

# Модуль 2. Применение микротехнологий для оптимизации производительности в командных видах спорта

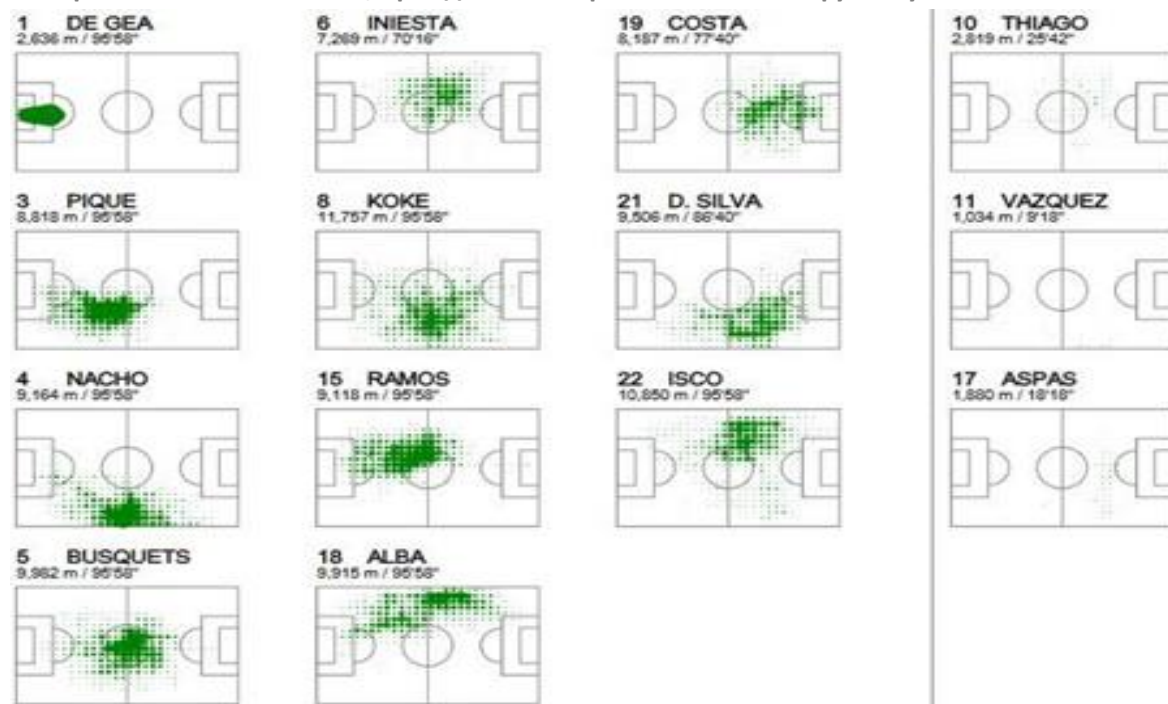
Основная идея, выраженная названием модуля, это показать теоретическую поддержку с её соответствующими практическими применениями, что позволяет оптимизировать спортивные показатели в командных видах спорта через технологические достижения. Спортивный успех часто является путём полным препятствиями и трудностями. Таким образом, когда различные команды выигрывают чемпионские титулы, будь то чемпионат Лиги чемпионов, кольцо НБА или Кубок короля по баскетболу, они состоят из спортсменов высокого уровня, которые предлагают то, что необходимо для достижения этих титулов через их игру.

Актуальность и масштабы технологий в современном спорте четко отражены, учитывая интерес, который сами средства массовой информации придают технологиям в их заголовках. Например, в нашей стране мы можем прочитать: «Барса в 2017 году прошёл в общей сложности 53398 километров» (Sport, 2017 г., <https://bit.ly/2xv9spN>), «Дембеле пролетел галопом со 28,6 км/ч, тройной дриблинг и голевой пас » (LaLiga Santander, 2018 г., <https://bit.ly/2RFSnR8>), "Бускетс является тем, кто больше всех пробежал километров, и Неймар третий" (Solé, 2015 г., <https://bit.ly/3ejLoXD>) и "Мадрид не имеет газа, пробежал на 11,6 км меньше, чем Тоттенхэм" (De la Riva, 2017 г., <https://bit.ly/2KhS5eQ>).

Таким образом, мы видим, что системы видеокамер, инерционные измерительные устройства (ИДУ), и системы на основе позиционирования произвели революцию в мире спорта, как для тех, кто работают в нем (игроки, тренеры, тренеры по физподготовке), так и для средств массовой информации и, конечно же, для зрителей или читателей.



Изображение 1: Расстояние, пройденное сборной Испании по футболу



Источник: газета MARCA о чемпионате мира по футболу в России.

На изображении 1 приводится информация о сборной Испании по футболу, которая играла на чемпионате мира по футболу 2018 года в России. Среди прочего, отмечается, что игрок (Коке) пробежал 11,7 км во время одного из сыгранных матчей. Кроме того, можно увидеть части поля, в которых больше всего передвигался каждый из игроков, из участвовавших в том матче (тепловая карта). Мы видим, например, большую разницу между вратарем и нападающим или даже между полузащитником и защитником.

В различных видах спорта, будь то баскетбол, футбол, гандбол, используются такие устройства: системы, которые используют как ИДУ, так и позиционирование, будь то глобальное или локальное.

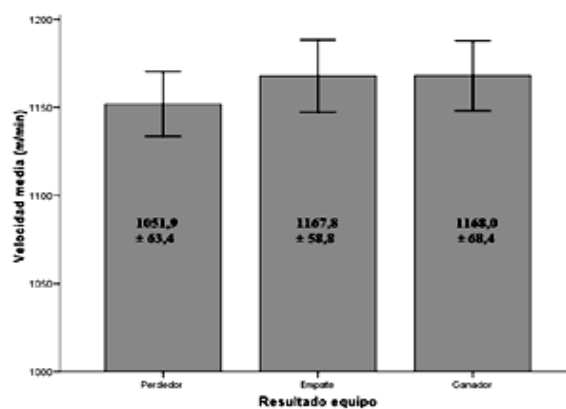
Основная цель большинства команд, таких как ФК Барселона, это выиграть титулы, то есть достичь максимальной спортивной производительности. Значит, как образом эти устройства могут помочь нам в этой цели? Можем ли мы гарантировать, что команда, которая больше всего бегаёт эта та, что больше всего побеждает? Давайте рассмотрим на очень ясный пример. Когда команды проигрывают, говорится что игроки не бегают, что они опаздывают на каждом движении, и поэтому приходят к выводу, что в плохом физическом состоянии. Наоборот, когда команды выигрывают, видение радикально меняется, и говорится, что игроки много бегают, что они быстрее соперников, и утверждается, что они в хорошем физическом состоянии. Однако, с моей точки зрения, исходя из всей информации, доступной в научной литературе и на собственном опыте, это совсем не соответствует действительности.

Производительность в матче зависит от нескольких факторов, таких как тактическая модель, если играется на своем поле или в гостях, момент сезона, в котором играется матч, результат во время матча и от противника. Прежде всего, мы можем увидеть публикацию Casamichana и



Castellano (2014 г.) основанная на физических требованиях и результатах, полученных в ходе различных матчей, которые были сыграны на чемпионате мира в южной Африке, в котором испанская сборная была объявлена новым чемпионом. На изображении 2 мы отмечаем, что не было никаких различий от расстояния, пройденного между командами, которые проиграли, командами, которые сыграли в ничью, и командами-победителями; это означает, что пройденное расстояние не обуславливала результат.

**Изображение 2: Средняя скорость передвижений, выполненными сборными, которые победили, сыграли в ничью и проиграли на ЧМ-2010 г.**

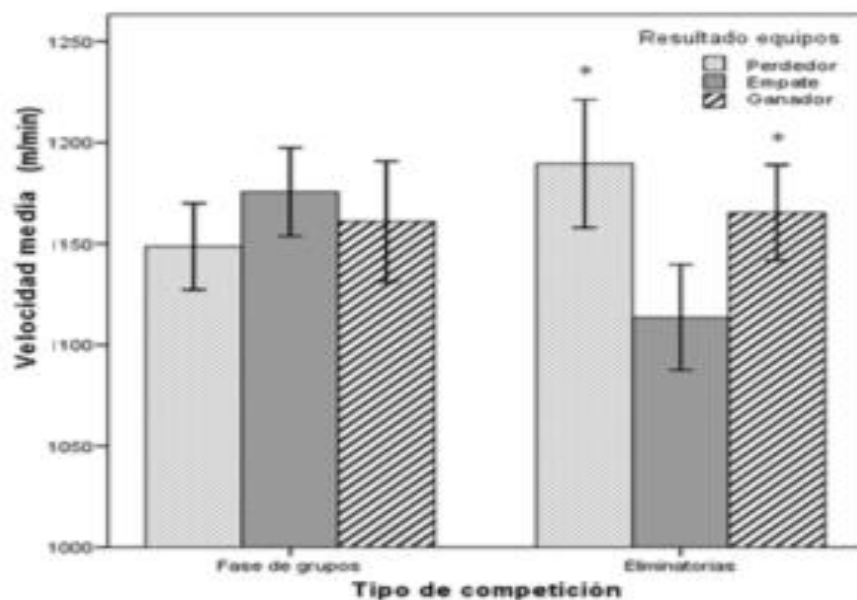


Источник: Casamichana, 2014 г., стр. 610

И если мы посмотрим на изображение 3, мы обнаружим, что на этапе отборочного турнира появляются различия в пользу проигравших команд, то есть, команды, которые проигрывали были те, которые больше всего бегали.



Изображение 3: Средняя скорость передвижений, выполненными сборными, в зависимости от различных этапов соревнований на ЧМ в Южной Африке



Источник: Casamichana, 2014 г., стр. 611

Вышеупомянутое исследование было ратифицировано совсем недавно очень интересной публикацией, сделанной со всеми футбольными командами испанской лиги, как первого дивизиона, так и второго дивизиона (Gomez-Piqueras, Gonzalez-Villora, Castellano, и Teoldo, 2019 г.). Авторы проанализировали физические требования, используя три переменные: общее расстояние, расстояние высокой скорости и расстояние очень высокой скорости; и, в свою очередь, разделили их на две категории: одна категория, которая включала команды, расположенные в верхней части квалификационной таблицы, и другая категория команд в нижней части таблицы.

