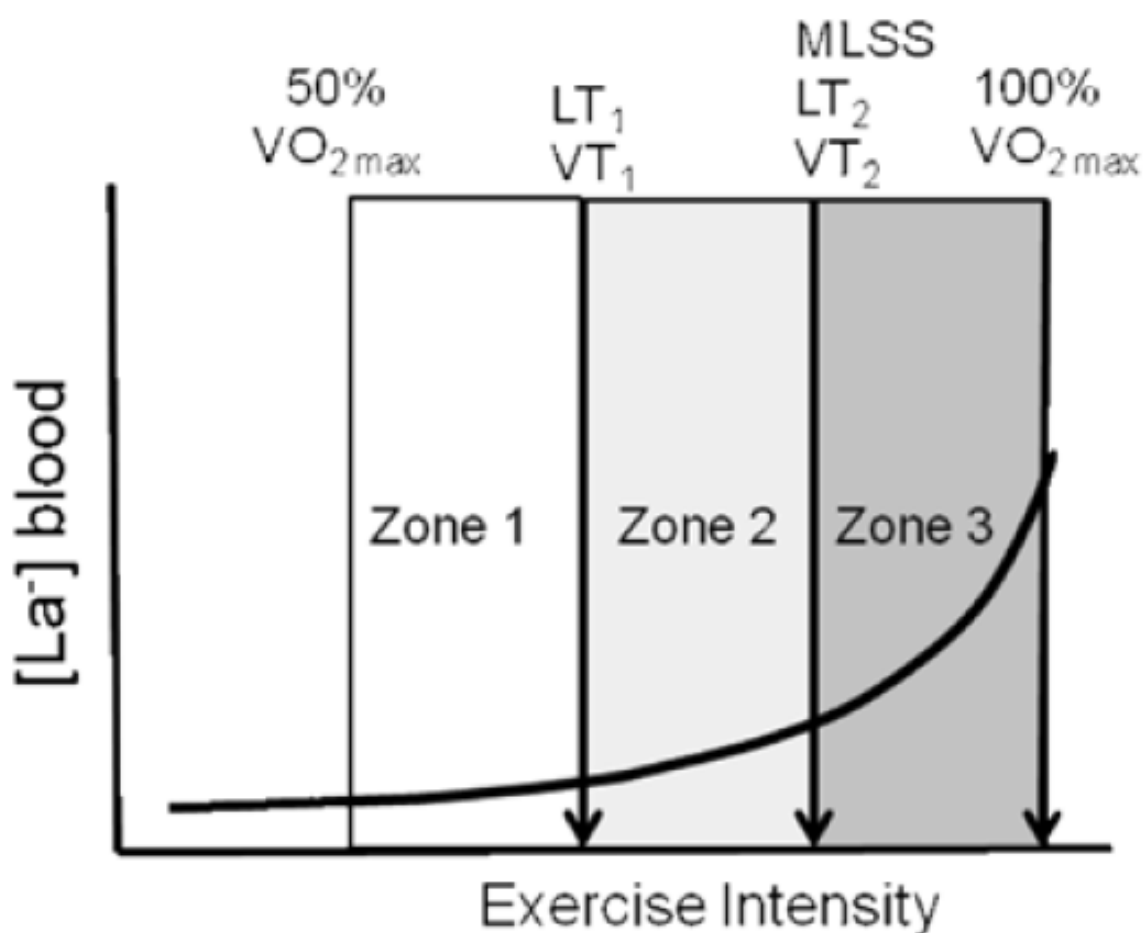


Рисунок 2 – Классификация зон интенсивности, полученная в результате идентификации лактатных и вентиляционных порогов (2012. С. 32), VO_{2max}

– МПК, LT, 1 VT1 – аэробный порог, измеренный лактатными или вентиляционными методами, VT2,LT2, MLSS – анаэробный порог, измеренный лактатными или вентиляционными методами, La- blood – концентрация лактата в крови, exercise intensity – интенсивность физической нагрузки (по зонам – zones 1,2,3)

Однако недавние разработки в области критической скорости (мощности) позволили выделить еще одну зону интенсивности, которая запускает свой физиологический ответ (см. рисунок 3).

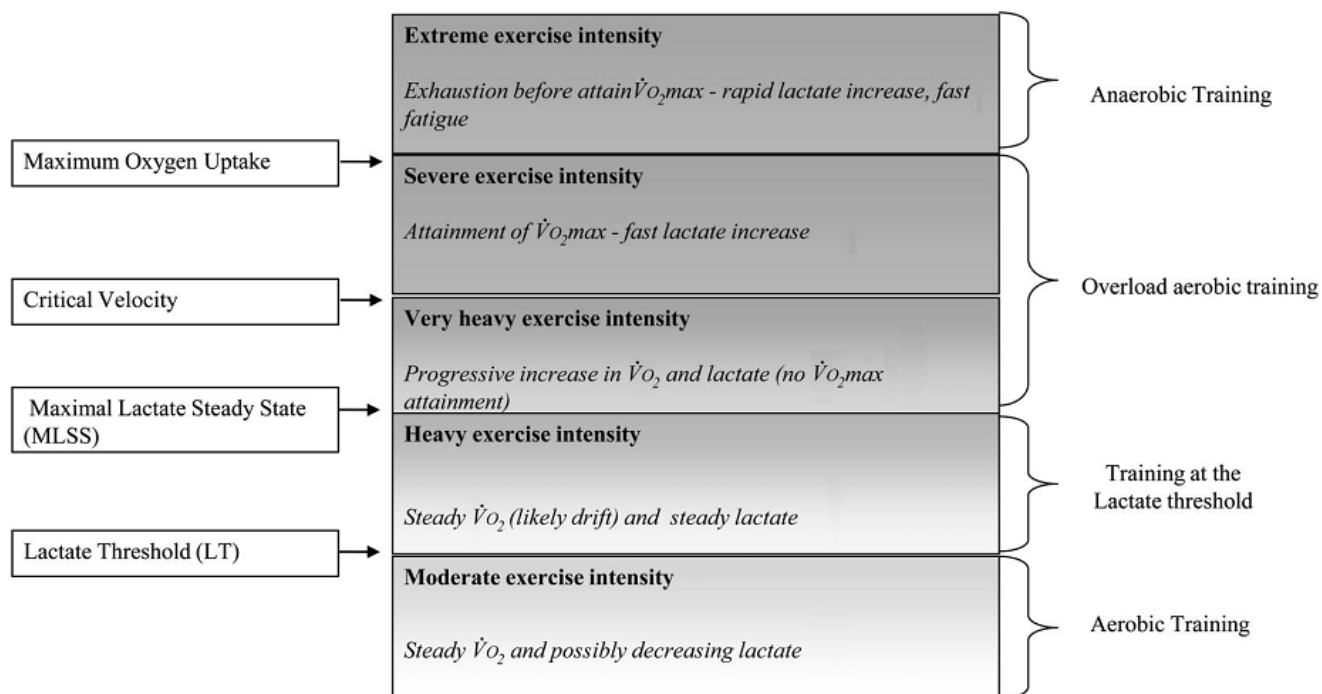


Рисунок 3– Зоны интенсивности в непрерывных упражнениях и соответствующие физиологические реакции (Toubekis and Tokmakidis, 2013)

На данном рисунке можно идентифицировать такие значимые зоны интенсивности как зона аэробных нагрузок (aerobic training) для этой зоны характерны средние уровни интенсивности, стационарный уровень потребления кислорода, а также возможное снижение уровня лактата в крови. Зона тренировок с интенсивностью, соответствующей лактатному

порогу (training at the Lactate treshold), характеризуется спортсменами как тяжелая и для нее типично стационарное потребление кислорода (с возможным дрейфом), а также стационарный уровень лактата в крови. Зона сверхнагрузочных аэробных тренировок включает в себя очень тяжелые и околопредельные нагрузки. В случае несовпадения двух порогов – скорости, соответствующей максимально возможному стационарному уровню лактата и порога, называемого критической скоростью (мощностью) возможны две подзоны. В каждой из них происходит прогрессивное увеличение концентрации лактата и потребления кислорода за счет разворачивания медленного компонента (Billat et al., 1998; Borrani et al., 2001; Cannon et al., 2011; Demarie et al., 2008; Grassi et al., 2011; Hernández et al., 2010; Jones et al., 2011; Zoladz et al., 2008), но в верхней подзоне происходит достижение МПК (maximum oxygen uptake). Наконец, зона анаэробных тренировок начинается на интенсивностях, превосходящих скорости (мощности), соответствующие МПК. Для нее характерны быстрый рост лактата и стремительное разворачивание процессов утомления. МПК не достигается из-за отказа от продолжения выполнения нагрузки в данной зоне.

Существуют и подходы к выделению зон интенсивности тренировочной нагрузки, основанные на соревновательных результатах спортсменов. Предполагается, что соревновательный результат коррелируется с определенными интенсивностями, тренировка с каждой из которых реализует те или иные задачи адаптационных перестроек (см. пример подобного подхода в таблица 8). Данный подход получил название *pace zone index score (PZI)*, т.е. выделение зон скорости по очкам, полученным в результате преобразования результатов легкоатлетических соревнований. В таблице первые три колонки содержат результаты соревновательного бега на дистанциях 3000, 5000 и 10000 м соответственно. Колонка PZI содержит числовую оценку данных спортивных результатов. А *target training pace zones* – это целевые тренировочные зоны с указанным диапазоном скоростей в мин.:сек на милю.

Окончание таблицы по вычислению зон интенсивности в зависимости от соревновательного результата в беге на 3000, 5000, 10000 м (McGregor and Fitzgerald, 2010)

| RECENT RACE (MIN:SEC) | | | TARGET TRAINING PACE ZONES (MIN:SEC PER MILE) | | | | | | |
|--------------------------|-------------|-------------|---|----------------------|---------------------------|-----------------------|-----------------|---------------------------|--------------|
| 3K | 5K | 10K | PZI | 2: Low aerobic | 3: Moderate aerobic | 4: High aerobic | 6: Threshold | 8: VO ₂ max | 10: Speed |
| 9:45-9:37 | 17:24-17:10 | 36:07-35:37 | 19 | 8:44-7:34 | 7:33-6:44 | 6:43-6:19 | 6:04-5:54 | 5:32-5:26 | 5:05-2:40 |
| 9:36-9:29 | 17:09-16:55 | 35:36-35:07 | 18 | 8:33-7:28 | 7:27-6:39 | 6:38-6:14 | 5:59-5:49 | 5:28-5:22 | 5:01-2:40 |
| 9:28-9:21 | 16:54-16:41 | 35:06-34:38 | 17 | 8:26-7:21 | 7:20-6:35 | 6:34-6:09 | 5:55-5:46 | 5:24-5:19 | 4:57-2:40 |
| 9:20-9:13 | 16:40-16:27 | 34:37-34:09 | 16 | 8:21-7:16 | 7:15-6:30 | 6:29-6:04 | 5:50-5:41 | 5:20-5:15 | 4:53-2:40 |
| 9:12-9:06 | 16:26-16:14 | 34:08-33:42 | 15 | 8:15-7:10 | 7:09-6:25 | 6:24-5:59 | 5:46-5:37 | 5:16-5:11 | 4:49-2:40 |
| 9:05-8:59 | 16:13-16:01 | 33:41-33:15 | 14 | 8:10-7:05 | 7:04-6:20 | 6:19-5:54 | 5:40-5:32 | 5:12-5:07 | 4:45-2:40 |
| 8:58-8:52 | 16:00-15:48 | 33:14-32:48 | 13 | 8:04-6:59 | 6:58-6:15 | 6:14-5:49 | 5:36-5:28 | 5:08-5:03 | 4:41-2:40 |
| 8:51-8:45 | 15:47-15:36 | 32:47-32:23 | 12 | 7:59-6:54 | 6:53-6:10 | 6:09-5:45 | 5:32-5:24 | 5:04-4:59 | 4:37-2:40 |
| 8:44-8:38 | 15:35-15:23 | 32:22-31:59 | 11 | 7:53-6:48 | 6:47-6:05 | 6:04-5:40 | 5:28-5:21 | 4:59-4:55 | 4:33-2:40 |
| 8:37-8:31 | 15:22-15:12 | 31:58-31:35 | 10 | 7:49-6:44 | 6:43-6:01 | 6:00-5:36 | 5:24-5:17 | 4:55-4:51 | 4:29-2:40 |
| 8:30-8:25 | 15:11-15:01 | 31:34-31:11 | 9 | 7:44-6:39 | 6:38-5:57 | 5:56-5:32 | 5:20-5:13 | 4:51-4:47 | 4:25-2:40 |
| 8:24-8:19 | 15:00-14:50 | 31:10-30:49 | 8 | 7:35-6:35 | 6:34-5:53 | 5:52-5:28 | 5:16-5:10 | 4:47-4:43 | 4:21-2:40 |
| 8:18-8:13 | 14:49-14:39 | 30:48-30:27 | 7 | 7:29-6:29 | 6:28-5:48 | 5:47-5:24 | 5:12-5:06 | 4:43-4:39 | 4:17-2:40 |
| 8:12-8:07 | 14:38-14:28 | 30:26-30:06 | 6 | 7:25-6:25 | 6:24-6:44 | 6:43-5:20 | 5:08-5:02 | 4:40-4:37 | 4:13-2:40 |
| 8:06-8:01 | 14:27-14:18 | 30:05-29:46 | 5 | 7:21-6:21 | 6:20-5:40 | 5:39-5:16 | 5:05-5:00 | 4:39-4:36 | 4:09-2:40 |
| 8:00-7:56 | 14:17-14:08 | 29:45-29:24 | 4 | 7:16-6:16 | 6:15-5:36 | 5:35-5:12 | 5:02-4:57 | 4:35-4:31 | 4:08-2:40 |
| 7:55-7:51 | 14:07-13:58 | 29:23-29:05 | 3 | 7:12-6:12 | 6:11-5:33 | 5:32-5:09 | 4:59-4:54 | 4:31-4:28 | 4:04-2:40 |
| 7:50-7:46 | 13:57-13:49 | 29:04-28:45 | 2 | 7:08-6:08 | 6:07-5:29 | 5:28-5:05 | 4:54-4:50 | 4:27-4:24 | 4:01-2:40 |
| 7:45-7:40 | 13:48-13:40 | 28:44-28:27 | 1 | 7:03-6:03 | 6:02-5:25 | 5:24-5:01 | 4:51-4:47 | 4:23-4:20 | 3:58-2:40 |
| 7:39-7:35 | 13:39-13:31 | 28:26-28:09 | 0 | 7:00-6:00 | 5:59-5:22 | 5:21-4:58 | 4:48-4:44 | 4:22-4:29 | 3:57-2:40 |

В случае использования скоростных или силовых тренировок возможностей выделить зоны интенсивности для типичных тренировочных средств не так много, как в случае с обычными тренировками на выносливость. Обычно используется подход, в рамках которого выделяются зоны интенсивности относительно максимальных величин (максимальная скорость, максимальная мощность, повторный максимум). В этом случае примерная шкала интенсивностей будет выглядеть следующим образом (см. таблица 9).

Таблица 9

Шкала интенсивности для скоростных и силовых упражнений (Bompa and Haff, 2009)

| Зона интенсивности | Процент от максимального достижения | Интенсивность |
|--------------------|-------------------------------------|-------------------|
| 6 | >100 | Сверхмаксимальная |
| 5 | 90-100 | Максимальная |
| 4 | 80-90 | Тяжелая |
| 3 | 70-80 | Средняя |
| 2 | 50-70 | Легкая |
| 1 | <50 | Очень легкая |

И для скоростно-силовых видов спорта, и для видов спорта на выносливость существует также возможность выделить зоны интенсивности тренировочной нагрузки, исходя из субъективных оценок усилий, развиваемых спортсменом во время выполнения соответствующей нагрузки. В работах (Foster et al., 1996; Foster et al., 2001) были использован метод измерения тренировочной нагрузки, где разные уровни интенсивности оцениваются субъективно, без использования кардиомониторов. Данный

метод базируется на шкале от 0 до 10 (см. таблицу 10) или на шкале Борга от 6 до 20 (см. таблица 11).

