

Модуль 3. Применение микротехнологий в предотвращении травм в командных видах спорта

В этом модуле мы предлагаем теоретическую основу, основанную на научных данных, которая позволит разработать практические стратегии и приложения, которые сводят к минимуму риск травм в командных видах спорта.

Для работы над этим вопросом нам необходимо установить, прежде всего, взаимосвязь между тренировкой и/или нагрузкой на соревнования и риском получения травмы. Это очень важный факт для облегчения понимания этого явления. С одной стороны, один из эффектов, которые появляются, когда спортсмены получили травмы является экономический ущерб, который он представляет для клуба, а в некоторых случаях, а также для игрока. Например, премьер-лига потратила 243 миллиона евро на зарплату травмированных игроков в сезоне 2017/18. Этот сезон был на 21% больше, чем расходы предыдущего сезона. Команда, которая получила больше всего травм в этом сезоне был Арсенал с 54 травмами. Но больше всего денег потратил «Манчестер Сити», который должен был заплатить около 23 миллионов евро, рассчитанных на основе зарплаты игроков. Кроме того, в период, когда спортсмены не были доступны для спорта, каждая травма стоила в среднем около 362 000 евро на игрока. Наиболее распространенные травмы были на уровне колена и мышц (BBC Sport, 2018).

Еще одним фактором, который мы можем использовать для количественной оценки влияния травм на команды, является подсчет количества матчей, потерянных для этой причины на разных командах. На рисунке 1 мы видим, как количество игр, потерянных для каждой из команд НБА, изменилось с сезона 2000 года до сезона 2014 года. Самый низкий показатель был в сезоне 2006-2007, и только 700 игр потеряли среди всех, достигнув более 1600 в сезоне 2013-2014.

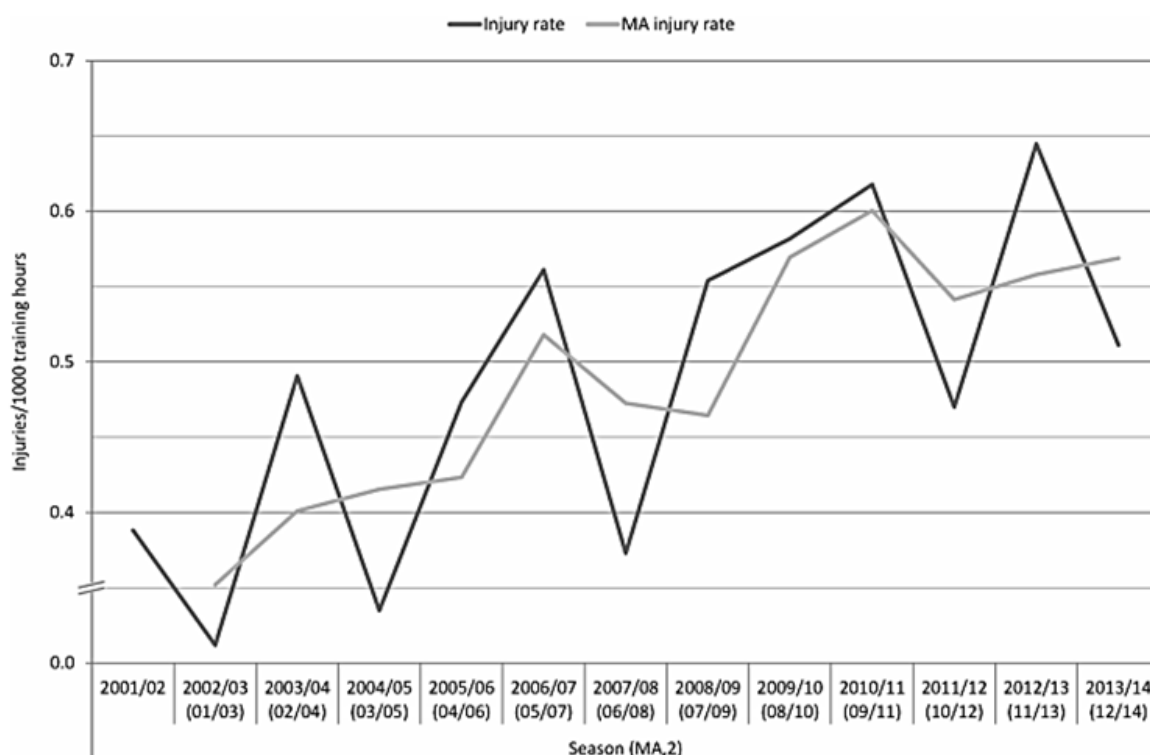


Источник: Морено, J., 2015, <http://www.move2thrive.com/kinein-blog/2015/5/9/hey-nbacant-you-get-your-athletes-bigger-chairs>

Salary dollars lost to injury	Доллары зарплаты, потерянные из-за травм
Nba total losses to injury since the 2005-06	Общие потери NBA из-за травм после 2005-06 Сезона
Total number of games lost to injury	Общее количество пропущенных матчей из-за травм

Одна из травм, которая имеет наибольшее влияние в футболе является травма подколенного сухожилия. Эта травма вызывает в среднем низкий семнадцать дней как в тренировках и матчах. Кроме того, спортсмен, страдающий от травмы, снижает свою последующую игру, а его восстановление стоит в среднем около 280 000 евро. Чтобы понять травмы и возможные стратегии профилактики, мы можем начать с анализа данных на рисунке 3. Эта публикация показывает, как ежегодно травмы, полученные на уровне подколенного сухожилия во время тренировок, увеличились на 4%, включая период с сезона 2001 по 2013 - 2014 годы.

Рисунок 3: Ежегодное увеличение травм подколенного сухожилия в профессиональной подготовке футболистов



