

Модуль 3. Характеристика командных видов спорта делает акцент на футболе

3.1 Анализ ациклического спорта

3.1.1 Общие характеристики командных видов спорта

Чтобы иметь возможность понимать и анализировать физиологические реакции командных спортсменов в их соответствующих дисциплинах, мы должны правильно их описать с точки зрения расстояний, времени, режимов игры и так далее. По этой причине ниже мы покажем, какие общие качества представляют этот вид деятельности в его ациклическом состоянии. Это будет сделано для того, чтобы позже можно было прийти к более точным выводам о том, как они влияют на результаты спортсменов на общих уровнях, и облегчить подход к каждому виду спорта в частности.

Основная причина изучения этих данных заключается в том, чтобы обеспечить более эффективные программы тренировок и подготовки команд для участия в соревнованиях. Это означает достижение достаточных показателей эффективности для успешного участия в соревнованиях, с наименьшими энергетическими затратами или риском возможных травм.

В течение многих лет тренеры и тренеры по физической подготовке в командных видах спорта внедряли системы тренировок, полученные из легкой атлетики, для развития физических качеств своих спортсменов, не осознавая ациклический компонент, характерный для командных видов спорта. Эта практика, широко распространенная среди команд и тренеров высокого уровня, могла иногда приводить к двум основным проблемам: с одной стороны, развитие спортсменов с неподходящими силовыми профилями для оптимальных спортивных результатов; а с другой, возможно, более опасный, чрезмерное использование, двойное использование источников или запасов энергии, предназначенных для покрытия потребностей тренировки.

В связи с этим Мэлоун (2017) предположил, что субъекты с более высокой периодической аэробной способностью обладают более низким риском травмы в элитном футболе, хотя было бы неразумно переносить эту связь на способность тренироваться стабильно и непрерывно. Это относится, как мы уже говорили, к специфике физического состояния спортсмена к той дисциплине, которую он практикует.

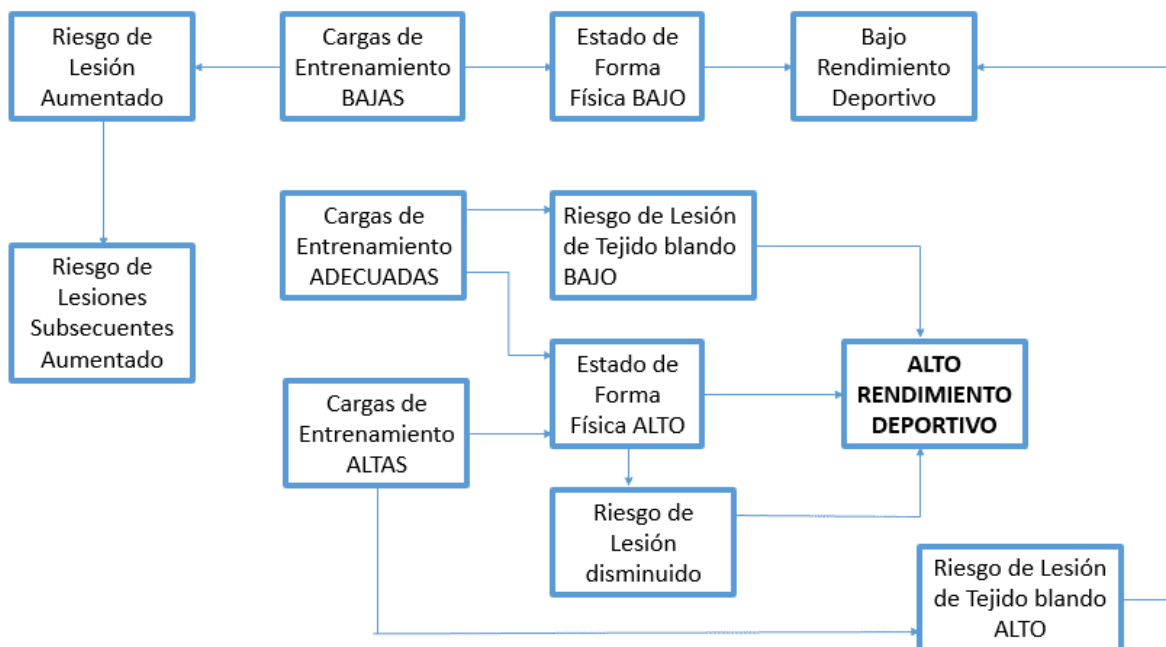
Поэтому рекомендуется тщательный мониторинг тренировочных нагрузок и выполнять соответствующую периодизацию, поскольку одна и та же абсолютная тренировочная

нагрузка может иметь больший или меньший риск в зависимости от времени сезона, в котором находится команда. Кроме того, что касается риска получения травмы, Gabbett (2016) предлагает, чтобы конкретная тренировочная нагрузка была жизненно важной при предотвращении травм и что при более высокой интенсивности тренировок риск травмы в командных видах спорта ниже.

Несмотря на это, высокая интенсивность тренировок часто связана с риском повреждения мягких тканей, и поэтому в определенное время сезона может возникнуть необходимость в снижении тренировочной нагрузки. Габетт (2016) предполагает, что низкие тренировочные нагрузки связаны с высоким риском получения травм из-за снижения физического состояния спортсменов.

Как только игрок получает травму, членам медицинских бригад и тренерам по физической подготовке становится трудно найти подходящее время, чтобы снова включить субъекта в групповую тренировку вместе со своими товарищами по команде, из-за сложности определения правильной дозы тренировочной нагрузки, которая защитит его от повторной травмы. Эта трудность связана с тем, что, если игрок участвует в тренировках с нагрузками, к которым он еще не готов, он будет иметь высокий риск травмы, но если он остается в низких нагрузках, он не достигнет надлежащего физического уровня, чтобы выдержать требования соревнований.

Рисунок 1: Взаимосвязь между тренировочными нагрузками, физической подготовкой и рисками получения травм.



Источник: модифицировано Gabbett (2016).

Riesgo de Lesión Aumentado	Повышенный Риск Травмы
----------------------------	------------------------

Riesgo de Lesión Disminuido	Пониженный Риск Травмы
Riesgo de Lesiones Subsecuentes Aumentado	Повышенный Риск Последовательных Травм
Cargas de Entrenamiento BAJAS	НИЗКИЕ Тренировочные Нагрузки
Cargas de Entrenamiento ADECUADAS	АДЕКВАТНЫЕ Тренировочные Нагрузки
Cargas de Entrenamiento ALTAS	ВЫСОКИЕ Тренировочные Нагрузки
Estado de Forma Física BAJO	НИЗКОЕ Физическое Состояние
Estado de Forma Física ALTO	ВЫСОКОЕ Физическое Состояние
Riesgo de Lesión de Tejido blando BAJO	НИЗКИЙ Риск Травмы Мягкой Ткани
Riesgo de Lesión de Tejido blando ALTO	ВЫСОКИЙ Риск Травмы Мягкой Ткани
Bajo Rendimiento Deportivo	Низкая Спортивная Производительность
ALTO RENDIMIENTO DEPORTIVO	ВЫСОКАЯ СПОРТИВНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ

Возвращаясь к взаимосвязи между конкретным физическим состоянием в каждом виде спорта, согласно Касасу (2009), «максимальная производительность будет достигнута за счет достижения силового профиля в процессе тренировки, который соответствует конкретным характеристикам этого вида спорта». Это один из критериев, в соответствии с которым тренерский штаб должен разрабатывать свои методики обучения. Мы также не должны забывать, как мы говорили ранее, что специфика физического состояния определяется не только типом физической подготовки, которую мы предлагаем спортсмену, но также и его абсолютной нагрузкой, которая в значительной степени включает нагрузку во время соревнований.

Под циклическими видами спорта подразумеваются занятия, в которых одно и то же движение непрерывно повторяется от начала до конца занятия. К ним относятся такие виды деятельности, как ходьба, бег, плавание, педалирование и гребля. Напротив, ациклические виды спорта состоят из интеграции функций в действие и могут быть классифицированы как простые или сложные. Простые или чисто ациклические виды спорта - это те занятия, в которых один жест, действие или сумма различных уникальных действий выполняется от начала до конца занятия. К ним относятся испытания по метанию, прыжкам, тяжелой атлетике и гимнастике. С другой стороны, в нашем исследовании мы сосредоточимся на спортивной команде. В рамках сложных ациклических видов деятельности мы находим командные виды спорта, бокс, борьбу, виды спорта с ракетками и т. д., которые мы охарактеризуем в следующем разделе.

Общая характеристика ациклического спорта

Вот основные качества, которые характеризуют командные виды спорта как ациклические:

- Прерывистость: реагирует на динамику, связанную с постоянными остановками и запусками игры. Это качество, которое регулируется правилами каждого вида спорта, которые определяют время, формы и дистанцию игры.
- Ситуация: каждое действие вызывает ряд возможных реакций и так далее до следующей остановкой игры. В случае индивидуальных видов спорта, таких как теннис, ответ будет вызван у одного человека (соперника) или максимум у двух, если мы обратимся к самому исполнителю действия. Таким образом, игрок может получить информацию о жестах в момент атаки (в качестве сдерживающего фактора)), которая заставит его изменить свое решение о типе удара, который он будет использовать, и куда он будет целиться.

В этом примере мы пытаемся представить возможность действий и реакций, которые могут происходить в каждый момент игры в спорте 1 на 1. А теперь представьте, что происходит в командных видах спорта, в которых количество игроков и возможности действий и реакции значительно умножаются. Следует отметить, что атакующая команда не только выполняет действия, вызывающие реакцию обороняющейся команды, но и то, что это также происходит в противоположном направлении.

Кроме того, мы помним, что в каждой команде есть несколько игроков, играющих одновременно и вызывающих как коллективную, так и индивидуальную реакцию. Мы также не должны забывать о присутствии и участии судей матча, которые в своей работе принимают решения, чтобы обе команды соблюдали правила игры.

Командные виды спорта, такие как футбол, характеризуются игровыми действиями, которые представляют собой значительные различия в интенсивности, продолжительности, частоте, кинетике и кинематике мышечных действий, что напрямую влияет на реакцию сердечно-сосудистой, нервно-мышечной и метаболической систем (Casas, 2009).

Эти виды спорта, кроме того, основывают свои действия на очень специфических моделях движений, которые требуют, например, изменения направления на большой скорости или больших ускорений и замедлений с высоким нервно-мышечным воздействием. Например, в футболе во время соревнований было зарегистрировано около 1350 различных мышечных движений, в том числе около 220 высокоинтенсивных пробежек со сменой активности каждые 4-6 секунд (Mohr, 2003; Reilly, 1976).

3.1.2 Игровые системы, игровые модели, характеристика

Модель игры - это операционализация игры. Таким образом, игровые модели - это те, которые определяют, как вы собираетесь играть, и, следовательно, придают смысл нашей программе обучения. Это связано с тем, что цель любой подготовки к соревнованиям заключается в том, чтобы команда, и каждый член соответствовали требованиям, предъявляемым самой игрой, как с физических, так и с когнитивных, технических, тактических и стратегических точек зрения.

Поэтому мы задаемся вопросом: есть ли связь между стилем игры и физическими требованиями соревнований? Конечно, да. Стиль игры каждой команды будет

определять, как она играет, и, следовательно, напрямую влиять на пройденные расстояния и интенсивность, с которой каждый игрок участвует в соревнованиях, а также во время тренировок. В последнем случае физическая и техническая подготовка все чаще включается в тактико-стратегические задачи. Это будет идея игры, которая будет определять расход энергии, производимой ими. В соответствии с этим некоторые течения, такие как тактическая периодизация, предлагают игровую модель как абсолютный центр тренировочных графиков на каждом уровне, области и аспекте. Таким образом, мы могли бы сказать, что в зависимости от того, насколько важна игровая модель в методологии работы, будет связь между ней и физическими и физиологическими требованиями тренировки .

Чтобы укрепить этот анализ, мы должны вернуться к вопросам, связанным с философией, то есть с тем, что каждый тренер мыслит и представляет себе игру . Это, несомненно, будет включено в парадигму или поток мысли, основанный на теории. Цель модели игры состоит в том, чтобы с помощью тренировок построить способ участия в соревнованиях, основанный на неких принципах, которые тренер определит в качестве основы работы команды. Затем необходимо будет иметь возможность адаптировать к этой модели все области и аспекты, которые составляют процесс и программу работы в спорте на протяжении всего соревнования или периода тренировок. В свою очередь, в рамках одного вида спорта и даже в рамках одной лиги мы найдём столько стилей и форм игры, сколько есть у команд, включая возможность того, что даже одна и та же команда изменяет свою модель игры от матча к матчу, по крайней мере, со стратегической точки зрения. Эта концепция игровой модели всегда направлена на достижение желаемых спортивных результатов. Поэтому она будет постоянно анализироваться, прежде всего, тренерским штабом каждой команды. Естественно, Wasces (2015) выделяет пять фундаментальных областей исследований в стремлении улучшить работоспособность игроков и команд. Это следующие:

1. разработка протоколов для оценки физической работоспособности.
2. изучение травм и процессов, вызывающих усталость у спортсмена
3. представление методологических предложений, направленных на анализ игры в ее физическом, техническом и тактическом аспектах.
4. обнаружение талантов.
5. изучение влияния различных ситуационных переменных матча на результативность и результат, полученный командами. (Васкес, 2015 г.)

