

# МОДУЛЬ 3: Характеристика командного спорта с акцентом на футбол. Анализ физических требований

## 3.1 Анализ ациклического спорта

### 3.1.1 Общие характеристики командных видов спорта

Чтобы иметь возможность знать 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 цель изучения этих данных заключается в том, чтобы обеспечить более эффективное программирование подготовки и подготовки групп для участия в конкурсе. Это означает достижение достаточных показателей эффективности для успешного участия в конкуренции при наименьших возможных затратах на энергию или рисках травматизма.

В течение многих лет тренеры и тренеры по физическим упражнениям 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 профилями усилий для оптимальных спортивных результатов; а с другой, возможно, более опасный, чрезмерное использование, двойное использование источников или залежей энергии, предназначенных для удовлетворения требований тренировки.

В связи с этим Мэлоун (2017) предположил, что те субъекты с более высокой прерывистой 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 дисциплине, которую он практикует. Поэтому рекомендуется тщательный мониторинг тренировочных нагрузок и надлежащая периодизация их, поскольку одна и та же абсолютная тренировочная

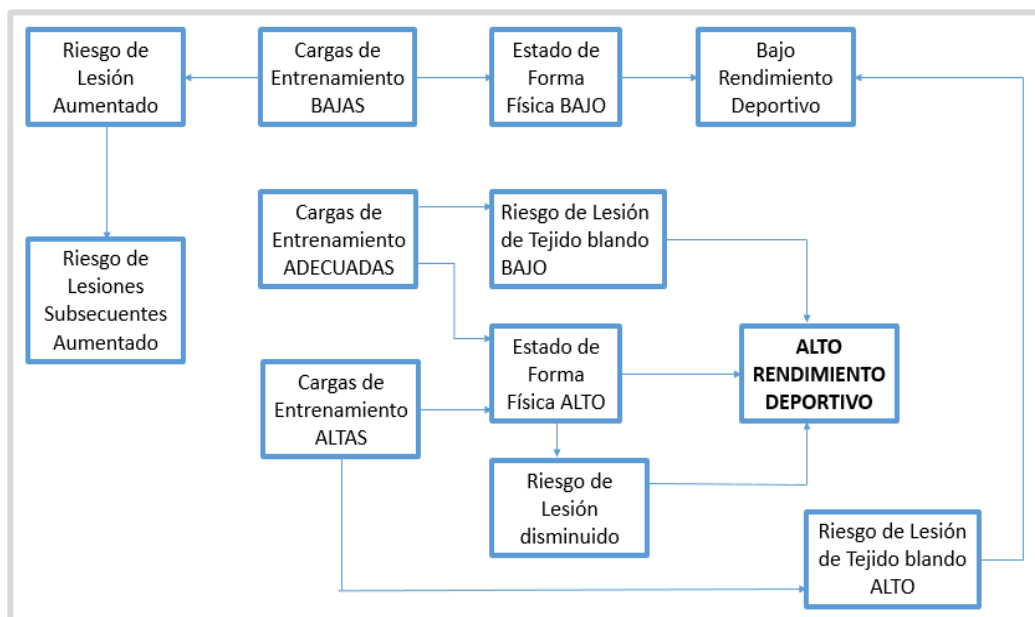


нагрузка может иметь больший или меньший риск в зависимости от времени сезона, в котором находится команда. Кроме того, что касается риска травмы, Gabbett (2016) предлагает, чтобы конкретная тренировочная нагрузка была жизненно важной при предотвращении травм и что при более высокой интенсивности тренировок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

После травмы игроку становится трудно найти подходящее время, чтобы снова включить субъекта в коллективную тренировку вместе со своими сверстниками, из-за сложности поиска 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 бремя соревнований.

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



Источник: модифицировано Gabbett (2016).

Возвращаясь к взаимосвязи между конкретным физическим состоянием в каждом виде спорта, согласно Casacu (2009), «максимальная производительность будет достигнута за счет достижения профиля усилий в процессе тренировки, который соответствует конкретным характеристикам этого вида спорта». Это один из стандартов, в соответствии с которым технические органы должны 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 теста. Включены 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 тесты, в которых один жест, действие или сумма различных уникальных действий выполняется от начала до конца теста. К ним относятся испытания по метанию, прыжкам, тяжелой атлетике и гимнастике. С другой стороны, у нас есть спортивная группа, которой мы будем заниматься. В составных или сложных ациклических упражнениях 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 (с целью сдерживания), 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 широко множатся. Следует отметить, что атакующая команда не только выполняет действия, вызывающие реакцию обороняющейся команды, но и происходит в обратном 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 регламент.

Командные виды спорта, такие как футбол, характеризуются игровыми действиями, которые представляют собой значительные вариации 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 высокой скорости или значительных 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 - оперативность игры. Таким образом, игровые модели - это те, которые определяют, как вы собираетесь играть, и, следовательно, придадут 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 физической, так и с когнитивной, а также с технико-тактической и стратегической точек зрения.

Поэтому мы задаемся вопросом: есть ли связь между стилем игры и физическими требованиями конкурентов? Конечно, да. Стилль 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 программирования обучения на всех его уровнях, областях и аспектах. 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 обучения.

Чтобы укрепить этот анализ, мы должны вернуться к вопросам, связанным с философией, то есть с тем, что каждый тренер думает об игре. Это, несомненно, будет включено в парадигму или поток мысли, основанный на теории. Цель модели игры состоит в том, чтобы с помощью обучения 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, Wascres (2015) выделяет пять фундаментальных областей исследований в стремлении улучшить производительность 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 производительность 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 проходов за игру (и сколько из них достигает точки назначения), историю болезни спортсмена и множество других данных. 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 категориях обучения. Это приводит, с одной стороны, к тому, что у молодых людей есть образцы для подражания в качестве примера обучения в одном и том же учебном заведении, а с другой - к тому, что тренеру первого дивизиона легче и безопаснее использовать категории ниже пора искать игроков в профессиональный состав.

### 3.1.3 Познавательные 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 подготовке, разработанной Seyrul -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 в обучении всей циркулирующей информации с помощью систем, позволяющих идентифицировать состояния и изменения любого характера, присутствующие в



каждый момент его активного или пассивного вмешательства в события. Интервенционными системами, среди прочего, являются: ощущение, восприятие, представление, внимание и запоминание (краткосрочные и долгосрочные, сенсорные).

**Когнитивная функциональность 2:** обработка 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 каждого живого двигательного и не моторного процесса.
- \* Социализация: во взаимодействии с другими людьми, которые разделяют практику.
- \* 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 желаемый и ожидаемый смысл. 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 лечение.

Цель разьяснения 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, являющемся результатом принятия решений.



## 3.2 Анализ физических требований в соревнованиях и обучении

### 3.2.1 Факторы, определяющие физическую работоспособность

Производительность 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 производительность 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.