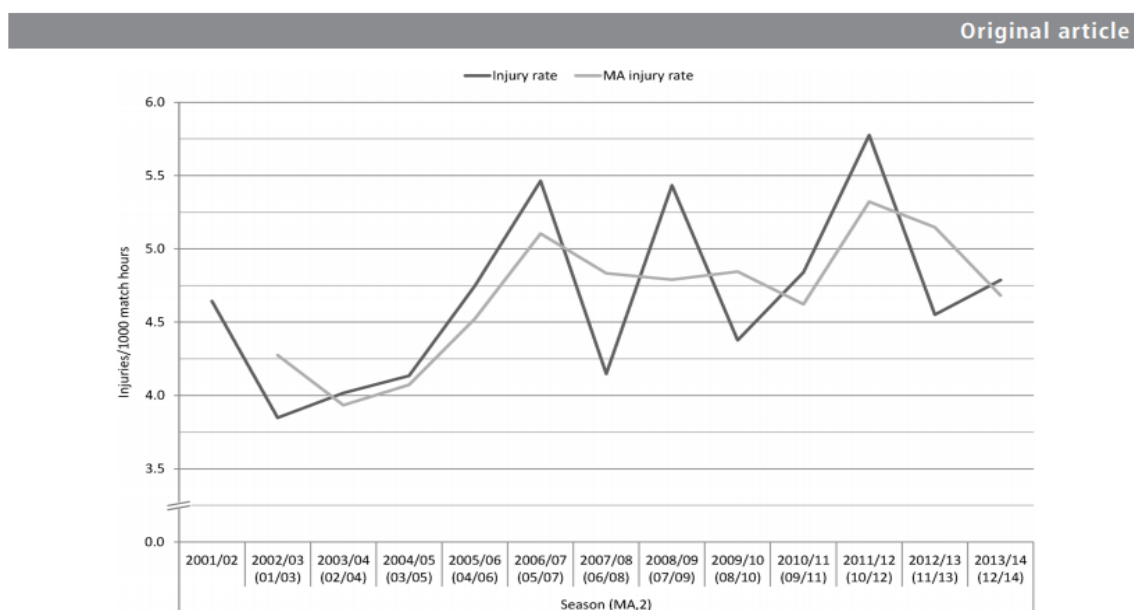
Источник: Ekstrand et al., 2016, стр. 4.

Injuries/1000 training hours	Травм/1000 тренировочных часов
Injury rate	Ставка травм
Ma injury rate	Скользкая средняя ставки травм
Season (Ma,2)	Сезон (Скользкая средняя,2)



Аналогичная тенденция с увеличением на 1,5% была оценена во время матчей.

Рисунок 4: Ежегодное увеличение травм подколенного сухожилия в матче профессиональных футболистов



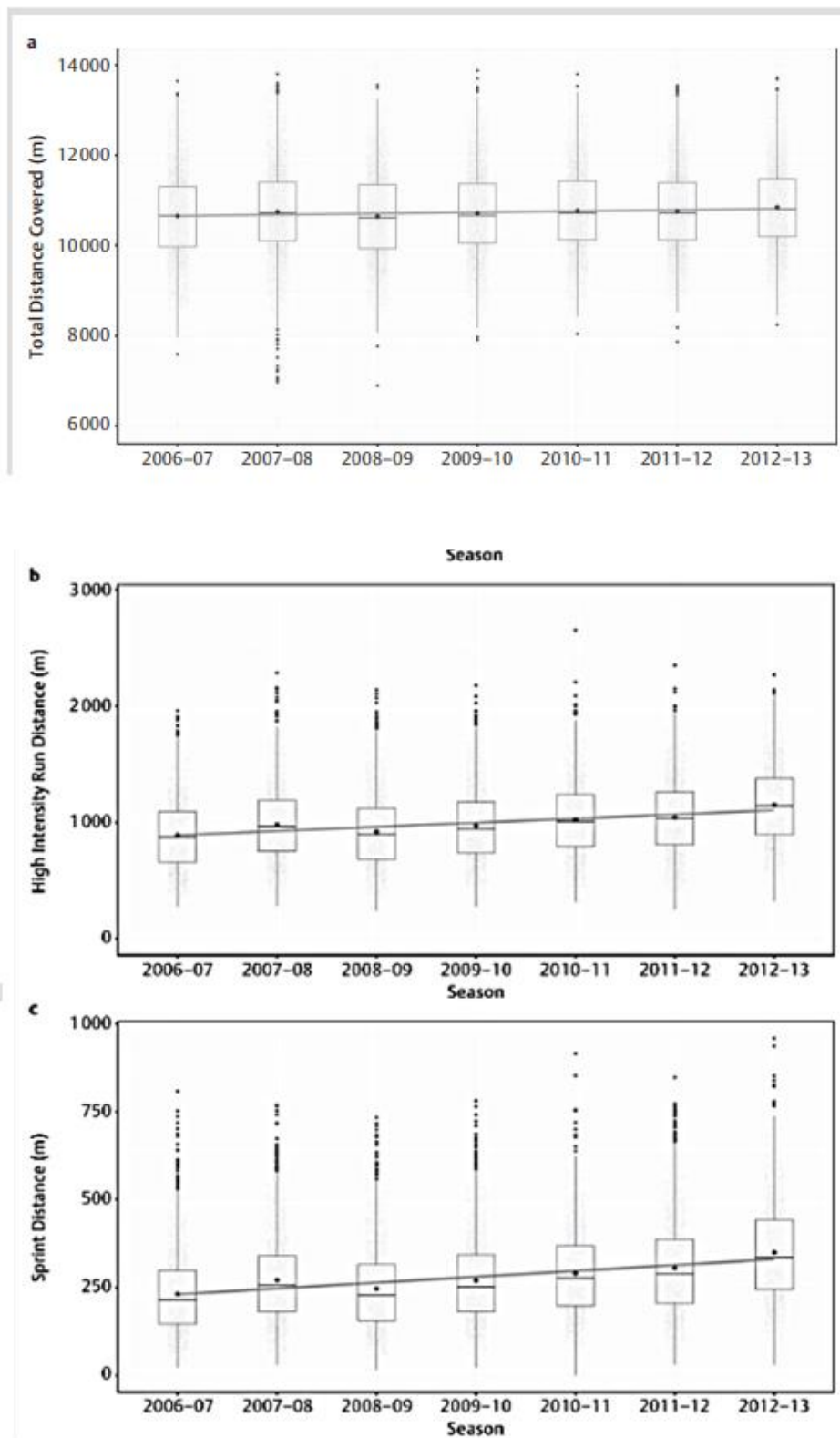
Источник: Ekstrand et al., 2016, стр. 5.

Injuries/1000 match hours	Травм/1000 часов матча
Injury rate	Ставка травм
Ma injury rate	Скользящая средняя ставки травм
Season (Ma,2)	Сезон (Скользящая средняя,2)

Продолжая анализ предотвращения травм, важно привести публикацию Барнса, Арчера, Хогга, Буша и Брэдли (2014), в которой они количественно окомии технические и физические требования, которые имели место в Премьер-лиге. В этом исследовании была рассмотрена переменная объема (общее пройденное расстояние), и было отмечено, что различий не слишком много, что свидетельствует лишь о незначительной тенденции к увеличению. Однако, если проанализировать высокоинтенсивное расстояние и расстояние путем спринта, его тренд указывает на более крутой склон. Эти данные были взяты с сезона 2006 - 2007 по сезон 2012 - 2013.



Рисунок 5: Количественная оценка технических требований и физических требований в Премьер-лиге



Источник: Барнс, 2014, стр. 1097.