Этот набор элементов может помочь нам понять, что такое логика игры, и, следовательно, добиться повышения производительности. Учитывая ранее разработанную тему, в которой мы объясняем высокий ситуационный компонент командных видов спорта, становится трудно систематизировать этот анализ или параметризовать его. То есть, несмотря на то, что мы знаем, сколько метров игрок преодолевает во время матча, с какой средней скоростью или с какими энергетическими затратами он их выполняет, количество передач за игру (и сколько из них достигает точки назначения), историю болезни спортсмена и множество других данных, мы не имеем возможность параметризовать процесс принятия ими решений, а также реакцию, которую это вызывает у других игроков (соперников и товарищей по команде), участвующих в соревновании. Конечно, это не препятствует нам продолжать

исследования и работать над улучшением как индивидуальных, так и коллективных спортивных результатов, но если вы дадите нам понять, что, к счастью, мы никогда не сможем полностью контролировать игру.

Возвращаясь к игровой модели, в конечном итоге именно она будет определять физико-технические характеристики игроков, которые будут отбираться во взрослую команду, а также развиваться в тренировочных категориях. Идеальным случаем будут те учреждения, в которых игровая модель первой команды определяет направление работы в формирующем уровне. Это приводит, с одной стороны, к тому, что у молодых людей есть модели для подражания в качестве примера обучения в одном и том же учебном заведении, а с другой - к тому, что тренеру первого дивизиона легче находить игроков в низших дивизионах для формирования профессиональной команды.

3.1.3 Когнитивные способности в командных видах спорта

Что касается тех аспектов, которые характеризуют сложные или ситуационные ациклические виды спорта, мы обратимся к концепции когнитивной структуры в спортивной тренировке, разработанной Seirul.lo Vargas (2013). Она состоит из "совокупности внутрисистемных и межсистемных процессов, происходящих в субъекте, которые дают ему возможность оптимизировать его функциональность всей информации, исходящей от любого из компонентов. Различных событий, которые могут появляться в различных средах и ситуациях, переживаемых во время взаимодействия в игре и на тренировках, можно извлечь необходимое, обработать его соответствующим образом и распорядиться им для возможного исполнения". Что касается этих возможностей обработки информации, автор описывает их функциональные возможности следующим образом:

- Когнитивная функциональность 1: извлечение из себя и конкретной среды, как в игре, так и на тренировке всей циркулирующей информации с помощью систем, позволяющих идентифицировать состояния и изменения любого рода, присутствующие в каждый момент его активного или пассивного вмешательства в события. К ним относятся: ощущение, восприятие, представление, внимание и запоминание (краткосрочные и долгосрочные, сенсорные).
- Когнитивная функциональность 2: обрабатывать с помощью процессов отбора, дифференциации, обобщения, сравнения, признания, исключения, включения, кодирования и номинации информации, полученной вышеупомянутыми системами, с помощью следующих стратегий:
 - Участие: во время взаимодействия испытуемого моторного и не моторного процесса.
 - Социализация: во взаимодействии с другими людьми, которые принимают участие в упражнении.
 - Вербализация - в устном и невербальном общении.
 - Концептуализация: предполагает знание опыта с помощью используемых методов и достигнутых стратегий.
- Когнитивная функциональность 3: иметь обработанную информацию, чтобы иметь возможность перейти к плоскости действия в игровой среде, преобразуя

ее в желаемое и ожидаемое . Некоторые авторы называют их высшими функциями: спорить, свидетельствовать, преследовать, учиться, принимать решения, общаться, проектировать, создавать.

Мы должны подчеркнуть постоянное взаимодействие между этими тремя когнитивными функциями, поскольку, располагая информацией, я одновременно извлекаю новую информацию и выполняю анализ .

Цель разъяснения того, как работает когнитивная структура спортсменов, состоит в том, чтобы подчеркнуть постоянную изменчивость ситуаций, которые вводятся в действие, как в тренировках, так и в соревнованиях, в этом типе ациклической деятельности, являющимся результатом принятия решений.

3.2 Анализ физических требований в соревнованиях и в тренировках

3.2.1 Факторы, определяющие физическую работоспособность

Результативность в большинстве видов спорта определяется техническими, тактическими, психологическими и физиологическими характеристиками спортсменов. В некоторых дисциплинах, таких как бег на 100 метров, марафоны и гребля, на результативность в значительной степени влияют физические способности спортсменов, в то время как в других, таких как спорт с мячом, технические и тактические навыки могут компенсировать некоторые недостатки в уровне физической подготовки. Тем не менее в большинстве видов спорта спортсмены должны иметь очень хорошие физические способности, чтобы справиться с требованиями соревнований и, таким образом, позволить использовать свои технические тактические качества.

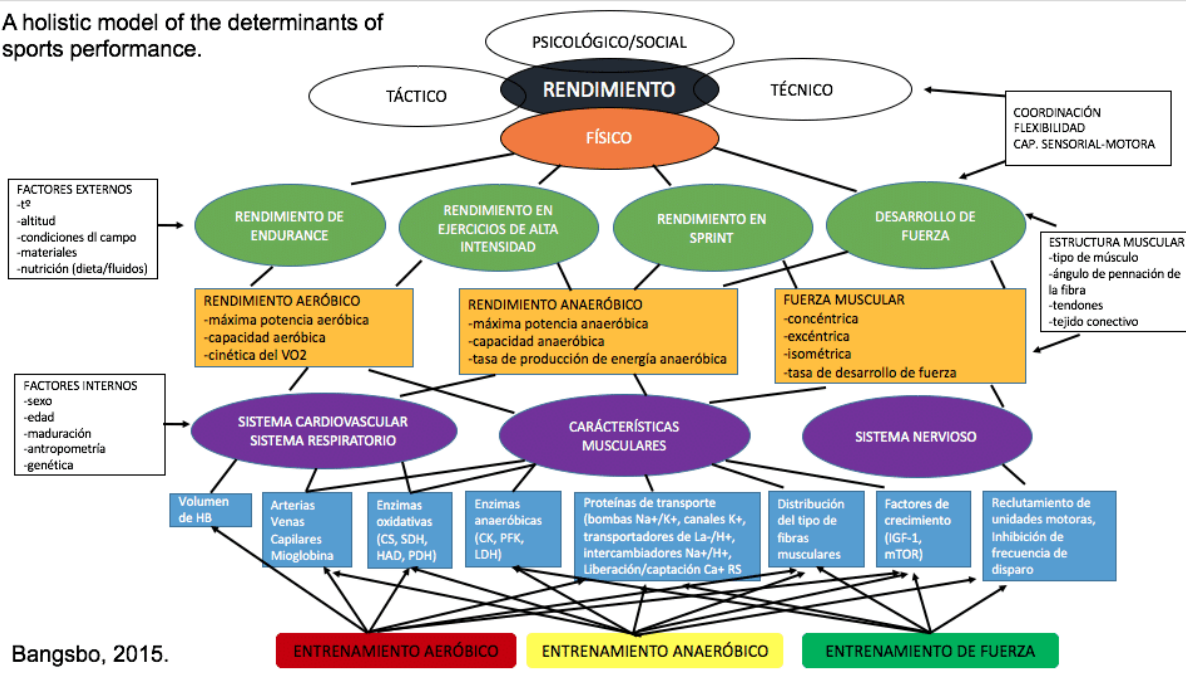
В оптимальных условиях требования к спорту тесно связаны с физическими способностями спортсменов, которые мы можем разделить на четыре категории: (1) выносливость, (2) умение тренироваться с высокой интенсивностью в течение длительных периодов времени, (3) умение спринтовать и (4) способность развивать высокий уровень силы в таких действиях, как удар по мячу в футболе или прыжки и высота в волейболе. В свою очередь, не все категории актуальны во всех видах спорта. Например, компонент выносливости не важен для 100-метрового бегуна.

Способность, которая определяет производительность в каждом виде спорта, основана на характеристиках дыхательной и сердечно-сосудистой системы, а также мускулатуры в сочетании с нервной системой. Сердечно-сосудистая система важна для транспортировки кислорода к скелетным мышцам, в то время как мышечная система играет важную роль в механическом и метаболическом поведении во время физических упражнений.

Аналогичным образом, уровни митохондриальных ферментов, а также плотность капилляров оказывают сильное влияние на аэробные показатели. Респираторные, нервные, мышечные и сердечно-сосудистые характеристики определяются одновременно полом, возрастом, антропометрией и созреванием, когда речь идет о детях. В свою очередь, некоторые факторы окружающей среды, такие как температура, влажность и высота над уровнем моря, а также потребление пищи перед тренировкой, могут влиять на результаты спортсменов (Bangsbo, 2015).

Рисунок 2. Целостная модель определяющих факторов спортивных результатов

A holistic model of the determinants of sports performance.



Источник: Bangsbo, 2015.

A holistic model of the determinants of sports performance.	Целостная модель определяющих факторов спортивной работоспособности
PSICOLÓGICO/SOCIAL	ПСИХОЛОГИЧЕСКАЯ/СОЦИАЛЬНАЯ
RENDIMIENTO	ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ
TÁCTICO	ТАКТИЧЕСКАЯ
FÍSICO	ФИЗИЧЕСКАЯ
TÉCNICO	ТЕХНИЧЕСКАЯ
Coordinación	КООРДИНАЦИЯ
Flexibilidad	ГИБКОСТЬ
Capacidad sensorial motora	ДВИГАТЕЛЬНЫЕ СПОСОБНОСТИ СЕНСОРНЫЕ

<p>FACTORES EXTERNOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● T ● Altitud ● Condiciones del campo ● Materiales ● Nutrición 	<p>ВНЕШНИЕ ФАКТОРЫ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● T ● высота ● условия поля ● материалы ● питание (диета/жидкости)
<p>FACTORES INTERNOS</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Sexo ● Edad ● Maduración ● Antropometría ● Genética 	<p>ВНУТРЕННИЕ ФАКТОРЫ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Пол ● Возраст ● Зрелость ● Антропометрия ● Генетика
<p>Rendimiento de endurance</p>	<p>ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВЫНОСЛИВОСТИ</p>
<p>Rendimiento de ejercicios de alta intensidad</p>	<p>ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ В УПРАЖНЕНИЯХ ВЫСОКОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ</p>
<p>Rendimiento en sprint</p>	<p>ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ ВО СПРИНТЕ</p>
<p>Desarrollo de fuerza</p>	<p>РАЗВИТИЕ СИЛЫ</p>
<p>ESTRUCTURA MUSCULAR</p>	<p>МЫШЕЧНАЯ СТРУКТУРА</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Тип мышцы ● Угол пенации волокна ● Сухожилия ● Соединительные ткани
<p>RENDIMIENTO AERÓBICO</p>	<p>АЭРОБНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Максимальная аэробная мощность ● Аэробная способность ● Кинетика VO₂

RENDIMIENTO ANAERÓBICO	<p>АНАЭРОБНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Максимальная анаэробная мощность ● Анаэробная способность ● Скорость производства анаэробной энергии
FUERZA MUSCULAR	<p>МЫШЕЧНАЯ СИЛА</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Концентрическая ● Эксцентрическая ● Изометрическая ● Скорость развития силы
SISTEMA CARDIOVASCULAR	СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТАЯ СИСТЕМА
SISTEMA RESPIRATORIO	ДЫХАТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА
CARACTERÍSTICAS MUSCULARES	ХАРАКТЕРИСТИКИ МЫШЦ
SISTEMA NERVIOSO	НЕРВНАЯ СИСТЕМА
Volumen de HB	Объем гемоглобина
Arterias	Артерии
Venas	Вены
Capilares	Капилляры
Mioglobina	Миоглобин
Enzimas oxidativas ()	Окислительные ферменты (CS, SDH, HAD, PDH)
Enzimas anaeróbicas ()	Анаэробные ферменты (CK, PFK, LDH)
Proteínas de transporte ()	Транспортные белки (Na ⁺ /K ⁺ АТФ, каналы K ⁺ , транспортные La ⁻ /H ⁺ , NA ⁺ /H ⁺)

	обменники, освобождение/поглощение Ca+ RS)
Distribución del tipo de fibras musculares	Распределение типа мышечных волокон
Factores de crecimiento ()	Факторы роста (ИФР-1, mTOR)
Reclutamiento de unidades motoras, Inhibición de frecuencia de disparo	Набор двигательных единиц, ингибирование частоты срабатывания
ENTRENAMIENTO AERÓBICO	АЭРОБНАЯ ТРЕНИРОВКА
ENTRENAMIENTO ANAERÓBICO	АНАЭРОБНАЯ ТРЕНИРОВКА
ENTRENAMIENTO DE FUERZA	СИЛОВАЯ ТРЕНИРОВКА

3.2.2 Анализ физиологических потребностей командных видов спорта

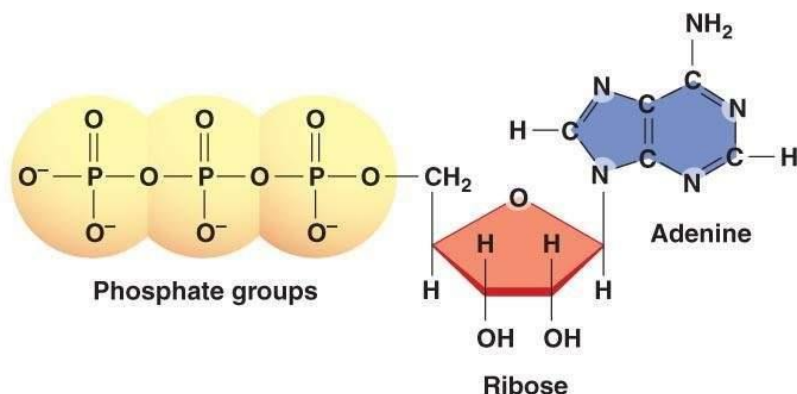
Когда мы выполняем мышечную работу, существует только одна молекула, которая может позаботиться о производстве механической энергии, необходимой для взаимодействия сократительных белков: АТФ или аденозинтрифосфат. Эта молекула, состоящая из азотистого основания, 5-атомного углерода и фосфатной группы, присутствует в очень низких концентрациях в организме человека и поэтому должна быть постоянно ресинтетизирована.