Изображение 4: Значения физических переменных команд в верхней и нижней половине таблицы квалификации

Physical variables	Upper half of classification	Lower half of classification	p	ES
		Cohen D		
<b>First Division</b>				
TD	108,823±2,653 m	109,924±1,866 m	0.29	0.48
DHI	2,987±199 m	3,049±126 m	0.42	0.00
DVHI	2,853±192 m	2,885±139 m	0.67	0.00
<b>Second Division</b>				
TD	107,744±1,970 m	108,625±1,788 m	0.28	0.46
DHI	2,839±175 m	2,799±139 m	0.55	0.00
DVHI	2,656±273 m	2,569±187 m	0.38	0.00

*TD: Total distance; DHI: Distance to high intensity (21-24 km/h); DVHI: Distance to very high intensity (>24 km/h)*

Источник: Gomez-Piqueras, 2019 г. стр. 5



Видно, что в первом дивизионе команды, которые заняли верхнюю часть таблицы квалификации, пробежали 108 823 метров. С другой стороны, команды, которые были в нижней части таблицы пробежали немного больше, именно 109 924 метров.

Что касается высокоинтенсивного расстояния, то команды верхней части таблицы квалификации пробежали 2987 м, остальные команды - 3049 м. Опять же, команды в нижней части таблицы квалификации покрывали больше расстояния на высокой интенсивности, чем команды верхней части таблицы квалификации. Что касается расстояния очень высокой интенсивности, то ценится это же явление: 2853 м лучшей командой, по сравнению с 2885 м, командами на худшей позиции в таблице квалификации. Это означает, что, даже если разница не была значительной, команды с наихудшим рейтингом делали больше усилий, чем команды в топ-рейтинге первого дивизиона.

Во втором дивизионе картина была такой же. Не было существенной разницы между командами в верхней части квалификационной таблицы и командами в нижней части.

Эта публикация не остановилась на этом и пошла дальше, поскольку она связывает физические требования с переменными, которые они назвали переменными "успеха": окончательный рейтинг, очки, которые они набрали в квалификационной таблице, голы в пользу и голы в ворота команды. Ни в одном случае не было каких-либо существенных различий для команд первого или второго дивизионов. Не было установлено никакой корреляции между физическими требованиями и переменными успеха.

Возвращаясь к средствам массовой информации, газета «El País», одна из самых важных газет Испании, опубликовала: «Внимание, болельщик!, не просите Вашу команду бегать, если вы хотите, чтобы она победила» (Martín, 2019 г., <https://bit.ly/2yToQN4>) (изображение 5).

Изображение 5: Статья газеты El País



Источник: Martín, 2019 г., <https://bit.ly/2yToQN4>

Спорно, является ли этот заголовок несколько провокационным или нет; тем не менее, мы можем углубиться в эту тему, чтобы понять связь между физической производительностью и спортивным успехом в командных видах спорта. В статье показаны исследования, ориентированные на футбол. Результаты этого исследования показывают, что победы в футбольных матчах не достигаются, бегая больше, чем соперник. На самом деле, команда,

которая больше метров бегала, часто проигрывала. Для нас в этом нет ничего нового, поскольку мы отмечали это ранее, предоставив две публикации, которые приводят к этому же пункту. Кроме того, время владения мячом также не казалось решающим, так как это повлияло только на 5% в итоговом результате. Больше раз бить мяч в центр поля или давить больше в поле противника также не гарантируют победу. Таким образом, исследователи и аналитики клубов и LaLiga, участвующие в исследовании, создали серию передовых показателей, с помощью которых они могут точно нарисовать, почему команда идет в раздевалку после поражения или, наоборот, после победы.

До недавнего времени спортивные исследователи сосредоточивались в первую очередь на анализе физиологических аспектов, т. е. на том, как во время матчей вели себя такие переменные, как пульс, лактат или расход энергии. Сегодня, с тысячами метрик, отражающих физические требования, был разработан научный подход, который выходит за рамки этого чисто физиологического аспекта. Компания Media Coach стремилась найти способ количественно оценить реальную ценность стратегий, искала тактический ДНК команд, используя данные, полученные в анализе. Это состояло из объективации в количественном выражении, то есть количественно оценивать игровую модель и обнаруживать эффективность, которая получается от наилучшего применения каждого из них. Одним из данных этого анализа, опубликованных в журнале, было расстояние, пройденное командами в среднем, которое оказалось 109 км. Команда с наихудшим рейтингом пробежала 112 км, в то время как команда с самым высоким рейтингом, которой на тот момент была Барселона, пробежала всего 103 км; разница между командой на первом и последнем рейтинге была 9 км. Но, а что происходило с владением мячом? Среднее количество пасов в среднем по команде составило четырнадцать. Худшая команда сделала всего десять пасов, а количество пасов лучшей команды, опять же Барселона, составило восемнадцать.

И если мы будем продолжать анализировать, есть ли связь между тем, что мы бегаем и тем, что бегают наш соперник? Ответ - да. Понятно, что то, что мы бегаем, в какой-то степени обусловлено тем, что бегают наш соперник.

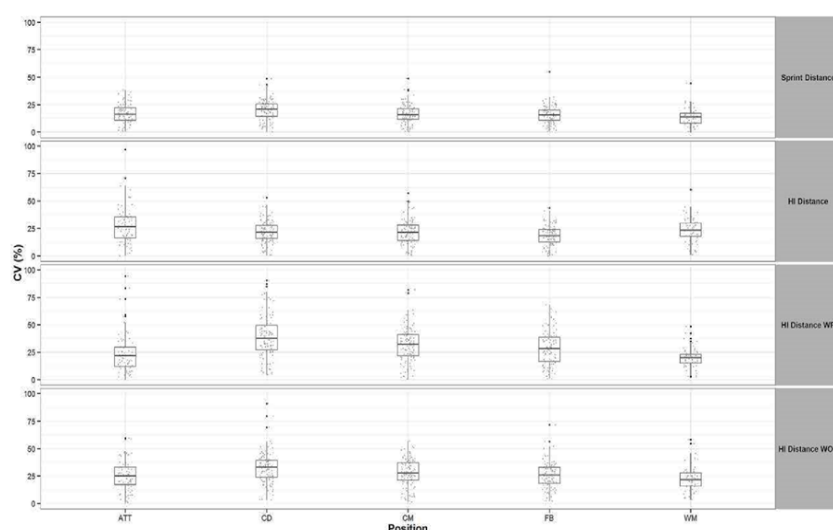
Можно сказать, что в течение короткого периода времени физическое состояние каждого игрока поддерживается с небольшими колебаниями при нормальных условиях, то есть, не выдержав лишнего усилия выше уровня тренировочной нагрузки, а значит, с уровнем усталости недалеко от обычного. Итак, максимальная скорость спортсмена будет равна или очень похожа сегодня, завтра, через три дня и через неделю так же, как это произойдет с максимальным потреблением кислорода, который останется на очень аналогичных уровнях в краткосрочной перспективе. Однако научная литература позволяет нам возразить, что высокоинтенсивное расстояние, пробеганное в различных элитных футбольных матчах, сыгранных за короткий промежуток времени, может отличаться до 30%. Это означает, что коэффициент изменения пробеганного расстояния высокой интенсивности, между различными матчами, может быть 30%. Что это значит? Это означает, что нет никакой важной связи между физическим состоянием или условной структурой игрока и этой переменной производительности (физическое требование), которая возникает в самом соревновании.



В баскетболе также можно сказать, что расстояние высокой интенсивности, пройденное в разных матчах, может заметно отличаться (неизданные данные). Наблюдались высокие коэффициенты вариации (около 30%), демонстрирующие, что можно говорить об одном и том же поведении в обоих видах спорта. Поэтому, внимание во время установления прямой и лёгкой связи спортивной производительности, измеренной через физические требования и физическую готовность команды и игроков в соревновании.

С другой стороны, публикация, которая также была сделана в Премьер-лиге, проанализировала в период с 2005 по 2013 года не больше и не меньше, чем 451 матчей.

**Изображение 6: Коэффициент изменения параметров физической производительности в зависимости от игровых позиций игроков**



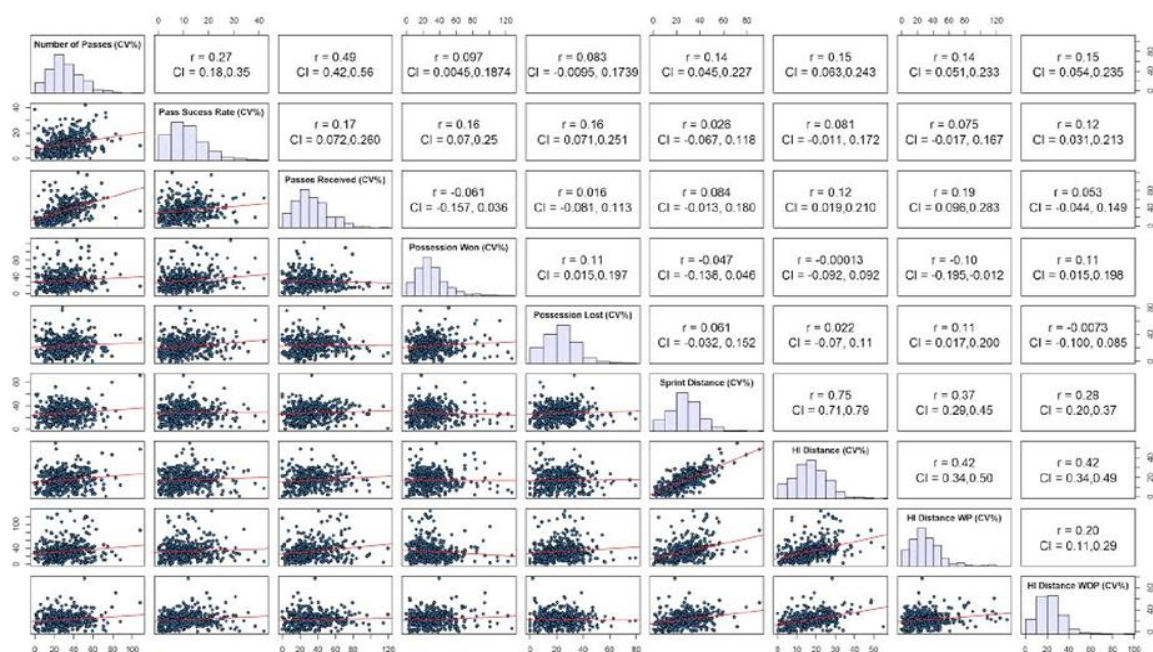
Источник: Bush, Archer, Hogg и Bradley, 2015 г., стр. 867.

Что расследовали его авторы? Они изучили взаимосвязь между физическими требованиями и техническими переменными и отметили, что коэффициенты вариации, которые происходили в матчах, достигли от 20% до 30% - как мы уже обсуждали и оправдывали другими публикациями, в переменной спринта или в переменных высокоинтенсивных расстояний. С другой стороны, они проанализировали, например, общее количество пасов, количество удачных пасов, количество атак с прямыми столкновениями один на один, и вновь обнаружили высокие коэффициенты вариации. Технические параметры менялись даже больше, чем физические требования. Защитники, со своей стороны, показали более высокий коэффициент вариации для технических переменных атаки, и происходило противоположное для нападающих, которые имели более высокие коэффициенты вариации для технических переменных обороны.