Total distance covered (m)

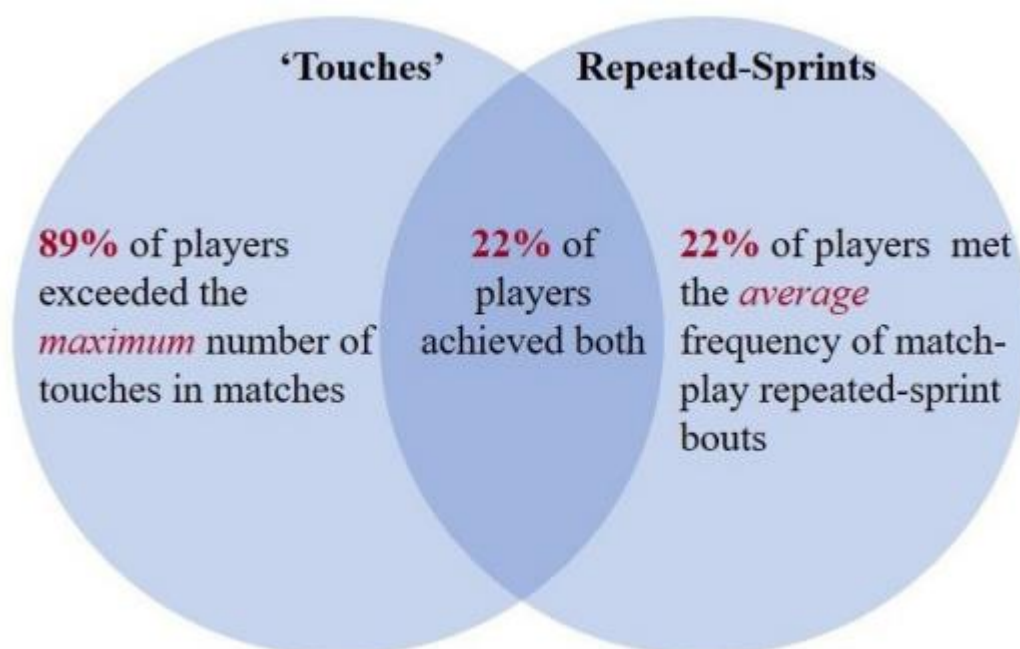
Общее пройденное расстояние (м)



High intensity run distance (m)	Расстояние высокоинтенсивного бега (м)
Sprint distance (m)	Расстояние спринтом (м)
Season	Сезон

В этом же направлении важно проанализировать публикацию Nassis, Brito, Figueiredo и Gabbett (2019), в которой они показывают, что, делая небольшие побочные игры в футболе, только 22% игроков достигают требований, которые им нужны в соревновании, имея в виду неоднократные спринты (рисунок 6).

Рисунок 6: Сравнение количества между повторными касаниями и спринтами в уменьшенных играх



Источник: Nassis et al., 2019, стр. 1.

Touches	Контакты
Repeated-Sprints	Повторные Спринты
89% of players exceeded the maximum	89% игроков превысило максимальное количество контактов в матчах
22% of players achieved both	22% игроков достигло обеих
22% of players met the average	22% игроков дошло до средней частоты матчей повторных спринтов

Однако, если вы посмотрите на сокращенные игры, мы видим, что 89% игроков сделали больше касаний, чем они могли бы сделать во время матча. И, наконец, в связи с этими данными, только 22% проанализированных игроков смогли достичь как требований повторных спринтов, так и технических штрихов, которые они будут выполнять в матче. Таким образом, с этой информацией мы можем заключить, что мы должны ценить использование задач сокращенных игр, но мы должны дополнить его другими типами задач, которые позволяют

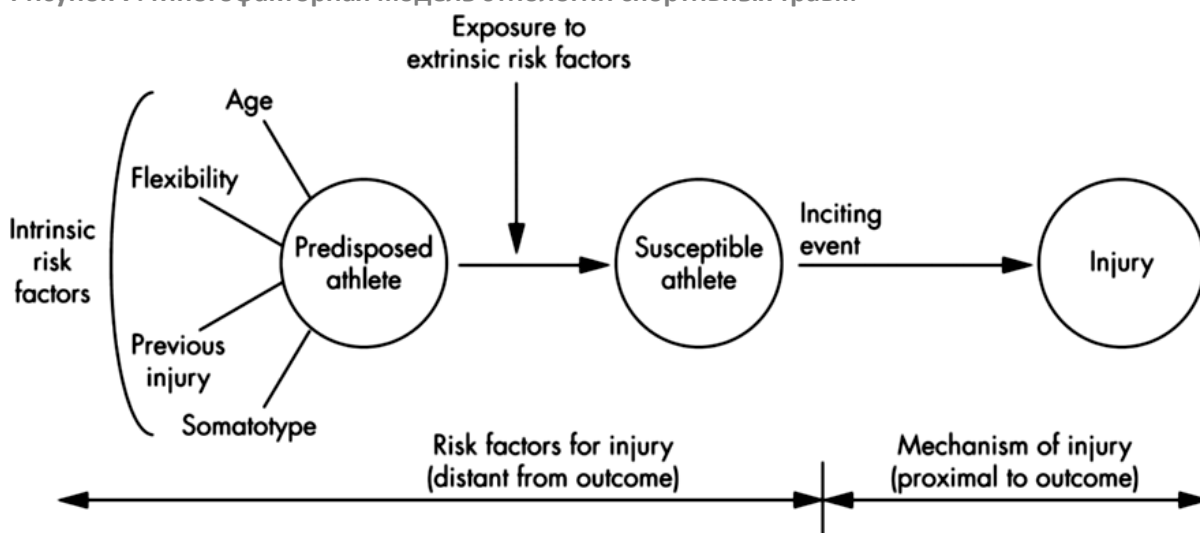


нам достичь, в данном случае, физические требования спринтов как в количестве, так и в общей пройденной дистанции.

С другой стороны, очень важно проанализировать этиологические модели поражений. Так, например, в 1994 году Meeuwisse опубликовал исследование, в котором он установил изменения в анализе. Он прошел от анализа одного фактора в качестве причины травмы до анализа большего времени факторов, которые могут повлиять на травму (многофакторный анализ), а также предлагая использовать многовариантные, а не унвариатные анализы. Это позволило нам немного лучше понять происхождение травм.

На рисунке 7 кратко излагаются факторы, которые использовались для понимания риска получения травмы. С одной стороны, изучались внутренние факторы риска, т.е. собственные игроки (возраст, гибкость, предыдущие травмы и соматотип каждого из них). Но эти игроки участвовали в среде, а также проанализировали внешние факторы риска, которые сделали их восприимчивыми к травмам. Таким образом, мы в основном дифференцируем две зоны: зону риска травмы (индивидуальные факторы риска и воздействие внешних факторов) и область механизма летив (возможная причина травмы).

Рисунок 7: Многофакторная модель этиологии спортивных травм



Источник: Meeuwisse, 1994, стр. 168.