Несмотря на противоречие, эта способность АТФ к ресинтезу представляет собой биологическое преимущество, поскольку хранение больших количеств этого метаболита в организме будет означать большой дополнительный вес, поскольку АТФ является молекулой большого размера и веса (1 моль АТФ=503 г), что, в свою очередь, увеличит спрос на энергию. Таким образом, АТФ подлежит постоянному разложению и ресинтетизации благодаря наличию резервов энергии, обеспечиваемых источниками питания человека.

Эти запасы представляют собой группу органических молекул, которые хранятся в организме в химических формах, в отличие от тех, которые поступают в организм, и к ним относятся: креатин, который хранится в виде фосфокреатина (ПЦР); глюкоза, которая хранится в виде гликогена; липиды, которые хранятся в виде триглицеридов; и белки, которые не обладают хранилищем, хотя могут представлять собой запас энергии в определенных чрезвычайных ситуациях. Эти энергетические запасы играют ключевую роль в энергетическом вкладе в ресинтез АТФ, поскольку они подвергаются разложению различными наборами ферментов, известных как энергетические системы, роль которых заключается в катаболизации этих запасов для производства энергии для ресинтеза АТФ.

Рисунок 3. Молекула АТФ

(a) ATP consists of three phosphate groups, ribose, and adenine.



Источник: Pearson, B., 2008.

(a) ATP consists of three phosphate groups, ribose, and adenine.	(a) АТФ состоит из трёх групп фосфатов, рибозы, и аденина.
Phosphate groups	Группы фосфатов
Ribose	Рибоза
Adenine	Аденин

Энергетические системы

Для их концептуального определения можно сказать, что существуют три основные энергетические системы: фосфагенная система, ответственная за разложение ПЦР; гликолитическая система, ответственная за разложение глюкозы или гликогена; окислительная система, ответственная за разложение гликогена, глюкозы, триглицеридов или белков. Интересно, что эти энергетические системы или группы ферментов характеризуются разложением субстратов с определенной скоростью, что позволяет ресинтезировать АТФ с разной скоростью. Хотя все они действуют синхронно, в так называемом энергетическом континууме, одни будут преобладать над другими при выполнении спортивных упражнений с различной интенсивностью или продолжительностью, причем интенсивность будет преимущественно отмечать энергетический субстрат, который будет использоваться.

При анализе силового профиля командных видов спорта было отмечено, что во время матчей игроки проводят большую часть игрового времени пешком или с низкой интенсивностью, что указывает на преобладание аэробных систем во время встреч. Например, во время футбольного матча игрок может находиться от 50-65% времени либо стоя, либо ходя (47-61 мин за матч). Несмотря на явное аэробное доминирование во время встреч, бывает, что определения или действия, наиболее влияющие на эти виды спорта, происходят с высокой интенсивностью, например, как спринты, удары, передачи или удары головой. Поэтому понимание физиологии во время интенсивных усилий становится очень важным для тренировок в командных видах спорта.

Рисунок 4 .Профиль усилий во время соревнований по футболу и баскетболу



Источник: Delextrat, 2011.

Durante un partido de fútbol, un jugador puede estar entre 50-65% del tiempo...	В течение футбольного матча игрок может находиться между 50-60% времени стоя или передвигаясь простым шагом. (47-61 мин игры)
Posiciones estáticas 16%	Статические позиции 16%
Caminando 14%	Простым ходом 14%
Desplazamientos específicos (ritmo lento) 14%	Специфические передвижения (медленный ритм) 14%
Esprines 5%	Спринты %5
Desplazamientos específicos (ritmo rápido) 9%	Специфические передвижения (быстрый ритм) 9%
Saltos 2%	Прыжки %2
Carreras rápidas 10%	Быстрый бег %10
Desplazamientos específicos (ritmo medio) 18%	Специфические передвижения (средний ритм) 18%
Un jugador de básquet pasa entre 56-74% del tiempo de juego parado, caminando...	Баскетбольный игрок между 56-74% времени просто стоит, ходит или передвигается средним ритмом.

Figura 1: Agrupación de los resultados...

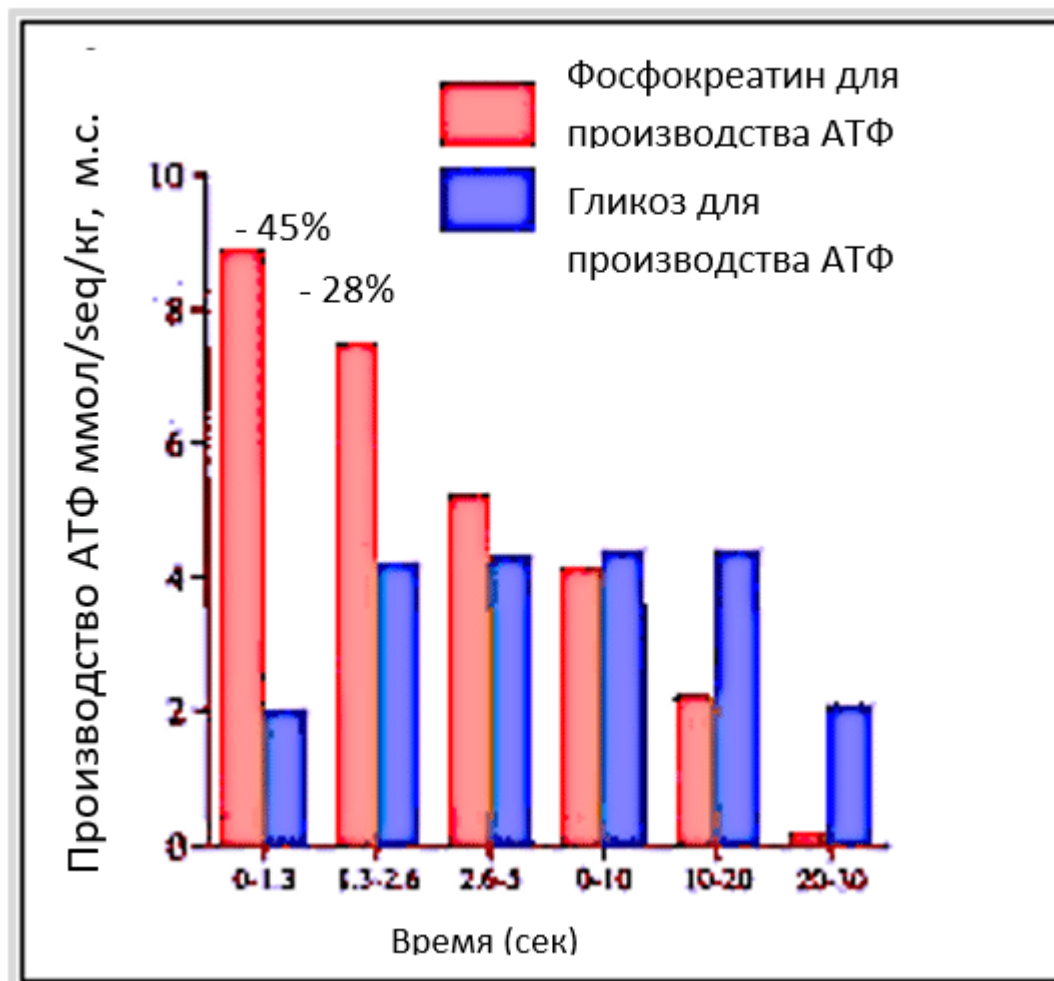
Изображение 1: Совокупность результатов Бена Абделкрима и др. между 2007 и 2010 г. (Анне Делекстрат, 2011)

Среди энергетических системах, обладающих наибольшей эффективностью ресинтеза АТФ, находятся фосфагеновая система и гликолитическая система. Необходимо отметить, что важность высокой скорости ресинтеза АТФ в этом виде спорта обусловлена потребностью применения высоких уровней силы, что приведет к высокой интенсивности сокращения мышц в очень короткие сроки, такие как 100-200 миллисекунд. Поэтому в этих видах спорта важно тренировать физиологические и локомоторные системы для улучшения скорости производства силы за единицу времени или скорости развития силы (RFD).

В связи с этим, поскольку максимальная скорость ресинтеза АТФ происходит между 0-1, 3 с, мы можем сделать вывод, что в это время будут происходить самые высокие интенсивности усилий во время матча. Однако здесь возникает парадокс: если игрок достигает максимальной скорости спринта во время, близком к 5-7 сек, почему скорость максимального ресинтеза АТФ или производства энергии происходит в значительно меньшее время (0-1,3 с)?

Естественно, это происходит, поскольку максимальная скорость энергии определяется не в этом виде спорта высокими скоростями движения, а высокими скоростями ускорения, которые даются именно в момент прекращения инерции, в первую секунду сокращения мышц. На графике на следующем рисунке мы видим, как с 1,3 сек скорость производства АТФ за единицу времени уменьшается на 45%, а затем на 28% до 2,6 сек. Понимание физиологии напряжения в этих терминах указывает нам на важность обучения при необходимости: (1) поддерживать высокую скорость ресинтеза АТФ за единицу времени, (2) отсрочки возникновения усталости, вызванной физическими упражнениями.

Рис. 5. Взаимодействие между фосфагенной и гликолитической энергетическими системами в течение первых 30 секунд максимального произвольного сокращения мышц.



Источник: Собственная разработка

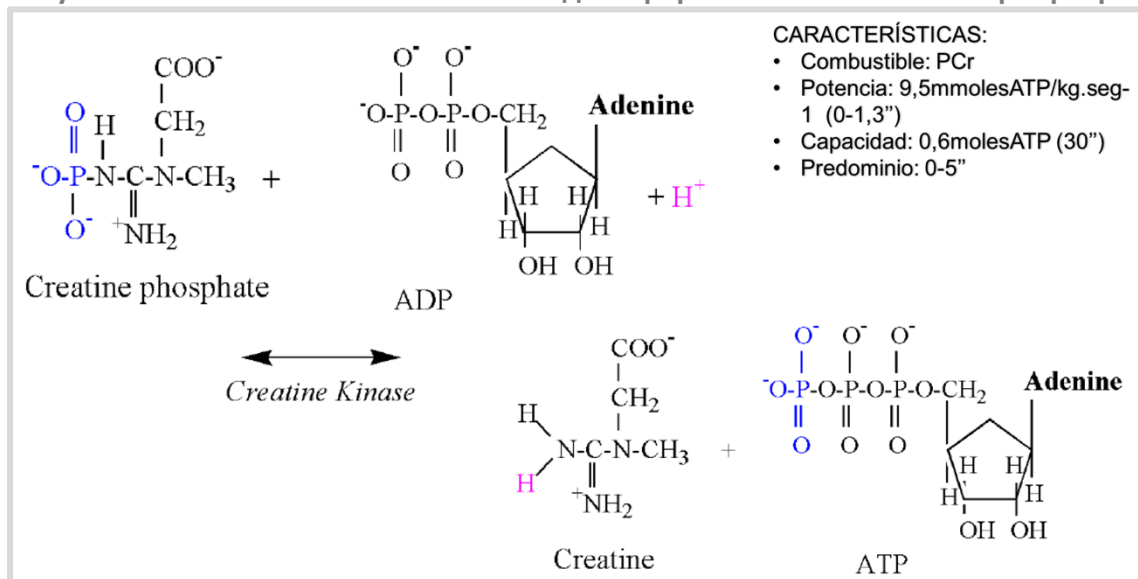
Важность Фосфагеновой системы в ресинтезе АТФ и буферизации внутриклеточного ацидоза

Благодаря своим биохимическим характеристикам ферментативная система деградации ПЦР отличается двумя большими свойствами: во-первых, она обладает высокой способностью ресинтеза АТФ, способной ресинтезировать до 9,5 ммоль АТФ/кг dw.sec-1, сила, которая достигается в первую секунду сокращения мышц; вторая - его способность ослаблять внутриклеточный ацидоз, вызванный высвобождением H⁺, которое возникает в результате гидролиза АТФ. Таким образом, тренировка этой энергетической системы позволит поддерживать высокую скорость ресинтеза, замедляя возникновение усталости, вызванной физическими упражнениями.