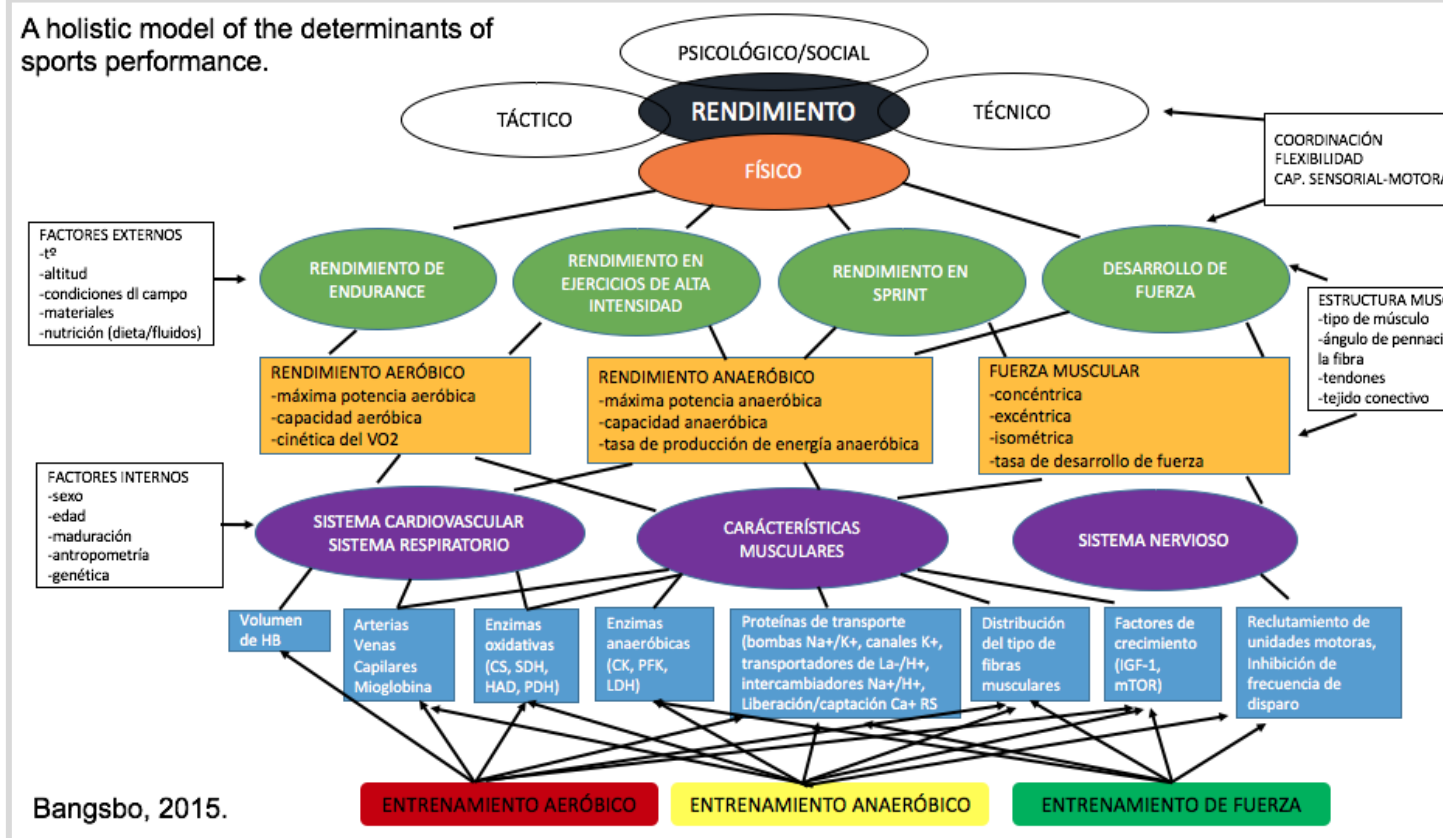
Способность, которая определяет производительность в каждом виде спорта, основана на характеристиках дыхательной и сердечно-сосудистой системы, а также мускулатуры в сочетании с нервной системой. Сердечно-сосудистая система важна для транспортировки кислорода к скелетным мышцам, в то время как мышечная 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 производительность спортсменов (Bangsbo, 2015).

#### Рисунок 2. Целостная модель детерминант спортивных результатов



## A holistic model of the determinants of sports performance.



Источник: Bangsbo, 2015.

### 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 сахара и фосфатной группы, присутствует в очень низких концентрациях в организме человека и поэтому должна быть постоянно ресинтезирована.

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 постоянной деградации и ресинтезации благодаря наличию резервов энергии, обеспечиваемых источниками питания человека.

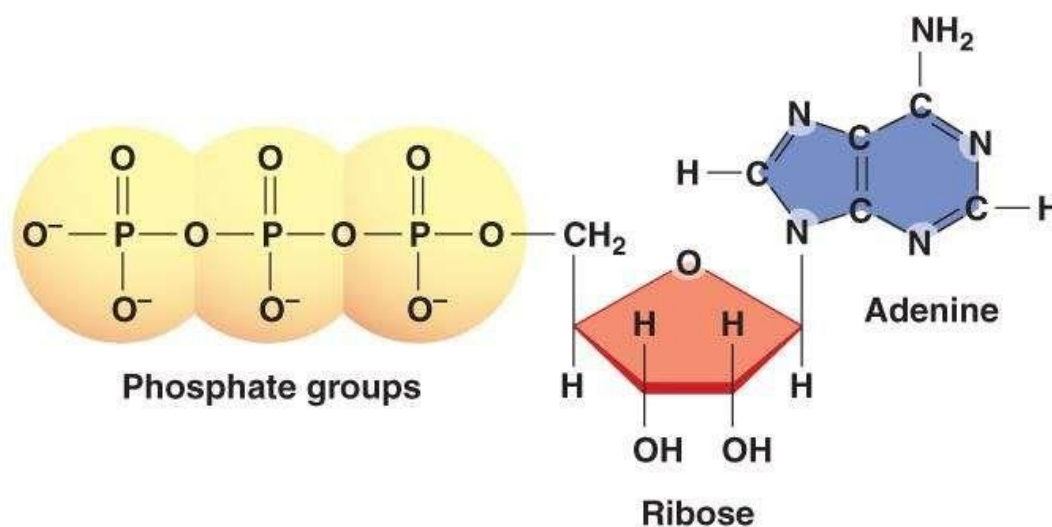
Эти запасы представляют собой группу органических молекул, которые хранятся в организме в химических формах, отличных от тех, которые они проглатывают, и к ним относятся: креатин, который хранится в виде фосфокреатина (ПЦР); глюкоза, которая хранится в виде гликогена; липиды, которые хранятся в виде 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 деградации 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, В., 2008.