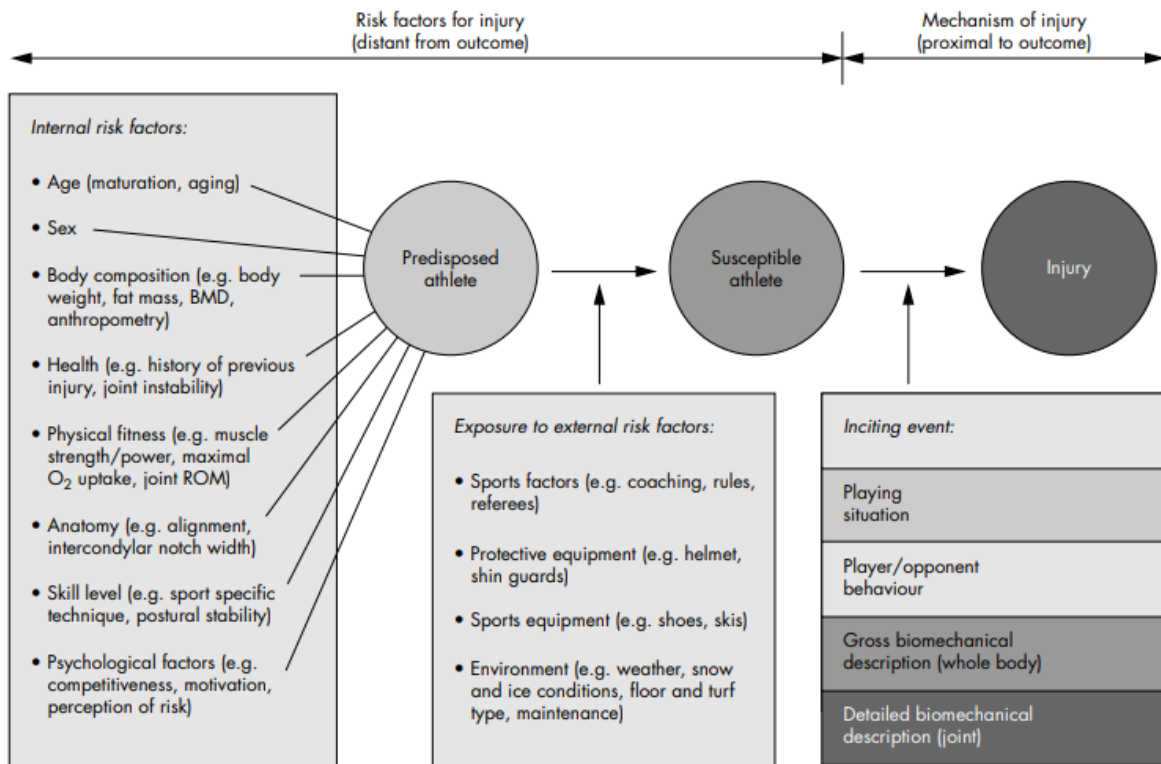
Exposure to extrinsic risk factors	Подверженность к внешним факторам риска
Predisposed athlete	Предрасположенный спортсмен
Age	Возраст
Flexibility	Гибкость
Previous injury	Предыдущие травмы
Somatotype	Телосложение
Intrinsic risk factors	Внутренние факторы риска
Susceptible athlete	Склонный к травмам спортсмен
Inciting event	Провоцирующие происшествие
Injury	Травма
Risk factors for injury (distance from outcome)	Факторы риска получения травм (далеко от результата)

Mechanism of injury (proximal to outcome)

Механизм травмы (близко от результата)

Эта публикация была расширена несколько лет спустя Бахр и Krosshaug (2005). Основываясь на этой посадке, авторы показали ряд более подробных внутренних факторов: возраст, пол, состав тела, жировые отложения, общий вес, здоровье, уровень предметных навыков и психологические факторы, такие как конкурентоспособность, мотивация и стресс. Они добавили возможную нестабильность суставов, фитнес - потребление кислорода, диапазон движения - и были ли различия в совместном выравнивании, среди других факторов. Кроме того, были дополнительно проанализированы внешние факторы окружающей среды, о которых говорилось ранее. Некоторые из рисков внешних факторов, которые были приняты во внимание были: спортивные факторы (правила, судьи, участвующие в соревнованиях), защита оборудования (если шлем используется, тип поверхности пола), спортивное оборудование (тип обуви, например) и окружающей среды (если выполняется в наружных условиях, если был снег, дождь и т.д.). И, наконец, lesive механизмы были определены более подробно таким образом, что они включали в себя ситуацию в игре, поведение игрока и его противника, а также полный биомеханический анализ движения (на глобальном уровне тела, но и на местном уровне). Все это привело к лучшему анализу механизма lesive.

Рисунок 8: Всеобъемлющая модель причинно-следственной части травмы



Источник: Бахр и Кроссхауг, 2005 год, стр. 327.

Risk factors to injury (distant form outcome)	Факторы риска получения травм (далеко от результата)
Mechanism of injury (proximal to outcome)	Механизм травмы (близко от результата)
Internal risk factors:	<i>Внутренние факторы риска:</i>