Важность поддержания мощной системы ресинтеза из фосфагенов заключается в том, что каждое прерывистое усилие может начинаться с большей интенсивностью, если при этом удалось ресинтезировать большое количество ПЦР при деградации. Для этого мы

должны знать кинетику деградации и ресинтеза ПЦР, а затем учитывать важность поддержания высоких запасов ПЦР в организме.

Рисунок 6. Ресинтез АТФ и демпфирование H⁺ из фосфокреатина



Источник: взято <https://goo.gl/Mn6Fnz>

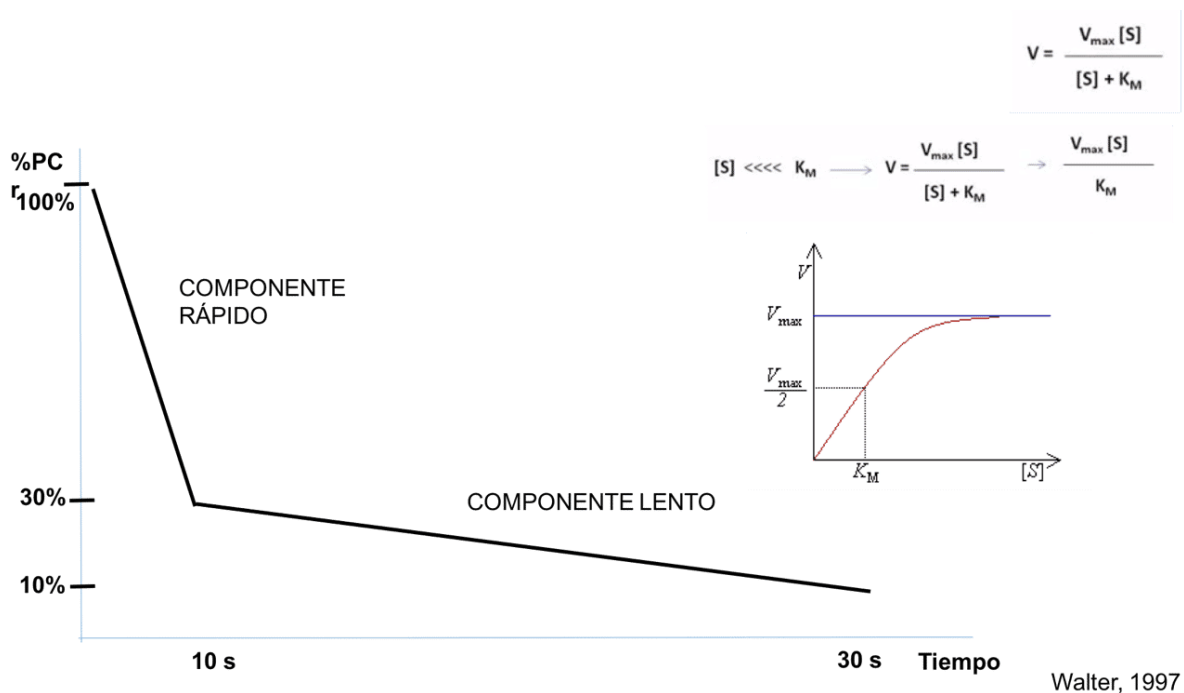
CHARACTERÍSTICAS:	ХАРАКТЕРИСТИКИ:
<ul style="list-style-type: none"> ● Combustible ● Potencia ● Capacidad ● Predominio 	<ul style="list-style-type: none"> ● Топливо; ПЦР ● Мощность: 9,5ммолАТФ/кг.с⁻¹ (0-1,3") ● Способность: 0,6 ммол АТФ (30") ● Преобладание: 0-5"
Adenine	Аденин
Creatine phosphate	Креатинфосфорная кислота
Creatine Kinase	Креатинкиназа
ADP	АДФ
Creatine	Креатин
ATP	АТФ

Кинетика деградации ПЦР

Что касается кинетики расщепления ПЦР, то было отмечено, что она происходит в двухфазной форме с быстрой фазой продолжительностью около 10 сек, когда 70% ПЦР разлагаются, и медленной фазой 20 сек, когда остальные 30% разлагаются.

Характеристики этой скорости катализа ПЦР определяются константой Михаэлиса-Ментена его единственного фермента, креатинкиназы (К), который определяет, что СК будет увеличивать свою активность пропорционально доступности субстрата (ПЦР). Это означает, что при более высокой доступности ПЦР скорость активности СК будет выше, тогда как по мере истощения субстрата скорость активности СК уменьшается. Поэтому очень важно обучить наших игроков, чтобы они могли компенсировать большое количество ПЦР во время матча. Этот ресинтез будет происходить в основном в перерывах восстановления между таймами.

Рисунок 7. Кинетика деградации фосфокреатина



Источник: Walter, 1997

Componente Rápido	БЫСТРЫЙ КОМПОНЕНТ
Componente Lento	МЕДЛЕННЫЙ КОМПОНЕНТ
Tiempo	Время

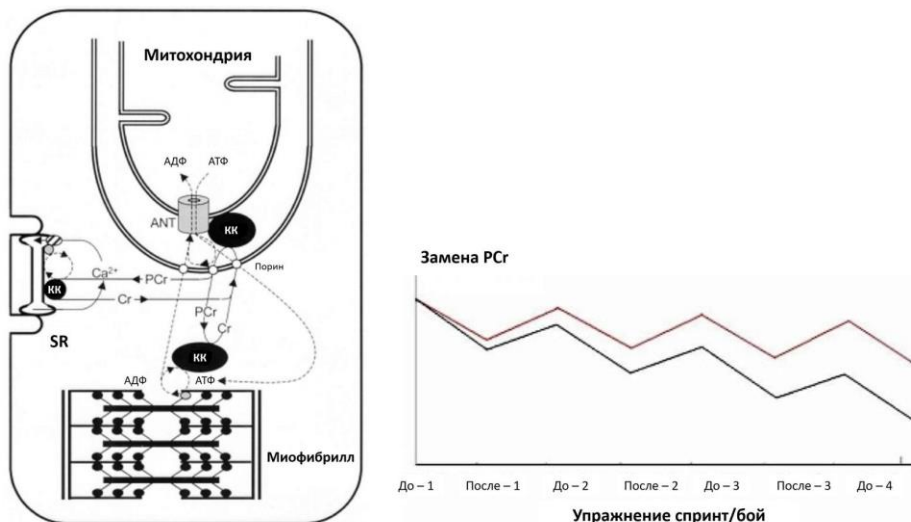
Как улучшить скорость ресинтеза АРТ от ПЦР во время пауз между прерывистыми усилиями?

Уже довольно давно известно, что ресинтез ПЦР происходит благодаря поступлению энергии, поступающей в результате деградации молекулы митохондриального АРТ, под механизмом, зависящим от аэробного метаболизма. Таким образом, более высокие скорости ресинтеза ПЦР будут достигнуты у субъектов с лучшими аэробными способностями, определяемыми более высокой плотностью митохондрий, особенно в быстрых волокнах II-го типа, где ПЦР истощается в большей степени. Таким образом,

плотность митохондрий может быть ограничивающим фактором скорости ресинтеза АТФ анаэробными путями, как в случае фосфагенной системы.

На следующем рисунке мы наблюдаем слева петлю митохондриального ресинтеза ПЦР, а справа графическое представление профиля напряжения двух спортсменов относительно оборота ПЦР в течение четырех повторных спринтов. Как видно, спортсмен красной линии, обладая большей силой ресинтеза между подходами, может поддерживать более высокий силовой профиль, что позволяет нам наблюдать явное преимущество перед своим противником. Короче говоря, если мы хотим достичь высоких требований к мышечным сокращениям, мы должны расщеплять много фосфокреатина, но также иметь способность ресинтетизировать его с высокой скоростью во время усилий по восстановлению, что может быть достигнуто с высоким митохондриальным биогенезом в быстрых волокнах. В свою очередь, эти факты говорят нам о важности добавок креатина в определенное время сезона у спортсменов, которые занимаются спортом с перерывами.

Рисунок 8. Механизм митохондриального ресинтеза фосфокреатина



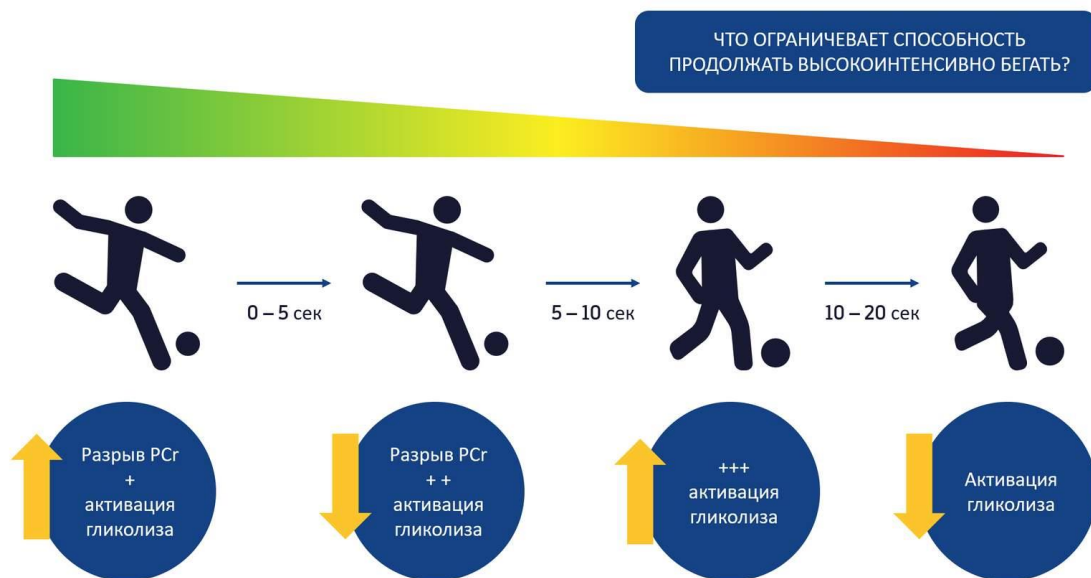
Источник: собственная разработка

Что определяет падение мощности ресинтеза АТФ после первых нескольких секунд сокращения мышц?

По-видимому, падение [ПЦР] вместе с накоплением ADP, AMP, Pi и катехоламинов сильно активируют гликолиз через первые секунды мышечного сокращения. Эта аллостерическая активация гликолиза путем расщепления ПЦР препятствует поддержанию высоких показателей напряжения в течение больших единиц времени, что подразумевает физиологическую потребность спортсмена в восстановлении, если он хочет повторить интенсивные усилия снова. Эффективность ресинтеза АТФ будет ухудшаться по мере того, как более мощные энергетические системы теряют преобладание, что происходит из-за ряда ионных и ферментативных явлений, которые в конечном итоге приводят к подавлению электрического разряда спинномозговых мотонейронов на мышечных волокнах. Таким образом, потеря мощности при

напряжении высокой интенсивности обусловлена внутренними ограничениями анаэробного метаболизма. Это неизбежно приводит нас к концепции анаэробного запаса скорости.