### Энергетические системы

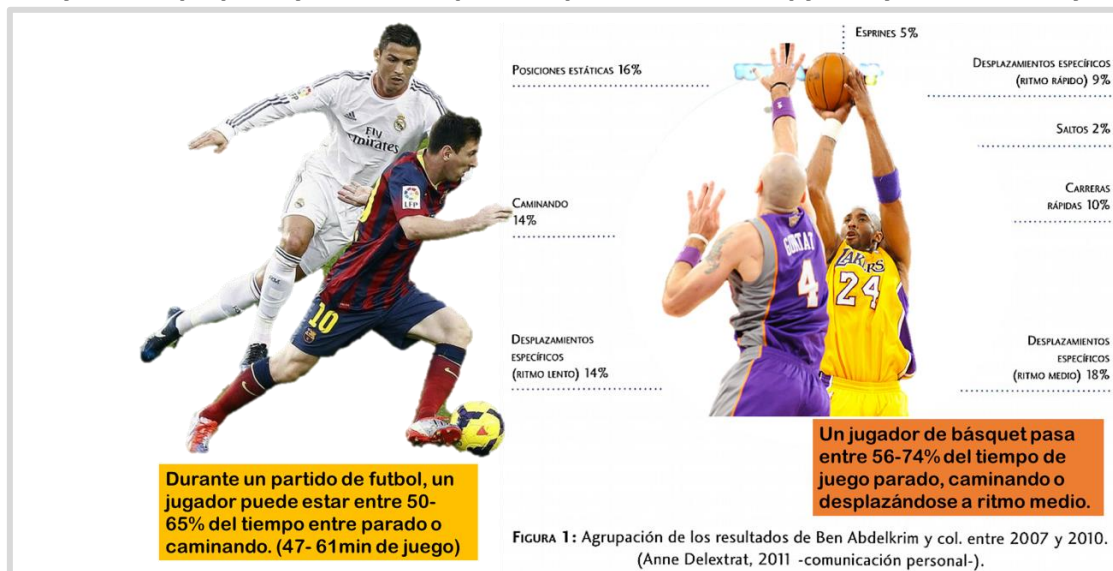
Для их концептуального определения можно сказать, что существуют три основные энергетические системы: фосфагенная система, ответственная за деградацию ПЦР; гликолитическая система, ответственная за деградацию глюкозы или гликогена; окислительная система, ответственная за деградацию гликогена, глюкозы, 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 жестов с различной интенсивностью или продолжительностью, причем интенсивность будет преимущественно отмечать энергетический субстрат, который будет использоваться.

Анализ профиля усилий командных видов спорта показал, 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 между 50-65% времени между стоянием или ходьбой (47-61 мин игры). Несмотря на явное аэробное доминирование во время встреч, бывает, что определения или действия, наиболее влияющие на эти виды спорта,



происходят с высокой интенсивностью, с такими усилиями, как спринты, удары, удары головой или головы. 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**



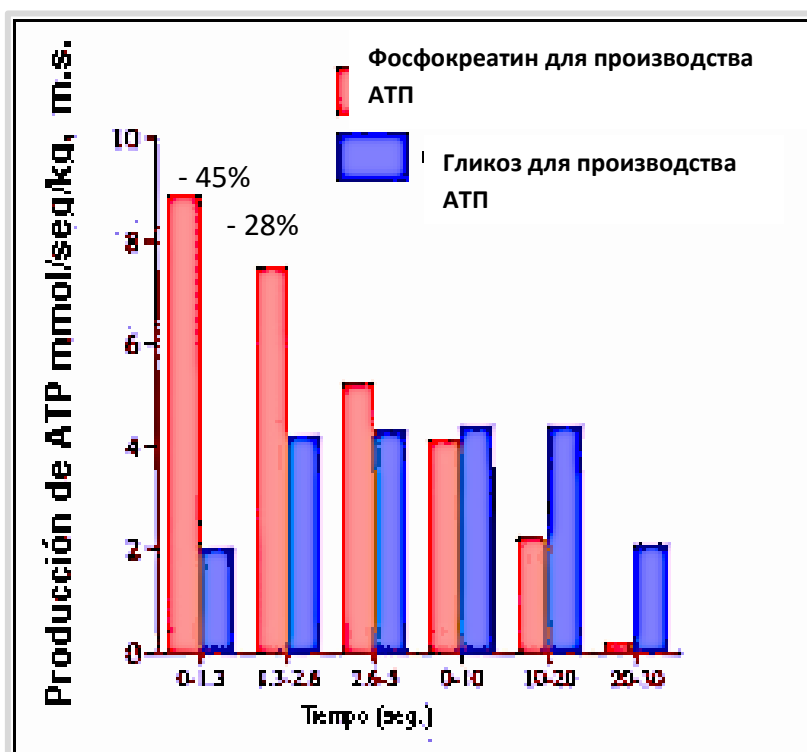
Источник: Delextat, 2011.

В энергетических системах, обладающих наибольшей мощностью ресинтеза АТФ, находятся фосфагеновая система и гликолитическая система. Важно отметить, что важность высокой скорости ресинтеза АТФ в этом виде спорта обусловлена необходимостью применения высоких значений 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 с, 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 разрыва инерции, в первую секунду сокращения мышц. На графике на следующем рисунке мы видим, как с 1,3 с скорость производства АТФ за единицу времени уменьшается на 45%, а затем на 28% до 2,6 с. Понимание физиологии напряжения в этих терминах указывает нам на важность обучения при необходимости: (1) поддерживать высокую скорость ресинтеза АТФ за единицу времени, (2) задерживать генерацию 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

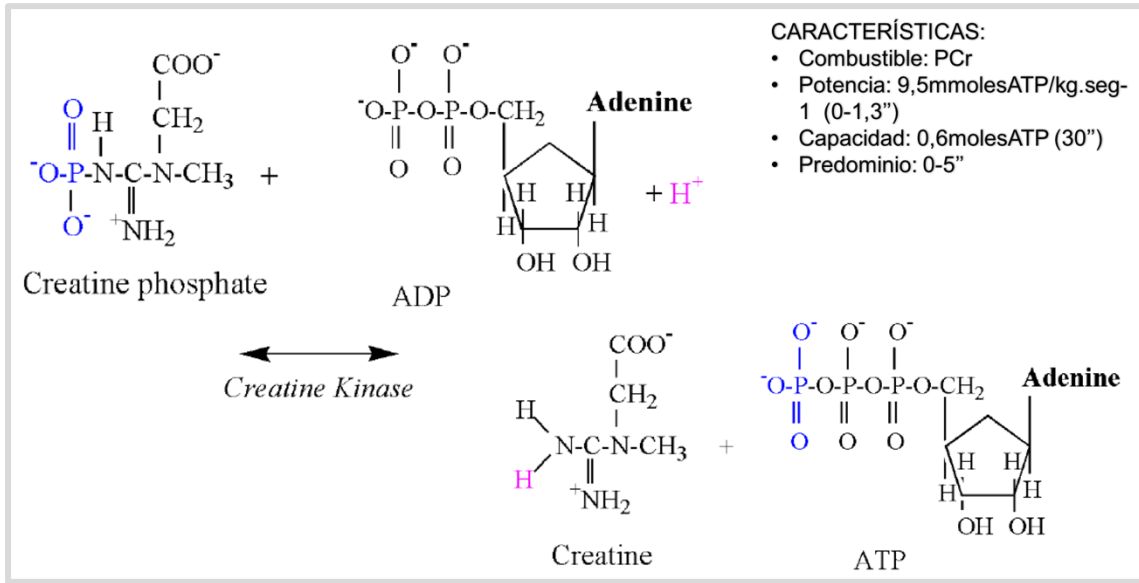
### Важность Фосфагеновой системы в ресинтезе АТФ и буферизации внутриклеточного ацидоза