Таблица 10

RPE-шкала (Impellizzeri et al., 2004. С. 1044)

| Балл | Уровень воспринимаемого напряжения (RPE) |
|------|--|
| 0 | Отдых |
| 1 | Очень легко |
| 2 | Легко |
| 3 | Средне |
| 4 | Немного тяжело |
| 5 | Тяжело |
| 6 | |
| 7 | Очень тяжело |
| 8 | |
| 9 | Очень-очень тяжело |
| 10 | Запредельная тренировка (или соревнование) |

В работе (Demello et al., 1987) было показано, что значения RPE соотносятся с лактатным порогом (12-13 по шкале Борга; 4 – по 11-бальной шкале), а в исследовании (Purvis and Cukiton, 1981) были получены оценки 11-16 для анаэробного порога. В работе (Seiler and Kjerland, 2006) граница анаэробного вентиляционного порога была оценена между 6 и 7 по 11-бальной шкале. Разумеется, субъективная шкала предполагает некоторый разброс в числовых значениях, поскольку каждый спортсмен хоть и немного, но по своему интерпретирует шкалу усилий.

Альтернативная RPE-шкала («шкала Борга») (Kentä and Hassmen, 1998. С. 10)

| Балл | Уровень воспринимаемого напряжения (RPE) |
|------|--|
| 6 | |
| 7 | Очень-очень легко |
| 8 | |
| 9 | Очень легко |
| 10 | |
| 11 | Довольно легко |
| 12 | |
| 13 | Немного тяжело |
| 14 | |
| 15 | Тяжело |
| 16 | |
| 17 | Очень тяжело |
| 18 | |
| 19 | Очень-очень тяжело |
| 20 | |

Хотя субъективное шкалирование нагрузки и занимает важное место в практике современного спорта, но использование объективных методов идентификации физиологических порогов играет весьма значимую роль в современных методах идентификации релевантных зон тренировочной интенсивности. О процедурах физиологического тестирования, необходимого для этого пойдет речь в следующем разделе.

2. Рекомендации по обработке тренировочных данных и результатов физиологического тестирования спортсменов с целью выделения зон интенсивности

Традиционно предполагается (Jacobs, 1986; Skinner and McLellan, 1980), что существуют 3 фазы энергетического обеспечения, требуемого для выполнения работы с прогрессирующей интенсивностью. Эти фазы идентифицируются двумя переходными точками излома. Энергетическое обеспечение в первой фазе осуществляется полностью за счет аэробных метаболических процессов. Первая точка излома начинает фазу II и называется «аэробным порогом». Она характеризуется нарастанием лактата в крови до значений около 2 ммоль/л и непропорциональным возрастанием $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$. Фаза III начинается вторым изломом, который называется «анаэробный порог». Идет нарастание лактата в крови выше уровня 4 ммоль/л и дальнейшее увеличение $\dot{V}_E/\dot{V}O_2$. Вторая точка излома часто соотносится с максимально возможным устойчивым уровнем лактата (Maximal lactate steady-state или MLSS). MLSS может быть определен как высочайший уровень поддерживаемой работы, при котором количество лактата, поступающего и выводимого из крови, остается постоянным.

Нагрузочные ступенчатые лактатные, газоанализаторные и некоторые другие тесты дают возможность идентифицировать оба физиологических порога. Исследователями спорта были разработаны как инвазивные, так и неинвазивные методики измерения аэробного и анаэробного порогов (см. таблица 12)

Критерии идентификации различных порогов (Bosquet et al., 2002; Faude et al., 2009)

| Обозначение порога | Критерий идентификации | Литература |
|--------------------|---|---------------------------------|
| 1 | 2 | 3 |
| Инвазивные методы | | |
| OEPL | Нелинейное возрастание концентрации лактата | (Цит. по: Bosquet et al., 2002) |
| OPLA | Разрыв лактатной кривой | (Farrell et al., 1978) |
| OPLA | Концентрация лактата 4.0 ммол/л | (Foxdal et al., 1994) |
| OBLA | Концентрация лактата 4.0 ммол/л | (Sjödin et al., 1982) |
| LT | Концентрация лактата 2.0 ммол/л | (Kindermann et al., 1979) |
| LT | До момента начала накопление лактата в крови | (Ivy et al., 1980) |
| LT | 0,5 ммол/л выше концентрации лактата в состоянии отдыха | (Hughson and Green, 1982) |
| LT | 1 ммол/л выше 40-60% МПК | (Hagberg and Coyle, 1983) |
| LT | Концентрация лактата 2,5 ммол/л | (Hurley et al., 1984) |
| LT | Резкое и устойчивое повышение лактата | (Sucec et al., 1985) |
| LT | Концентрация лактата 3.0 ммол/л | (Цит. по: Bosquet et al., 2002) |
| LT | 1 ммол/л выше концентрации лактата в состоянии покоя | (Yoshida et al., 1987) |

| 1 | 2 | 3 |
|------|---|-------------------------------|
| LT | 1 ммол/л выше базальной концентрации лактата | (Coyle et al., 1983) |
| Dmax | Максимальное расстояние (по перпендикуляру) между линией, соединяющей исходное и конечное значение лактатных измерений, а также лактатной кривой, построенной по всем точкам-замерам | (Cheng et al., 1992) |
| AT | Первое повышение концентрации лактата (~2 ммол/л) | (Skinner and McLellan, 1980) |
| AnT | Второе повышение концентрации лактата (~4 ммол/л) | (Skinner and McLellan, 1980) |
| IAT | Интенсивность, в которой касательная к лактатной кривой имеет угол наклона 45 градусов | (Цит. по: Faude et al., 2009) |
| IAT | Интенсивность, в которой касательная к лактатной кривой имеет угол наклона 51 градусов | (Цит. по: Faude et al., 2009) |
| IAT | Интенсивность, соответствующая точке касания прямой, проведенной из точки, где концентрация лактата на восстановительной лактатной кривой равна концентрации лактата в конце ступенчатого теста | (Stegmann et al., 1981) |
| IAT | Пересечение биссектрис, образованных в треугольнике, сторонами которого являются половины аппроксимированной к экспоненте лактатной кривой | (Bunc et al., 1985) |
| MSS | Концентрация лактата 2,2 ммол/л | (Spath, 1961) |

| 1 | 2 | 3 |
|---------------------|--|---------------------------------|
| MLSS | Нагрузка, продолжительность 9 минут, если в промежутке между 3 и 9 минутой теста концентрация лактата возростала меньше, чем на 1 ммол/л | (Palmer et al., 1999) |
| LMS | Минимальная концентрация лактата во время теста, проводимого в несколько стадий, после высокоинтенсивного тренировочного занятия | (Tegtbur et al., 1993) |
| IAT | Интенсивность, при которой концентрация лактата на 1,5 ммоль на литр превышает концентрацию минимального лактатного эквивалента | (Dickhuth et al., 1991) |
| Dmod | Максимальное расстояние (по перпендикуляру) между линией, соединяющей конечное значение лактатных измерений и точку в начале теста, за которой лактат возрастает, по крайней мере, на 0.5 ммол/л, а также лактатной кривой, построенной по всем точкам-замерам | (Bishop et al., 1998) |
| LTP | Последняя скорость бега до наблюдения резкого и устойчивого повышения концентрации лактата в крови (при интенсивности между лактатным аэробным порогом и МПК) | (Smith and Jones, 2001) |
| IAT | Второе увеличение лактата, при котором концентрация лактата увеличивается, по крайней мере, на 0,5 ммоль/л от значения предыдущей ступени. | (Baldari and Guidetti, 2000) |
| Неинвазивные методы | | |
| POW | Тангенс угла наклона прямой, построенной по вентиляционным данным, составляет 1 | (Цит. по: Bosquet et al., 2002) |
| AnT | Резкий рост дыхательного коэффициента RER | (Wasserman and McIlroy, 1964) |

| 1 | 2 | 3 |
|------|--|----------------------------|
| AnT | Возрастание вентиляции и объема выдыхаемого углекислого газа | (Wassermann et al., 1973) |
| AnT | Резкое увеличение коэффициента FEO ₂ | (Davis et al., 1976) |
| AnT | Возрастание в вентиляционном эквиваленте потребления кислорода, но без соответствующего увеличения в вентиляционном эквиваленте углекислого газа | (Davis et al., 1979) |
| AnT | Точка разрыва в кривой EMG измерений, полученных по результатам нагрузочного теста | (Moritani, 1980) |
| AnT | Скорость прогиба (дефлексии) ЧСС, полученная в результате ступенчатого теста с пульсометрией | (Conconi et al., 1982) |
| TDMA | Минимальное значение вентиляционного эквивалента потребления кислорода | (Reinhard et al., 1979) |
| VT | Точка разрыва в вентиляционных данных нагрузочного ступенчатого теста | (Hughes et al., 1982) |
| AnT | Диспропорциональное увеличение частоты дыхания | (James et al., 1989) |
| AnT | Первое увеличение в Cl ⁻ и Na ⁺ в слюне | (Chicharro et al., 1994) |
| VT | Точка разрыва на графике объема угле | (M. Jones and Doust, 1998) |
| BFB | Диспропорциональное увеличение частоты дыхания | (M. Jones and Doust, 1998) |
| MLSS | % от максимальной ЧСС во время выполнения непрерывной равномерной нагрузки | (Snyder et al., 1994) |
| MLSS | RPE=12 по 15-бальной шкале | (Palmer et al., 1999) |

В таблице использовались следующие обозначения физиологических порогов: AnT – анаэробный порог, AT – аэробный порог, VT – вентиляционный порог, $TDMA$ – порог декомпенсированного метаболизмом ацидоза, LTP – точка перегиба на лактатной кривой, BFB – точка разрыва в частоте дыхания, $MLSS$ – максимально возможная устойчивая концентрации лактата, IAT – индивидуальный анаэробный порог, OEP_L – предел кислородной выносливости, D_{max} – метод идентификации анаэробного лактатного порога, D_{mod} – модифицированный D_{max} метод, $OBLA$ – начало накопления лактата в крови, $OPLA$ – начало накопления лактата в плазме крови, POW – точки оптимального накопления.

Вентиляционные пороги: на сегодня выделяют 5 основных методов (Amann et al., 2004): 1) $RER=1$, 2) $RER = 0,95$ 3) VE/VO_2 : the power output corresponding с систематическим ростом в VE/VO_2 без соответствующего роста в вентиляционном эквиваленте углекислого газа, 4) V -slope метод – мощность круто возрастает для VCO_2 по сравнению с VO_2 . 5) мощность, при которой ясно наблюдается первая точка излома (начало роста в VE/V_{CO_2}) (см. рисунок 4)

В современных видах спорта на выносливость данные получаемые из тестов с измерениями лактата, играют не менее важную роль, что связано с особой и многоаспектной ролью лактата в сокращающихся скелетных мышцах (F, 2010; Gladden, 2000a, b, 2004, 2008; Gladden, 2010; Seiler et al., 2013). Поэтому обработка данных нагрузочных лактатных тестов играет важную роль в медико-биологическом обеспечении тренировочного процесса элитных спортсменов.

Большая часть методов математической идентификации лактатных порогов исходит из наблюдения, что с некоторой критической точки уровень лактата начинает нарастать (см. рисунок 5).

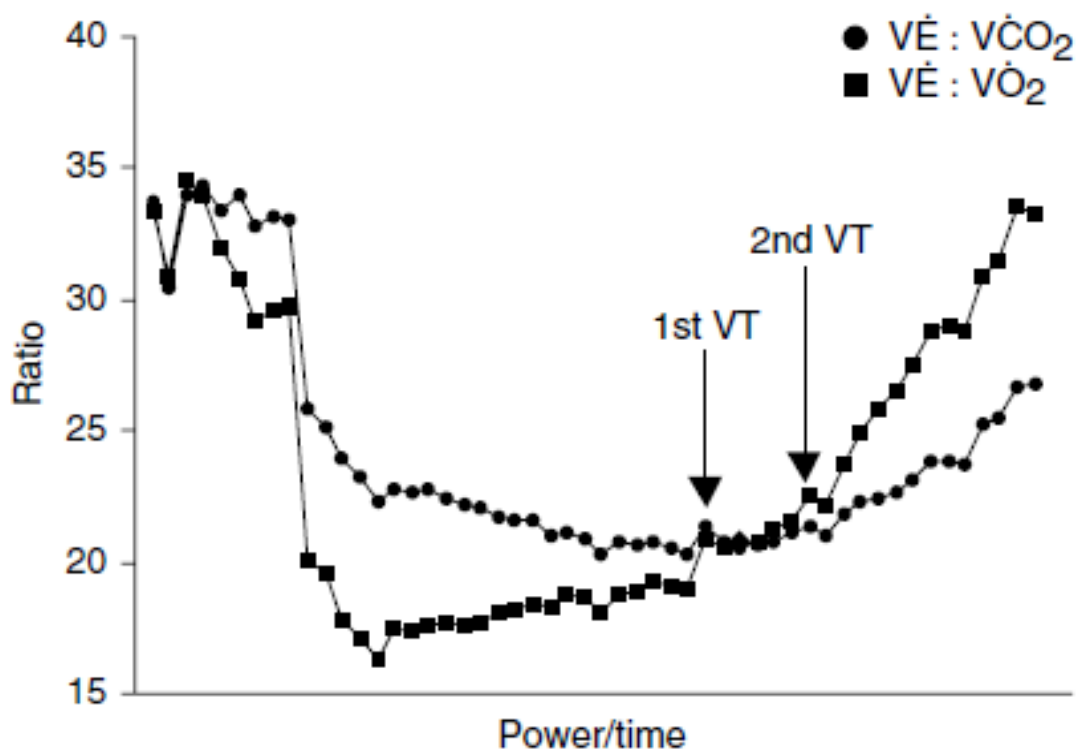


Рисунок 4 – Пример 1-го и 2-го вентиляционного порогов, исчисленных из вентиляционных показателей, соотнесенных с потреблением кислорода и выдохом углекислого газа во время ступенчатого теста до отказа (Bentley et al., 2007. С. 577), ratio – отношение величины вентиляции к объему выдыхаемого углекислого газа ($VE : VCO_2$), а также величины вентиляции к объему поступающего кислорода ($VE : VO_2$), VT – вентиляционный порог, Power/time – мощность или время

Оригинальная методика методике идентификации анаэробного лактатного порога была изложена в работе (Stegmann et al., 1981). В данной работе обоснована концепция анаэробного порога, как интенсивности, соответствующей точке касания прямой, проведенной из точки, где концентрация лактата на восстановительной лактатной кривой равна концентрации лактата в конце ступенчатого теста. На рисунке представлена графическая иллюстрация данного метода.