Рисунок 9. Факторы, ограничивающие метаболическую силу при коротких напряжениях высокой интенсивности

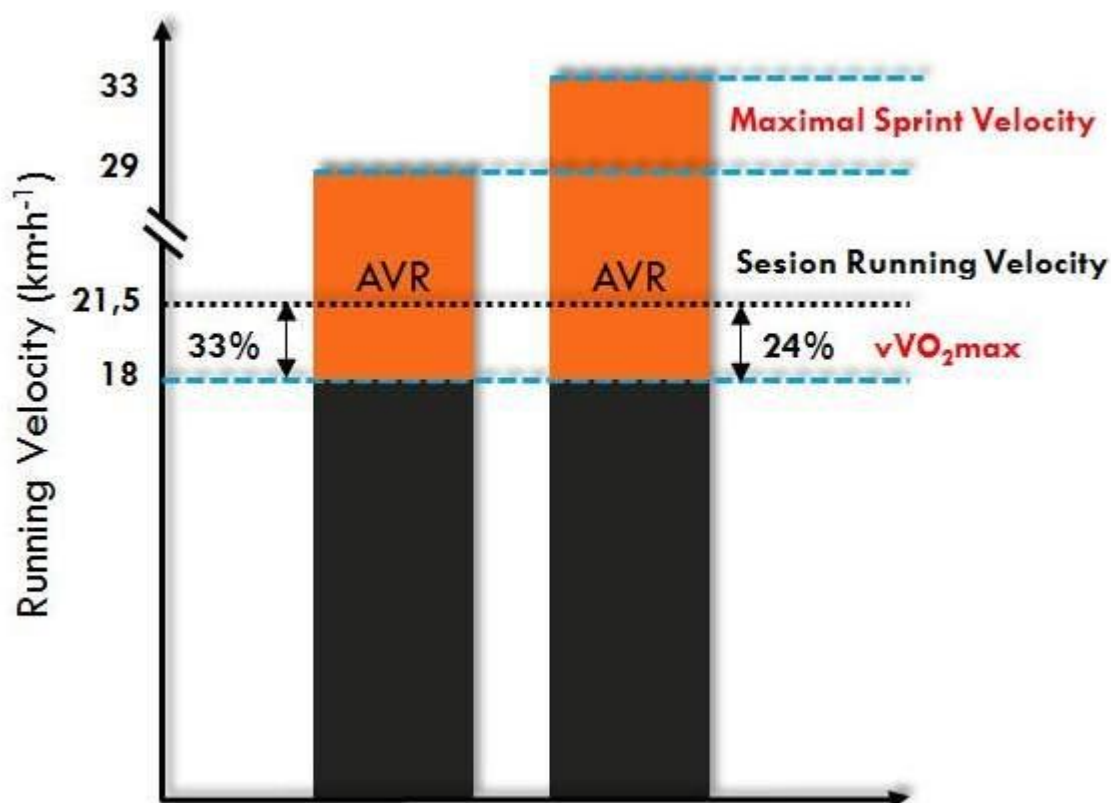


Источник: собственная разработка

Анаэробный запас скорости: что это такое и для чего это нужно?

Предложенная Bundle и Billat в 2000-х годах, концепция анаэробного резерва скорости (ASR) представляет собой “резерв” скорости бега после того, как человек достиг своей скорости, связанной с максимальным потреблением кислорода или v_{VO2max} (т. е. разница между максимальной скоростью спринта и v_{VO2max}). Таким образом, субъекты с одинаковыми значениями v_{VO2max} могут иметь разные скорости спринта, что будет определять их ASR, и, следовательно, также будет отличаться количество энергии, получаемой от анаэробного метаболизма, которое они смогут получить для серии упражнений высокой интенсивности. Как мы уже говорили выше, более высокая интенсивность сокращения мышц приводит к большему снижению мощности ресинтеза АТФ, поэтому увеличение зависимости от анаэробного метаболизма приводит к снижению выработки энергии при последовательных мышечных сокращениях, о чем свидетельствуют изменения нервно-мышечной активности. Таким образом, физиологические адаптации, связанные с увеличением механизмов ресинтеза АТФ аэробными путями, могут быть связаны с большей способностью противостоять усталости во время повторяющихся спринтерских упражнений.

Рисунок 10. Анаэробный резерв скорости двух спортсменов с одинаковым vVO_{2max}



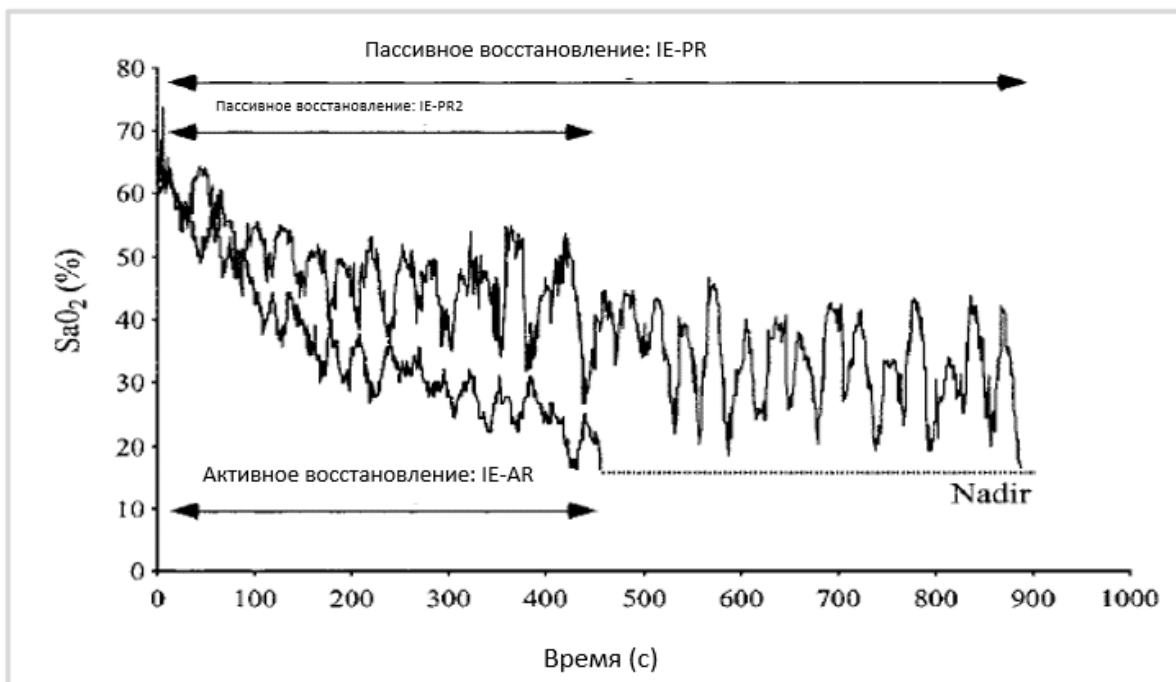
Источник: взято <https://goo.gl/vY6T5i>

Running Velocity ()	Скорость Бега (км·ч ⁻¹)
Maximal Sprint Velocity	Максимальная Скорость Спринта
Session Running Velocity	Скорость Бега Сессии

Восстановление и ресинтез PCr

Тип восстановления неизбежно повлияет на скорость ресинтеза PCr, и эту переменную можно контролировать во время тренировок в командных видах спорта и в гораздо меньшей степени во время матчей или соревнований. В соответствии с этим было замечено, что пассивное восстановление между усилиями позволяет большему восстановлению и повторному синтезу энергетических субстратов. Механизмы, участвующие в этом явлении, могут быть связаны с ограничением реоксигенации гемоглобина и, следовательно, ресинтезом PCr во время активных пауз восстановления. Таким образом, биодоступность кислорода опосредует его влияние на результативность спринта за счет увеличения скорости ресинтеза PCr во время пауз в упражнении.

Рис. 11. Скорость реоксигенации гемоглобина в пассивных или активных паузах.

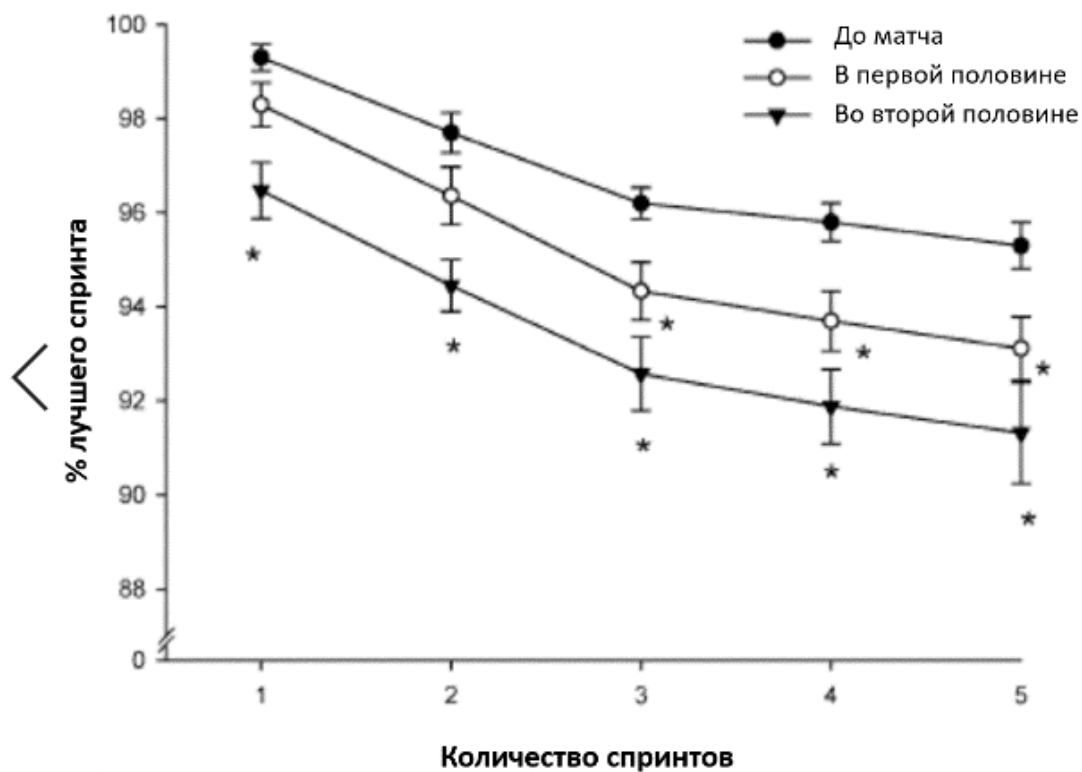


Источник: собственная разработка

Как развивается усталость при ациклических видах спорта?

В известном исследовании, разработанном Круstrupом и соавт. (2006) была предпринята попытка наблюдать, как развивается утомление в командных видах спорта. Посредством серии нейромышечных измерений они смогли заметить, что усталость во время этого типа усилий возникает временно в краткосрочной перспективе, после высокоинтенсивных внутриигровых усилий (рисунок слева) и временно в долгосрочной перспективе, ближе к концу игры (рисунок право)

Рисунок 12. Временное развитие краткосрочной и долгосрочной усталости в футболе, измеренное по результатам спринта в разные моменты соревнований.



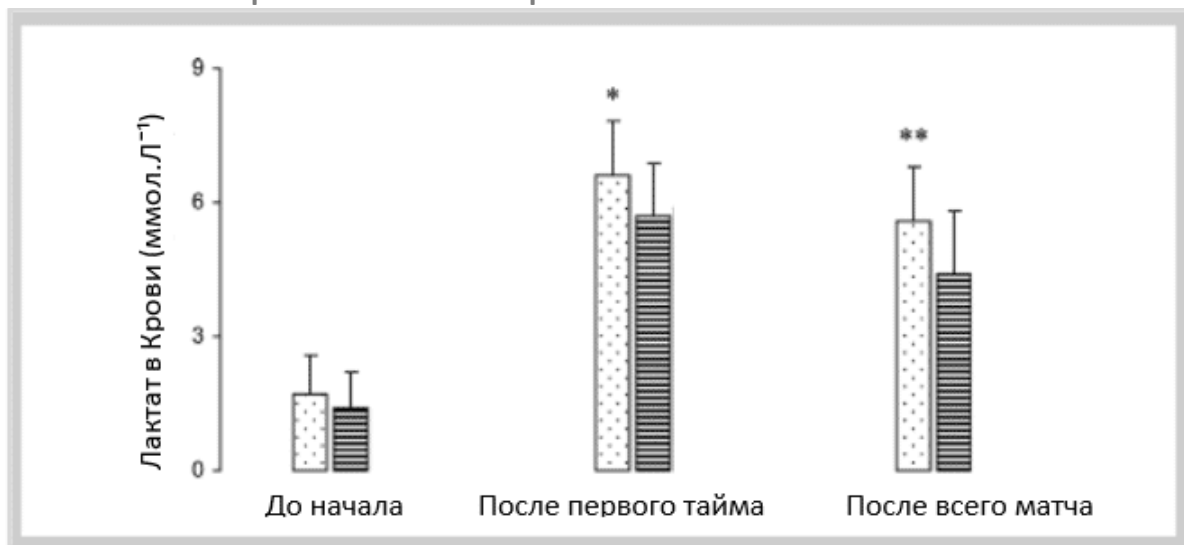
Источник: собственная разработка

Что касается острой усталости во время тренировки, то исторически было установлено, что она обусловлена накоплением отходов, являющихся результатом преобладающего анаэробного метаболизма во время интенсивных усилий, а внутри них - главным образом накоплением молочной кислоты. Однако некоторые теоретические работы 2000-х годов предполагают, что молочная кислота не может образовываться при физиологическом pH в организме человека, учитывая ее константу кислотной диссоциации (pK_a). Таким образом, образующимся веществом будет лактатом, а не молочной кислотой, в то же время лактат не может высвобождать H^+ и вызывать кислотность или усталость, учитывая ее конъюгатное основное состояние. Другие более поздние теории (Lindinger, 2008) совпадают с образованием лактата и немолочной кислоты в организме, хотя они предполагают, что эти метаболиты, а также другие могут усиливать ионные изменения (K^+ , Cl^-), модулировать проводимость ионных каналов (Na^+/K^+ , $Katp$, $ClC-1$) или влиять на процессы ионной чувствительности, такие как возбудимость сарколеммы, что в другом смысле способствует возникновению острой усталости во время физических упражнений, вызывая физико-химические изменения в содержании воды.