Линейной корреляции между физическими требованиями и изучаемыми техническими требованиями обнаружено не было.

**Изображение 7: Матрица корреляции между коэффициентами физической и технической вариации**





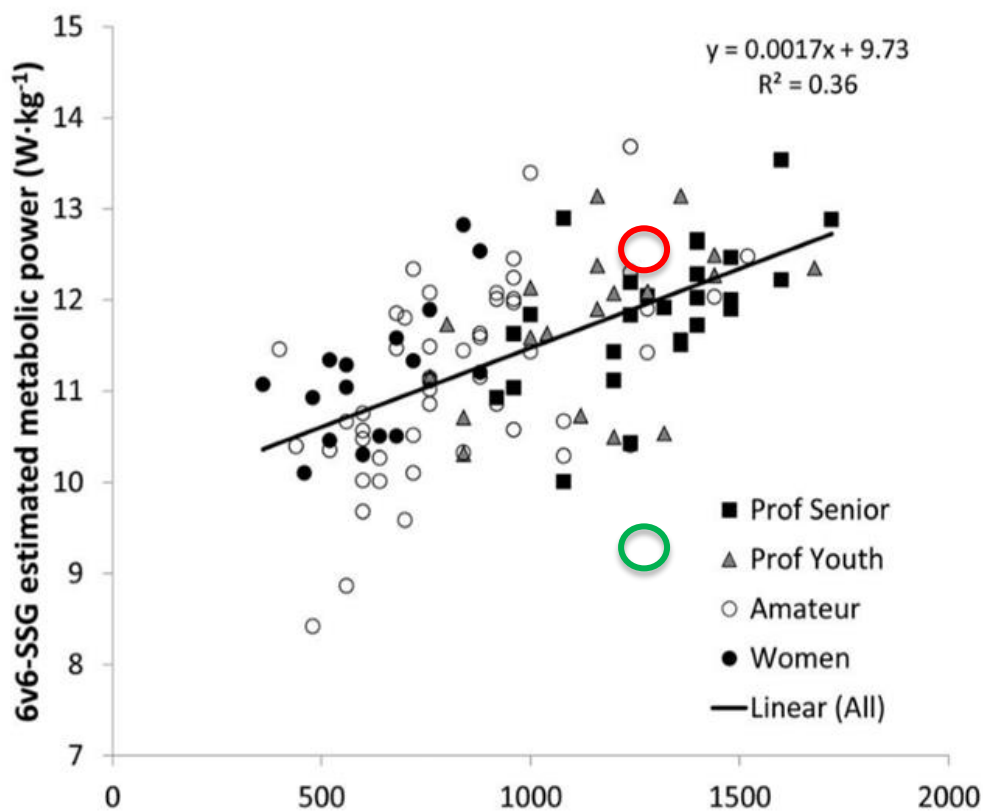
Источник: Bush, и др., 2015 г., стр. 870

Таким образом, мы смогли сделать вывод о том, что физические и технические требования в оцененных матчах являются переменными, которые меняются в зависимости от контекста. Опять мы повторно говорим о влиянии контекстуальных факторов на групповые виды спорта.

Есть и другие аспекты, изученные в научной литературе, которые также могут иметь практическое применение. В футболе излучилось выполнение задачи игры неполными составами, в которой шесть игроков играли против шести, и установилось отношение, которое могло бы существовать с физической готовностью игроков, выполняющих эту задачу (Stevens, De Ruiter, Beek и Savelsberghet, 2016 г.). Все эти игроки прошли тест на выносливость через Йо-Йо тест. На основе результата этого теста была установлена корреляция с метаболической мощностью (физические требования, полученные с помощью микротехнологий) и рассчитана ее корреляция. Все это использовалось с женщинами, молодыми мужчинами и синьор футболистами.

**Изображение 8: Диаграмма рассеяния между оценкой метаболической мощности в игре неполными составами шесть против шесть и расстояние в Йо-Йо тесте прерывистого восстановления второй уровень**





Источник: собственная адаптация на основе Stevens, и др., 2016 г., стр. 530

Отличается, как, перед одним и тем же результатом в Йо-Йо тесте, два игрока показывают очень разные требования метаболической мощности в задаче шесть против шести (как видно на изображении 8, красный и зеленый круг). Очевидно, что усилия, сделанные этими двумя игроками в задаче игры неполными составами, не были связаны с их уровнем выносливости, показанным в Йо-Йо тесте.

Значит, мы можем подчеркнуть, что ни соревнование, ни выполнение задач игры неполными составами не являются полезными в качестве теста для оценки физической производительности или, как обычно его неправильно называют "состояние формы игрока". Невозможно определить физическое состояние наших игроков, наблюдая или понимая их производительность в игровых условиях, будь то на тренировке или на соревновании. Поэтому крайне важно де-мистифицировать утверждение о том, что мы находимся в плохом физическом состоянии, если мы оцениваем только результаты физических требований, которые мы получаем в матчах.

Наоборот, важно учитывать все контекстуальные факторы, которые могут непосредственно влиять, в большей или меньшей степени, на физические требования, которые требуются в матче. Таким образом, мы должны очень хорошо объяснить тренерам, что благодаря технологическим достижениям, мы владеем ценной информацией, благодаря которой можно правильно понять взаимосвязь между физическим состоянием или формой и физической

производительностью или результата в определённом матче. Этот пункт может помочь нам значительно в нашей работе в качестве тренеров по физподготовке.

Еще один вклад был предоставлен публикацией Мартина Бухейта (Martin Buchheit). Buchheit проанализировал производительность бега в футболе и полученный результат во время матча; измерил расстояние, пробеганное более чем за 14 км/ч во время матча, и идентифицировал две группы. Он проанализировал, с одной стороны, пройденное расстояние за пять минут до гола, а с другой стороны, расстояние, пройденное за пять минут после гола. Для этого он использовал разные категории: когда команде забивали гол и проигрывала, когда забивала и проигрывала, когда ей забивали гол и матч был вничью, когда забивала гол и матч был вничью, когда ей забивали гол и выигрывала, и когда забивала гол и выигрывала.

Какой можно сделать вывод? Поскольку результаты показали, что не было никаких различий между расстоянием, пройденным за эти пять минут до гола, и расстоянием, пройденным в остальной части матча, за исключением моментов, когда матч был вничью; затем пройденное расстояние было несколько больше, - был сделан вывод, что скорее всего расстояние не является предиктором успеха в футболе, по крайней мере в этом исследовании. Причина в том, что не было практически никакой разницы в пройденном расстоянии. Было также проанализировано расстояние, пройденное в течение пяти минут после гола, и сопоставлено со средним расстоянием, пройденным за остальное время матча. Опять же были различия в расстоянии, которое пробегалось практически во всех категориях, упомянутых выше. И не исключено, что после того, как команде забивали гол или она забивала гол, команды пытались реорганизоваться и сохранить владение мячом, то есть, они бегали меньше, как только они получали или забивали гол. Наконец, еще один аспект, который указывает эта статья: это чем больше разница голов на табло, тем меньше расстояния было пройдено. Это означает, что, когда разница в количестве баллов команды была больше, команды бегали меньше.

И если мы возьмём данные, предоставленные Casamichana и Castellano (2014 г.), которые сравнили расстояние, пройденное всеми командами испанской футбольной лиги при владении мячом и расстояние, когда они не владели мячом, мы можем подтвердить то, что авторы указали: "Скажите мне, сколько Вы бегаєте, и я скажу Вам, как вы играете мячом на матче" (Casamichana и Castellano, 2014 г., <https://bit.ly/2Vrk55b>). Все эти данные позволяют нам видеть, что ФК Барселона, который был победившей командой этой лиги, был тем, кто больше всего отличался от остальных команд в пройденном расстоянии, когда они владели мячом и когда они им не владели. Кроме того, авторы показали стандартное отклонение от проанализированных результатов и попытались ответить на вопрос «скажите, насколько отличается бег игроков, и я скажу Вам, как они играют» (Casamichana and Castellano, 2014 г., <https://bit.ly/2Vrk55b>).

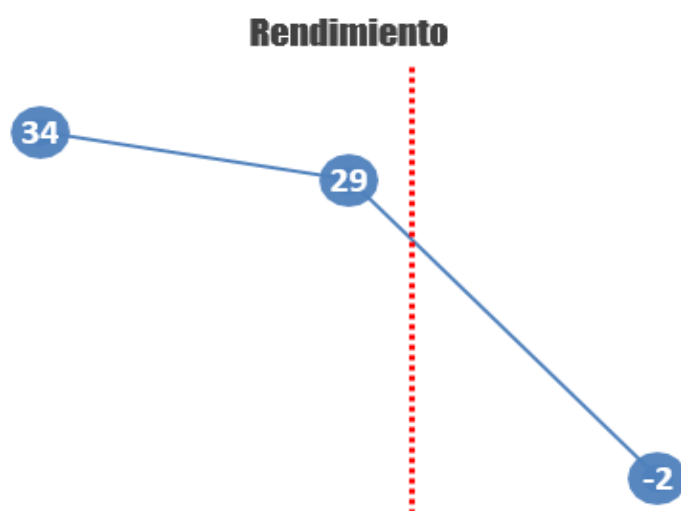
Теперь рассмотрим пример одного игрока. Мы будем анализировать такие данные, как минуты, которые он играл в различных матчах, очки, которые он получил, проценты и оценки. Мы установили два этапа, один, в котором его производительность была высокой и один, в котором его производительность была низкой.



На первом этапе пресса сообщала, что этот игрок играл на очень высоком уровне и что оправдал больше чем то, что от него ожидалось на его карте игрока. Через некоторое время этот игрок явно снизил производительность. Перед примерно таким же средним количеством сыгранных минут, уменьшилась его оценка и число баллов в некоторых из матчей, соответствующих другому этапу того же сезона. На этом втором этапе заголовки прессы сообщили, что игрок находился в плохом физическом состоянии.

Итак, мы проанализировали все тренировки игрока, записанные микротехнологиями в обоих фазах. Не было никаких различий между двумя фазами по сравнению с любой из переменных, которые мы проанализировали, ни в анализированном расстоянии, ни в высокоинтенсивных действиях, ни в максимальной скорости, ни в максимальном ускорении этого игрока. Не было обнаружено никаких различий в физических требованиях, выполненных игроком в тренировках на обоих этапах; однако в его производительности в матче произошли изменения (изображение 9).

Изображение 9: Производительность баскетболиста, используя официальную статистику



Источник: собственная разработка.