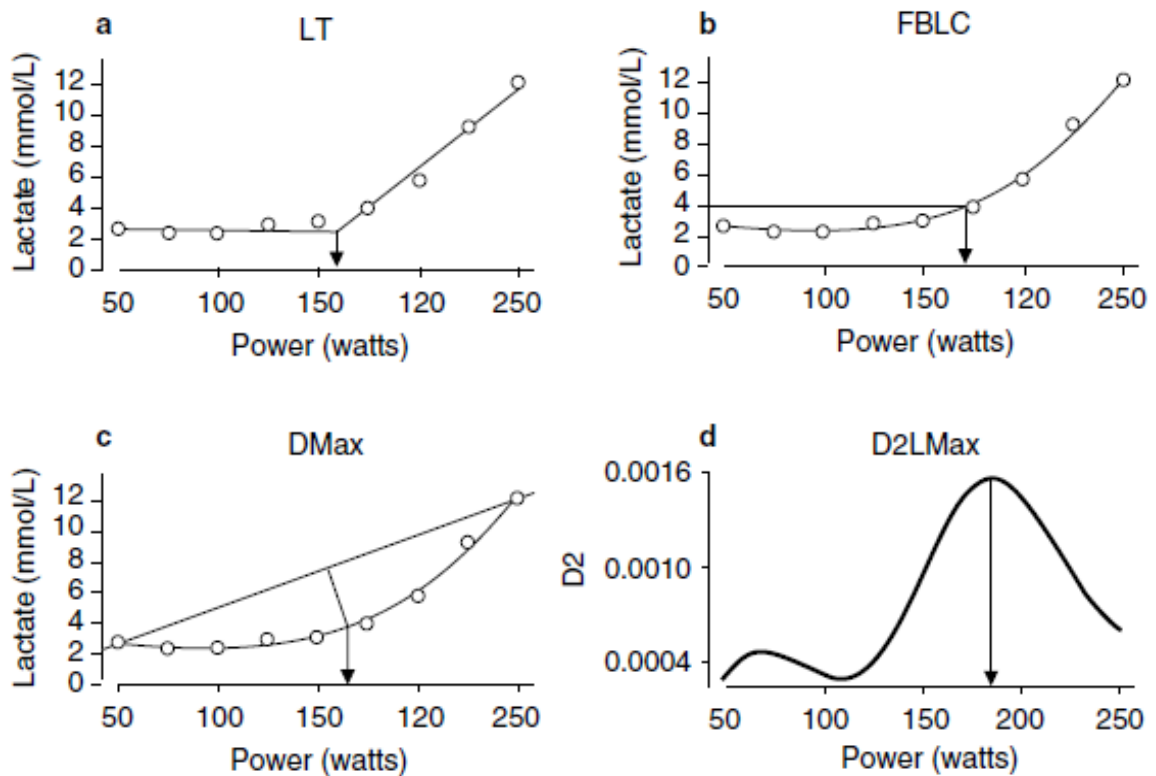


Рисунок 5 – Примеры физиологических показателей, получаемых в результате математической обработки данных лактатных измерений в ходе ступенчатых тестов (Bentley et al., 2007. С. 578), Lactate – концентрация лактата, Power - мощность

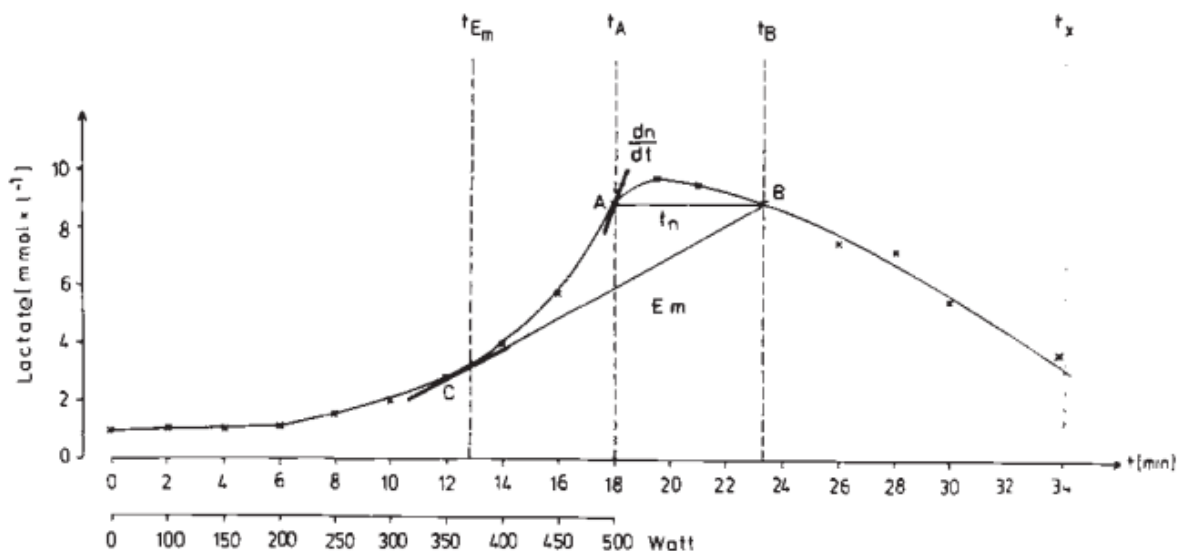


Рисунок 6 - Лактатная кинетика во время ступенчатого нагрузочного теста и последующего восстановления чемпиона международных соревнований по гребле (Stegmann et al., 1981)

Основным методом идентификации лактатных порогов, ассоциирующихся с определенным числовым значением уровня концентрации лактата в крови является метод экстраполяции (интерполяции). Суть методики состоит в том, чтобы осуществить математическую обработку двух наиболее близких точек к искомой величине. По данным двум точкам выводится уравнение прямой линии, если целевое значение попадает на отрезок, то используется интерполяция, если же целевое значение лактата несколько выходит за границы отрезка, то, соответственно, экстраполяция. Данный способ используется и для всех фиксированных значений лактата (1,0; 2,0 ммол на литр). Допустимо вместо прогрессивного ступенчатого теста использовать и две нагрузочные ступени, приблизительно меньше и приблизительно больше, чем интенсивность, соответствующая расчетному порогу. Продолжительность нагрузочных ступеней на практике составляет от 5 до 8 минут. Данное время требуется для распределения лактата от работающих мышц к источнику забора пробы (капиллярный, венозный или артериальный образец).

D_{max} метод (Cheng et al., 1992) использует оценку анаэробного порога как интенсивность, при которой максимальное расстояние (по перпендикуляру) между линией, соединяющей исходное и конечное значение лактатных измерений, а также лактатной кривой, построенной по всем точкам-замерам.

Основная критика практики использования данного показателя заключается в чувствительности расчетов к начальной и конечной точке тестирования (Newell et al., 2006). Для того, чтобы избежать этого, были предложены методы, модифицирующие метод D_{max} . Данный подход был успешно апробирован на лыжниках, бегунах, а также велосипедистах (Bishop et al., 1998; Fabre et al., 2010; Nicholson and Sleivert, 2001). Суть данного метода заключается в отказе от использования в некотором смысле произвольной начальной точки. Вместо этого в качестве начальной точки для построения прямой берется точка, после которой лактат возрастает по

меньшей мере на 0.4 ммол/л. Через данную точку и конечную точку проводится прямая линия. Из этой прямой линии опускается перпендикуляр на график полинома третьей степени. Методами, которые описаны выше, находится точка, соответствующая максимальному расстоянию между модифицированной прямой линией и лактатной кривой. Эта точка и есть маркер $D_{\max \text{ mod}}$ (D_{\max} модифицированный) – см. рисунок 7.

В работе (Beaver et al., 1985) использован метод идентификации лактатного порога 1, как интенсивность, при которой использует логарифмическая координатная система (см. рисунок 8).

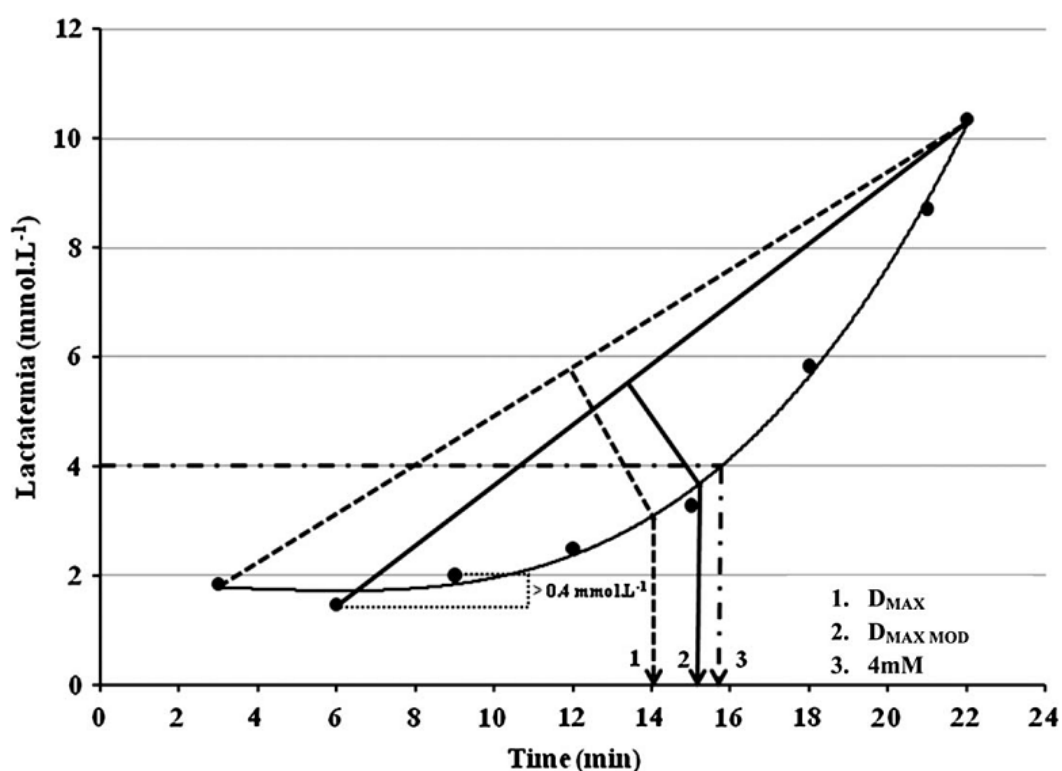


Рисунок 7 – Три метода определения лактатного анаэробного порога

- 1) D_{\max} , 2) $D_{\max \text{ mod.}}$, 3) определение интенсивности, при которой значение лактата равно 4 ммол/л (Fabre et al., 2010)

Для расчета анаэробного порога может быть использованы и протоколы идентификации MLSS. Обычно для идентификации максимально возможной устойчивой концентрации лактата требуется проведение

нескольких дней тестов (Beneke, 1995; Beneke et al., 1996; McLellan, 1985; Snyder et al., 1994; Urhausen et al., 1993).

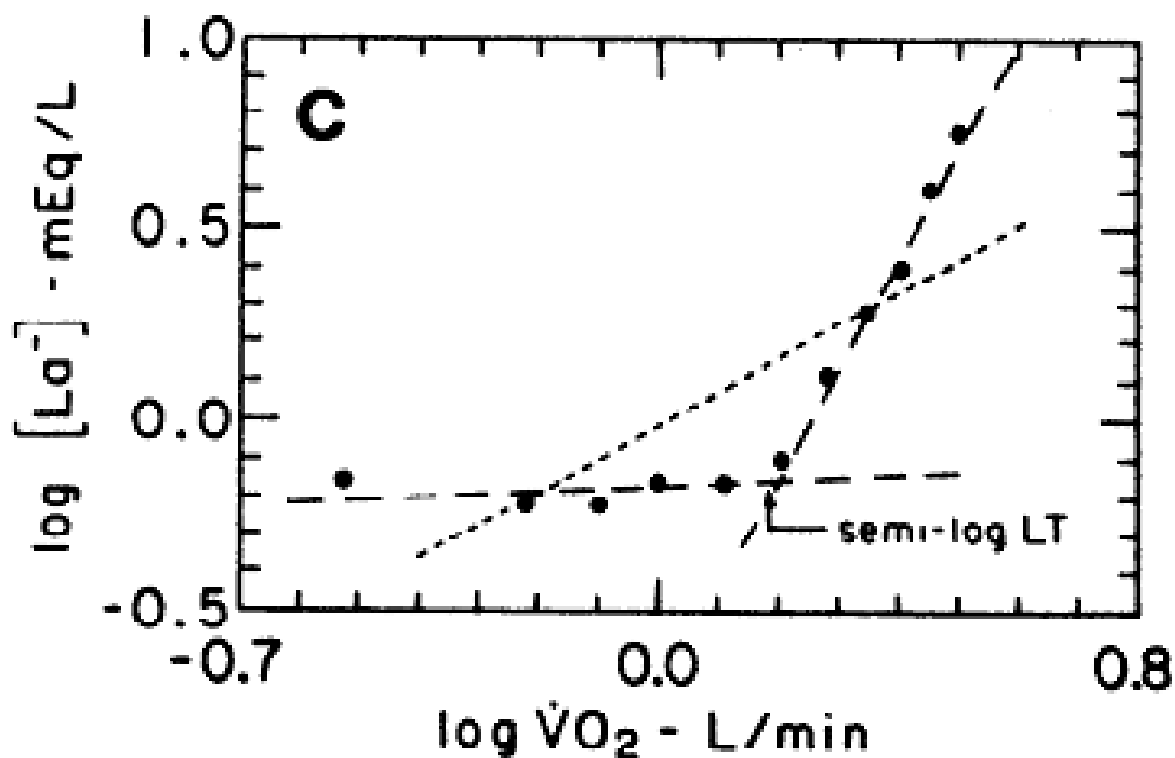


Рисунок 8 – Лактатная кривая, переведенная логарифмическую форму для идентификации анаэробного лактатного порога (Beaver et al., 1985); по вертикальной оси – логарим концентрации лактата; по горизонтальной оси – логарим потребления кислорода

Типовой традиционный тест на измерение MLSS, описанный в работе (Beneke et al., 1996), заключается в проведении теста с постоянной физической нагрузкой в течение 30 минут. Замеры концентрации лактата в крови осуществляются в конце каждой пятиминутки. При этом считается, что достигнуто максимально возможная устойчивая концентрация лактата в крови в том случае, если в последних 20 минутах теста концентрация лактата растет не более, чем на 1 ммол/л. Тест проводится в течение нескольких дней с разной нагрузкой. Достигнутая в предыдущем тесте устойчивая концентрация лактата проверяется на более высокой интенсивности. Тесты

предпринимаются после достаточного восстановления спортсменов от предыдущей нагрузки (1-2 дня).

Концепция критической скорости (мощности) (Billat et al., 1999; de Lucas et al., 2012; di Prampero, 1999; Moritani et al., 1981; Morton, 2006), а также идея о медленном компоненте кинетики кислорода (Borroni et al., 2001; Buchheit et al., 2012; Jones et al., 2011; Poole and Jones, 2011; Xu and Rhodes, 1999) позволило идентифицировать еще один физиологический порог – интенсивность, соответствующую критической скорости (мощности). Значимость классификаций зон интенсивности при использовании данного физиологического показателя такова, что скорость (мощность), выше чем критическая приводит к быстрому развертыванию медленного компонента кинетики потребления кислорода и достижения значения МПК.

Рассмотрим пример идентификации данного порога на примере легкой атлетики. Спортсмены участвуют в официальных или тестовых соревнованиях на смежных дисциплинах. Задача спортсмена – бежать на результат, а не проводить тактическую гонку. Результаты, показанные в ходе двух соревнований, вводятся в модель в качестве переменных T_1 и T_2 , соответственно; средняя скорость во время забегов дает переменные S_1 и S_2 .

Критическая скорость (S_c) спортсмена для модели с двумя параметрами рассчитывается по формуле:

$$S_c = \frac{T_1 S_1 - T_2 S_2}{T_1 - T_2}$$

Помимо указанной процедуры с тестами (прикидками, соревнованиями) до отказа существует так называемый трехступенчатый тест. Изначально разработанный для велосипедных видов спорта данный тест позволяет оценить объемы анаэробной емкости, а также величину критической скорости (мощности) по тесту, который длится 3 минуты.

Графическое представление методики, ориентированной на бегунов на выносливость, можно увидеть на рисунке 9.

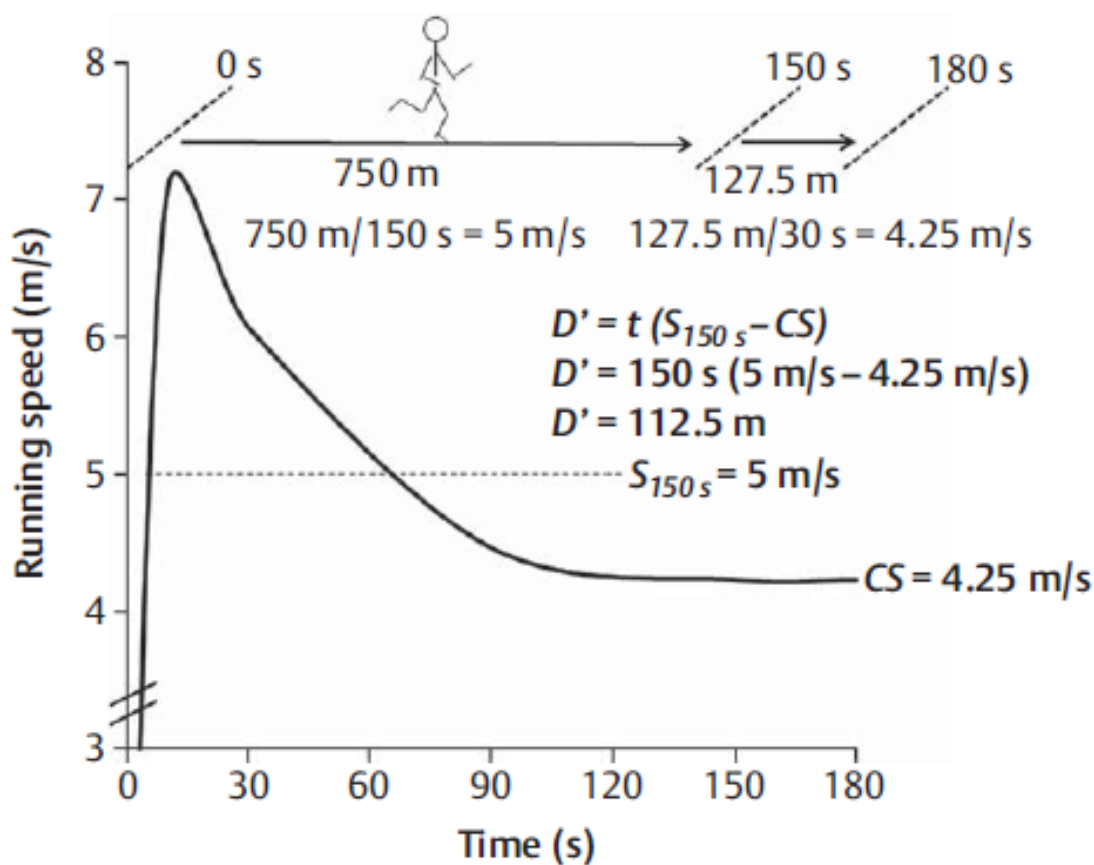


Рисунок 9 – Трехминутный тест для репрезентативного бегуна (Pettitt et al., 2012), time – время в секундах, Running speed – скорость бега, в м/с

Спортсмен для выполнения теста использует бег с GPS-устройством при беге по стандартному легкоатлетическому стадиону. Тест заключается в необходимости развить максимальную скорость с самого старта и стараться поддерживать ее как можно дольше. При этом будет происходить постепенно снижение скорости бега, и после 2 минут 30 секунд скорость выйдет на уровень критической скорости. Замеренная GPS-устройством средняя скорость на последних тридцати секундах бега и составит искомую критическую скорость.