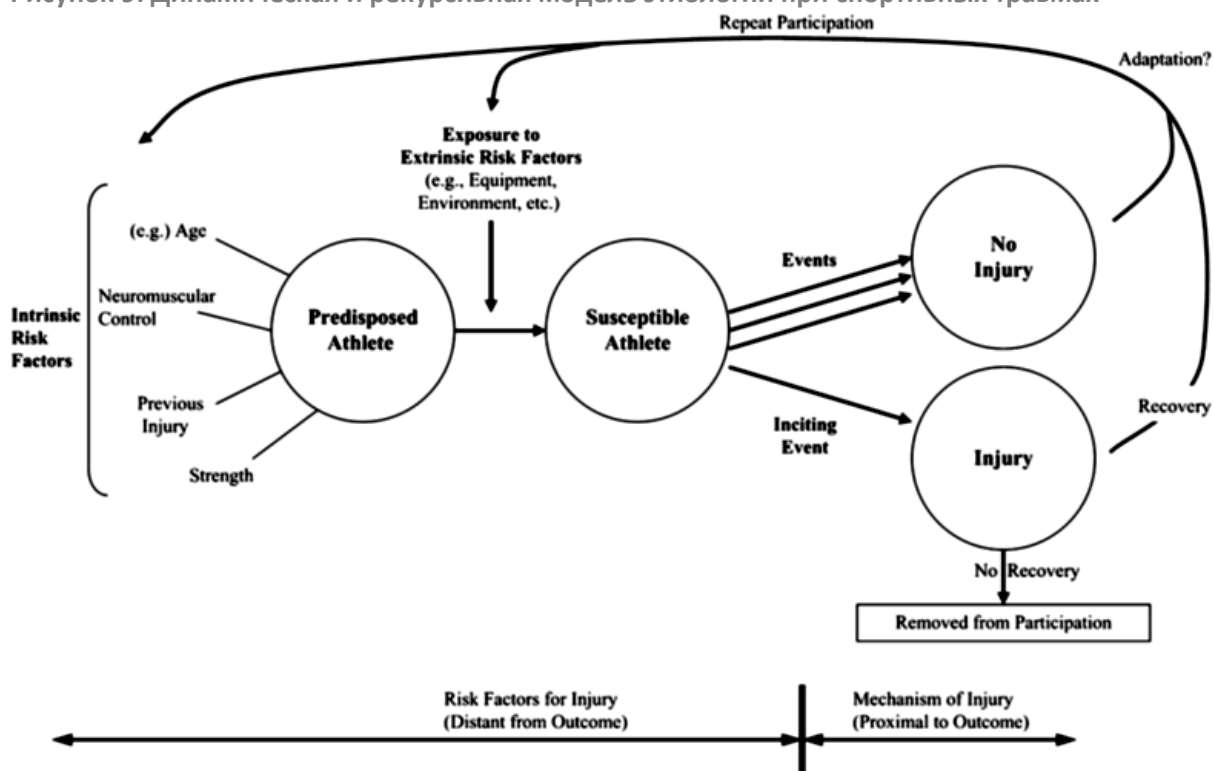
	<ul style="list-style-type: none"> • Возраст (зрелость, старение) • Пол • Состав тела (например, вес, жировая масса, минеральная плотность кости, антропометрия) • Здоровье (например, история предыдущих травм, нестабильность суставов) • Физическая подготовка (например, мышечная сила/мощность, максимальное потребление кислорода, диапазон движения суставов) • Анатомия (например, соблюдение линии суставов, ширина межмышцелковой вырезки) • Уровень навыка (например, специфическая техника спорта, стабильность положения тела) • Психологические факторы (например, конкурентоспособность, мотивация, восприятие риска)
Exposure to external risk factors)	<p><i>Подверженность внешним факторам риска:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Факторы спорта (например, тренеры, правила, арбитры) • Защитное оборудование (например, шлем, наколенники) • Спортивное оборудование (например, обувь, лыжи) • Окружающая среда (например, погода, снежно-ледовые условия, тип пола и дерна, обслуживание)
Inciting event:	<i>Провоцирующее событие:</i>
Playing situation	Игровая ситуация
Player/opponent behaviour	Поведение игрока/противника
Gross biomechanical description	Общее биомеханическое описание (целого тела)
Detailed biomechanical description	Подробное биомеханическое описание (суставы)
Predisposed athlete	Предрасположенный спортсмен
Susceptible athlete	Склонный к травмам спортсмен
Injury	Травма

Третий шаг, открытый Meeuwisse, Tyreman, Nagel и Emery (2007), можно резюмировать как динамический линейный подход к процессу. До сих пор у нас был ряд внутренних, внешних факторов риска, вредного механизма, и только травма была предусмотрена. Из этой статьи считается, что механизм может привести к травме или не может. Если вы этого не сделаете, что без травмы сможет генерировать положительные размещения на внутренние факторы риска игрока из-за подготовки. Например, тренировка может улучшить нервно-мышечный



контроль игрока. И, с другой стороны, если травма происходит, она потребует восстановления непосредственно влияющих на внутренние факторы риска, поскольку спортсмен будет иметь в качестве одного из факторов риска, что предыдущая травма.

Рисунок 9: Динамическая и рекурсивная модель этиологии при спортивных травмах



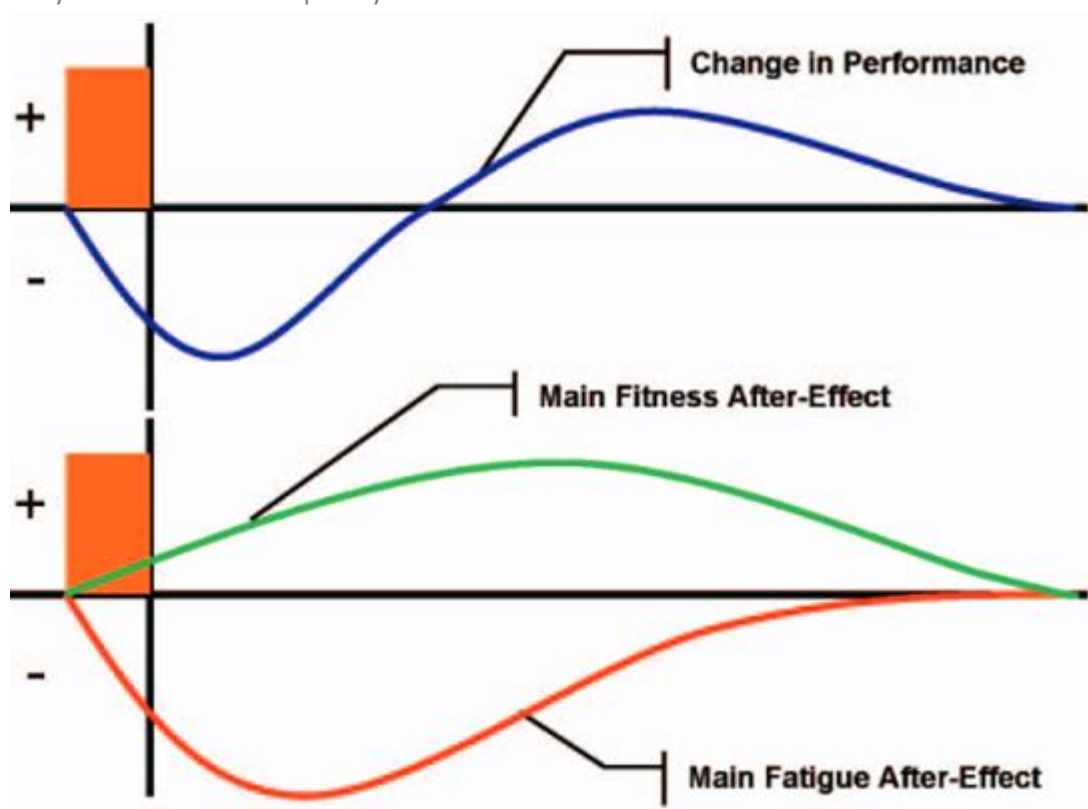
Источник: Meeuwisse et al., 2007, стр. 217.