Мы рассмотрим еще одну тему, что повторяется, которая связана с производительностью на соревнованиях в групповых видах спорта: усталость. В связи с этим Paul, Bradley и Nassis (2015 г.) провели исследование премьер-лиги, в котором сравнили показатели, выраженные в физических требованиях (пройденных расстояниях) во время матчей. Авторы проанализировали, является ли усталость, которая была отмечена в различных статьях как возможная причина снижения физических требований между первой и второй частью футбольного матча или между первым и последним периодом в баскетболе, и также связанной с уменьшением расстояния, пройденного между двумя сторонами в футболе, является причиной этого снижения, в связи с физиологическими факторами.

Авторы подняли разные вопросы: может ли психическая усталость иметь что-то общее со снижением пройденного расстояния? Могут ли с этим иметь какое-либо отношение



стратегии ритма, которые сознательно или бессознательно устанавливают игроки по разным причинам во время матча иметь какое ни будь отношение? Могут ли инструкции, которые тренер дает игрокам и команде, с этим иметь какое ни будь отношение?

Скорее всего, комбинация различных концепции, которые появляются выше, может лучше объяснить, почему происходят эти изменения в матчах. Поэтому мы должны изменить то, как мы изучаем усталость в ситуационных видах спорта. Мы должны перейти от редуцированного анализа, который проводится с помощью призмы одного измерения, к более всеобъемлющему, анализируя различные факторы одновременно, через призму с различными измерениями. Таким образом, мы сможем понять, что происходит, и проверить, есть ли усталость.

В этой же линии другая публикация (Ryan, Coutts, Hocking, и Kempton, 2017 г.), в австралийском футболе, также показывает анализ того, как менялось расстояние в различных матчах этого спорта. Итак, эти авторы обнаружили, что это расстояние являлось, в частности, под влиянием переменных, такие как, если игралось дома или в гостях, момент сезона, результат матча и от противника. Авторы пришли к выводу, что матчи, выигранные с большим количеством ротаций игроков и против более сильного соперника, превратились в небольшие или умеренные увеличения в общем относительном расстоянии, и что в течение сезона, по сравнению с предсезонном, было больше перерывов в матчах. Кроме того, они пришли к выводу, что в гостях оказались небольшими или умеренными сокращениями общего относительного пройденного расстояния.

Значит, физическая подготовка является важной? Мы постараемся ответить на этот вопрос.

Zidane, на первом его этапе в качестве первого тренера Реал Мадрида, прокомментировал в одном из его первых интервью: «Мы должны улучшить физический аспект» (Medina, 2016 г., <https://bit.ly/3baFpCr>). Впоследствии в средствах массовой информации можно было увидеть изображения его тренера по физподготовке играя в гонки с командой вокруг поля и упражнения, направленные на подготовку так называемого “core”. Таким образом они попытались поддержать то, что комментировал Zidane о необходимости улучшения телосложения команды.

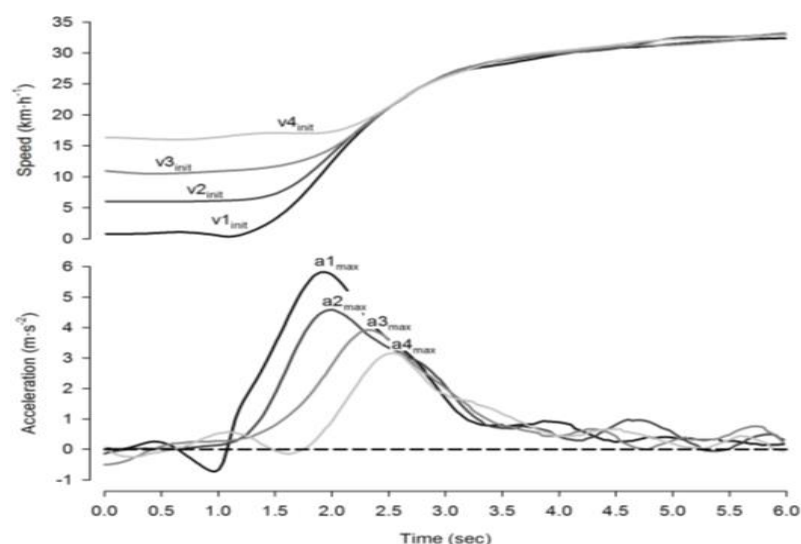
Если продолжать анализировать данные, связанные с физической подготовкой, то и Leo Messi, и Cristiano Ronaldo находятся в рейтинге десяти самых быстрых игроков. В этом рейтинге также появляются такие игроки, как Robben и Bale. Как мы видим, некоторые из лучших игроков мира имеют по крайней мере некоторые высокие условные возможности.

Другой пример показывает сравнение между одним из самых важных спринтеров всех времен, Асафа Пауэлл, и Лео Месси бежав пять метров. Мощность, генерируемая Асафой Пауэлл, составила 476 Вт, в то время как Лео Месси получил 378 Вт. Однако, если это связать с массой тела, сила Лео Месси в первые пять метров составила 5,56 Вт, по сравнению с 5,41 Вт Асафы Пауэлла. Это свидетельствует о большой способности ускорения Лео Месси. Важно также отличить, способность ускорения в различных ситуациях. Мы можем сделать ускорение с нуля или, как мы видим на изображении 10 и таблице 1, анализируя ускорения от 6 км/ч, примерно с 11 км/ч или примерно с 16 км/ч, какое будет самым высоким ускорением?



Ускорение с наибольшей величиной произойдет, конечно, когда мы начнем с нуля. Но, по мере увеличения скорости сложность ускорения возрастает. Тем не менее, метаболические расходы больше, когда мы ускоряемся на этапе гонки. Это факт, который нужно иметь в виду при анализе физических потребностей игроков.

Изображение 10: Кривые скорости (см. выше) и ускорения (см. ниже) спортсмена



Источник: Sonderegger, и др., 2016 г., стр. 4

Таблица 1: Скорости и ускорения, полученные с разных стартовых скоростей

Table 1. Achieved maximal voluntary acceleration and maximal running speed out of four different initial movement speeds.

$v_{init}$ (km·h <sup>-1</sup> )	$a_{max}$ (m·s <sup>-2</sup> )	$v_{max}$ (km·h <sup>-1</sup> )
Standing	$6.01 \pm 0.55$ (5.88; 6.14)	$31.3 \pm 1.5$ (30.8; 31.5)
Trotting	$6.2 \pm 0.8$ (6.0; 6.4)	$31.1 \pm 1.4$ (30.8; 31.4)
Jogging	$11.4 \pm 1.3$ (11.1; 11.7)	$30.7 \pm 1.5$ (30.4; 31.1)
Running	$16.7 \pm 1.2$ (16.4; 17.0)	$30.7 \pm 1.5$ (30.3; 31.0)

Источник: Sonderegger, Tschopp и Taube, 2016 г., стр. 5

Итак, на основе данных, показанных в этой публикации, можно сделать вывод, что происходят ускорения высокой интенсивности от 75% максимального ускорения каждого игрока, что соответствует различным ситуациям:

- от 0 км/ч: >4,51 м/с<sup>2</sup>;
- от 6 км/ч: >3,25 м/с<sup>2</sup>;
- от 10,8 км/ч: >2,40 м/с<sup>2</sup>; и
- от 15 км/ч: >1,72 м/с<sup>2</sup>.

Использование процента ускорения предотвращает смещение завышения или недооценки ускорений, которые начинаются с медленной или быстрой первоначальной гонки. Кроме того,

этот процент позволяет установить пороги интенсивности, которые индивидуализируют этот аспект.

В наших собственных неизданных данных, проанализированных в баскетбольных задачах, мы можем указать, как, согласно установленным скоростным зонам от 0 км/ч до 1 км/ч, 1 км/ч до 6 км/ч, 6 км/ч до 12 км/ч, 12 км/ч до 18 км/ч, 18 км/ч до 21 км/ч, 21 км/ч до 24 км/ч и более 24 км/ч, наибольшее количество высокоинтенсивных ускорений произошло, когда игроки начинали от 0 км/ч. Когда мы проходили предел 21 км/ч, мы не могли найти никакого ускорения, низкой или высокой интенсивности. Противоположное происходило, когда мы анализировали негативные ускорения (замедления). В районах, где скорость была больше, чем 21 км/ч, был обнаружен самый высокий процент замедлений высокой интенсивности. На изображении 11 мы видим данные игрока в течение баскетбольного матча. Белая линия колеблется и показывает скорость игрока, а затененные области показывают моменты, в которых происходят ускорения. Красные линии соответствуют порогам ускорения этого игрока во время матча на 3 м/с<sup>2</sup> и - 3 м/с<sup>2</sup>.

**Изображение 11: Графическое описание в прямом эфире скорости и ускорения баскетболиста**



Источник: собственная разработка на основе RealTrack Systems.

Если проанализировать большую часть действий Лео Месси, то увидим, что его способность ускоряться и замедляться с мячом очень высока. Поэтому можно сказать, что условные способности игрока и, следовательно, физическая подготовка являются очень важным фактором, и в наших руках является возможность помочь нашим игрокам, дополнить всю



техническую и тактическую работу посредством тренировки условной структуры, чтобы попытаться оптимизировать их игру.

Нет никаких сомнений в том, что физическая подготовка важна, но мы должны отличить различные переменные, то есть между количеством и качеством. Кроме того, давайте не будем забывать, что есть переменные, такие как объем, который будет связан с количеством и может иметь меньший вес, как мы уже видели и анализировали, например, в исследовании ЧМ в Южной Африке, где не было различий в расстоянии между победителями, проигравшими или теми, кто сыграли вничью. Интенсивность, с другой стороны, будет связана с качеством.

Итак, когда мы пересматриваем руководства теории тренировок, мы видим, что все они говорят об интенсивности и объеме. Это может быть связано с переменными, которые могут быть получены с помощью устройств WIMU, с нервно-мышечными аспектами, связанными со спринтом или ускорениями и замедлениями более 2 м/с<sup>2</sup> или 3 м/с<sup>2</sup>. И объем может быть связан с другими переменными, которые также измеряют эти устройства, такие как расстояние.

Очень важно знать, что во многих публикациях, упомянутых в этом курсе, всегда появляются линейные корреляции, но мы должны быть осторожны с ними, потому что иногда, они могут нам помочь, но в некоторых случаях они могут усложнить понимание реальности такой, какая она есть. Поэтому, мы должны быть в состоянии выполнить анализ с различными методами, которые не просто были бы линейными. Для этого мы можем использовать сложные динамические системы, которые помогут нам лучше анализировать и понимать, что происходит в командных видах спорта. Мое предложение — это избежать аналитический анализ физических требований в тренировках. Однако это не простая задача. Так, например, газета «El País» снова показывает, кто лучше передаёт, кто восстанавливает наибольшее большинство мячей из-за каждого мяча, что теряет и кто делает больше всего пасов вблизи района соперника во время соревнования. Все это то, что мы должны попытаться связать с тем, что происходит с данными, полученными с помощью технологии.