Различные методы идентификации физиологических порогов имеют свои плюсы и минусы. Кроме того, использование различных методик дает несколько различающиеся границы зон интенсивности.

3. Сравнительная характеристика поляризационной и пороговой моделей распределения нагрузки

Многочисленные исследования в различных видах спорта на выносливость систематически подтверждают то, что так называемая *поляризованная интенсивность* является наиболее часто используемым способом распределения тренировочной интенсивностью и оптимальным способом достижения высоких спортивных результатов мировой элитой (Esteve-Lanao et al., 2005; Fiskerstrand and Seiler, 2004; Mujika et al., 1995; Steinacker et al., 1998; Zapico et al., 2007). Кроме того, хорошо зарекомендовала себя поляризационная модель также и для хорошо-тренированных спортсменов (Ingham et al., 2012; Neal et al., 2013).

Что из себя представляет данное новое веяние в практике ведущих спортсменов мира в видах на выносливость?

В работе (Billat et al., 2001) был проведен дискриминантный анализ лучших в мире марафонцев и просто элитных представителей марафонского бега. Как ни странно, но представители марафонского бега почти не тренируются на марафонской скорости. 78% нагрузки было выполнено в зоне 1 (легкие тренировки ниже лактатного порога) и 18% со скоростями, соответствующими соревновательному темпу на 3000 – 10000 м (зона 3 в трехзонной модели интенсивности).

Как было выяснено в результате исследования (Billat et al., 2003), элитные бегуны-стайеры из Кении имеют сходную характеристику в распределение нагрузки по зонам интенсивности (см. рисунок 10). По вертикальной оси отложен процент от недельных тренировок, проведенных в одной из трех зон интенсивности; по горизонтальной оси отложена интенсивность, измеренная относительно скорости лактатного порога. Большая часть тренировочной нагрузки (>80%) была проделана с низкой интенсивностью (under v_{LT} – до скорости лактатного порога).

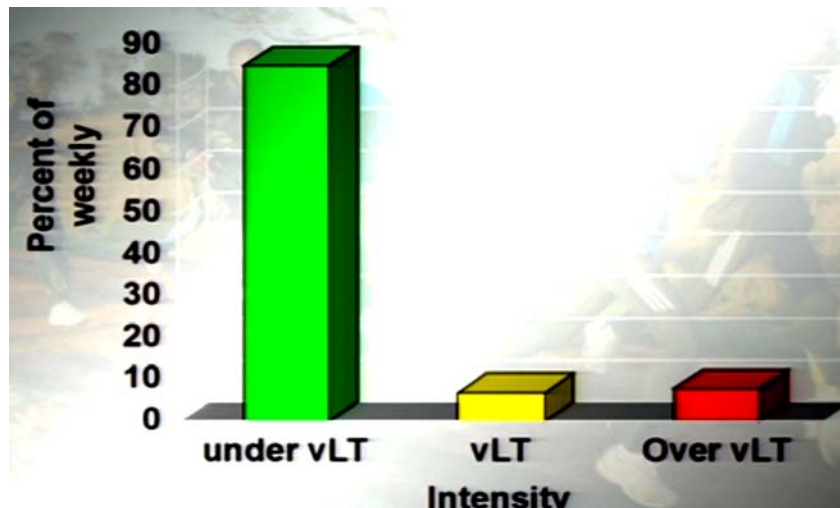


Рисунок 10 – Распределение тренировочной нагрузки у элитных кенийских стайеров (Billat et al., 2003); under vLT – до скорости лактатного порога, Over vLT – быстрее скорости лактатного порога

Неопубликованное исследование (Espen Tønnesen, 2013) обобщает тренировочную информацию по 12 норвежским олимпийским чемпионам в лыжных гонках и биатлоне также демонстрирует довольно ясную модель распределения нагрузки, подобную уже проанализированным примерам из элитной легкой атлетики. (см. рисунок 11 и 12). Здесь и далее зоны тренировочной нагрузки (zone 1,2,3,4,5) для норвежских спортсменов на выносливость соответствуют пятизонной модели нагрузки, используемой в норвежском элитном спорте. На рисунке 11 изображены усредненные тренировочные нагрузки, характеризующие распределение тренировочных нагрузок по зонам интенсивности в течение года по месяцам. По вертикальной оси отложены часы тренировок на выносливость, а по горизонтальной оси – месяцы подготовительного (preparation period) и соревновательного периода (competition period). Достаточно показателен рисунок 6.3, отображающий суммарное распределение тренировочной Олимпийских чемпионов нагрузки в течение года.

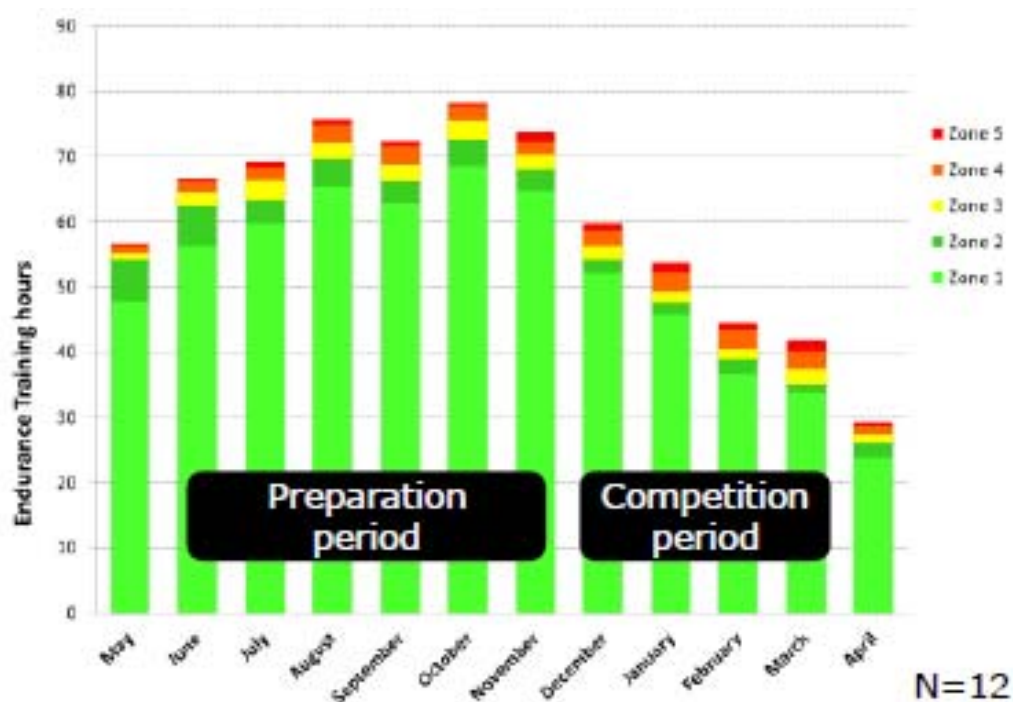


Рисунок 11 - Распределение тренировочных нагрузок 12 олимпийских чемпионов из Норвегии по биатлону и лыжным гонкам по зонам интенсивности в течение года

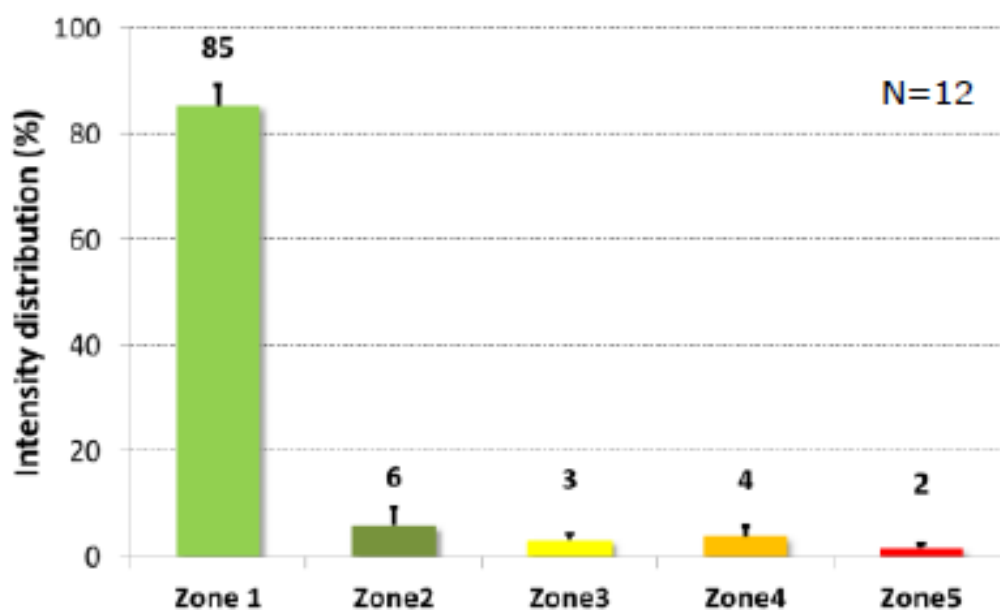


Рисунок 12 - Распределение суммарной тренировочной нагрузки 12 олимпийских чемпионов из Норвегии по биатлону и лыжным гонкам по зонам интенсивности

Следует заметить, что периодизация в привычном смысле проявляется в двух смыслах – распределение разнообразных тренировочных средств в течение года; а также значимое снижение тренировочного объема в зимний соревновательный период. Но во всех периодах поддерживаются специфические тренировки, а также практикуются высокоинтенсивные тренировки в уже описанных пропорциях.

Обращение к данным отдельных спортсменов, также позволяет увидеть ясную тенденцию: на протяжении спортивной карьеры приход к использованию поляризационной модели знаменовал собой всплеск результатов на международной арене. Данные по тренировкам знаменитой спортсменки Бенты Скари за всю ее карьеру представлены на рисунке 13.

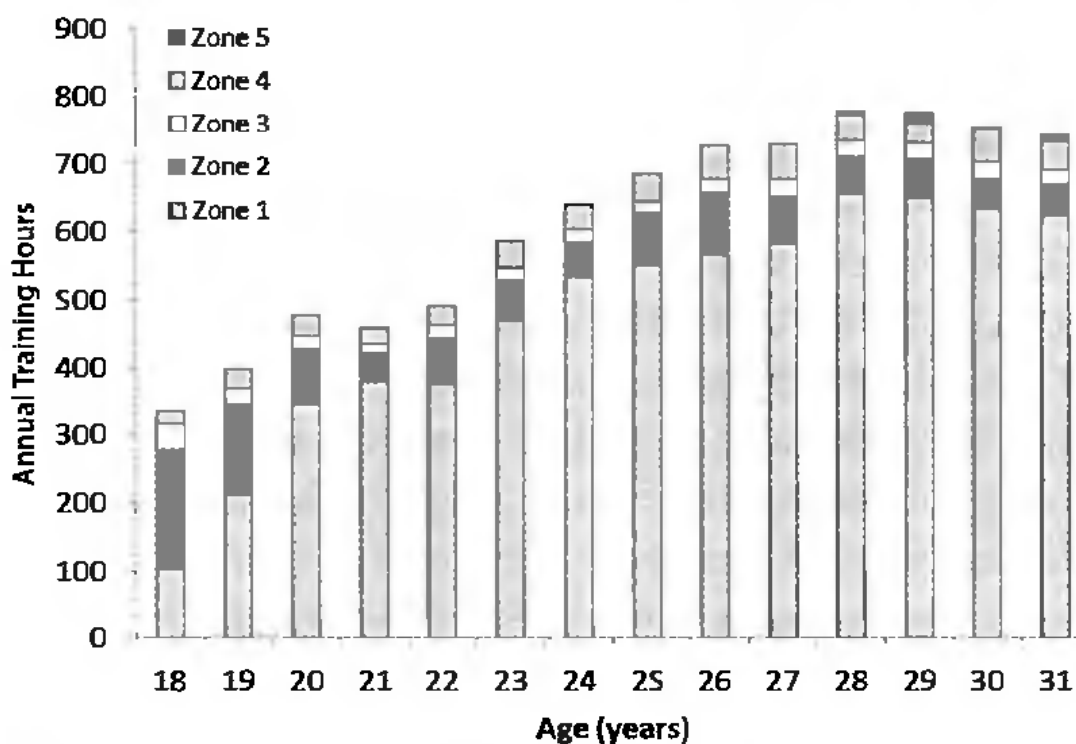


Рисунок 13 – Тренировочные объемы и распределение интенсивности 5000 тренировочных занятий за 14 лет чемпионки мира и Олимпийских Игр Бенты Скари (лыжные гонки, Норвегия) (Seiler, 2012)

Анализ распределения нагрузки у известной норвежской легкоатлетки, экс-обладательницы рекордов мира и чемпионки мира

Ингрид Кристиансен (см. рисунок 14) позволяет выявить интересную особенность. В соревновательные месяцы (июнь-август) в тренировочных средствах наблюдается явление поляризации. Т.е. растет доля очень легких тренировок, а используемые высокоинтенсивные тренировки смещаются в области максимальных нагрузок (в пятую зону). Иными словами - легкие тренировки становятся еще более легкими, а тяжелые тренировки становятся еще более тяжелыми.

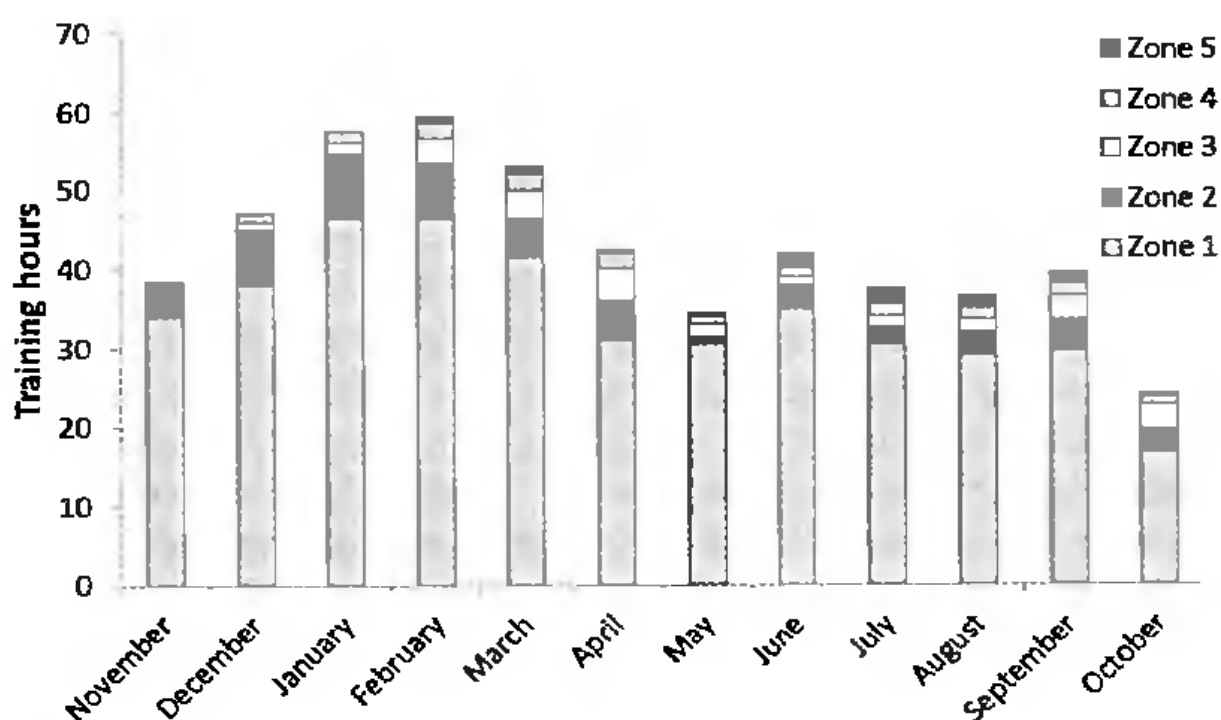


Рисунок 14 - Тренировочные объемы и распределение интенсивности чемпионки мира по легкой атлетике Ингрид Кристиансен в течение годового тренировочного цикла в возрасте 29-30 лет, когда спортсменка установила мировые рекорды на 5000 м и 10000 м (Seiler, 2012)

Аналогичные наблюдения были сделаны и для успешных норвежских лыжников юниорского возраста (Seiler and Kjerland, 2006), см. рисунок 15.