Repeat participation	Повторное участие
Adaptation	Адаптация?
Exposure to extrinsic risk factors	Подверженность Внешним Факторам Риска (например, Оборудование, Окружающая Среда, и т. д.
Predisposed athlete	Предрасположенный спортсмен
Age	Возраст
Neuromuscular control	Нейромышечный Контроль
Previous injury	Предыдущие травмы
Strength	Сила
Intrinsic risk factors	Внутренние факторы риска
Susceptible athlete	Склонный к травмам спортсмен
Events	Происшествия
Inciting event	Провоцирующие происшествие
No injury	Нет травмы
Injury	Травма
Recovery	Восстановление
No recovery	Нет восстановления
Removed from participation	Отстранён от Участия
Risk factors for injury (distance from outcome)	Факторы риска получения травм (далеко от результата)
Mechanism of injury (Proximal to outcome)	Механизм травмы (близко от результата)



После того, как различные модели были рассмотрены, мы должны сосредоточить внимание на учебной нагрузке. Публикация Лорен и Брэдфорд (2003) восстанавливает исследование Банистера, в котором он проанализировал дозу и ответ в обучении, но только с видением производительности, никогда не анализируя и foreseting его влияние на вероятность травмы. Рисунок 10 показывает, как стресс (тренировочная нагрузка) происходит в соответствии с бифакторной теорией, которая производит ряд негативных эффектов, проявляемых в виде усталости и ряда положительных эффектов, связанных с фитнесом, которые могут привести к чрезмерной компенсации, что позволяет нам быть выше уровня предварительного стимулирования. Существует время, когда положительные эффекты перевешивают негативные последствия, и это, когда "суперкомпенсация" проявляется, как Банистер показал в своих моделях анализа производительности.

Рисунок 10: Фитнес-теория - усталость



Источник: Лорен, 2003 год, стр. 43.

Change in performance	Изменение Производительности
Main fitness after-effect	Основной Фитнес После-Эффект
Main fatigue after-effect	Основная Усталость После-Эффект

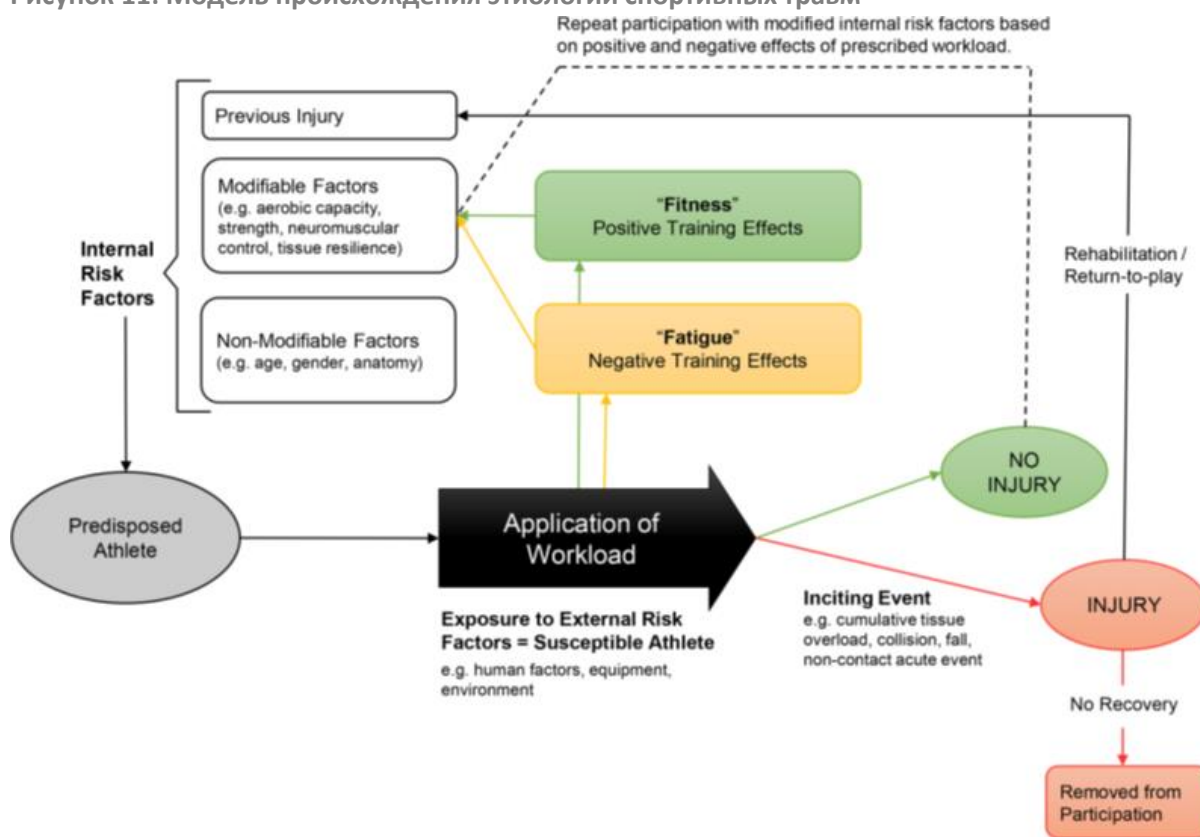
Тем не менее, травмы не были проанализированы с помощью этого подхода. Когда передняя крестообразная связка травмы происходит, принято думать о лейв-механизм в первую очередь. Однако не учитывается, что могло произойти в предыдущие моменты, то есть какое



бремя пережил спортсмен накануне, на прошлой неделе и т.д. Эти аспекты, связанные с учебной нагрузкой, также могут иметь некоторое значение. Тренировочная нагрузка не является внутренним фактором риска или внешним фактором, но является средством, с помощью которого спортивные травмы могут возникнуть.

Windt и Gabbett (2016) создали предложение о проведении тренировок и/или соревнований в рамках анализа модели этиологии спортивных травм. Эти авторы также различают внутренние и внешние факторы риска и, кроме того, эффекты (положительные и отрицательные), которые нагрузка будет производить на спортсмена. Если травмы не происходит, внутренние факторы риска будут затронуты так или иначе после этого заряда. Если травма происходит, как и в предыдущей модели, будет влияние, так как спортсмен будет более вероятно, пострадают новые травмы.

Рисунок 11: Модель происхождения этиологии спортивных травм



Источник: Уиндт и Габбетт, 2006, стр. 6.