Изображение 12: Наилучшие статистики LaLiga

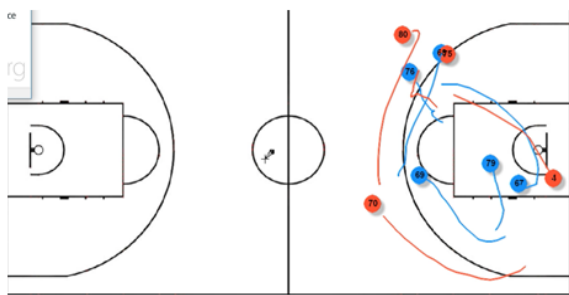
# LAS 13 ESTRELLAS MIMADAS POR LA ESTADÍSTICA

Juega a averiguar qué futbolistas han sido los mejores de la primera vuelta. Cada partido de LaLiga Santander genera millones de datos. Todo se graba y se almacena. Del análisis meticuloso que hace el departamento de Mediacoach se extrae qué jugadores tienen mayor incidencia en sus equipos

Источник: скриншот газеты El País (<https://bit.ly/2ybPYqu>)

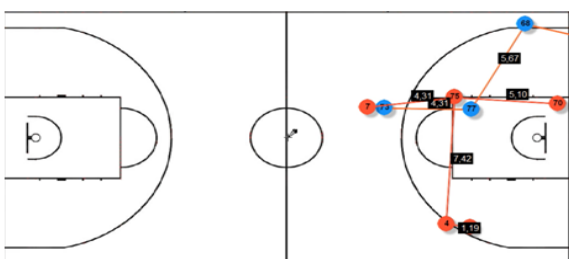
На изображении 13 мы видим данные, полученные через LPS. Наблюдается представление различных игроков, выполняющих задачу в баскетболе, и хвосты, которые появляются в этих игроках, являются траекториями, которые они прошли за последние пять секунд.

Изображение 13: Траектории, сделанные баскетболистами в течение пяти секунд



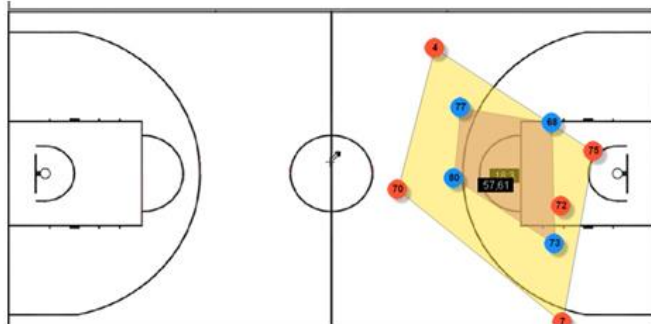
Источник: собственная разработка

Изображение 14: Расстояния, установленные между каждым из игроков



Источник: собственная разработка

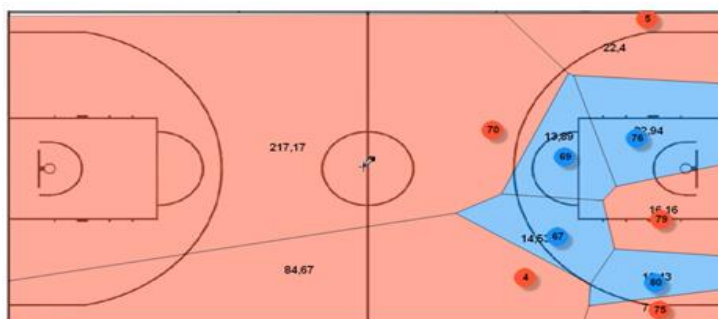
**Изображение 15:** Район, который показывает каждую из двух команд, изображенную в двух разных цветах



Источник: собственная разработка

На рисунке 16 мы можем увидеть карту Вороного, которую я ранее назвал как одной из тактических переменных, которые могут помочь нам с нашими тренерами. Карта показывает область влияния каждого игрока, то есть область, которую игрок будет достигать если все игроки будут бегать с одинаковой скоростью. Это могло бы послужить для того, чтобы показать игрокам и тренерам в какой-то системе, оборонительной, например, их «зону влияния».

**Изображение 16:** Карта Вороного

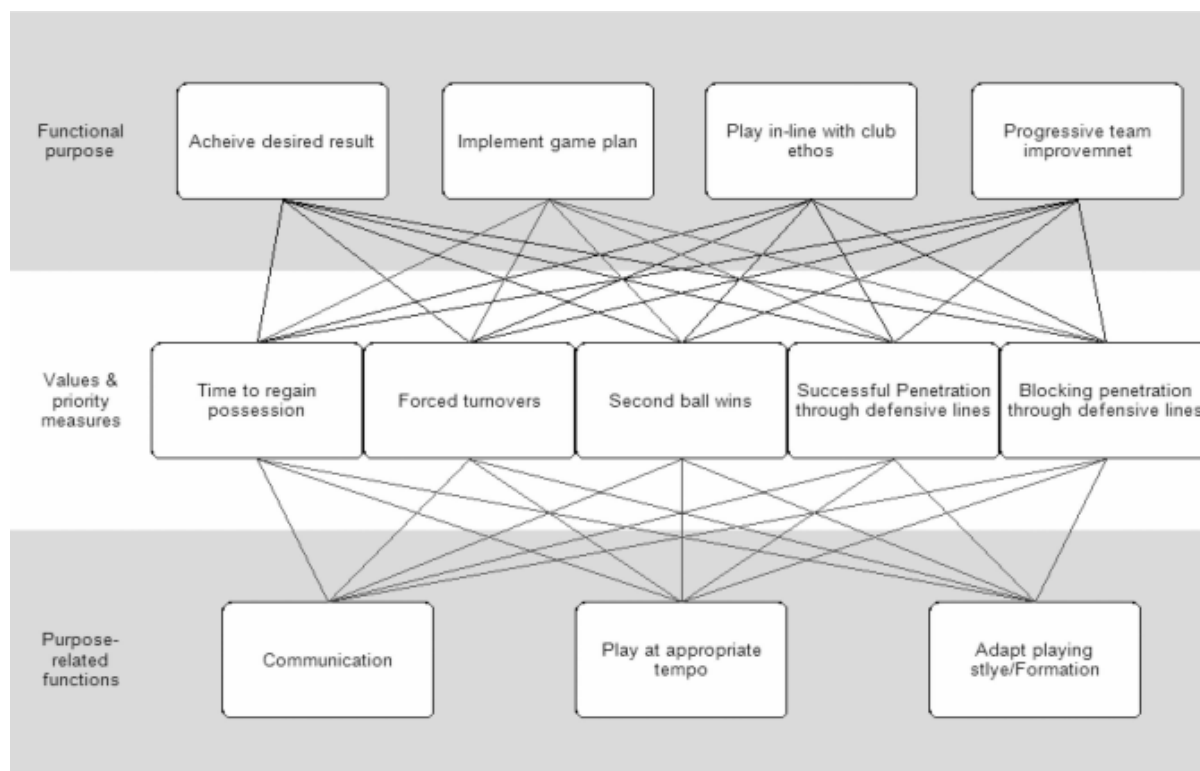


Источник: собственная разработка

На изображении 17 авторы Mc Lean и др. (2017 г.) показывают метод анализа футбольных показателей на основе сложных динамических систем.



Изображение 17: Анализ производительности



Источник: Mc Lean и др., 2017 г., стр.7 р

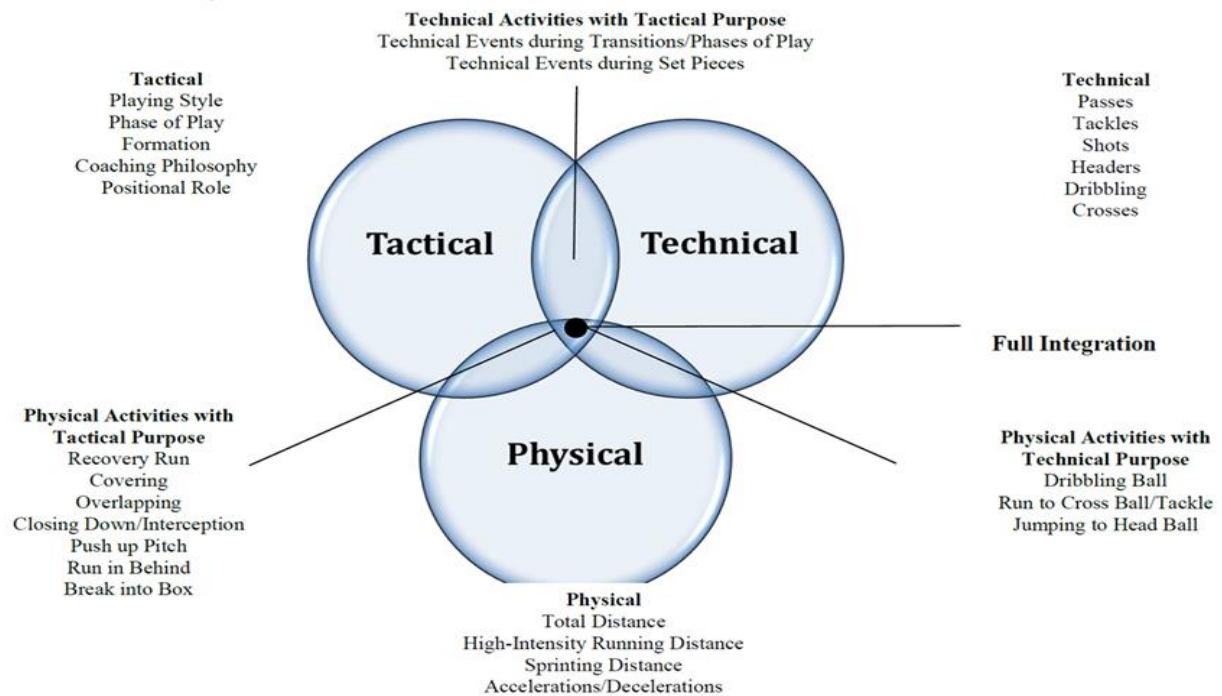
Эта диаграмма показывает первое что мы должны знать для того, чтобы проанализировать и понять, что происходит в матчах. Во-первых, необходимо установить функциональные цели системы, т. е. добиться результата. Во-вторых, необходимо принять решение о критериях, необходимых для оценки прогресса в этом процессе достижения этих целей (включая голы и владение). Впоследствии должны быть установлены общие функции системы, т. е. то, что происходит в атаке, в обороне, в переходный период и так далее. Кроме того, необходимо зафиксировать как физические функциональные возможности (удары ногами, вождение или бег), так и физические компоненты системы (игроки, мячи, судьи, поле и т. д.). Установление этих компонентов позволит получить подробное описание системы футбольного матча. В баскетболе мы должны менять, например, голы на очки, удар на заброс мяча, и все, что мы считаем целесообразным для баскетбола, таким образом, что в конце, диаграмма подошла бы для нашего группового вида спорта. Остальная часть модели годиться нам для того, чтобы понять, проанализировать и интерпретировать нашу производительность в матче.