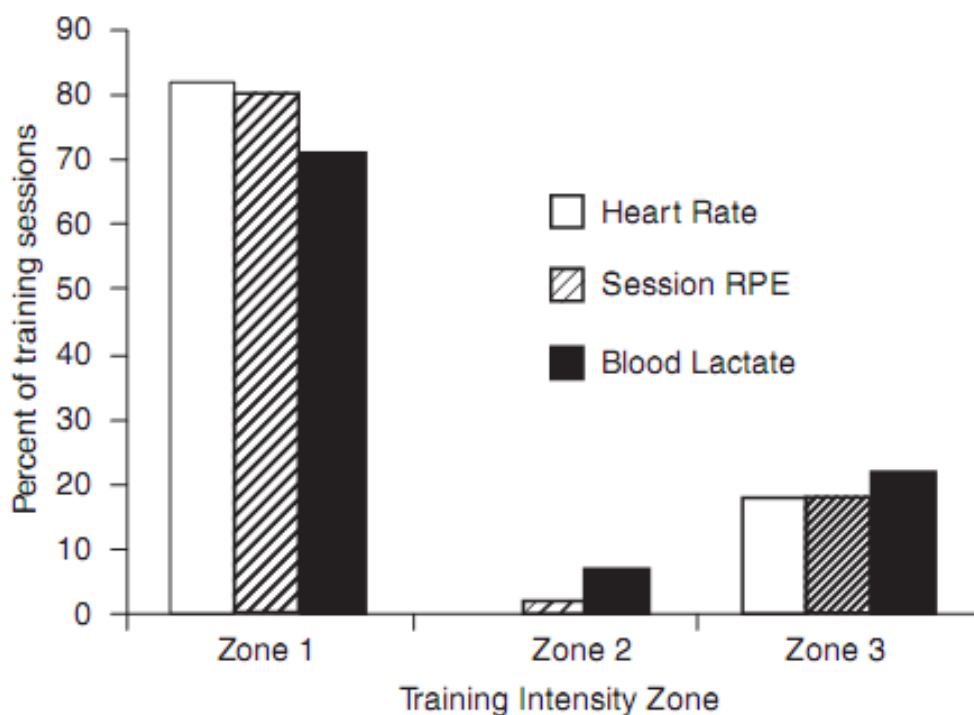


Рисунок 15 – Распределение тренировочных 60 занятий по трем зонам нагрузки по критериям ЧСС (Heart rate), RPE, концентрации лактата в крови (Blood Lactate) (Seiler and Kjerland, 2006)

Норвежские гребцы продемонстрировали за последние десятилетия всплеск результатов на международной арене (Fiskerstrand and Seiler, 2004). Достигнуто это было в том числе и за счет нового подхода к планированию нагрузок по зонам интенсивности, см. рисунок 16. Можно заметить, что за эти 30 лет значительно возросла доля объемов в легкой тренировочной зоне.

Данный вывод подтверждается и данными по отдельным спортсменам (см. рисунок 17). Более того, мы наблюдаем факт поляризации при приближении к соревновательному сезону (см. рисунок 18). Типичные интервальные тренировки в каждой из зон:

Зона 3: 60 минут (например, 3x20 минут, 5 минут отдых)

Зона 4: 60 минут (например, 6x10 минут, 5 минут отдых)

Зона 5: 20 минут (например, 4x4 минуты, 3 минут отдых)

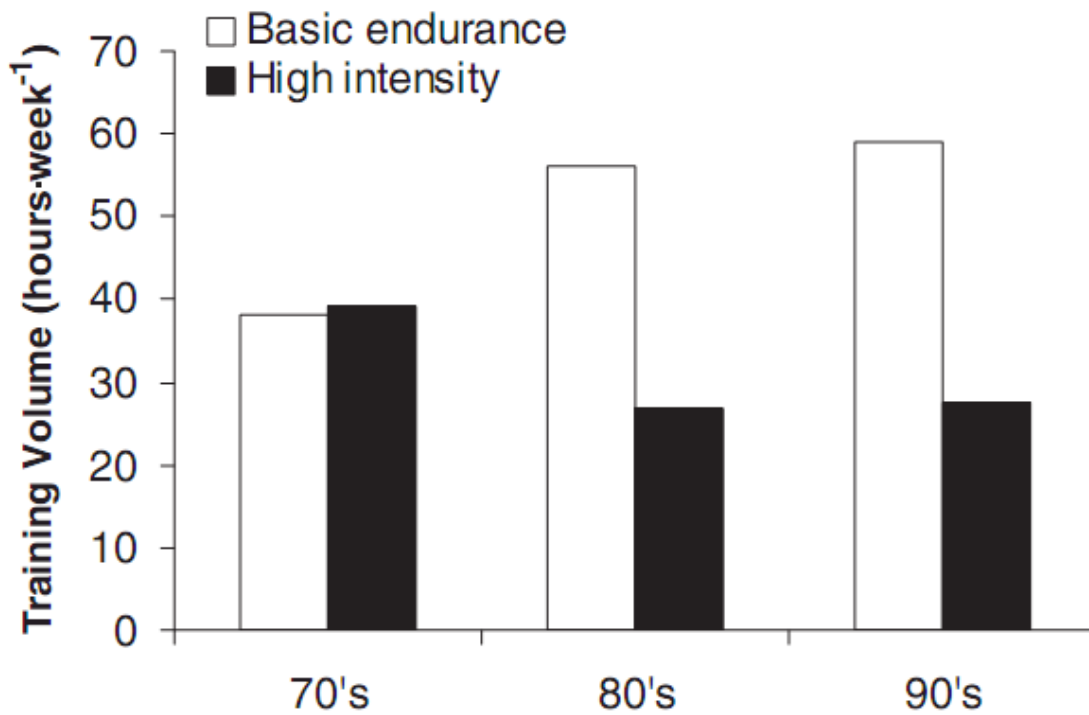


Рисунок 16 – Общее распределение тренировочных объемов норвежских гребцов по десятилетиям (Fiskerstrand and Seiler, 2004)

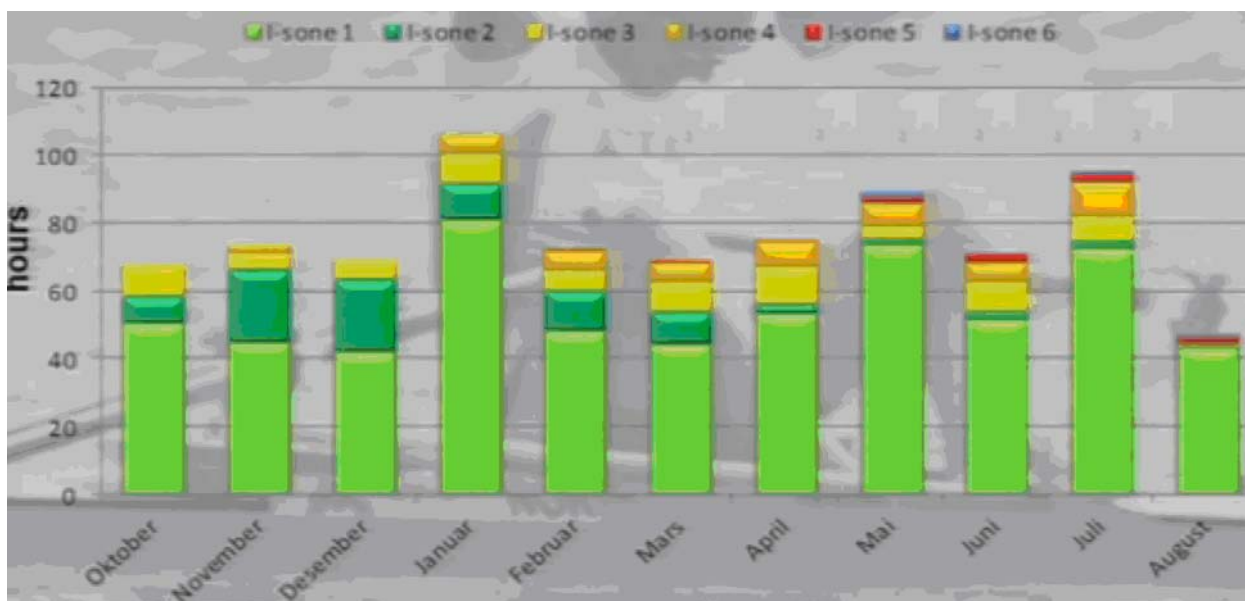


Рисунок 17 - Распределение тренировочной нагрузки



Рисунок 18 – Распределение интервальных тренировок олимпийского чемпиона в академической гребле из Норвегии Олаф Туфте в «золотом сезоне» по зонам интенсивности

В целом анализ распределения тренировок по зонам интенсивности любых успешных элитных спортсменов в видах спорта на выносливость (лыжники, велосипедисты, бегуны, биатлонисты, гребцы) дает сходную картину - используется поляризационная модель.

С физиологической точки зрения имеют значение три зоны интенсивности (см. рисунок 19):

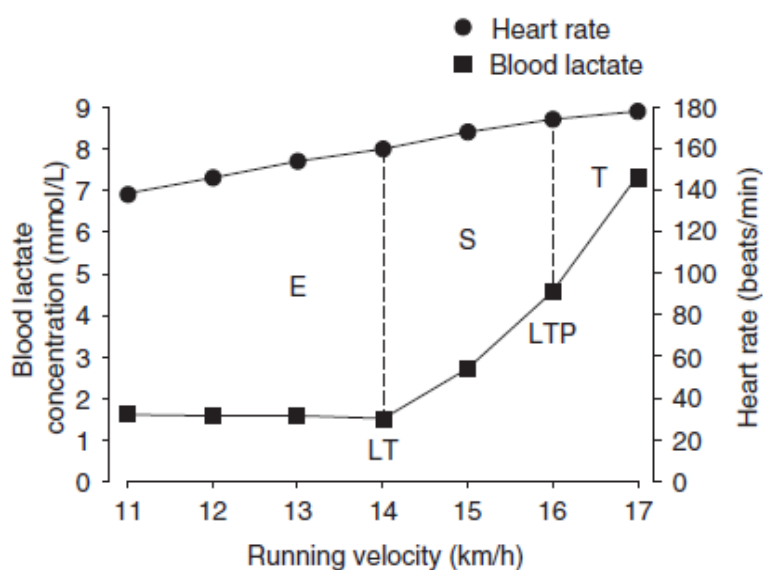


Рисунок 19 – Выделение зон интенсивности в зависимости от значений физиологических порогов (Smith and Jones, 2001)

В зависимости от тренировочного времени, проведенного в каждой из этих зон, принято выделять две ключевые тренировочные модели - пороговая и поляризационная (см. рисунок 20).

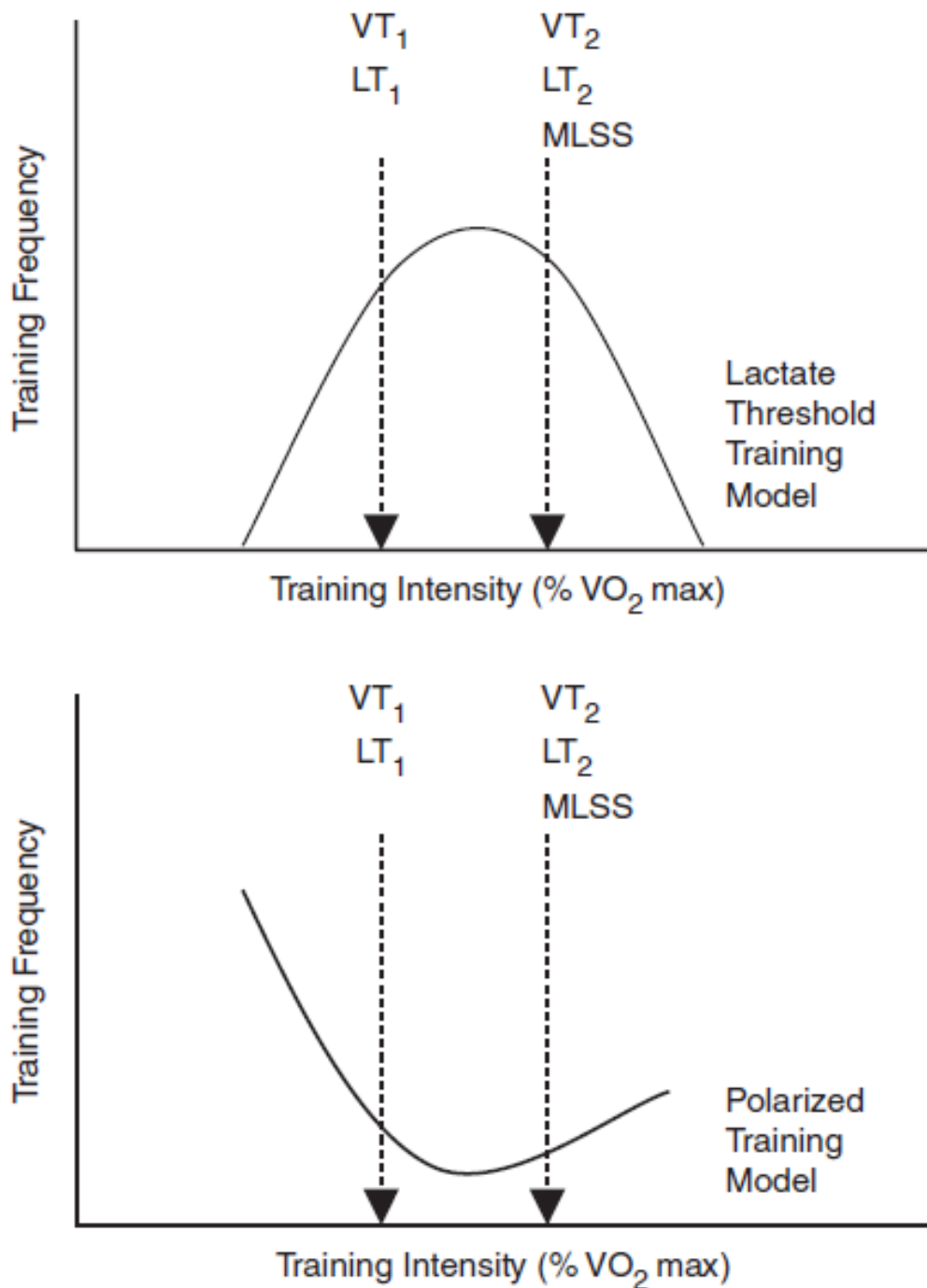


Рисунок 20 – Пороговая (сверху) и поляризационная (снизу) тренировочные модели (Seiler and Kjerland, 2006)

Распределение может быть проанализировано с точки зрения количества занятий, а также с точки зрения тренировочного времени, которое проведено в этих зонах. Однако в независимости от этого, пороговая модель демонстрирует большой удельный вес тренировок в смешанной зоне (зона 2).