Repeat participation with modified internal risk factors...	Повторное участие с модифицированными внутренними факторами риска, основанное на положительных и отрицательных эффектах назначенной нагрузки.
Previous injury	Предыдущая Травма
Modifiable factors	Модифицируемые Факторы (например, аэробная способность, сила, нейромышечный контроль, сопротивляемость ткани)



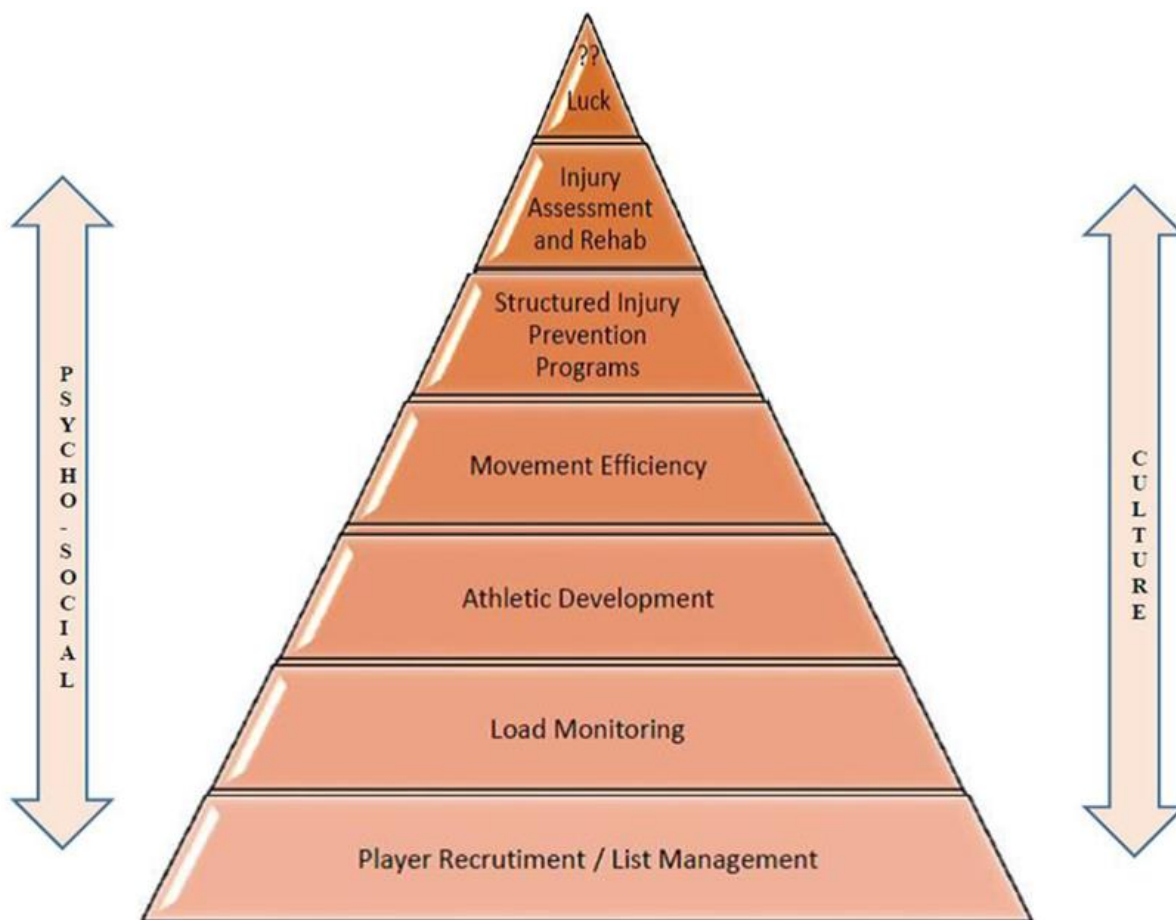
	организма)
Non.modifiable factors	Не Модифицируемые Факторы (например, возраст, пол, анатомия)
Internal risk factors	Внутренние Факторы Риска
Predisposed athlete	Спортсмен, Предрасположен к Травмам
Fitness	«Фитнес» Положительные Тренировочные Эффекты
Fatigue	«Усталость» Отрицательные Тренировочные Эффекты
Rehabilitation/ return to play	Восстановление/ Возвращение к игре
No injury	НЕТ ТРАВМЫ
Application of workload	Применение Нагрузки
Exposure to external risk factors=Susceptible A	Подверженность Внешним Факторам Риска = Спортсмен, Склонных к Получению Травм Например, человеческий фактор, оборудование, окружающая среда
Inciting event	Провоцирующие Происшествия Например, кумулятивная перегрузка ткани, столкновение, падение, острое событие без контакта
Injury	ТРАВМА
No recovery	Нет восстановления
Removed from participation	Отстранён от Участия

Фитнес может дать положительную адаптацию к физическому состоянию игрока. Размещение будет связано с улучшением изменяемых внутренних факторов риска, таких как аэробная способность игрока, уровень квалификации или состав тела. Наконец, негативные последствия нагрузочных тренировок, т.е. их негативные последствия, связанные с тренировками в основном из-за усталости, повлияют на изменяемые факторы риска. Это приведет к снижению некоторых функций (таких как нервно-мышечный контроль), что приведет к большей уязвимости к потенциально вредной ситуации. Важно отметить, что, хотя происхождение поражений рассматривается с многофакторной точки зрения, научные данные свидетельствуют о том, что это бремя является фактором, который следует учитывать при профилактике травматизма, и поэтому мы должны включить его, как это уже представлено в модели Уиндта и Габбетта.

Для определения риска травмы, пирамиды, как правило, установлены, которые показывают такие понятия, как уровень силы спортсмена, мониторинг нагрузки, среди других. Однако до настоящего времени ни одно предложение не показало информацию на рисунке 12.

Рисунок 12: Пирамида предотвращения травматизма





Источник: Coles, 2017, стр. 2.

Psycho social	ПСИХО-СОЦИАЛЬНОЕ
Culture	КУЛЬТУРА
Luck	?? Удача
Injury assessment and rehab	Оценка Травмы и Реабилитация
Structured injury prevention programs	Структурированные Программы Предотвращения Травм
Movement efficiency	Эффективность Движений
Athletic development	Спортивное Развитие
Load monitoring	Мониторинг Нагрузки
Player recruitment/ list magement	Подбор Игроков/ Управление Списком

Цифра из публикации одного из DOCTORS Из Сан-Антонио Спёрс НБА. Предложение показывает, что основой пирамиды являются игроки, которые у нас есть в команде. Будет ли вероятность травмы футбольного отряда со средним возрастом 40 лет такой же, как у команды, которая в среднем 23 лет? Поскольку возраст является одним из внутренних факторов риска, молодые работники будут иметь меньший риск. Создание команды игроков является одним из основных элементов в предотвращении травм, которые не были отражены с ясностью, показанной в этой статье.

Пирамида продолжается в восходящем порядке с мониторингом нагрузки, развитием фитнеса, эффективностью в моделях различных движений, которые игрок мог бы выполнять на трассе,

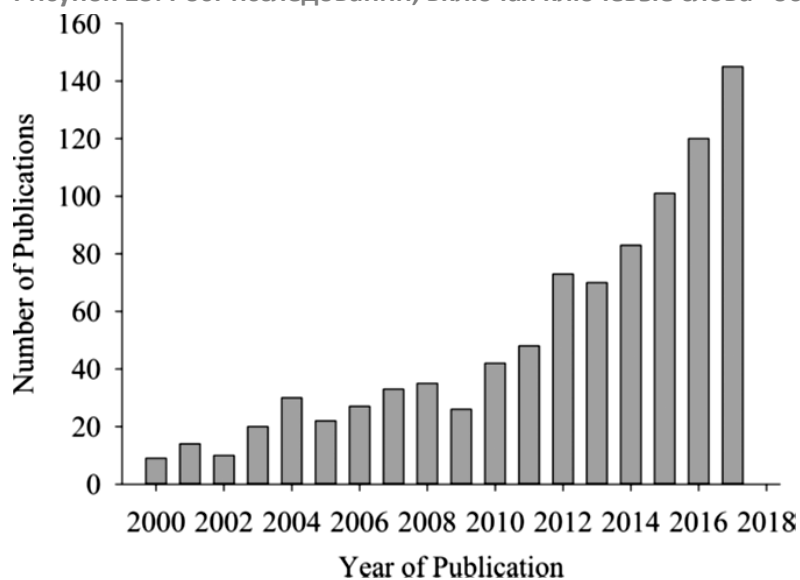
структурированные планы предотвращения травм, реабилитация после травм и, наконец, фактор удачи.