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.seg-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. Синтез АТФ и демпфирование H<sup>+</sup> из фосфокреатина



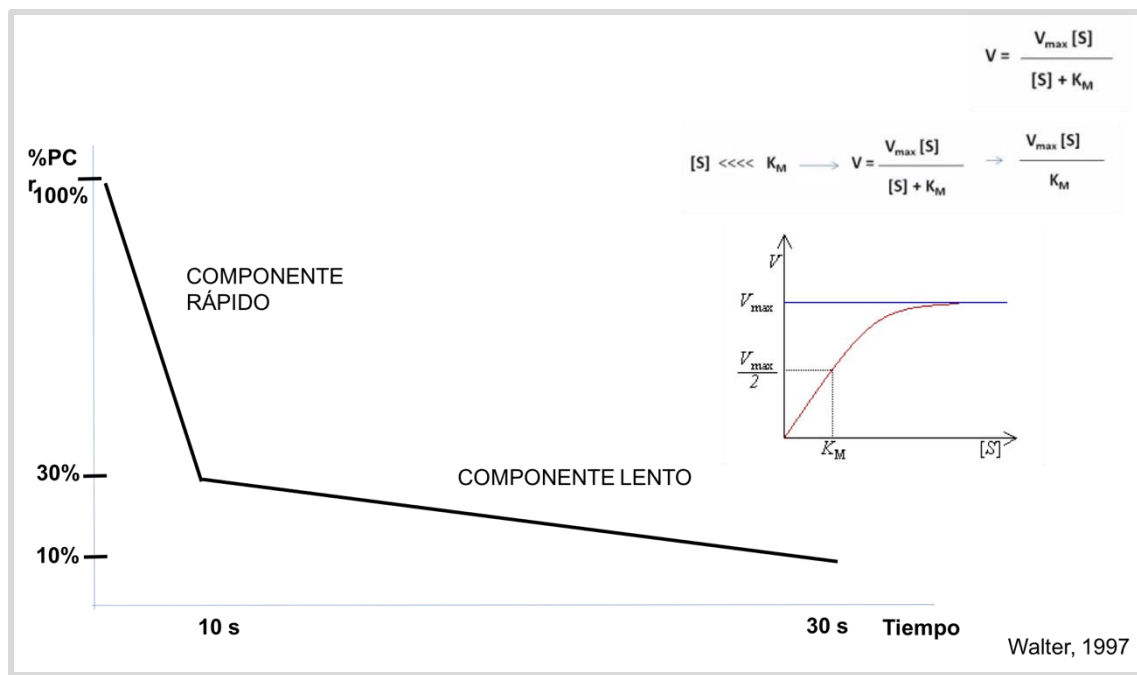
Источник: взято <https://goo.gl/Mn6Fnz>

### Кинетика деградации ПЦР

Что касается кинетики деградации ПЦР, то было отмечено, что она происходит в двухфазной форме с быстрой фазой продолжительностью около 10 С, когда 70% ПЦР разлагается, и медленной фазой 20 С, когда остальные 30% разлагаются. Характеристики этой скорости катализа ПЦР определяется константой Михаэлиса Ментена его единственного фермента, креатинкиназы (СК), 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 синтез будет происходить в основном в перерывах восстановления между усилиями.



Рисунок 7. Кинетика деградации фосфокреатина



Источник: Walter, 1997

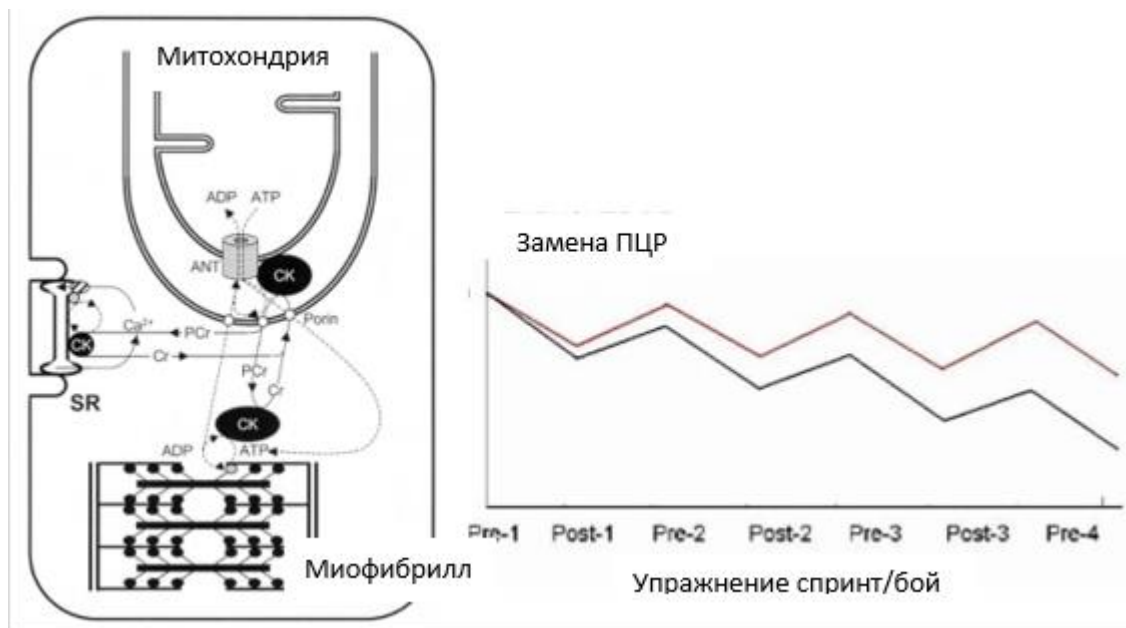
### Как улучшить скорость ресинтеза АРТ от ПЦР во время пауз между прерывистыми усилиями?

Уже довольно давно известно, что ресинтез ПЦР происходит благодаря подаче 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 типа IIa, где ПЦР истощается в большей степени. Таким образом, плотность митохондрий может быть ограничивающим фактором скорости ресинтеза АТФ анаэробными *vias*, как в случае фосфагенной системы.

На следующем рисунке мы наблюдаем слева петлю митохондриального ресинтеза ПЦР, а справа графическое представление профиля напряжения двух спортсменов относительно поворота или оборота ПЦР в течение четырех повторных спринтов. Как видно, спортсмен красной линии, обладая большей силой ресинтеза между подходами, может поддерживать более высокий профиль напряжения, что позволяет нам наблюдать явное преимущество перед своим противником. Короче говоря, если мы хотим достичь высоких требований к мускульному сокращению, мы должны деградировать 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 прерывистого типа.