Для оценки сравнительной эффективности поляризационной и пороговой модели было проведено несколько исследований.

Одно из исследований анализировало немецких велотрековые гонщиков юниорского возраста (Guellich and Seiler, 2010). Оценивался лишь один параметр – изменения в мощности медалирования при концентрации лактата в крови в 4 ммол/л. Были выделены две группы спортсменов – те, у кого тренировочные нагрузки привели к существенному сдвигу в этом показателе, и те, кто не отреагировал на тренировки (см. рисунок 6.6).

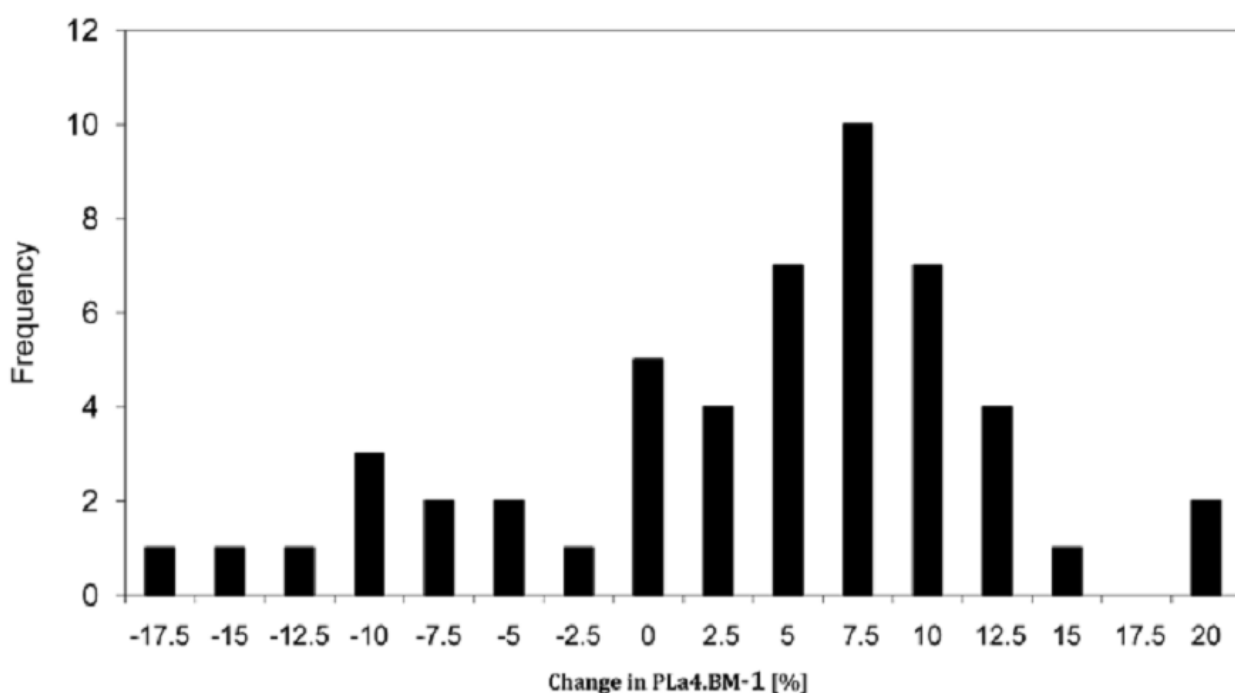


Рисунок 21 - Распределение спортсменов по степени изменения в мощности при концентрации лактата в крови в 4 ммол/л (Guellich and Seiler, 2010)

В данных двух группах были проанализированы параметры тренировочных программ, которые они выполнили (см. таблица 13).

Распределение интенсивности (intensity range) у велосипедистов за 15 тренировочных недель для двух групп Responders (спортсмены, продемонстрировавшие прирост в мощности при концентрации лактата в 4 ммол/л) и non-responders (спортсмены, не продемонстрировавшие прирост в мощности при концентрации лактата в 4 ммол/л) (Guellich and Seiler, 2010)

| Intensity Range | Responders Mean \pm SD | Non-Responders Mean \pm SD | <i>P</i> value |
|---|-----------------------------|---------------------------------|----------------|
| $\Sigma <2 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ blood lactate | 3722 \pm 724 | 3128 \pm 310 | < 0.01 |
| $\Sigma 3\text{--}6 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ blood lactate | 244 \pm 103 | 442 \pm 107 | < 0.01 |

Проделанный анализ даже позволил вывести мультирегрессионные зависимости (Guellich and Seiler, 2010):

$$\% \Delta P_{\max} \cdot \text{BM}^{-1} = 0.04 + 0.16 \cdot s_{\text{CR}} + 0.26 \cdot s_{\text{SoB}} - 0.22 \cdot s_{\text{DR}} - 0.27 \cdot s_{\text{Comp}} + 0.28 \cdot s_{\text{PR}}$$

$$R = 0.67; R_{\text{adj}}^2 = 0.35$$

$$\% \Delta P_{\text{La4}} \cdot \text{BM}^{-1} = 0.04 + 0.17 \cdot s_{\text{CR}} + 0.10 \cdot s_{\text{BER}} - 0.18 \cdot s_{\text{SoB}} - 0.42 \cdot s_{\text{DR}} - 0.32 \cdot s_{\text{Comp}} + 0.28 \cdot s_{\text{PR}} \quad (E2)$$

$$R = 0.84; R_{\text{adj}}^2 = 0.64$$

$$\% \Delta P_{\text{La2}} \cdot \text{BM}^{-1} = 0.14 + 0.13 \cdot s_{\text{BER}} + 0.13 \cdot s_{\text{SoB}} - 0.55 \cdot s_{\text{DR}} - 0.27 \cdot s_{\text{Comp}} + 0.29 \cdot s_{\text{PR}} \quad (E3)$$

$$R = 0.82; R_{\text{adj}}^2 = 0.62$$

$$P_{\max} \cdot \text{BM}_{\text{t2}}^{-1} = 3.60 + 0.17 \cdot P_{\max} \cdot \text{BM}_{\text{t1}}^{-1} + 0.28 \cdot s_{\text{CR}} + 0.29 \cdot s_{\text{BER}} + 0.26 \cdot s_{\text{SoB}} - 0.23 \cdot s_{\text{DR}} - 0.31 \cdot s_{\text{Comp}} \quad (E4)$$

$$R = 0.86; R_{\text{adj}}^2 = 0.68$$

$$P_{\text{La4}} \cdot \text{BM}_{\text{t2}}^{-1} = 1.56 + 0.46 \cdot P_{\text{La4}} \cdot \text{BM}_{\text{t1}}^{-1} + 0.22 \cdot s_{\text{CR}} + 0.29 \cdot s_{\text{BER}} - 0.33 \cdot s_{\text{DR}} - 0.28 \cdot s_{\text{Comp}} + 0.21 \cdot s_{\text{PR}} \quad (E5)$$

$$R = 0.88; R_{\text{adj}}^2 = 0.72$$

$$P_{\text{La2}} \cdot \text{BM}_{\text{t2}}^{-1} = 1.91 + 0.68 \cdot P_{\text{La2}} \cdot \text{BM}_{\text{t1}}^{-1} + 0.27 \cdot s_{\text{SoB}} - 0.52 \cdot s_{\text{DR}} - 0.33 \cdot s_{\text{Comp}} + 0.40 \cdot s_{\text{PR}} \quad (E6)$$

$$R = 0.90; R_{\text{adj}}^2 = 0.75$$

Явным отличием в тренировочных подходах двух групп были различные модели распределения нагрузки. Успешная группа реализовывала схему тренировок, близкую к поляризационной, а неуспешная – программу, близкую к пороговой модели (см. рисунок 22)

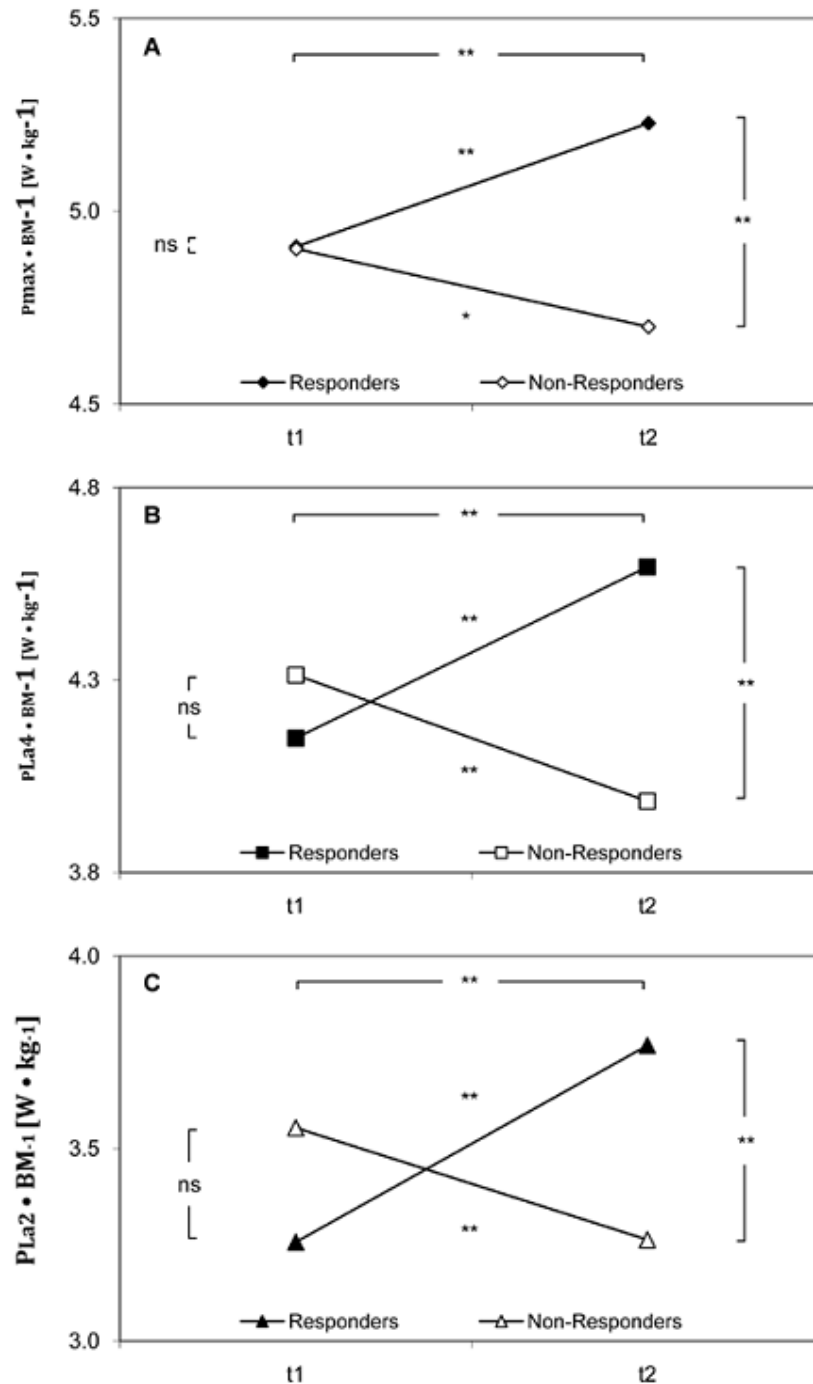


Рисунок 22 – Изменения физиологических показателей (А – максимальная мощность; В – мощность при концентрации лактата 4 ммол; С – мощность при концентрации лактата 2 ммол) у спортсменов из двух групп с разными адаптационными ответами (Guellich and Seiler, 2010)

В долгосрочном исследовании велосипедистов в работе (Zarico et al., 2007) сравнивались зимняя и весенняя тренировочная программа (см. рисунок 23)

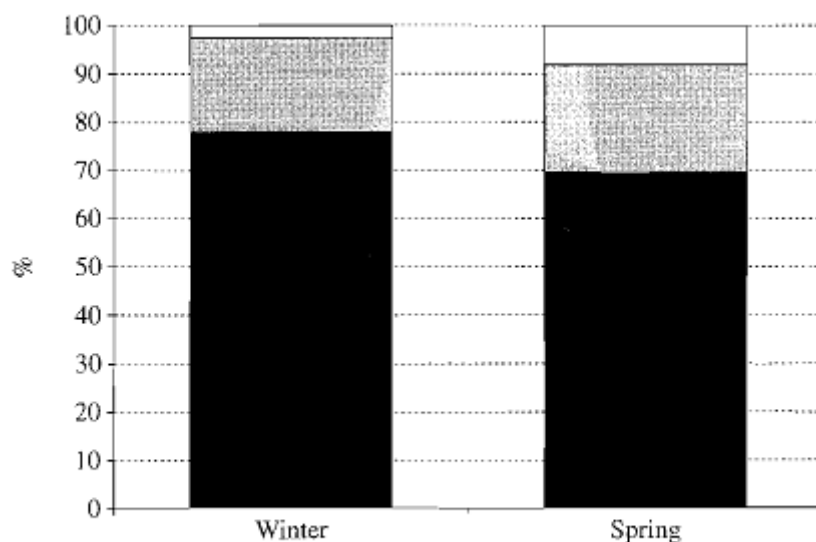


Figure 1.—Percentage of work in each intensity zone. Black represents zone 1, grey zone 2 and white zone 3.

Рисунок 23 – Процент тренировочного времени в разных зонах интенсивности (Zarico et al., 2007); черная – зона 1, серая – 2, белая 3

Парадоксальный факт заключается в том, что четырехкратный рост высокоинтенсивных занятий весной не привел к росту значений тестируемых физиологических переменных. В отличие от первого тренировочного периода, где спортсмены тренировались ближе к идеям поляризационной модели.

Исследование для тренированных велосипедистов (Neal et al., 2013) примечательно тем, что две группы спортсменов в первом тренировочном периоде практиковали поляризационную (Group Z1) и пороговую модель (Group Z2), соответственно, затем следовал 4-недельный период полного покоя с целью очистить следовые воздействия, и очередной тренировочный период спортсмены начинали отрабатывать новую для себя поляризационную или пороговую модели распределения (т.е. каждый

велосипедист реализовал в процессе исследования оба варианта тренировок), см. рисунок 24.