Независимо от его вклада в механизмы усталости, производство лактата в организме имеет решающее значение для поддержания окислительно-восстановительного

потенциала и, следовательно, гликолитической активности ресинтеза АТФ. Кроме того, лактат служит топливом, который может быть окислен в других тканях для целей производства энергии в виде АТФ или гликогена посредством печеночного неоглюкогенеза. Таким образом, производство лактата является обязательным условием для поддержания высокой интенсивности сокращения мышц. Исследования, проведенные с баскетболистами (Abdelkrim, 2010), показали, что элитные спортсмены (белые полосы) имеют более высокие значения лактата после первого тайма, а также в конце матча по сравнению со спортсменами более низкого уровня (полосатые полосы).

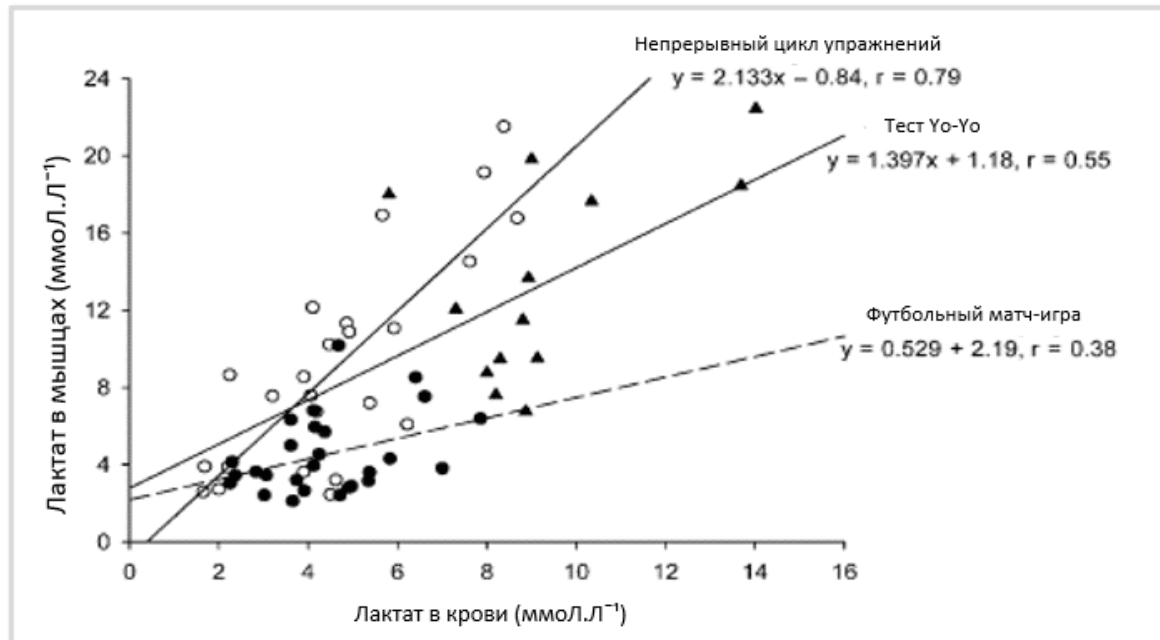
Рисунок 13. Средние значения лактатемии у баскетболистов-любителей и элитных баскетболистов в разные моменты игры.



Источник: собственная разработка

Независимо от этого, кажется, что оценка лактата в крови не дает достоверного представления о том, что происходит в мышечном волокне, когда дело доходит до прерывистых усилий, что ограничивает многократное определение лактата в крови во время этого типа упражнений. (Круструп, 2006). В отличие от того, что происходит во время непрерывных усилий, разница между образованием и удалением лактата во время прерывистых усилий, по-видимому, влияет на коэффициент вариации между образцами лактата, полученными в этих условиях. Это означает, что во время периодических упражнений уровень лактата в крови может быть высоким, даже если мышечный уровень относительно низкий. Также может случиться так, что чем ближе будет взят образец крови, тем больше будет разница между этими двумя концентрациями.

Рисунок 14. Корреляция между значениями лактата крови и показателями мышечной массы при различных видах усилий. Черные точки представляют значения лактата во время футбольного матча, белые точки во время непрерывного теста на велосипеде и треугольники во время теста Yo-Yo с прерывистым восстановлением.



Источник: собственная разработка

Наконец, долгосрочная усталость во время такого рода усилий определяется тремя основными факторами: истощением мышечного гликогена, гипертермией и обезвоживанием, причем первый из них является наиболее распространенным, если вы играете в умеренных условиях. Эта долгосрочная усталость может наблюдаться в отношении общего расстояния, пройденного к концу матча, а также расстояния, пройденного на высокой скорости. Что касается стратегий предотвращения такого рода усталости, рекомендуется поддерживать высокий аэробный фитнес у игроков, а также придерживаться диеты с высоким содержанием углеводов и предотвращать обезвоживание и гипертермию путем потребления жидкости перед тренировкой и разработки стратегий борьбы с жарой.

Рис. 15. Общая дистанция с высокой интенсивностью, пройденная на протяжении всего матча. Взято у David Casamichana, 2014; адаптировано Carling, 2010



Источник: взято <https://goo.gl/CnCKEu>.

Distancia recorrida (m)	Пройденное расстояние (м)
Distancia recorrida a lo largo del partido	Пройденное расстояние в течение матча
Distancia recorrida	Пройденное расстояние
Distancia a alta velocidad	Расстояние на высокой скорости
min	мин

3.2.3 Описание физиологических требований к футболу и к другим командным видам спорта

Общий профиль усилий в командных видах спорта

Баскетбол и Регби

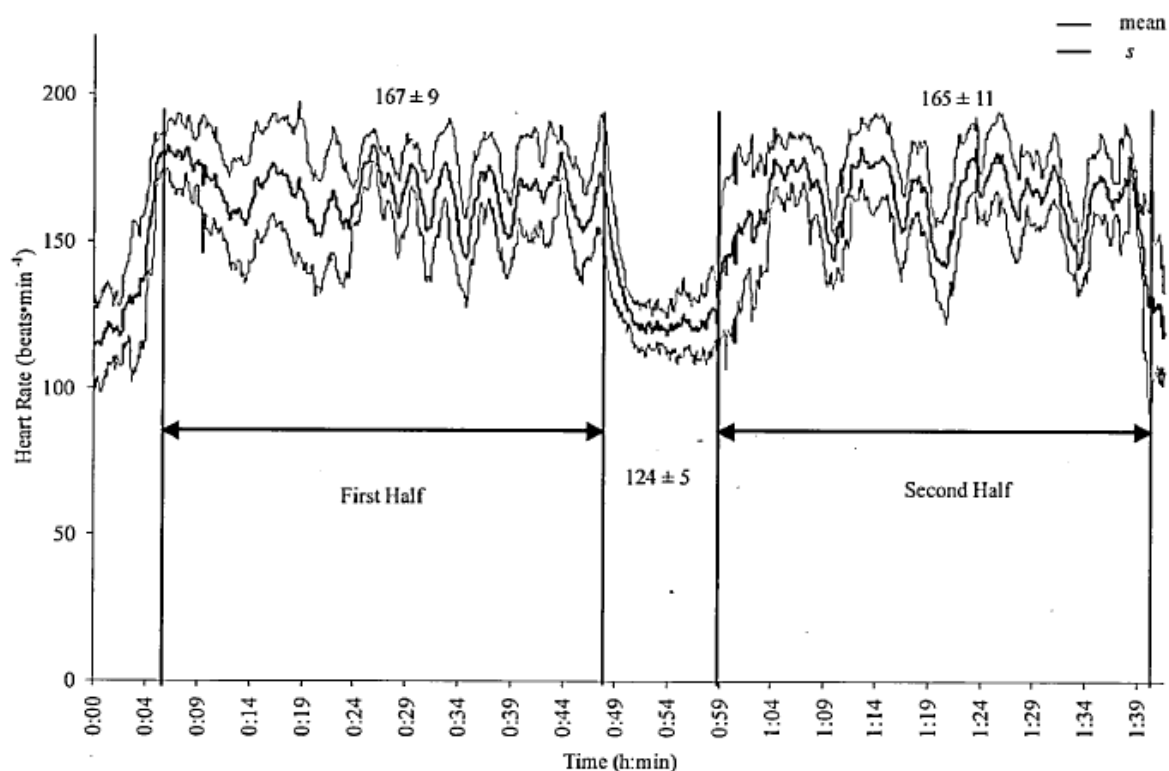
Реакции вегетативной нервной системы могут предоставить нам очень полезную информацию о функциональной адаптации организма к физическим упражнениям (Aubert, Seps and Beckers, 2003). Однако характер реакции ЧСС (частоты сердечных сокращений) на изменения интенсивности во время непрерывных и прерывистых упражнений заметно различается, что может привести к различной адаптации

вегетативной нервной системы у спортсменов, которые занимаются тем или иным видом спорта (Ostojic et al., 2010).

С другой стороны, желательно знать, может ли частота пульса быть полезной в качестве параметра для оценки профиля усилий в прерывистых видах спорта. Учитывая это, Бен Абделькрим, Кастанья, Эль-Фаза и Эль-Ати (2010) заметили, что реакция ЧСС была больше в группе баскетболистов международного уровня по сравнению с игроками национального уровня. Таким образом, более высокий уровень группы спортсменов может быть связан с большей нагрузкой на сердечно-сосудистую систему и, следовательно, с большей реакцией ЧСС. Эти авторы пришли к выводу, что ЧСС представляет собой очень полезный показатель для оценки глобального физиологического стресса во время матча, хотя на эту переменную легко могут влиять другие факторы, такие как тревога или стресс (Tumilty, 1993), состояние питания и температура. (Гилман, 1996).

Когда профиль усилий оценивается в однородных группах, результаты могут быть противоречивыми. Например, в регби Куттс, Реаберн и Абт (2003) отметили, что не было значительных различий в средней ЧСС или в прошлом времени, при средней и высокой интенсивности, между первой и второй половиной полупрофессионального матча. Однако Хельгеруд, Энген, Вислофф и Хофф (2001) в футболе отметили, что время, проведенное в зонах с более высоким ЧСС, было больше в первой половине по сравнению со второй, и даже эта реакция усиливалась после 8-недельного периода высокоинтенсивных тренировок с интервалами.

Рисунок 16. Средняя частота сердечных сокращений во время полупрофессионального матча по регби.



Источник: Coutts et al., 2003

Heart Rate ()	ЧСС (ударений. мин ⁻¹)
Mean	Средняя
S	с
First Half	Первая половина
Second Half	Вторая половина
Time ()	Время (ч:мин)

Во время игры баскетболисты поддерживают высокую среднюю частоту сердечных сокращений (ЧСС), которая колеблется от 165 до 180 ударов в минуту (ударов в минуту), иногда достигая теоретического максимума ЧСС (220 ударов в минуту - возраст). Значения 150 промилле наблюдаются во время пауз (остановленный мяч). Согласно McInnes et al. (1995), средний ЧСС во время игры составлял 168 ± 9 ppm (89% от макс. ЧСС). В 75% этого времени было превышено 85% макс. ЧСС, в то время как 50% рабочего времени выполнялось при ЧСС, превышающей 90% макс. ЧСС. 15% времени вы остаетесь в ЧСС близко к максимальному, то есть выше 95% от вашего ЧСС max. Вышеупомянутые значения зависят от рабочего времени, то есть моментов, когда мяч находится в игре. С другой стороны, минимальные значения были обнаружены в штрафных бросках и тайм-аутах, когда ЧСС падает до 70-75% и 60% от ЧСС max. соответственно.

Частота сердечных сокращений имеет прерывистый характер из-за того, что игровое время, которое используется в этой дисциплине, является коротким и с такими же короткими паузами.

В связи с этим Барриос (2002) в исследовании, проведенном после наблюдения 10 матчей ACB и Сора del Rey в 2000 и 2001 годах, зафиксировал в среднем 76,1 действия по сравнению с 72 брейками. Это необходимо учитывать при составлении расписания тренировок и их нагрузок. Среднее время игры составило 30,7 секунды, в перерывы - 33,4 секунды. Таким образом, установлено, что соотношение между работой и отдыхом в баскетболе составляет 1: 1. Это важные данные для управления перерывами при построении тренировок, особенно тех, которые сосредоточены на сопротивлении. 45,5% игровых действий длились от 1 до 20 секунд, а 28% - от 21 до 40 секунд. Что касается этиологии перерывов, согласно Барриосу (2002), около 57% произошли из-за личных фолов .