Рисунок 8. Механизм митохондриального ресинтеза фосфокреатина





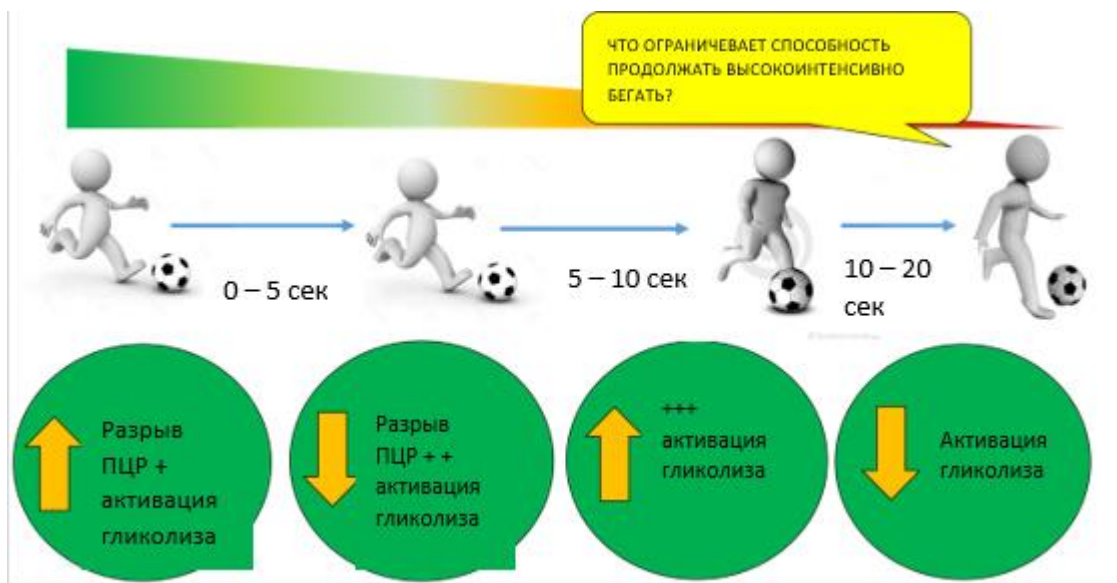
Источник: собственная разработка

### 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 деградации 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 медуллярных 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





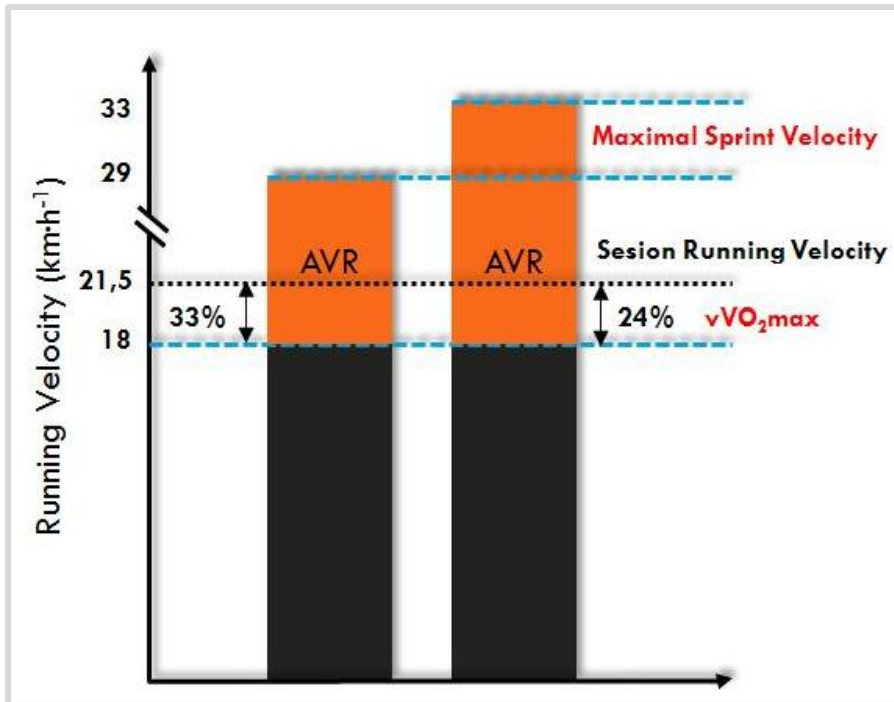
Источник: собственная разработка

### Анаэробный резерв 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 производства потенциальной 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 повторных упражнений спринта.

Рисунок 10. Анаэробный резерв скорости двух спортсменов с одинаковым  $v_{VO2max}$





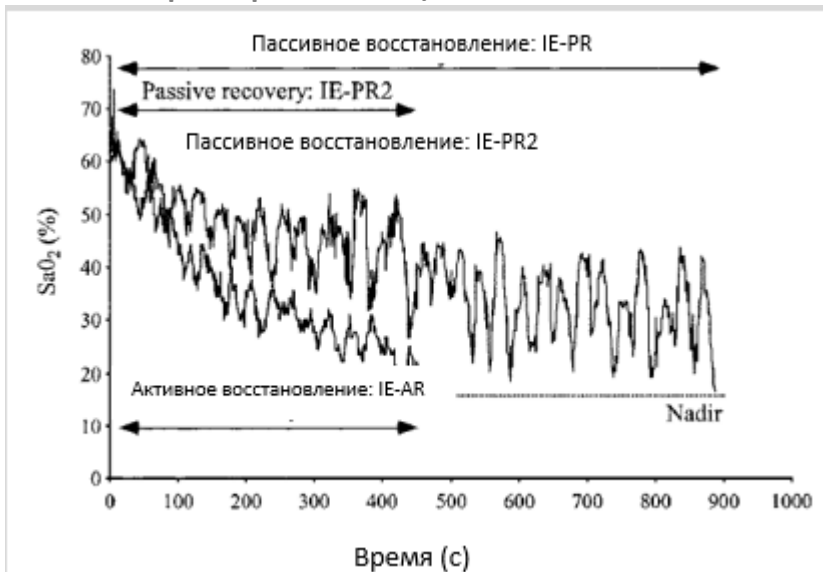
Источник: взято <https://goo.gl/vY6T5i>

### 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 перерывов на упражнения.



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

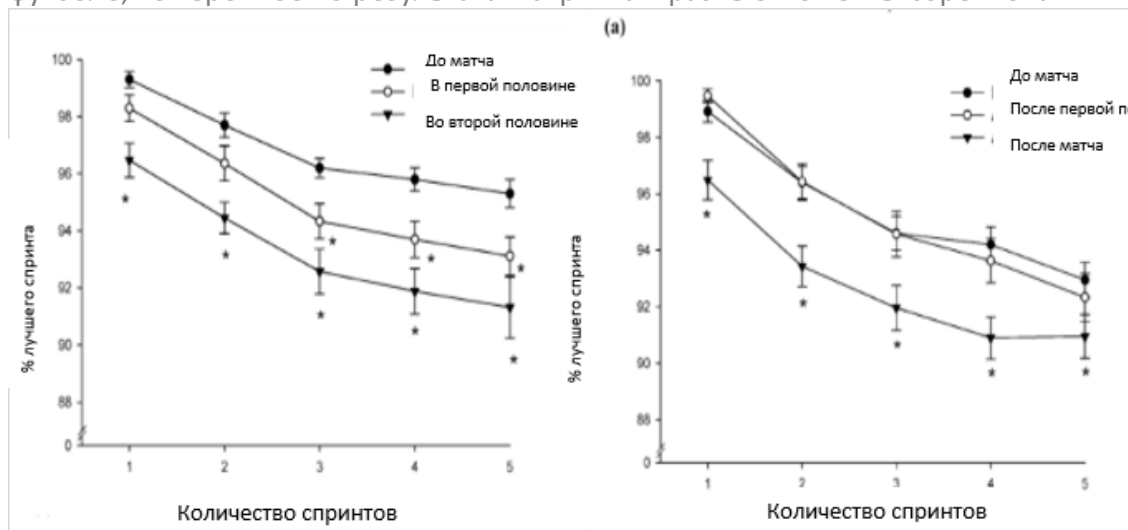


Источник: собственная разработка

**Как развивается утомляемость 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 утомляемость 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 утомляемости в футболе, измеренное по результатам спринта в разные моменты соревнований