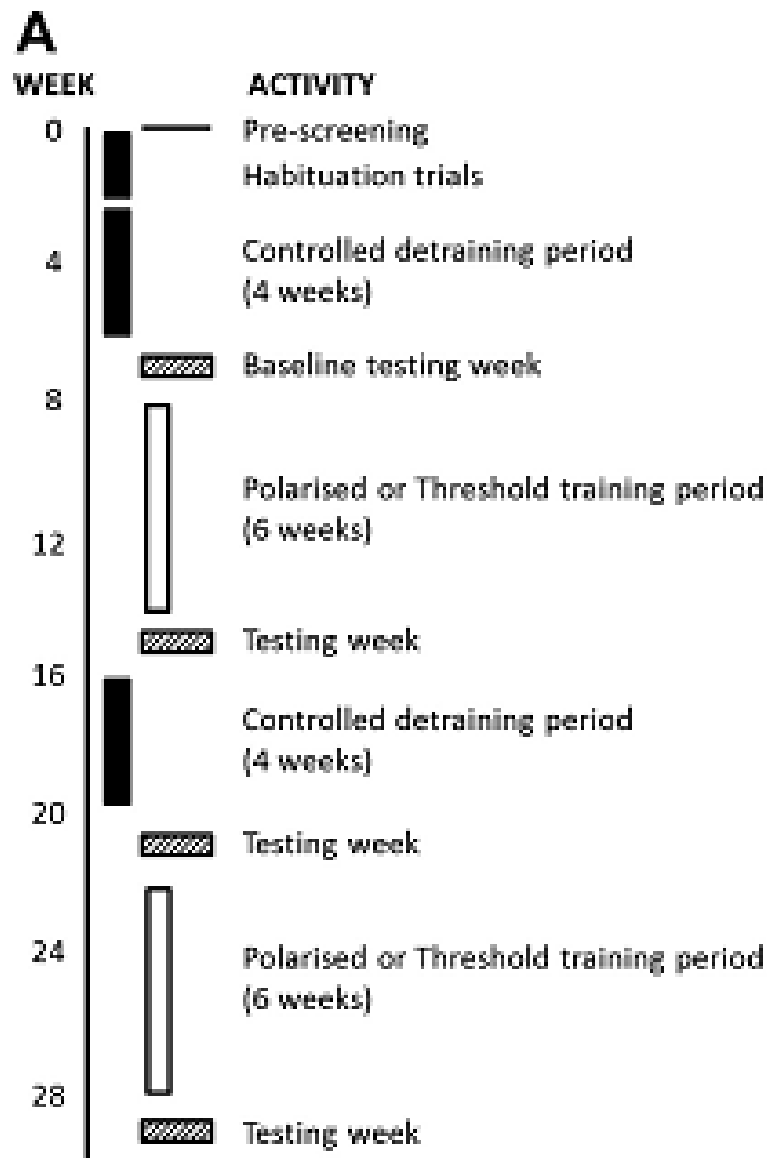


Рисунок 24 – График-схема исследования (Esteve-Lanao et al., 2007)

Характеристики тренировочных программ представлены в таблице 14 (TRIMP – тренировочные импульсы; $p < 0,01$)

В результате группы Z1 (поляризационная модель) продемонстрировали значимое улучшение максимальной мощности, а также результат соревнований в маунтинбайке на 10,4 км (см. рисунок 25)

Тренировочные нагрузки на протяжении 18-недельного тренировочного периода (Esteve-Lanao et al., 2007)

| | Group Z1 (n = 6) goal distribution in zones 1, 2, and 3: ~80/10/10 | Group Z2 (n = 6) goal distribution in zones 1, 2, and 3: ~65/25/10 |
|-----------------------------------|--|--|
| Total TRIMPs | 8134 ± 408 | 8277 ± 463 |
| Mean TRIMP·wk⁻¹ | 452 ± 23 | 460 ± 26 |
| Total time in zone 1 (min) | 5246 ± 396 | 3830 ± 215* |
| Total time in zone 2 (min) | 779 ± 116 | 1411 ± 95* |
| Total time in zone 3 (min) | 502 ± 78 | 485 ± 65 |
| Total % in zone 1 | 80.5 ± 1.8 | 66.8 ± 1.1 |
| Total % in zone 2 | 11.8 ± 2.0 | 24.7 ± 1.5* |
| Total % in zone 3 | 8.3 ± 0.7 | 8.5 ± 1.0* |

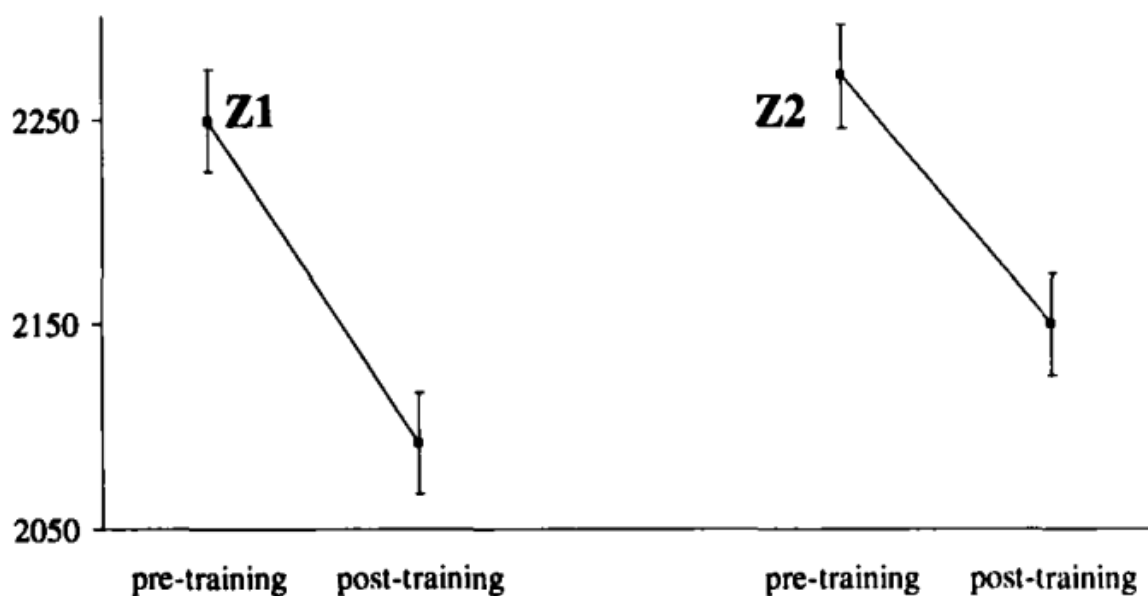


Рисунок 25 – Изменения в соревновательном результате в маунтинбайке на 10,4 км в «поляризационной» группе (Z1) и «пороговой» группе (Z2) (Esteve-Lanao et al., 2007)

Исследование (Muñoz et al., 2013) было произведено с целью выяснить сравнительную эффективность поляризационной (Group PET) и пороговой (Group BthET) модели (уже не для элитных или высоко-

тренированных спортсменов, а для бегунов-любителей. Характеристики тренировочных программ см. таблица 15.

Таблица 15

Характеристики тренировочных программ групп бегунов, реализующих поляризационной (Group PET) и пороговой модели тренировок (Group BthET) (Muñoz et al., 2013)

| | Group PET (n = 15) | Group BThET (n = 15) |
|---------------------------|-----------------------|-------------------------|
| Total Running Time (hr) | 39.1 ± 7.9 | 36.3 ± 8.1 |
| Total Time in Zone 1 (hr) | 28.5 ± 6.3* | 16.7 ± 6.2 |
| Total Time in Zone 2 (hr) | 5.3 ± 2.7* | 13.9 ± 8.8 |
| Total Time in Zone 3 (hr) | 5.3 ± 1.7 | 5.6 ± 1.6 |
| Total Time in Zone 1 (%) | 72.9 ± 5.6* | 46.8 ± 15.2 |
| Total Time in Zone 2 (%) | 13.5 ± 5.6* | 37.3 ± 16.1 |
| Total Time in Zone 3 (%) | 13.6 ± 4.3 | 15.8 ± 4.1 |
| Total TRIMPs | 3299 ± 670 | 3691 ± 982 |
| Mean TRIMPS/wk | 330 ± 67 | 370 ± 98 |

TRIMP – тренировочные импульсы; Time – время в каждой из зон интенсивности

В результате выяснилось, что спортсмены из двух групп продемонстрировали разную эффективность с точки зрения прироста соревновательного результата на 10000 м (см. рисунок 26)

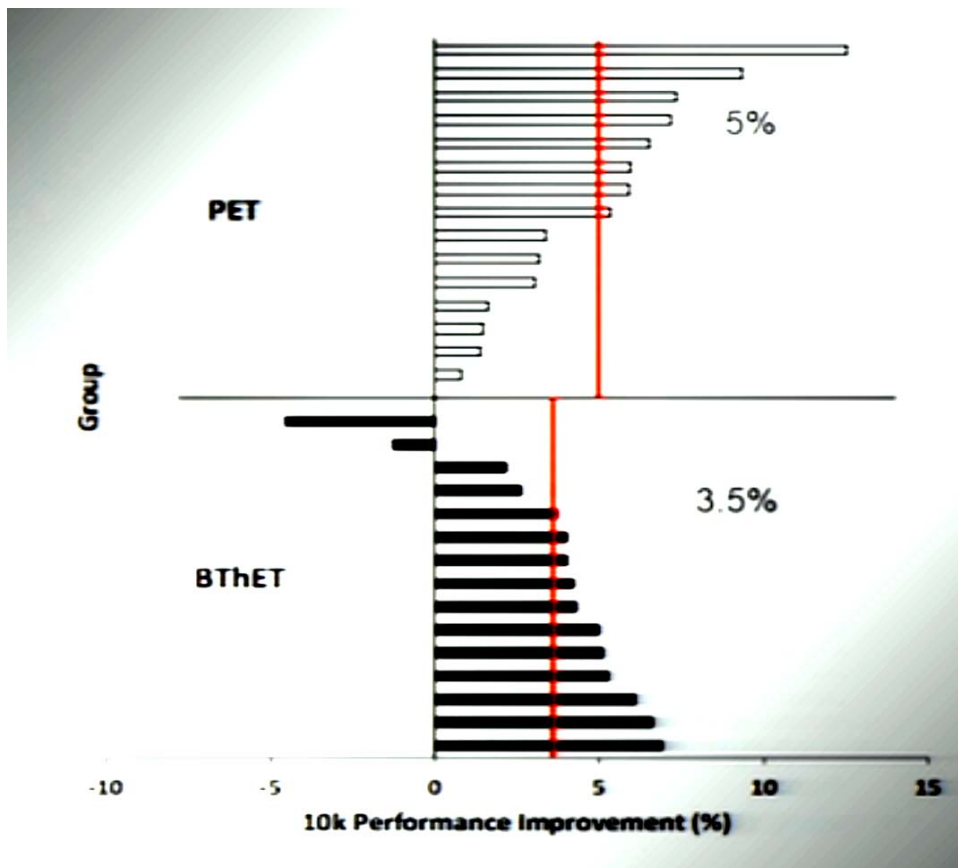


Рисунок 26 - Изменение соревновательного результата на 10000 м (Muñoz et al., 2013)

Поляризационная группа в среднем продемонстрировала лучшие величины прироста. Важно отметить, что разница не носит статистически значимого характера. Даже в рамках каждой из групп спортсмены реагируют на нагрузку довольно индивидуально.

На сегодня не до конца понятны причины почему поляризационная модель так эффективна. Одно из объяснений заключается в том, что поляризационная модель более соответствует особенностям двигательной активности в эпоху палеолита (Boullosa et al., 2013), см. рисунок 27.

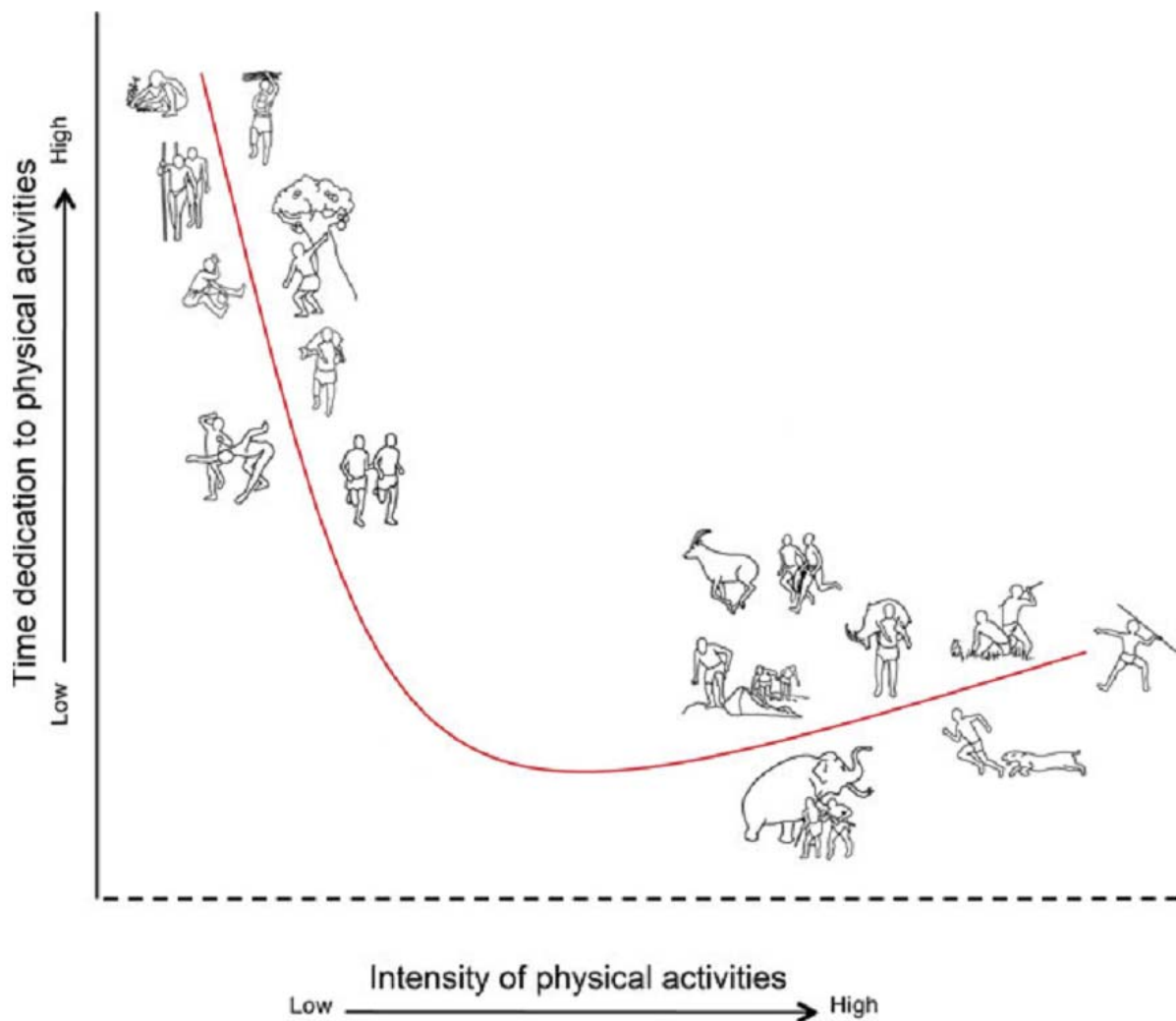


Рисунок 27 – Гипотетическое распределение физической активности *Homo sapiens* в эпоху Палеолита (Boullosa et al., 2013)

Однако выяснения точных причин и конкретных механизмов различных моделей распределения нагрузки нужны дополнительные исследования.

4. Рекомендации по использованию в планировании тренировочных программ результатов математического анализа распределения тренировочной нагрузки по зонам интенсивности у спортсменов в видах спорта на выносливость

Спортсмены реагируют на тренировочные нагрузки индивидуальным образом. Тем не менее, проделанный в различных научных работах и практико-ориентированных исследованиях математический анализ распределения тренировочной нагрузки по зонам интенсивности у элитных спортсменов в видах спорта на выносливость позволил сформулировать ряд выводов и рекомендаций (Boullosa et al., 2013; Esteve-Lanao et al., 2007; Esteve-Lanao et al., 2005; Seiler, 2012).

Правило 80-20 является практичным и полезным принципом в планировании тренировочной нагрузки (Seiler, 2012). Согласно этому правилу, 80% тренировочных занятий должно осуществляться в легкой зоне нагрузки 1 (до аэробного лактатного порога), а 20% в зонах 2 и 3 (смешанная зона и интенсивности, лежащие выше анаэробного лактатного или вентиляционного порога).

Частые низко-интенсивные занятия (менее 2 ммол/л концентрация лактата в крови) большой продолжительности являются эффективным тренировочным средством для стимулирования адаптационных процессов, в особенности на периферическом уровне.

Имеет смысл по возможности избегать нагрузок в смешанной зоне, а использовать поляризационную модель, при которой используется значительная доля тренировочного времени (до 90-95%) низкой интенсивности и 5-10% высокоинтенсивных тренировок в зоне 3.

Для спорта высших достижений нельзя невозможно просто убрать высокие объемы низко-интенсивных тренировок и резко нарастить интенсивность тренировок. Поддержание больших объемов легких

тренировок улучшает толерантность к последующим высокоинтенсивным тренировкам (Tjelta and Enoksen, 2000).

Существует нижний предел интенсивность тренировочной нагрузки (Larsen, 2000). Тренировки ниже этого порога не вызывают адаптационного ответа. Тренировочный импульс, генерируемый такими тренировками слишком слаб, чтобы запустить молекулярных каскады адаптационных реакций и повысить уровень тренированности. Для расчета этого порога предложена три метода:

- 1) 75% от максимальной ЧСС (Burke and Franks, 1975);
- 2) Немного выше, чем 60% резерва ЧСС (Karvonen et al., 1957);
- 3) ЧСС 140-150 ударов в минуту (Faria, 1970; Smith and Wenger, 1981);
- 4) 50% МПК (Davies and Knibbs, 1971).

Высокоинтенсивные тренировки являются ключевым компонентом тренировочных программ всех успешных спортсменов в видах на выносливость (Billat, 2001a, b; Buchheit and Laursen, 2013a, b; Laursen and Jenkins, 2002). Две высокоинтенсивные тренировки в неделю дают возможность достичь приемлемого баланса между необходимой тренировочной нагрузкой и тренировочным стрессом. Однако для спортсменов с большим тренировочным стажем оправдано использование так называемых высокоинтенсивных блоков (crash training) (Holliday and Jeukendrup, 2012). Такие блоки обычно длятся от 2 до 10 дней и за ними следует период аналогичной продолжительности с нагрузками восстановительного характера. Использование такого варианта распределения тренировочной нагрузки в подготовительном периоде позволяет создать необходимый уровень физиологического стресса и произвести сдвиг результатов для спортсменов, достигших так называемого плато результатов.