В этой же линии публикация Брэдли и Аде (2018 г.) определяет связь между условной структурой, когнитивной или тактической структурой и координационной или технической структурой (изображение 18). Устанавливаются различные тактические, физические и технические переменные для того, чтобы потом их связать друг с другом (изображение 18). Затем выбирается целый ряд концепций, таких как выполнение прикрытия, контратака, моменты, в которых было владение или в которых не было владения.



Самое интересное – это анализ расстояния высокой интенсивности, преодоленного игроками в ранее установленном контексте, сначала по позициям и показывая, как распределялись эти преодоленные высокоинтенсивные метры в каждой из ранее выбранных задач (изображение 19 и изображение 20). В основном, сколько они пробежали в таких ситуациях, как контратака, при прикрытии, среди прочего (изображение 20).

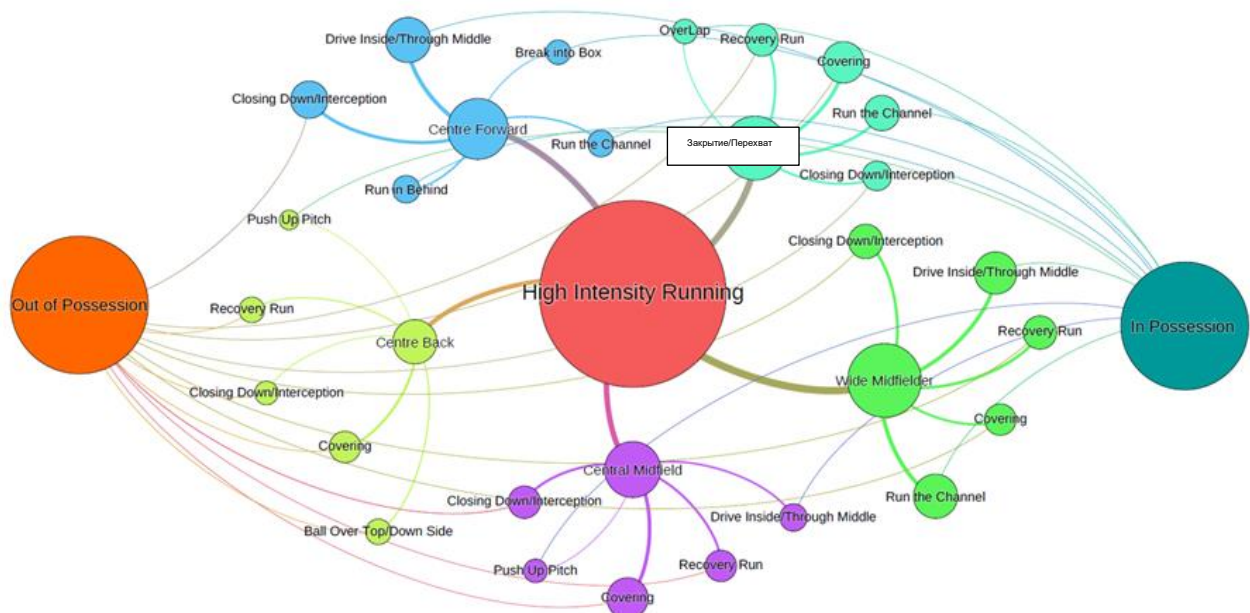
**Изображение 18: Взаимосвязь между тактикой, техникой и физическим компонентом в игровых ситуациях**



Источник: Bradley и Ade, 2018 г.

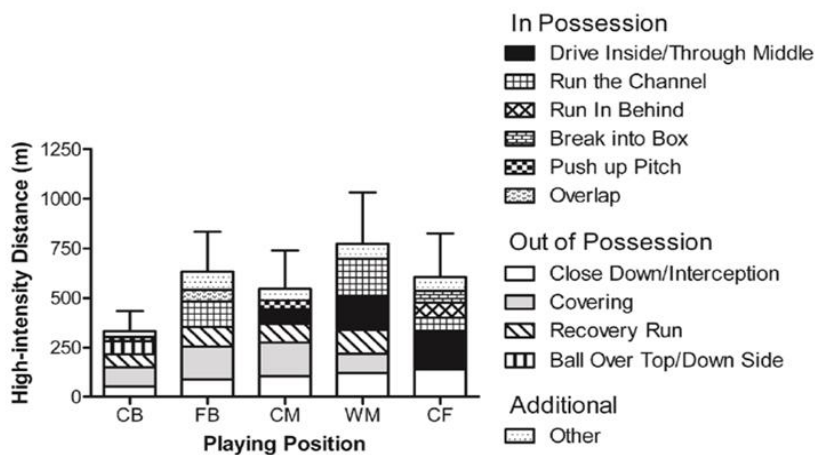
**Изображение 19: Применение комплексного подхода к конкретным позициям игры в футболе**





Источник: Bradley и Ade, 2018 г.

**Изображение 20: Определение технико-тактических действий, выполненных во время гонки с высокой интенсивностью**

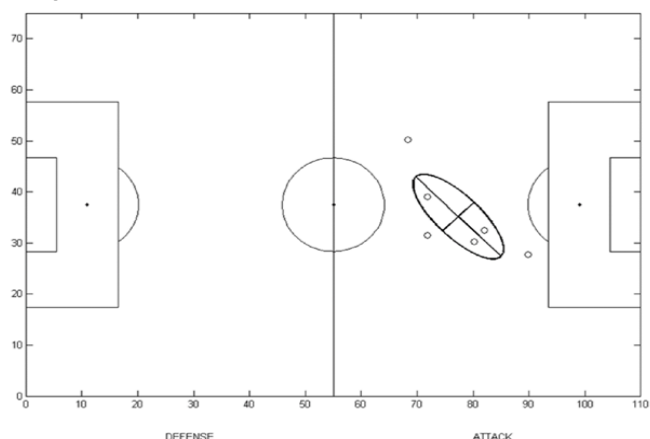


Источник: Bradley и Ade, 2018 г.

Ранее мы использовали коэффициенты вариаций, чтобы связать фитнес, понятий как количественная оценка физической производительности (физические требования) с внешней нагрузкой (физические требования) в матче. Давайте рассмотрим этот подход, но теперь с другой точки зрения. Для этого рассмотрим статью Moura, Santana, Vieira, Santiago и Cunha, опубликованную в 2015 году. Средняя позиция игроков на поле изучалась в течение шести различных матчей, сыгранных на чемпионате Европы по футболу, в котором испанская сборная была объявлена чемпионом Европы в 2012 году. На изображении 21 показаны шесть точек, которые соответствуют средним уровням матчей, а овал, сформированный двумя осями, соответствует изменчивости этого среднего положения. Для получения этих данных был проведен анализ основных компонентов, статистический анализ, который позволяет получить этот «овал», эту изменчивость.

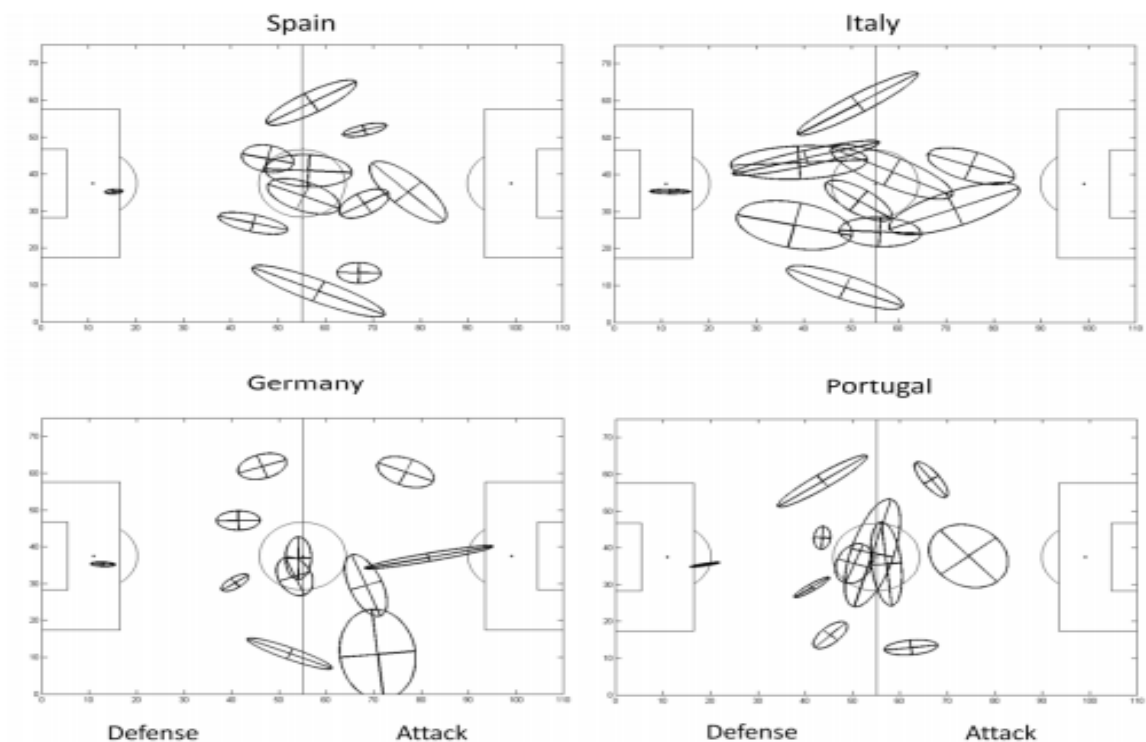


Изображение 21: Анализ основных компонентов



Источник: Moura и др., 2015 г., <https://bit.ly/2XFnKPp>

Изображение 22: Анализ основных компонентов в четырех командах во время чемпионата Европы UEFA 2012 года



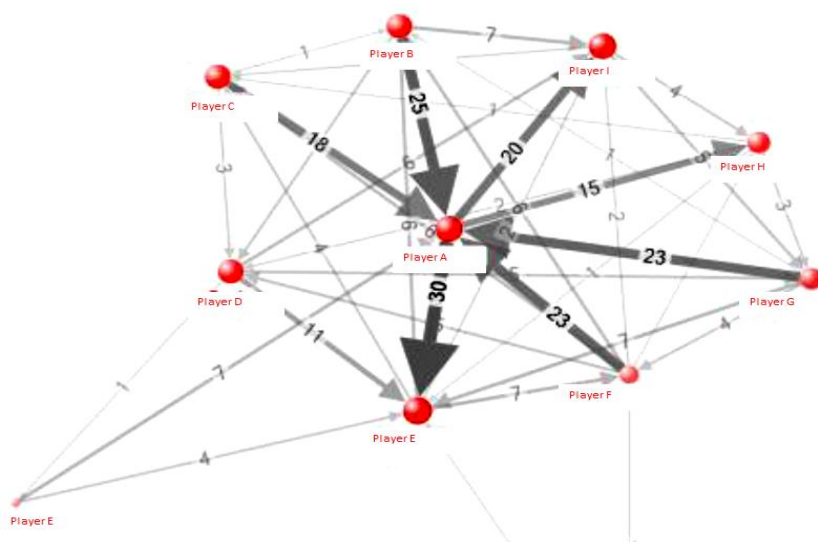
Источник: Moura и др., 2015 г., <https://bit.ly/2XFnKPp>

Анализ проводился для четырех национальных сборных, из Испании, Италии, Германии и Португалии. На изображении 22 показана изменчивость зоны для каждой из игровых позиций. Результаты показали, что наименьшую изменчивость показала сборная Португалии, за которой следуют Германия, Испания и Италия. Исследование предоставляет важную информацию о тактической стратегии футбольных команд в чемпионатах высокого уровня, что позволяет тренерам лучше контролировать организацию команды на поле.