Источник: собственная разработка

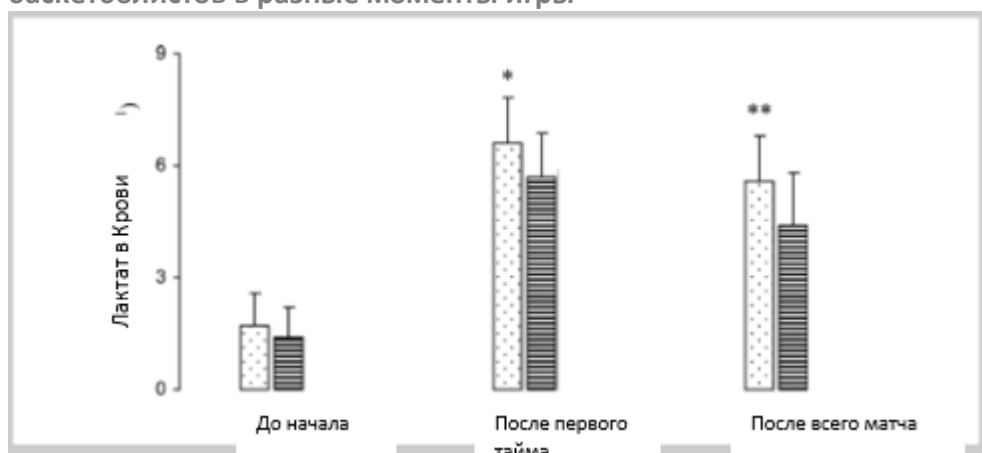


Что касается острой усталости внутри физических упражнений, то исторически было установлено, что она обусловлена накоплением отходов, являющихся результатом преобладающего анаэробного метаболизма во время интенсивных усилий, а внутри них - главным образом накоплением молочной кислоты. Однако некоторые теоретические работы 2000-х годов предполагают, что молочная кислота не может образовываться при физиологическом pH в организме человека, учитывая ее значение pKa или константу кислотной диссоциации. Таким образом, образующийся вид будет лактатом, а не молочной кислотой, в то же время лактат не может высвободить H<sup>+</sup> и вызывать изжогу или усталость, учитывая его конъюгированное базовое 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 метаболиты могут усугублять ионные изменения (K<sup>+</sup>, Cl<sup>-</sup>), модулировать проводимость ионных каналов (Na<sup>+</sup>/K<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, ClC-1) или влиять на процессы ионной чувствительности, такие как возбудимость сарколемы, что в другом смысле способствует возникновению острой усталости во время физических упражнений, вызывая физико-химические изменения в воде организма.

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 неогликогенеза печени. Таким образом, производство лактата является обязательным условием для поддержания высокой интенсивности сокращения мышц. Исследования, проведенные с баскетболистами (Abdelkrim, 2010), показали, что элитные спортсмены (белые бары) имеют более высокие значения лактата после первого тайма, а также в конце матча по сравнению со спортсменами более низкого уровня (столбцы с полосками).



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

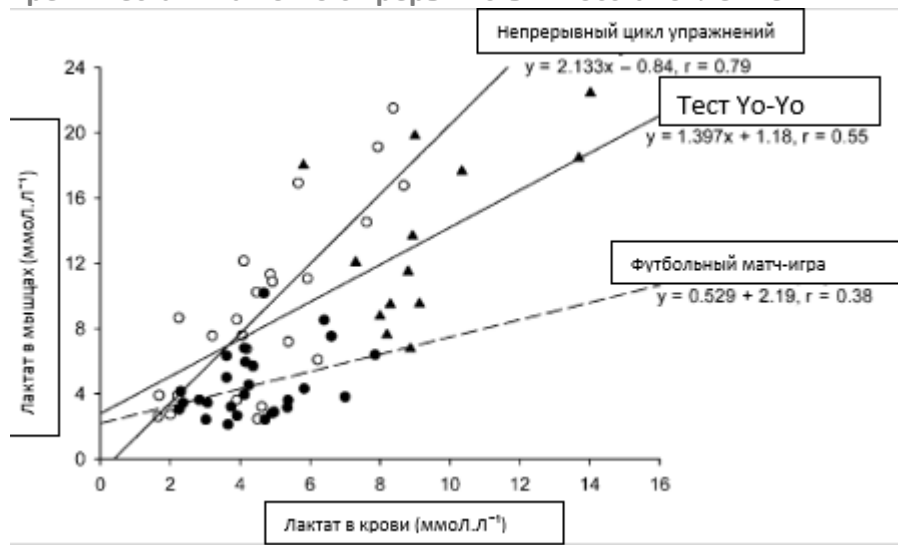


Источник: собственная разработка

Независимо от этого, кажется, что оценка лактата в крови не дает достоверного представления о том, что происходит в мышечном волокне, когда дело доходит до периодических 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 производством и удалением лактата во время периодических 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 мышц при различных типах усилий. Черные точки представляют значения лактата во время футбольного матча, белые точки во время непрерывного теста на велосипеде и треугольники во время теста типа Yo-Yo с прерывистым восстановлением

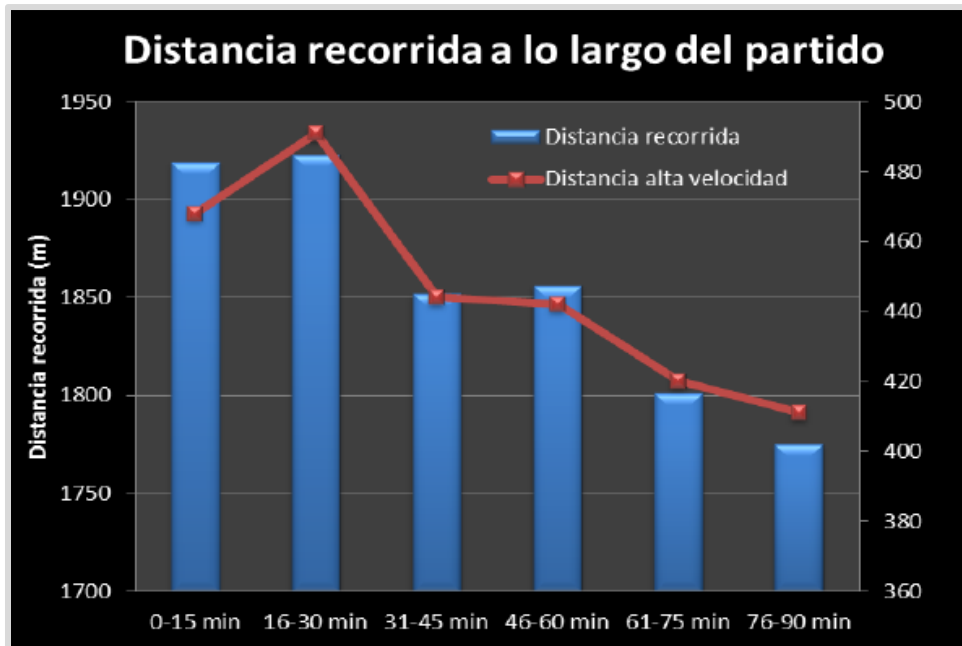


Источник: собственная разработка

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 он играет 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>.