Что касается аэробной мощности, она ниже, чем в других преимущественно аэробных видах спорта . С другой стороны, в рамках того же вида спорта мы обнаружили, что самые высокие уровни VO₂ наблюдаются у разыгрывающего защитника : 65,5 мл / кг. мин против 57,84 мл / кг. мин у легкого форварда (McInnes et al., 1995). Что касается уровней лактата, McInnes (1995) нашел среднее значение $6,8 \pm 2,8$ мМ / л, в пределах которого были найдены значения до 13,2 мМ / л. Независимо от этих средних значений,

мы должны уточнить, что вклад гликолитического пути, откуда берется лактат, значительно варьируется в зависимости от времени матча, а также между матчами. Это происходит в основном в соревнованиях, таких как НБА, где можно играть до 3 или 4 игр в неделю.

Вместе с изменениями в правилах изменились и физические преимущества. Таким образом, по мере сокращения времени владения мячом (с 30 до 24 секунд) беговой объем увеличивался из-за постоянной смены владения мячом. Морено (1987) определил, что пройденные дистанции составляют 6104 м для разыгрывающих, 5632 м для нападающих и 5552 м для центровых. Он дополняет эти данные указанием скорости и интенсивности, с которыми проходят эти расстояния, и приходит к выводу, что наибольшее количество действий, независимо от положения в команде, выполняется со скоростью от 1 до 3 м / с.

Футбол

"Футбол, как вид спорта на большом поле, включает в себя прерывистые усилия высокой интенсивности, то есть повторяющиеся действия, связанные с работой/паузой и которые распределяются ациклическим образом на протяжении всего матча, запрашивая аэробную и анаэробную энергетические системы вместе (Bangsbo, Mohr, and Krusturp, 2006). В связи с этим во время футбольного матча сообщалось о скорости от 1000 до 1400 краткосрочных действий, которые меняются каждые 3-5 секунд и включают широкий спектр действий с мячом и без него, таких как бег на разных скоростях, финты, подачи, изменения направления, ускорения, замедления, прыжки, удары, обратный и боковой бег, баланс, подкаты, единоборства и другие действия (Iaia, Rampinini, and Bangsbo, 2009; Mohr, Krusturp, and Bangsbo, 2003), представляя все из них непредсказуемо в зависимости от обстоятельств игры (Drust, Atkinson, and Reilly, 2007)."(Casamichana, 2014 г.)

"Футболисты обладают большой способностью многократно прилагать интенсивные усилия (Bangsbo, Iaia, and Krusturp, 2008). Кроме того, от игрока требуется значительное развитие скорости, мышечной силы, мощи, ловкости и максимальной аэробной мощности, в то же время, требуя большого количества технических и тактических навыков принятия решений (Rampinini, Imperrizzeri, Castagna, Coutts, y Wisløff, 2009). Среднее максимальное потребление кислорода (VO_{2max}) элитных игроков приближается к значениям между 55-70 мл / кг. мин⁻¹, с индивидуальными оценками выше 70 мл/кг.мин⁻¹ (Дэвис, Пивовар, г Аткин, 1992; Рейли, Бангсбо, г Френкс, 2000; Wisløffбыл, Helgerudбыл, г Хофф, 1998), Энтре-Эль-80-85% - дель- VO_{2max} у 80-90% ЧСС max (Helgerudбыл, луг, Wisløffбыл, г Хофф, 2001; Стулене, Chamari, Кастанья, г Wisløff, 2005).

Что касается интенсивности игры, многие исследования оценивали частоту сердечных сокращений (ЧСС) как показатель интенсивности у игроков разного уровня, возраста и пола (Helgerud и др., 2001; Stroyer, Hansen, and Klausen, 2004). Али и Фарралли (1991) в шотландских полупрофессиональных игроках определили среднее значения ЧСС, около 172 ppm. Bangsbo (1994a), со своей стороны, описал среднее значения ЧСС для датских игроков 160 ppm и для детских элитных игроков 170 ppm.

Кроме того, в шведских профессиональных игроках Брюер и Дэвис (1994) получили средние значения ЧСС, близкие к 175 ppm. Мор, Krustrup, Nybo, Nielsen и Bangsbo (2004), наблюдали у игроков регионального уровня во время товарищеских матчей среднее значение ЧСС 160 ppm.

На основе этих данных, средние значения ЧСС во время игры могут составлять около 160-170 млн, представляя колебания между 160 и 190 ppm, так что можно предположить, что аэробная система используется в качестве приоритета (90% энергии) во время матча (Bangsbo, 1994b), нашел среднее значение ЧСС и ЧСС макс 85% и 98% от максимума (Bangsbo et al., 2006; Krustrup, Mohr, Ellingsgaard, and Bangsbo, 2005), предупреждая о высокой физиологической нагрузке, которую игроки несут во время соревнований." (Casamichana, 2014 г.)

“Кроме того, по значениям ЧСС VO_{2max} можно оценить с использованием отношения между ЧСС и VO_{2max} во время теста на беговой дорожке (Esposito, Impellizzeri, Margonato, Vanni, Pizzini, & Veicsteinas, 2004). Если предположить это соотношение, средняя интенсивность упражнений во время игры 85% ЧСС max будет соответствовать среднему потреблению кислорода (среднее значение VO_2), близкому к 75% VO_{2max} во время матча (Astrand, Rodahl, Dahl, and Strømme, 2003). Это будет равносильно среднему значению VO_2 45, 0, 48, 8 и 52, 5 мл/кг. мин⁻¹ для игрока со значениями VO_{2max} 60, 65 и 70 мл/кг/мин⁻¹ соответственно и, вероятно, отражает расход энергии в современном футболе.

Для игрока весом 75 кг эти данные соответствуют 1519, 1645 и 1772 ккал, потраченным во время игры (1 л кислорода/мин соответствует 5 ккал), предполагая вышеупомянутые значения 60, 65 и 70 мл/кг. мин⁻¹ VO_{2max} соответственно (Stølen и др., 2005), основными источниками энергии являются мышечный гликоген, глюкоза крови, мобилизованная из печеночного гликогена и жирных кислот (Bangsbo, 1994b).

Недавно было отмечено, что после футбольного матча могут быть изменены некоторые биохимические маркеры, такие как креатин-киназа, мочевины, мочевая кислота, миоглобин или С-реактивный белок (Andersson, Raastad, Nilsson, Paulsen, Garthe, and Kadi, 2008; Ascensão, Rebelo, Oliviera, Marques, Pereira, & Magalhães, 2008), отражающий влияние метаболических и механических стрессов на активацию цикла пуринов и деградацию аминокислот (Brancaccio, Maffulli, and Limongelli, 2007).

Несмотря на все это, измерения ЧСС во время матча, вероятно, приведут к переоценке VO_2 из-за различных факторов, таких как обезвоживание, гипертермия или психическое напряжение, которые могут повысить ЧСС, не влияя на такой параметр (Bangsbo и др., 2006). Принимая во внимание эти факторы, предполагается, что среднее значение VO_2 во время игры может составлять около 70% VO_{2max} (Bangsbo и др., 2006).

Эта оценка VO_2 во время соревнований поддерживается измерениями температуры ядра во время игры (косвенный показатель выработки энергии), которые близки к 39-40°C и предполагают, что нагрузка во время матча составляет около 70% VO_{2max} (Edwards and Clark, 2006; Mohr и др., 2004). Углубляясь в знания VO_{2max} у футболиста,

различные исследователи пришли к выводу, что футболисты с более высокими значениями VO_{2max} преодолевают большее общее расстояние, выполняют большую активность с высокой интенсивностью, большее количество спринтов, участвуют в большем количестве решающих действий во время игры и имеют лучшее восстановление между усилиями с высокой интенсивностью (Bangsbo и Mizuno, 1988; Chamari, Nachana, Kaouech, Jeddi, Moussa-Chamari, и Wisløff, 2005; Hoff, 2005), в дополнение к большей мобилизации и использованию липидов во время игры, что позволяет зарезервировать мышечный гликоген для интенсивных и решительных действий (Reilly and Thomas, 1979) и накапливать меньше лактата (Ла)."(Casamichana, 2014) косвенно Gorostiaga (1993) в библиографическом обзоре приходит к выводу, что футболисты высокого уровня должны представлять значения VO_{2max} , близкие или превышающие 65 мл/кг/мин. Это позволило бы им поддерживать интенсивный средний темп матча и более высокую устойчивость.

"Хотя верно, что аэробный метаболизм преобладает во время игры (Bangsbo, 1994), ключевые действия для успеха в этом виде спорта, такие как спринты, прыжки, единоборства, удары, и т. д., зависят от анаэробного метаболизма (Stølen и др., 2005), подчеркивая важность анаэробных и алактических энергетических систем в достижении успеха в этой дисциплине. Элитный игрок выполняет 150-250 коротких интенсивных действий во время матча (Mor и др., 2003), поэтому некоторые авторы предположили, что существует высокий коэффициент деградации фосфокреатина (25-30% ниже остальных значений) во время различных этапов игры (Bangsbo и др., 2006; Krusturp, Mohr, Steensberg, Bencke, Kjaer, & Bangsbo, 2006).

Очевидно, что уровни фосфокреатина (ПЦР) имеют решающее значение для ресинтезирования аденозинтрифосфата (АТФ), однако восстановление отложений ПЦР в значительной степени зависит от аэробного метаболизма (Hoff and Helgerud, 2004). Glaister (2005) провел обзор способности повторять спринты, свойственный множеству прерывистых видов спорта (бадминтон, баскетбол, футбол и т.д.), в которых небольшие периоды максимальной или субмаксимальной интенсивности повторяются с относительно короткими периодами низкой-умеренной интенсивности. .

Он изучил физиологические реакции, механизмы усталости и влияние аэробной подготовки, заключив, что способность поддерживать множественные спринты зависит от многих факторов, но доступность ПЦР и внутриклеточное накопление неорганического фосфора (P_i), вероятно, являются наиболее определяющими. Кроме того, тот факт, что как ресинтез ПЦР, так и элиминация P_i (посредством фосфорилирования АДФ) зависят от аэробных процессов, позволяют предположить, что спортсмены, более подготовленные к выносливости, могут лучше поддерживать интенсивность в этих типах усилий.

Чтобы определить участие анаэробного метаболизма, были изучены концентрации крови до, во время и после матчей. Концентрации Ла во время игры были описаны между 2-10 ммоль•л⁻¹ с индивидуальными оценками выше 12 ммоль•л⁻¹ (Bangsbo, Nørregaard, and Thorsø, 1991; Krusturp и др., 2006), предполагая, что анаэробная энергетическая система сильно задействована в различные напряженные периоды игры (Mohr, Krusturp, and Bangsbo, 2005). Несмотря на эти данные, важно отметить, что

на оценки Лос-Анджелеса сильно влияют действия, выполняемые игроком за 5 минут до взятия пробы (Stølen и др., 2005)."(Casamichana, 2014 г.)

Параметры молочной кислоты в футболе

Согласно Bangsbo и др., в 1991 году проблема измерений молочной кислоты в коллективных видах спорта заключается в том, что значения, обнаруженные в крови, соответствуют усилиям, предпринятым за последние 5 минут до взятия пробы . Таким образом, энергетический продукт всего матча не может быть определен. Столкнувшись с этим вопросом, Grosgeorge в 1990 году разделил 90-минутный матч, чтобы иметь возможность взять пробы , и поэтому результаты показывают относительно стабильные. Castellano, в 1996 году, увидел в любительских игроках следующие значения. Едва закончился первый тайм, средний объем лактата составил 7, 3 мм/л. до начала второго тайма уровни снизились до среднего значения 4, 40 мм/л. По окончании второго тайма значения молочной кислоты в крови составляли 4, 8 мм/л, а через 10 минут измеряли 2, 2 мм/л.

Yageses (2002) выдвигает довольно четкое представление об этом вкладе молочно-анаэробного метаболизма. С одной стороны, зависимость использования этой системы от от положения игроков на поле . Высокие уровни у крайних игроков, за которыми следуют полузащитники, и потом центральные защитники, использующие эту систему, выдвигает довольно четкую концепцию относительно вклада молочно-анаэробного действия . Несмотря на то, что в определенное время концентрация лактата в крови может повышаться в активных мышцах, постоянные остановки и фазы восстановления средней и низкой интенсивности, проявляющиеся в игре, позволяют быстро удалить и повторно использовать лактат и предотвращают постепенное накопление до предельных значений.

Наконец, в заключение, наблюдались средние значения 3, 8 мм/л. По-видимому, существует совпадение в более низкой концентрации лактата в крови во второй половине матча . Это представляет определенную логику, учитывая, что во вторых таймах общие пройденные расстояния уменьшаются, как и действия высокой интенсивности.

Энергетические субстраты

Из практики биопсии мышц у шести игроков шведского первого дивизиона до, во время и после матча было обнаружено значительное снижение мышечных запасов гликогена, в том числе в первом тайме . В конце встречи игроки представили очень важное опустошение резервов, так как они использовали от 60% до 90% первоначальных резервов. С другой стороны, было показано, что наибольшие расстояния были преодолены игроками, у которых был более высокий уровень мышечного гликогена до начала игры. В дополнение к этому, они выполняли время гонки на максимальной скорости на 75% больше.