Другим средством анализа и интерпретации игры является то, что используется в данном исследовании, проведенным инженером из Политехнического университета Террасса (Cencerrado, 2014). Автор проанализировал финал Кубка Испании по баскетболу, который состоялся между «Барселоной» и «Реалом» в 2014 году. Для этого он определил отношения, которые были установлены между каждым из игроков на основе передач, которые они сделали или получили. Таким образом, автор получил, среди других данных, игровые отношения через передачи между каждым из игроков Барса и Мадрида отдельно. Эти отношения ясно дали понять, как показано на изображении 23, что отношения в Барселоне были удивительно под влиянием иерархии между бразильским разыгрывающим защитником и атакующим защитником (лучший испанский игрок в истории клуба). Стрелки указывают значения взаимодействий в передачах между двумя игроками, в то время как размер узлов зависит от степени полученных передач. Также отмечается, что модель игры Реал Мадрида не предполагает такой решающей взаимосвязи между разыгрывающим защитником и атакующим защитником (изображение 24). Обратите внимание на то, что распределение степени полученных передач является более однородной, чем в случае с ФК Барселона, что создает более разнообразную и распределенную игру.

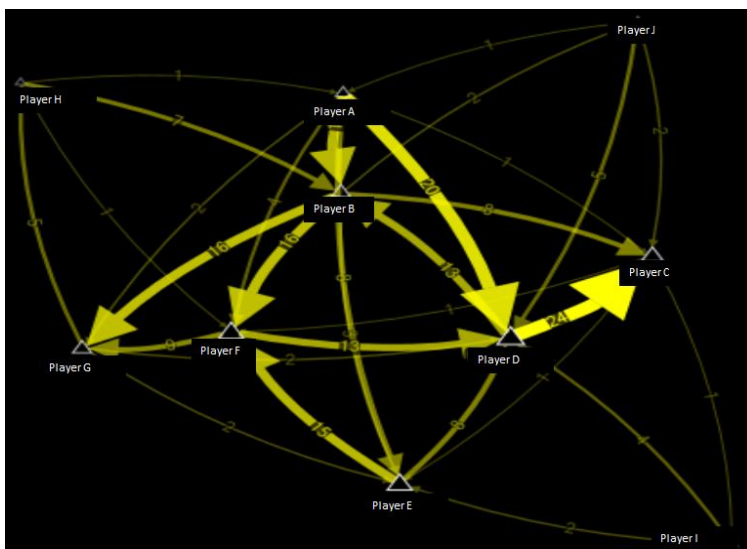
**Изображение 23: Сеть передач ФК Барселона**



Источник: Адаптировано из Cencerrado, 2014 г.

**Изображение 24: Сеть передач Реал Мадрида**

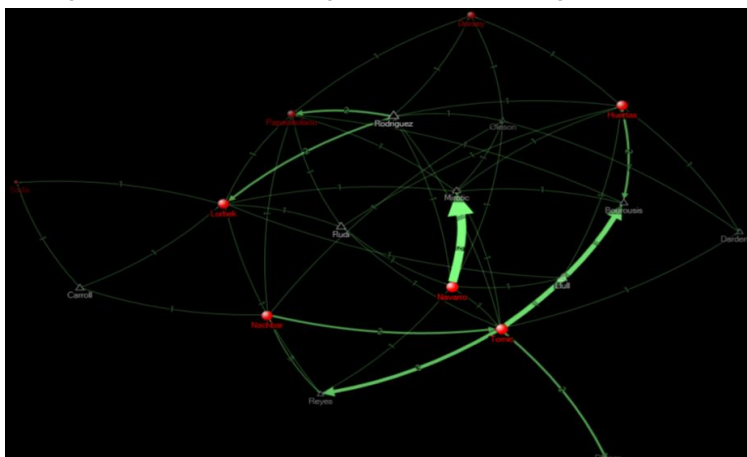




Источник: Адаптировано из Cencerrado, 2014 г.

Изображение 25 анализирует сеть передач между командами. Ценится, что большинство переданных мячей принадлежат Барсе, особенно игроку Ё, неудачными бросками, а также от игрока Г, из-за позволения отнятия мяча, неудач в голевых передачах и внутренних бросках. В случае Реал Мадрида, единственным событием является случай игрока А, из-за неудач во внешних бросках, превращённых в передачу мяча ФК Барселоне оборонительных подборов.

**Изображение 25: Сеть передач мяча между командами**



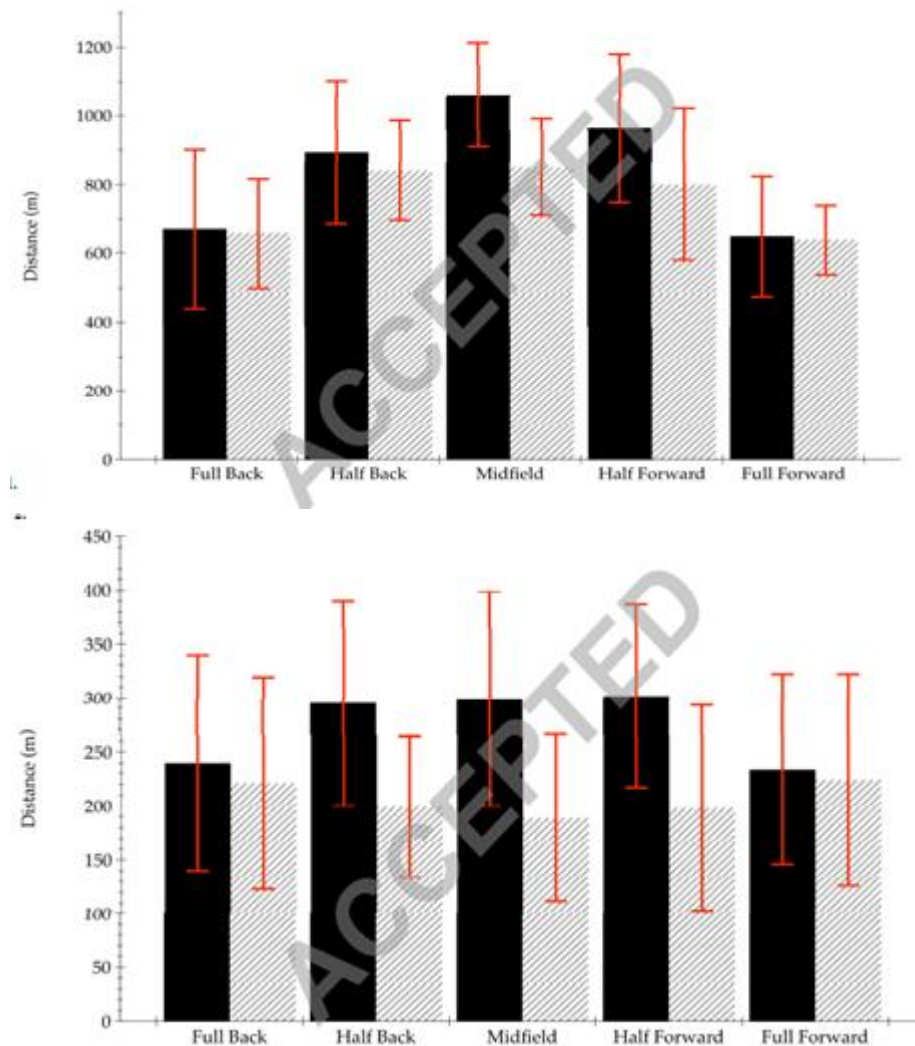
Источник: Адаптировано из Cencerrado, 2014 г.

До сих пор мы ссылались на физические требования всегда с точки зрения средних данных, иногда указывающих на игровую позицию. Мы также указали на необходимость индивидуализации в области мониторинга, оценки и интерпретации этих физических требований (даже если у нас есть данные по позиции). Изображение 26 сравнивает преодоленное расстояние в первой половине и во второй на 17 км/ч и 22 км/ч в гальском футболе. Проанализированные результаты показали, что различия в общем расстоянии, расстояния высокой скорости и спринтерской скорости были значительными между позициями. Больше всех бегали полузащитники. Это было первое исследование, которое



показало подробное описание производительности матча во время элитного гэльского футбольного соревнования.

Изображение 26: Расстояния, пройденные на 17 и 22 км/ч между первой и второй половиной

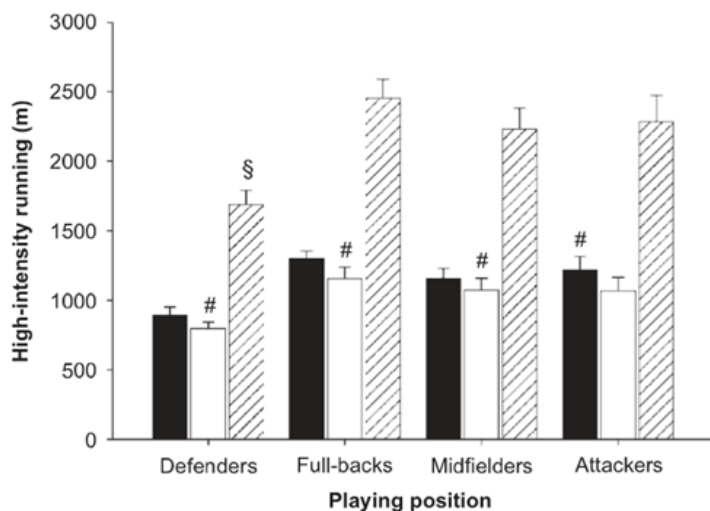


Источник: Malone, Solan, Collins и Doran, 2016 г.