### 3.2.3 Описание физиологических требований к футболу и 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 периодических упражнений заметно различается, что может привести к различной адаптации вегетативной нервной системы у спортсменов, которые тренируются. Тот или иной вид спорта (Ostojic et al., 2010).

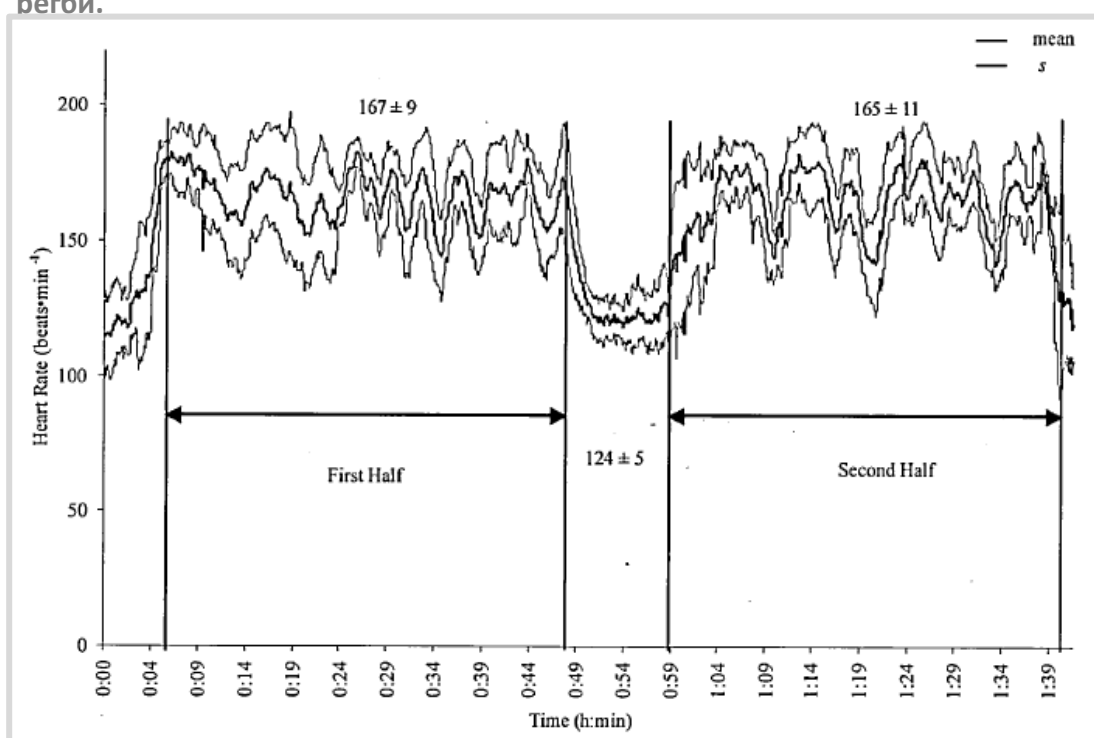
С другой стороны, желательно знать, может ли частота пульса быть полезной в качестве параметра для оценки профиля усилий в прерывистых видах спорта. Учитывая это, Бен Абделькрим, Кастанья, Эль-Фаза и Эль-Ати (2010) заметили, что реакция ФК была больше в группе баскетболистов международного уровня по сравнению с игроками национального уровня. Таким образом, более высокий уровень группы спортсменов может быть связан с более сильным сердечно-сосудистым стрессом 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), статус 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 периода. 8-недельные интервальные тренировки высокой интенсивности.

**Рисунок 16. Средняя частота пульса во время полупрофессионального матча по регби.**



Источник: Coutts et al., 2003

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). В моменты пауз (остановившийся шар) наблюдаются значения 150 ppm. Согласно McInnes et al. (1995), средний ЧСС во время игры составлял  $168 \pm 9$  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 ЧССтах. 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 ЧССтах. 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 АСВ 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, а 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 проступков.

Что касается аэробной мощности, она ниже, чем в других видах спорта с преобладанием аэробики. С другой стороны, в рамках того же вида спорта мы обнаружили, что самые высокие уровни  $VO_2$  наблюдаются у охранников или охранников: 65,5 мл / кг. мин против 57,84 мл / кг. мин у нападающих (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 вы можете 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 6 104 м для разыгрывающих, 5632 м для нападающих и 5552 м для поворотов. 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 спорт 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 гонка на разных скоростях, финты, подачи, изменения направления, ускорения, замедления, прыжки, стрельба, обратный и боковой бег, баланс, споры, дуэли 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, силы, ловкости и максимальной аэробной силы, в то же время, требуя большого количества технических и тактико-решительных навыков (Rampinini, Imperrizzeri, Castagna, Coutts, y Wisløff, 2009). Среднее максимальное потребление кислорода ( $VO_{2max}$ ) элитных игроков приближается к значениям между 55-70 мл / кг. мин<sup>-1</sup>, с индивидуальными оценками выше 70 мл/кг.мин<sup>-1</sup> (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%  $FC_{max}$  (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 значения  $FC_{med}$ , близкие к 172 ppm. Bangsbo (1994a), со своей стороны, описал значения  $FC_{med}$  для датских игроков 160 ppm и для датских элитных игроков 170 ppm.

Кроме того, в шведских профессиональных игроках Брюер и Дэвис (1994) получили значения  $FC_{med}$ , близкие к 175 ppm. Мор, Krusturp, Nybo, Nielsen и Bangsbo (2004), наблюдали в игроках регионального уровня во время товарищеских матчей  $FC_{med}$  160 ppm.

На основе этих данных, значения  $FC_{med}$  во время игры могут составлять около 160-170 млн, представляя колебания между 160 и 190 ppm, так что можно предположить, что система аэробных востребован в первую очередь (90% энергии) во время матча (Bangsbo, 1994b), нашел  $FC_{med}$  и ЧСС макс 85% и 98% от максимума (Bangsbo et al., 2006; Krusturp, Mohr, Ellingsgaard, and Bangsbo, 2005), предупреждая о высокой физиологической нагрузке, которую игроки несут во время соревнований." (Casamichana, 2014 г.)