Для высокоинтенсивных тренировок использование нагрузок на уровне 90% от МПК более эффективно по сравнению с протоколами, где используется интенсивность 95-100% от МПК (Seiler et al., 2013).

На этапе подводки оправдано использование поляризации, т.е. такого изменения интенсивности, при котором легкие тренировки становятся еще легче, а высокоинтенсивные тренировки становятся тяжелее.

Исключительно важный вопрос, связанный с интенсивностью тренировок, касается разработки «подводки» к соревнованиям. Согласно многочисленным исследованиям (Banister et al., 1999; Bosquet et al., 2007; Mujika, 2009; Neary, 2012; Pyne et al., 2009; Shepley et al., 1992b; Thomas and Busso, 2005) этого вопроса, интенсивность выступает ключевой переменной, определяющей успех подведения к соревнованиям. Основные сдвиги, ассоциирующиеся с высокоинтенсивными тренировками на стадии подводки для видов спорта на выносливость, заключаются в следующем (Mujika, 2010):

- Увеличение утилизации максимального потребления кислорода (рост интенсивности, выраженной в процентах от МПК, с которой спортсмен в состоянии бежать на соревнованиях).
- Улучшение экономичности бега.
- Повышение мышечной силы и мощности.
- Рост концентрации гликогена в мышцах.
- Рост активности аэробных ферментов.
- Рост объема плазмы крови.
- Рост объема красных кровяных телец.
- Увеличение концентрации свободного тестостерона.
- Улучшение результатов в соревновательном беге на выносливость.

Одна из первых работ (Hickson et al., 1985), исследовавших вопросы о роли интенсивности в подводке. Спортсмены, занимавшиеся велосипедными нагрузками и бегом по дорожке в течение 10 недель, были

разделены на две группы. В одной из групп интенсивность упала на 33% процента, а во второй на 66% (при сохранении неизменными объема и интенсивности тренировок). В результате этого за 10 недель тренировок со сниженной интенсивностью величина МПК в большей степени упала во второй группе, а спортивные результаты после 15 недель тренировок в новом режиме упали на 30% и 21% соответственно (см. рисунок 28). Данные результаты подтверждают тот факт, что интенсивные тренировки играют ключевую роль в поддержании и в росте аэробной мощности.

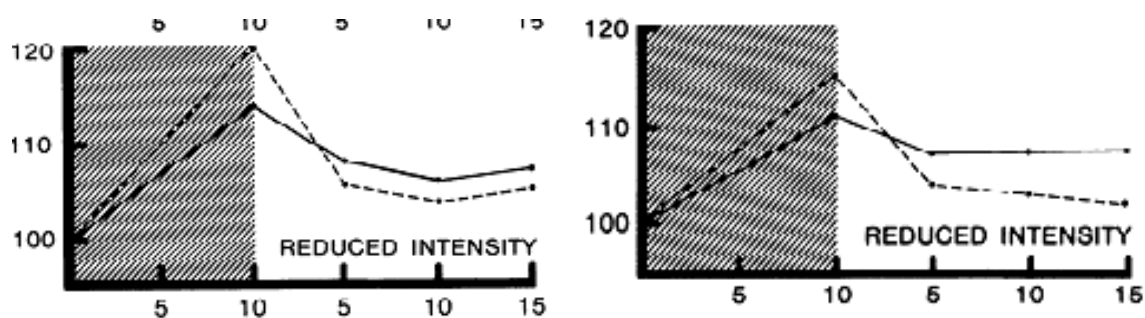


Рисунок 28 - Эффект 10-недельной тренировочной программы и 15 недельной программы тренировок со сниженной интенсивностью на тестовое МПК (Hickson et al., 1985); пунктирная линия – группа, снизившая интенсивность на 66%, сплошная линия – группа, снизившая интенсивность на 33%; левый график – результаты тестирования на велоэргометре; правый график – результаты тестирования на беговой дорожке

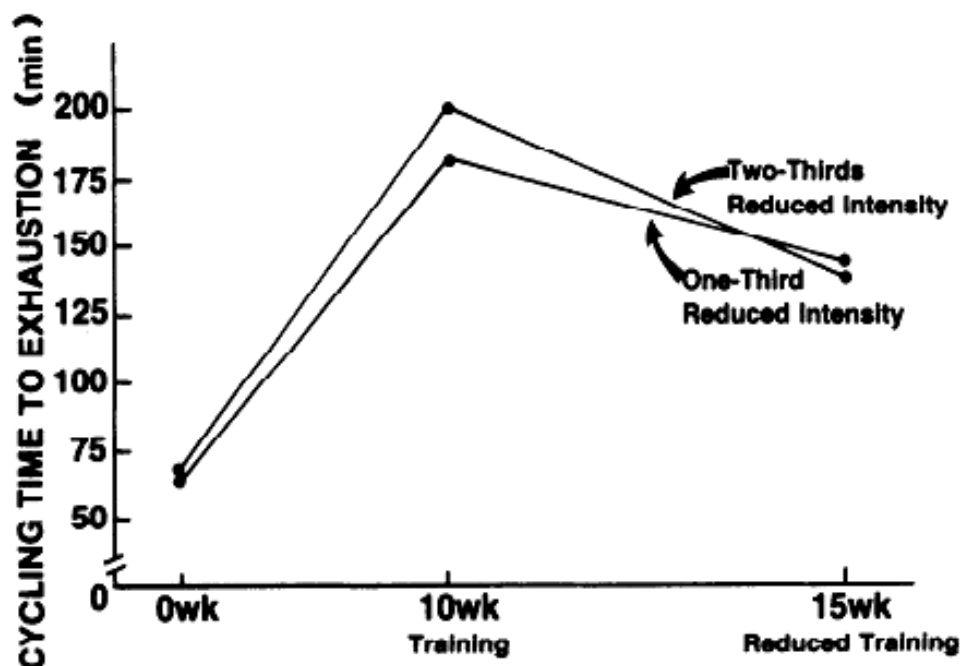


Рисунок 29 – Эффект 10-недельной тренировочной программы и 15 недельной программы тренировок со сниженной интенсивностью на тестовое время (time to exhaustion) (Hickson et al., 1985); Two-thirds reduced intensity – группа, снизившая интенсивность на 66%, One-thirds reduced intensity – группа, снизившая интенсивность на 33%

Сходный результат был продемонстрирован в работе (Shepley et al., 1992a). Были исследованы три варианта подводки бегунов на средние дистанции: (а) высокая интенсивность, низкий объем, (б) низкая интенсивность, средний объем, (в) отдых. Объем крови, объем красных кровяных телец, активность цитрат синтазы, концентрация мышечного гликогена, сила мышц, а также время до отказа в беговом тесте были оптимизированы только для варианта (а), т.е. подводки с высокой интенсивностью и низким объемом. В след за данным исследованием в работах (Convertino et al., 1983; Mujika, 1998; Mujika et al., 2000) было показано, что высокоинтенсивные тренировки во время подводки активируют анаболические процессы и помогают лучшему протеканию процессов восстановления.

В сравнительно недавнем анализе (Bosquet et al., 2007) была проделана большая работа по математической обработке данных по разным вариантам подводки. В частности было выяснено, что оптимальный сброс объема во время успешной подводки составлял от 41 до 60% (см. рисунок 30).

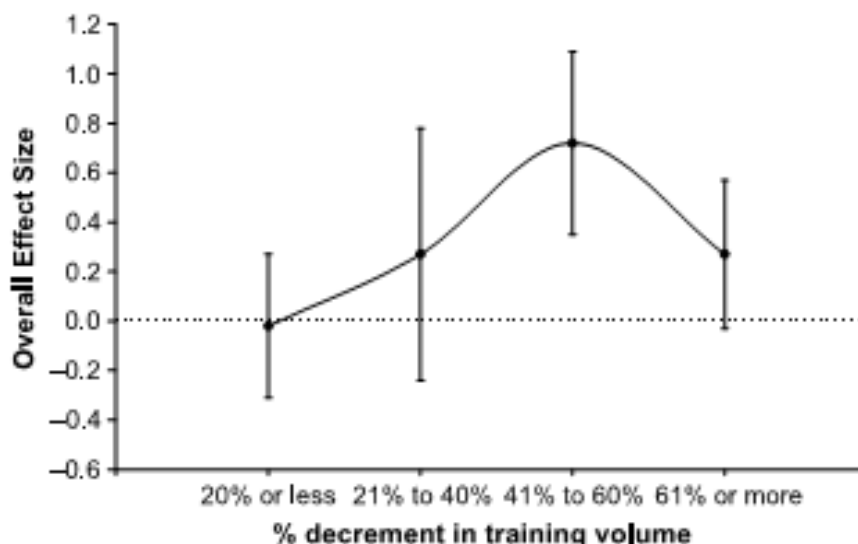


Рисунок 30 – Кривая, отражающая эффект от снижения объема на этапе подводки (Bosquet et al., 2007); overall effect size - Общая величина эффекта), %decrement in training volume - % снижения тренировочного объема

Однако главный результат заключался в том, что как в целом по всем видам спорта, так и по плаванию, бегу и велогонкам по отдельности интенсивность во время подводки выступает в качестве главной тренировочной переменной (см. таблица 16 и 17).

Таблица 16

Эффект изменения интенсивности на спортивные результаты (Bosquet et al., 2007)

| Categories | Overall Effect Size: | | N | P |
|--------------------------------|----------------------|---------------|-----|--------|
| | Mean | (95% CI) | | |
| Decrease in training intensity | | | | |
| Yes | -0.02 | (-0.37, 0.33) | 63 | 0.91 |
| No | 0.33 | (0.19, 0.47) | 415 | 0.0001 |

Эффект изменения интенсивности на спортивные результаты в плавании (swimming), беге на выносливость (running) и велосипедном спорте (cycling) (Bosquet et al., 2007)

| Categories | Swimming | | Running | | Cycling | |
|------------|--------------------|-----|---------------------|-----|--------------------|----|
| | Mean (95% CI) | N | Mean (95% CI) | N | Mean (95% CI) | N |
| Yes | 0.08 (-0.34, 0.49) | 45 | -0.72 (-1.63, 0.19) | 10 | 0.25 (-0.73, 1.24) | 8 |
| No | 0.28 (0.08, 0.47)* | 204 | 0.37 (0.09, 0.66)* | 100 | 0.68 (0.09, 1.27)† | 72 |

Данные выводы были подтверждены в исследованиях (Houmard and Johns, 1994; Kubukeli et al., 2002; McNeely and Sandler, 2007). Более того, в работе (McNeely and Sandler, 2007) было предложено использовать в течение последней недели, предшествующей соревнованиям интервальные работы с темпом будущих соревнований, что имеет ряд преимуществ как физиологического, так и психологического характера. Однако данные тренировки должны выполняться таким образом, чтобы спортсмены чувствовали себя после них больше энергичными, нежели утомленными (см. таблица 18).

В работах (Banister et al., 1999; Mujika et al., 1996; Pyne et al., 2009; Thomas et al., 2008; Thomas and Busso, 2005) различные вопросы, связанные с разработкой подводки исследовались с привлечением моделей класса «доза-ответ». Важным выводом, который был сделан по итогам математического моделирования заключается в том, что на этапе подводки происходит рост спортивных результатов главным образом за счет элиминирования отрицательных эффектов остаточного утомления (см. рисунок 31). На графике видно, что в результате подводки переменные модели, описывающие положительное влияние тренировок на результат остаются почти без изменений (Pre – означает до начала подводки, а Post – после завершения подводки), в то время как переменная под названием «негативное влияние тренировок на результаты», ассоциирующаяся главным образом с

остаточным утомлением, в результате оптимальной подводки исчезает. В совокупности это приводит к росту соревновательных результатов.

Таблица 18

Финальная часть успешной подводки для представителей академической гребли перед чемпионатом мира и Олимпийскими играми (McNeely and Sandler, 2007)

| День недели | Содержание тренировки |
|-------------|--|
| Понедельник | 40 минут легкая равномерная нагрузка |
| Вторник | 4x5 минут со скоростью анаэробного порога, 10 минут активный отдых между интервалами |
| Среда | 5x4 минуты со скоростью анаэробного порога; 30 минут легкая равномерная нагрузка |
| Четверг | День отдыха |
| Пятница | 4-6x3 минуты со скоростью будущих соревнования, 5 минут отдыха |
| Суббота | 4x2 минуты со скоростью будущих соревнований, 5 минут отдыха |
| Воскресенье | Соревнования |

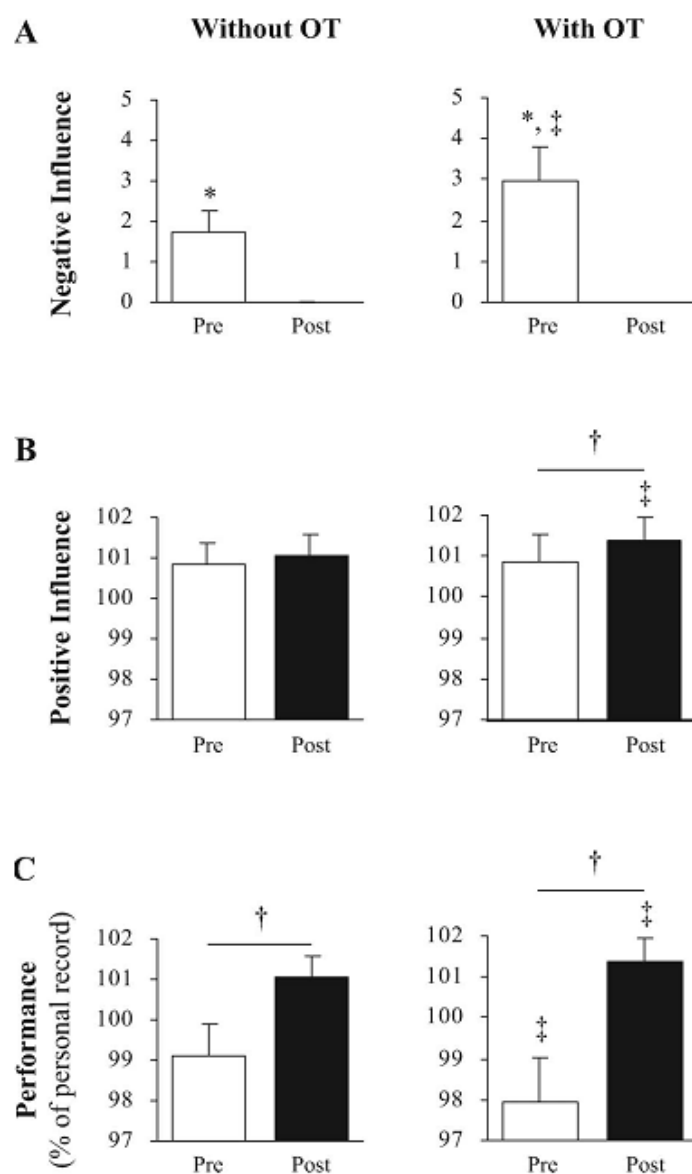


Рисунок 31 - Эффекты оптимальной ступенчатой подводки с предшествующим блоком ударных тренировок (with OT) или без него (without OT) на величины переменные модели доза-ответ: (A) отрицательного влияния (Negative Influence); (B) Положительного влияния (Positive Influence); (C) Спортивных результатов (Performance) (Thomas et al., 2008)

Величина тренировочного объема во время успешной подводки значительно снижается, что дает возможность спортсмену восстановиться после больших нагрузок. Однако со снижением тренировочной нагрузки приходит риск развития детренированности. Для того, чтобы избежать этого риска, тренировочная интенсивность должна поддерживаться во время подводки,

поскольку эта тренировочная переменная является ключевой для поддержания аэробной мощности, циркуляции анаболических гормонов, чувства соревновательной скорости (мощности). В дополнение высокоинтенсивные тренировки в течение подводки дают ряд адаптационных ответов, важных для достижения высокого соревновательного результата. В случае же если тренировочная интенсивность снижается, то это влечет за собой достижение субоптимальных результатов.