Изображение 27 показывает расстояние, преодоленное в футболе во время первой и второй части, и сравнивает их в зависимости от различных позиций. Опять же, видно значительные различия между позициями.

Изображение 27: Различия в позициях на расстояниях, преодолеваемых на высокой скорости





Источник: Mohr, Krstrup и Bangsbo, 2003 г., стр. 525

В командных видах спорта в определенных случаях мы доводим до границы условную и биоэнергетическую-структуру. Мы видим это в некоторых ходах, которые требуют, например, большой диапазон движения, а также различные типы силы, выраженные в изменении направления, в мощном прыжке и т. д.

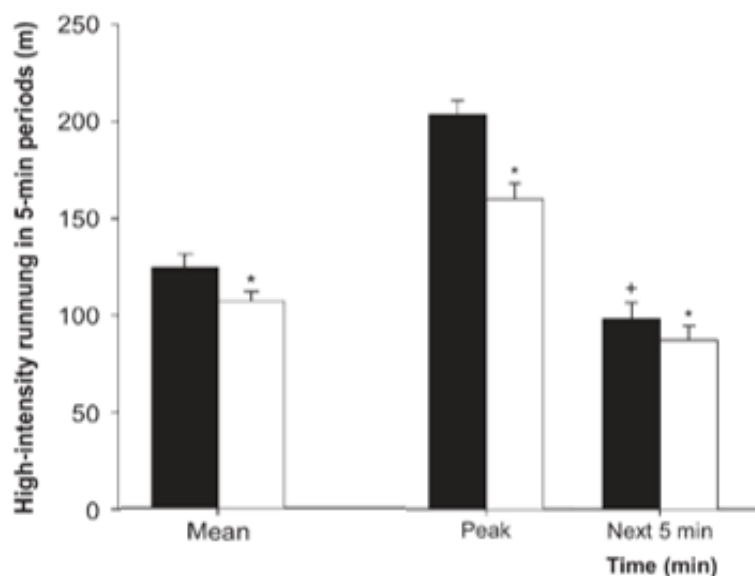
Эти эпизоды максимальной интенсивности или требования, обычно, тренируются в тренажерном зале, через силовые тренировки, с диапазоном движения, используя устройства с сопротивлением вращения, вибрирующие машины или дестабилизирующий материал, с целью подготовки игрока к максимальным ускорениям и замедлениям, изменениям направления высокой интенсивности, приземлениям, среди других усилий, которые появляются в игре.

Тем не менее, это только часть работы. Другая часть проводится в тренировках, которые проводятся на поле, и которые мы можем измерить с помощью микротехнологических устройств. Они позволяют нам делать мониторинг, контролировать и оценивать, и таким образом оптимизировать производительность, устанавливая, например, количество ускорений и замедлений, высокую интенсивность расстояния, посадок и ударов, требуемых конкуренцией.

Так появляются сценарии с наибольшим требованием. Это моменты матча, когда хотя бы одно определенное физическое требование достигает максимальный пик. Мы уже давно посвятили себя анализу физических требований только путем расчета средних значений. В изображении 28 мы видим, как пик, проанализированный в пятиминутном футбольном матче, является выше среднего расстояния, пройденного в среднем из тех же пятиминутных интервалов.

**Изображение 28: Сравнение среднего значения и пиков бега с высокой интенсивностью**





Источник: Mohr и др., 2003 г., стр. 525

Эти пиковые сценарии появились в литературе как "наихудший сценарий" или "Самый требовательный переход".

В элитных регбистах были проанализированы различные матчи и использовались скользящие средние значения rolling average в качестве метода для получения сценариев максимальной интенсивности. Первое, что сделали Cunningham, Shearer, Carter, Drawer, Pollard, Bennett и Kilduff (2018 г.), было установление различных моментов, окна 60, 120, 180, 240 и 300 секунд. Это было стартом для проведения анализа.

Изображение 29: Сравнение традиционного и скорректированного метода

HSR ( $m \cdot min^{-1}$ )	Team		
	ROLL Method	FIXED Method	Difference %
Time epoch			
60 s	54.3 ± 25.1*#	49.0 ± 22.4#	-10.9
120 s	32.6 ± 17.6*#	28.5 ± 15.5#	-14.4
180 s	25.0 ± 15.6*#	21.1 ± 12.9#	-18.6
240 s	20.9 ± 13.5*#	17.5 ± 11.1#	-19.8
300 s	17.9 ± 11.8*#	14.9 ± 9.1	-20.4
Distance ( $m \cdot min^{-1}$ )			
60 s	165.6 ± 22.3*#	148.1 ± 22.1#	-11.8
120 s	130.9 ± 17.8*#	117.9 ± 18.2#	-11.0
180 s	115.3 ± 16.5*#	102.8 ± 15.8#	-12.2
240 s	106.7 ± 15.0*#	95.5 ± 14.0#	-11.8
300 s	100.6 ± 14.0*	90.4 ± 13.9	-11.4

Изображение: Cunningham и др., 2018 г., <https://bit.ly/2xufya3>



Мы видим значительные различия между анализом каждой минуты, основанным на традиционных средних значениях, используя неподвижные средние значения, или расчёт через rolling average или скользящую среднюю. Перемещение средних на разных окнах всегда отражал более высокие физические требования.

Поэтому мы предлагаем изменить традиционную парадигму, основанную на анализе физических требований, будь то во время матчей или тренировок, с использованием традиционных средних измерений. Для этого нам необходимо проанализировать и интерпретировать то, что происходит с пиковыми физическими требованиями или сценариями максимального требования, которые происходят на тренировках или соревнованиях, и это должно быть основой для подготовки наших игроков для того, чтобы попытаться оптимизировать производительность в любом из командных видов спорта. Для этого мы также должны установить, какие моменты являются наиболее важными для анализа игры в нашем виде спорта.



## Ссылки

**Bradley, P. S., & Ade, J. D.** (2018 г.). Are Current Physical Match Performance Metrics in Elite Soccer Fit for Purpose or Is the Adoption of an Integrated Approach Needed? *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13(5), 656–664. doi:10.1123/ijsp.2017-0433

**Bush, M.D.; Archer, D.T.; Hogg, R. y Bradley, P.S.** (2015 г.). Factors Influencing Physical and Technical Variability in the English Premier League. В *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 865 -872.

**Casamichana, D., & Castellano, J.** (2014 г.). Variables contextuales y distancia recorrida en la copa mundial sudáfrica'10. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*. В *International Journal of Medicine and Science of Physical Activity and Sport*, 14(56),603-617. Взято из: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=542/54232971002>

**Cunningham, D. J., Shearer, D. A., Carter, N., Drawer, S., Pollard, B., Bennett, M., Kilduff, L. P.** (2018 г.). Assessing worst case scenarios in movement demands derived from global positioning systems during international rugby union matches: Rolling averages versus fixed length epochs. В *PLOS ONE*, 13(4).

**De la Riva, M.** (2017 г.). Мадрид остался без газа: пробежал на 11,6 км меньше, чем Тоттенхэм. Взято из [https://as.com/futbol/2017/11/02/champions/1509626036\\_245096.html](https://as.com/futbol/2017/11/02/champions/1509626036_245096.html)

**Gomez-Piqueras, P., Gonzalez-Villora, S., Castellano, J., & Teoldo, I.** (2019 г.). Relation between the physical demands and success in professional soccer players. В *Journal of Human Sport and Exercise*, 14(1), 1-11. Взято из [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/77871/6/JHSE\\_14-1\\_01.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/77871/6/JHSE_14-1_01.pdf)  
<https://www.marca.com/futbol/real-madrid/2016/01/17/569bd37b268e3ed4568b45f7.html>

**LaLiga Santander.** (2018 г.). Дембеле пролетел: галоп 28,6 км/ч, тройной дриблинг и голевой пас. Взято из [https://as.com/videos/2018/05/09/portada/1525893340\\_153732.html](https://as.com/videos/2018/05/09/portada/1525893340_153732.html)

**Malone, S.; Solan, B.; Collins, K. D.; & Doran, D. A.** (2016 г.). Positional Match Running Performance in Elite Gaelic Football. В *Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(8), 2292–2298.

**Martín, A.** (8 апреля 2019 г.). «Внимание, болельщик! не просите Вашу команду бегать, если вы хотите, чтобы она победила» В *El País*. Взято из [https://elpais.com/deportes/2019/04/04/es\\_laliga/1554379055\\_967933.html](https://elpais.com/deportes/2019/04/04/es_laliga/1554379055_967933.html)

**Medina, D.** (2016 г.). Zidane: "Мы должны улучшить физический аспект". В *Марса*. Взято из *Mohr, M.; Krstrup, P.; & Bangsbo, J.* (2003). Match performance of high-standard soccer players with special reference to development of fatigue. В *Journal of Sports Sciences*, 21(7), 519–528.



**Moura, F. A.; Santana, J. E.; Vieira, N. A.; Santiago, P. R. P.; & Cunha, S. A.** (2015 г.). Analysis of Soccer Players' Positional Variability During the 2012 UEFA European Championship: A Case Study. *B Journal of Human Kinetics*, 47(1), 225–236.

**Paul, D.J.; Bradley, P.S.; Nassis, G. P.** (2015 г.) Factors Affecting Match Running Performance of Elite Soccer Players: Shedding Some Light on the Complexity. *B International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10, 516 -519.

**Ryan, S.; Coutts, A. J.; Hocking, J.; Kempton, T.** (2017 г.) Factors Affecting Match Running Performance in Professional Australian Football. *B International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12, 1199 -1204.

**Solé, S.** (2015 г.). Busquets, el que hizo más kilómetros, y Neymar, ¡tercero! Взято из <https://www.mundodeportivo.com/futbol/fc-barcelona/20150416/102849180706/busquets-el-que-hizo-mas-kilometros-y-neymar-tercero.html>

**Sonderegger, K.; Tschopp, M.; Taube, W.** (2016 г.) The Challenge of Evaluating the Intensity of Short Actions in Soccer: A New Methodological Approach Using Percentage Acceleration. *B PLoS ONE*, 11(11).

**Sport.** (2017 г.) В 2017 году Барса пробежал в общей сложности 53 398 километров. Взято из <https://www.sport.es/es/noticias/barca/barca-recorrio-total-53398-kilometros-2017-6524446>

**Stevens, T.G.A; De Ruiter, C.J.; Beek, P.J. & Savelsbergh, G.J.P.** (2016 г.) Validity and reliability of 6-a-side small-sided game locomotor performance in assessing physical fitness in football players. *B Journal of Sports Sciences*, 34 (6), 527-534.