"Кроме того, по значениям  $FC$   $VO_{2max}$  можно оценить с использованием отношения между  $FC$  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%  $FC_{max}$  будет соответствовать среднему потреблению кислорода ( $VO_{2med}$ ), 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<sup>-1</sup> для игрока со значениями  $VO_{2max}$  60, 65 и 70 мл/кг/мин<sup>-1</sup> 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<sup>-1</sup>  $VO_{2max}$  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, мочевины, мочевины, миоглобин или С-реактивный белок (Andersson, Raastad, Nilsson, Paulsen, Garthe, and



Kadi, 2008; Ascensão, Rebelo, Oliviera, Marques, Pereira, & Magalhães, 2008), которые отражают существование метаболического и механического стресса, активацию цикла пуринов и деградацию аминокислот (Brancaccio, Maffulli, and Limongelli, 2007).

Несмотря на все это, измерения FC во время матча, вероятно, приведут к переоценке VO<sub>2</sub> из-за различных факторов, таких как обезвоживание, гипертермия или психическое напряжение, которые могут повысить FC, не влияя на такой параметр (Bangsbo и др., 2006). Принимая во внимание эти факторы, предполагается, что VO<sub>2med</sub> во время игры может составлять около 70% VO<sub>2max</sub> (Bangsbo и др., 2006).

Эта оценка VO<sub>2</sub> во время соревнований поддерживается измерениями температуры ядра во время игры (косвенный показатель производства энергии), которые близки к 39-40°C и предполагают, что нагрузка во время матча составляет около 70% VO<sub>2max</sub> (Edwards and Clark, 2006; Mohr и др., 2004). Углубляясь в знания VO<sub>2max</sub> у футболиста, различные исследователи пришли к выводу, что футболисты с более высокими значениями VO<sub>2max</sub> 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<sub>2max</sub>, 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, поединки, стрельба, споры 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 значений покоя) в разных частях игры (Bangsbo и др., 2006; Krustup, 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 повторяются небольшие периоды максимальной или субмаксимальной интенсивности с относительно короткими периодами низкой и умеренной интенсивности.

Он изучил физиологические реакции, механизмы усталости и влияние аэробного кондиционирования, заключив, что способность поддерживать множественные спринты зависит от многих факторов, но доступность СРБ и внутриклеточное



накопление неорганического фосфора (Pi), вероятно, являются наиболее определяющими. Кроме того, тот факт, что как ресинтез ПЦР, так и делеция Pi (путь 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-средних во время игры были описаны между 2-10 ммоль•л<sup>-1</sup> с индивидуальными оценками выше 12 ммоль•л<sup>-1</sup> (Bangsbo, Nørregaard, and Thorsø, 1991; Krstrup и др., 2006), предполагая, что анаэробная энергетическая система пользуется большим спросом в течение различных интенсивных периодов игры (Mohr, Krstrup, and Bangsbo, 2005). Несмотря на эти данные, важно отметить, что на оценки Лос-Анджелеса сильно влияют действия, выполняемые игроком за 5 минут до сбора образца (Stølen и др., 2005)."( Casamichana, 2014 г.)

### **Лактатемические параметры 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 образца. Таким образом, энергетический продукт всей партии не может быть определен. Столкнувшись с этим вопросом, Grosgeorge в 1990 году фракционировал 90-минутный матч, чтобы иметь возможность сделать снимки, 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 анаэробного метаболизма молочной железы. С одной стороны, зависимость от использования этой системы в зависимости от места игроков на площадке. Высокие уровни в группе игроков, за которыми следуют полузащитники, причем центральные защитники имеют наименьшее использование этой системы. 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 раз. Это представляет определенную логику, учитывая, что во вторых половинах 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 первой части. 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 второй части. Что касается восстановления мышечных запасов гликогена, то было установлено, что, когда футболисты принимают 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 флуктуаций фосфокреатина, анализ проводился с помощью МРТ в течение трех двухминутных прерывистых периодов упражнений, включая пиковые, низкоинтенсивные и восстановительные сокращения, аналогичные футбольной деятельности. Уровни СРБ снижались до 50 % от максимума, но почти полностью восстанавливались в конце двухминутных периодов прерывистых упражнений (Bangsbo, 1994).

Это говорит о том, что вклад анаэробной системы в процесс развития очень важен, и АТФ и ПЦР, возможно, будут постоянно восстанавливаться в периоды низкой интенсивности для значительного использования в фазах высокой интенсивности (Yageses, 2002).

### **Общее пройденное расстояние**

В настоящее время большая часть специализированной литературы совпадает с тем, что пройденные расстояния вращаются вокруг 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 положения поля, 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 гонками. Нападающие и защитники характеризуются



чередованием относительного покоя и многочисленными взрывными действиями по короткому спринту (Pirnay, 1993).

Данные, озвученные выше, относятся к общим числам, не отличаясь от модальностей, при которых спортсмены преодолевают эти расстояния. Но мы не можем не подчеркнуть важность нерегулярного и прерывистого пути, с которым они движутся, с большими изменениями, скоростями и рулевым управлением.

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

- \* 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, выходя из стоя или бегая, составляет около 130 (Smolaka, 1978). С другой стороны, количество изменений темпа во время матча обычно близко к 1000 (Bangsbo, 1994).

### **Эффективность игрового времени**

С этой концепцией мы хотим сослаться на время, в течение которого игра остается активной, и когда она останавливается. 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, как игровых, так и паузных, составляют от 0 до 15 секунд (Эрнандес 1996). Колли и его сотрудники получили данные, которые они никогда не публиковали, где 51% акций длятся 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 % акций длятся менее 20 секунд. Пока только 9. 5% длится более 60 секунд.
- Что касается времени паузы, то отмечается, что наибольшее количество длится от 1 до 20 секунд и составляет 75% от общего количества пауз (около 44 раз за игру).
- Плотность игры (или рабочий протокол) колеблется от е 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 сотрясение мозга выглядит следующим образом:

- Пульс колеблется в среднем около 170 ppm во время игры. В течение 2/3 игровых времени вы работаете более 85% от максимального FC.
- Среднее потребление кислорода в комплекте составляет 3,5 литра в минуту. Это эквивалентно 76% от максимального уровня VO<sub>2</sub>. В зависимости от занимаемой должности, доля VO<sub>2</sub> различна: 69% защитников, 66% средства, 43,3% фронт. Общие сметные расходы на энергию составляют 1530 ккал за 90 минут.
- Обнаружены значения от 3 до 8 ммоль/л лактата, а отдельные вариации могут варьироваться от 2 до 12 ммоль/л. Во второй части наблюдается более низкая концентрация, а общее пройденное расстояние и действия 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 удалять и повторно использовать лактат в крови, предотвращая его накопление до предельных значений.
- Мышечный гликоген имеет ключевое значение в матче, поскольку он используется преимущественно и может быть преждевременно истощен.
- Футбол можно определить как смешанный вид спорта, в котором, несмотря на длительную продолжительность усилий, при которых аэробная система постоянно поставляет энергию, существует большое количество взрывных действий, требующих энергообеспечения анаэробных путей.
- Участие анаэробного алактического метаболизма во время матча очень важно количественно, поскольку оно является одним из главных ответственных за решительные действия партии (отражается взрывной силой нижних конечностей и скоростями очень коротких путей)



## 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 матч-плей 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 ). Конгнитивная структура учебные занятия для спортивных тренеров.

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