Энергетические субстраты, используемые во время игры, распределены следующим образом:

- 70 % из углеводов;
- 20 % жиров;
- 10 % белков.

Из углеводов наибольший процент приходится на мышечный гликоген и лишь небольшую часть печеночного гликогена (Bangsbo, 1994). Также отмечается, что концентрация свободных жирных кислот увеличивается во время матча, особенно во втором тайме. Что касается восстановления мышечных запасов гликогена, то было установлено, что, когда футболисты соблюдают диету, содержащую адекватную долю углеводов (от 40 до 50%), через 24 часа после окончания матча они все еще на 30-40% ниже значений, обнаруженных до начала матча (Bangsbo, 1994).

Мышечные запасы гликогена еще не полностью восстановились в течение 48 часов после окончания матча (Jacobs, 1982). Что касается колебаний фосфокреатина, анализ проводился с помощью МРТ в течение трех двухминутных прерывистых периодов упражнений, включая пиковые, низкоинтенсивные и восстановительные сокращения, аналогичные футбольной деятельности. Уровни ПЦР снижались до 50 % от максимума, но почти полностью восстанавливались в конце двухминутных периодов прерывистых упражнений (Bangsbo, 1994).

Это говорит о том, что вклад анаэробной алактической системы в процесс развития очень важен, и АТФ и ПЦР, возможно, будут повторно синтезироваться в периоды низкой интенсивности, чтобы широко использоваться в фазах высокой интенсивности (Yageses, 2002).

Общее пройденное расстояние

В настоящее время большая часть специализированной литературы совпадает с тем, что пройденные расстояния составляют от 9 и 12 км, колеблясь, это расстояние для одного и того же игрока, от матча к матчу, от 2 до 3 км. Среднее значение составляет около 10 км.

Различия были обнаружены в зависимости от расположения на поле, которое занимают игроки. Полузащитники преодолевают на 1/2-1 км больше за игру, чем защитники и нападающие (Gorostiaga, 1993). Полузащитник имеет более важную глобальную деятельность, с более длинными перерывами. Нападающие и защитники характеризуются чередованием относительного покоя и многочисленных взрывных действий в коротких спринтах (Pirnay, 1993).

Данные, озвученные выше, относятся к общим числам, без учета различий в способах, при которых спортсмены преодолевают эти расстояния. Но мы не можем не подчеркнуть важность нерегулярного и прерывистого способа, с которым они движутся, с большими изменениями в скоростях и направлении

Gorostiaga (1993) определил процентные соотношения интенсивностей, при которых преодолеваются эти расстояния.

- От 55% до 60 % ходьбы или стояния, от 40 до 54 минут;
- От 35% до 40% умеренная скорость (менее 15 км / ч) от 31 до 35 минут;
- От 3% до 6 % субмаксимальная скорость (от 15 до 25 км / ч) от 3 до 5 минут;
- 0.4% до 2% максимальная скорость (+25 км / ч) от 22 до 170 секунд

С другой стороны, усилия максимальной интенсивности выполняются на разных расстояниях:

- 50 % на расстояниях менее 12 метров;
- 20 % на расстояниях от 12 до 20 метров;
- 15 % на расстояниях между 20 и 30 метрами;
- 15 % на расстояниях между 20 и 30 метрами.

Количество ускорений за игру, начиная с положения стоя или бега , составляет около 130 (Smodlaka, 1978). С другой стороны, количество изменений ритма во время матча обычно близко к 1000 (Bangsbo, 1994).

Эффективное игровое время

С этой концепцией мы хотим сослаться на время, в течение которого игра остается активной, и когда она останавливается. Среднее эффективное измерение времени составляет 48 минут. Это составляет 54 % от основного времени. Если мы разделим его на первый и второй тайм, эффективность игрового времени составит 57% и 51% соответственно. В качестве ценности, чтобы отметить, что в течение первых 15 минут матча дается наибольшая эффективность, которая постепенно снижается до конца матча (Castelo, 1994).

Около 50 % моментов в футболе, включая как игру, так и паузу, делятся от 0 до 15 секунд (Эрнандес 1996). Колли и его сотрудники получили данные, которые они никогда не публиковали, где 51% действий делятся менее 20 секунд. Паузы в диапазоне от 1 до 20 секунд составляют 75%, 44 раза за игру, от общего числа.

Выводы

В качестве вывода о механических требованиях футбола мы можем привести следующее:

- Пройденные расстояния варьируются от 9 до 12 км, с изменением от 2 до 3 км. Среднее значение составляет около 10 км.
- Среднее эффективное время игры составляет около 48 минут и 39 секунд. Это составляет 54 % от общего времени матча.
- Игрок стоит или ходит от 40 до 54 минут. От 31 до 35 минут он бежит со скоростью менее 15 км/ч. от 3 до 5 минут он бежит со скоростью от 15 до 25 км/ч. Он бежит только со скоростью более 25 км / ч в течение времени от 22 до 170 секунд.
- 51 % действий делятся менее 20 секунд. В то время как только 9 (5%) делятся более 60 секунд.

- Большинство пауз длятся от 1 до 20 секунд и составляют 75% от общего количества (около 44 раз за игру).
- Плотность игры (или рабочий протокол) колеблется от 1:1,3 до 1:1,8. То есть паузы немного длиннее рабочего времени.
- За игру наблюдается около 130 ускорений и около 1000 изменений темпа.

С физиологической точки зрения можно сделать следующие выводы

- Частота сердечных сокращений колеблется в среднем около 170 ударов в минуту во время матча. В течение 2/3 игрового времени игроки работают более 85% от максимального рабочего времени.
- Среднее потребление кислорода во время игры составляет 3,5 литра в минуту. Это эквивалентно 76% от максимального уровня VO₂. В зависимости от занимаемой позиции, доля VO₂ различна: 69% для защитников, 66% для полузащитников, 43,3% для нападающих. Общий расчетный расход энергии составляет 1530 ккал за 90 минут.
- Установлено, что значения лактата составляют от 3 до 8 ммоль/л, а индивидуальные колебания могут составлять от 2 до 12 ммоль/л. Во второй половине концентрация снижается, и общее пройденное расстояние и количество действий высокой интенсивности также уменьшаются в этот период.
- Хотя в некоторых случаях концентрация лактата в активных мышцах высока, постоянные фазы восстановления и периоды средней и низкой интенсивности позволяют быстро выводить и повторно использовать лактат в крови, предотвращая его накопление до предельных значений.
- Мышечный гликоген играет важную роль в матче, поскольку он используется преимущественно и может быстро истощаться.
- Футбол можно определить как смешанный вид спорта, в котором, несмотря на большую продолжительность усилий, при которых аэробная система постоянно поставляет энергию, существует множество взрывных действий, требующих энергетического вклада анаэробных путей.
- Участие анаэробного алактического метаболизма во время матча очень важно количественно, поскольку оно является одним из главных ответственных за решающие действия в игре (отражается взрывной силой нижних конечностей и скоростями на коротких путях).

Ссылки:

Abdelkrim, N. B., Chaouachi, A., Chamari, K., Chtara, M., & Castagna, C. (2010). Позиционная роль и различия соревновательного уровня у баскетболистов элитного уровня среди мужчин. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(5), 1346-1355.

Bangsbo, J. (1994). Физиологические потребности. В Справочнике по спортивной медицине и науке футбол (Футбол). Blackwell Publishing Ltd.

Bangsbo, J., Graham, T., Johansen, L., & Saltin, B. (1994). Метаболизм лактата в мышцах при восстановлении после интенсивных изнурительных физических нагрузок: влияние легких физических упражнений. *Журнал прикладной физиологии*, 77(4), 1890-1895.

Bangsbo, J., & Michalsik, L. (2002). Оценка физиологических возможностей элитных футболистов. *Наука и футбол IV*, 53-62.

Bangsbo, J., Mohr, M., & Krstrup, P. (2006). Физические и метаболические требования к тренировкам и матчам у элитного футболиста. *Журнал спортивных наук*, 24(07), 665-674.

Bangsbo, J. (2015). Выступление в спорте—с особым акцентом на эффект усиленной тренировки. *Скандинавский журнал медицины и науки в спорте*, 25(S4), 88-99.

Bundle, M. W., Hoyt, R. W., & Weyand, P. G. (2003). Высокая скорость бега: новый подход к оценке и прогнозированию. *Журнал прикладной физиологии*, 95(5), 1955-1962.

Casamichana, D., & Castellano, J. (2010). Время-движение, частота сердечных сокращений, перцептивное и моторное поведение требования в малых сторонах футбольных игр: эффекты размера поля. *Журнал спортивных наук*, 28(14), 1615-1623.

Casamichana, D., Castellano, J., Calleja-Gonzalez, J., San Román, J., & Castagna, C. (2013). Взаимосвязь показателей тренировочной нагрузки у футболистов. *Журнал прочности и кондиционирования исследований*, 27(2), 369-374.

Cairns, S. P., & Lindinger, M. I. (2008). Способствуют ли множественные ионные взаимодействия усталости скелетных мышц. *Журнал физиологии*, 586(17), 4039-4054.

Casas, A. (2009). Физиология прерывистых усилий, применяемых к совместным видам спорта.

Coutts, A. J., Rampinini, E., Marcora, S. M., Castagna, C., & Impellizzeri, F. M. (2009). Частота сердечных сокращений и уровень лактата в крови коррелируют с воспринимаемой нагрузкой во время небольших футбольных матчей. *Журнал науки и медицины в спорте*, 12(1), 79-84.

COUTTS, A., Reaburn, P., & ABT, G. (2003). Частота сердечных сокращений, концентрация лактата в крови и расчетное потребление энергии в полупрофессиональной команде

регбийной лиги во время матча: примерное исследование. Журнал спортивных наук, 21(2), 97-103.

Gabbett, T. (2016). Парадокс предотвращения травм и тренировок: должны ли спортсмены тренироваться умнее и усерднее? Британский журнал спортивной медицины.

Gorostiaga, E. (1993). Научные основы футбола. Применение к обучению 1-я часть. Тетради тренера, 2801-2810.

Helgerud, J., Engen, L. C., Wisløff, U., & Hoff, J. (2001). Аэробика выносливость обучение импровизации. Футбол и производительность. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 33(11), 1925-1931.

Impellizzeri, F. M., Marcora, S. M., Castagna, C., Reilly, T., Sassi, A., Iaia, F. M., & Rampinini, E. (2006). Физиологические и эксплуатационные эффекты общих и специфических аэробных тренировок у футболистов. *Международный журнал спортивной медицины*, 27(06), 483-492.

Iaia, F. M., Ermanno, R., & Bangsbo, J. (2009). Высокоинтенсивные тренировки в футболе. *Международный журнал спортивной физиологии и производительности*, 4(3), 291-306.

Malone, S. (2017). Соотношение острой и хронической рабочей нагрузки по отношению к риску травм в профессиональном футболе *Journal of science and medicine in sport*.

Mohr, M., Krstrup, P., & Bangsbo, J. (2003). Выступление футболистов высокого уровня с акцентом внимания развитию утомляемости. *Журнал спортивных наук*, 21(7), 519-528.

McInnes, S. E., Carlson, J. S., Jones, C. J., & McKenna, M. J. (1995). Физиологическая нагрузка, накладываемая на баскетболистов во время соревнований. *Журнал спортивных наук*, 13(5), 387-397.

Mayhew, S. R., & Wenger, H. A. (1985). Анализ движения времени в профессиональном футболе. *Journal of Human Movement Studies*, 11(1), 49-52.

Reilly, T. (1997). Энергетика высокоинтенсивных упражнений (футбол) с особым упором на усталость. *Журнал спортивных наук*, 15(3), 257-263.

Ostojic, S. M., Markovic, G., Calleja-Gonzalez, J., Jakovljevic, D. G., Vucetic, V., & Stojanovic, M. D. (2010). Сверхкороткое восстановление сердечного ритма после максимальной физической нагрузки у спортсменов с непрерывной и прерывистой выносливостью. *Европейский журнал прикладной физиологии*, 108(5), 1055-1059.

Rampinini, E., Impellizzeri, F. M., Castagna, C., Coutts, A. J., & Wisløff, U. (2009). Технические показатели во время футбольных матчей итальянской Серии А: эффект усталости и соревновательный уровень. *Журнал науки и медицины в спорте*, 12(1), 227-233.

Seirul-lo, F. (2003). Динамические системы и производительность в командных видах спорта. In 1st Meeting of Complex and Sport. INEFС-Барселона.

Seirul-lo, F. (2003). Основы спортивной подготовки. Работа представлена на I курсе физической подготовки в командных видах спорта, июнь, Cheste (Valencia).

Tumilty, D. (1993). Физиологические особенности элитных футболистов. Спортивная медицина, 16(2), 80-96.

Vargas, F. S.-I. (2013). Когнитивная структура учебные занятия для спортивных тренеров.

Vázquez, Á. (2015). Футбол: от анализа игры до редактирования технических отчетов. MS Sports