Основываясь на вышеупомянутой публикации, можно отметить, что работа физического подготовки может существенно повлиять на следующие уровни пирамиды: профилактические программы, развитие силы через физическую кондиционирование, эффективность моделей движения и мониторинг тренировочных и/или конкурсных нагрузок.

Для разработки стратегии предотвращения травматизма нам нужен вклад каждого: тренера, медицинского органа, физического тренера и, конечно же, самого игрока, который должен быть частью этого процесса. Работа и взаимодействие этого набора людей позволит лучше подходить к снижению вероятности получения травм.

Точно так же, как научная литература росла в геометрической прогрессии в публикации статей, связанных с системами ИДУ и позиционированием GPS, в публикациях, связанных с вероятностью получения травм с 2000 года по настоящее время, происходит экспоненциальный рост. Все указывает на то, что они будут продолжать расти.

Рисунок 13: Рост исследований, включая ключевые слова "обучение" и "травма" с 2000 года



Источник: Габбетт, 2018, стр. 1.

Number of publications	Количество Публикаций
Year of publication	Год Публикации

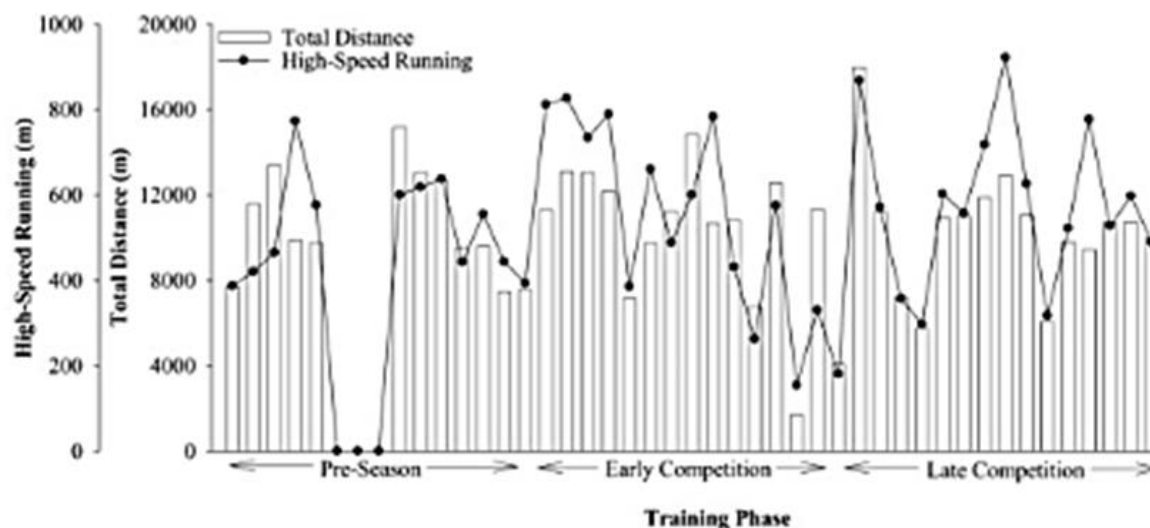
Чтобы помочь в строгий и более эффективным способом вероятность травмы, мы должны найти оптимальную дозу обучения, которая производит предполагаемые эффекты производительности. В целом, в элите вы тренируетесь, чтобы улучшить производительность и победить в конкурсе. Таким образом, цель состоит в том, чтобы увеличить производительность для достижения победы, но мы всегда должны попытаться использовать оптимальную дозу для ее достижения, потому что избыток может привести к более высокой



вероятности травмы. Таким образом, это уже практическое применение мониторинга подготовки и / или конкуренции нагрузок. Мы должны найти это правильное, оптимальное время.

Продолжая мониторинг нагрузки, Тим Габбетт (2012) установил общую дистанцию и расстояние высокой интенсивности, пройденное регбистами на различных микроциклах в течение одного сезона. Результаты показали, что, когда игроки бежали на девять метров больше за сессию до более чем 25 км/ч, они увеличили вероятность травмы бесконтактных мягких деталей в 2,7 раза.

Рисунок 14: Всего еженедельное расстояние обучения и расстояние, пройденное в скоростных гонках в течение профессионального сезона регби лиги



Источник: Габбетт, 2012, стр. 956.

Total distance	Общее Расстояние
High speed running	Бег Высокой Скоростью
High speed running (m)	Бег Высокой Скоростью (м)
Total distance (m)	Общее Расстояние (м)
Pre-Season	Предсезон
Early Competition	Ранние Соревнования
Late Competition	Поздние Соревнования
Training pase	Тренировочный Этап

В этой же строке стоит упомянуть австралийское футбольное издание Колби, Доусона, Хисмана, Рогальски и Габбетта (2014). Авторы пришли к выводу, что вероятность травмы увеличилась до 5,5, когда большая дистанция накапливается каждые три недели в предсезонном и что соотношение было 3,7, когда эта дистанция была больше в спринте. В течение сезона вероятность получения травмы увеличивалась на 2,5, когда переменная силовой нагрузки была больше в течение трех недель, а вероятность умножалась на 2, когда скорость изменения скорости росла каждые четыре недели.



Рисунок 15: Данные о рабочей нагрузке на разные годы опыта работы в австралийской футбольной системе на различных этапах сезона

	Preseason	In-season	Whole-season
Distance (m)			
1-2 y	350,674 (313,731-387,616)	344,088 (299,321-388,855)	694,762 (629,839-759,685)
3-6 y	375,136 (339,277-410,995)	373,924 (354,243-393,605)	749,060 (705,808-792,312)
>7 y	356,431 (316,662-396,200)	‡320,417 (262,034-378,800)	676,848 (597,150-756,547)
V1 distance (m)			
1-2 y	§99,883 (90,090-109,676)	99,574 (81,572-117,577)	199,458 (180,025-218,890)
3-6 y	§120,903 (111,984-129,822)	106,281 (96,846-115,716)	227,184 (211,123-243,245)
>7 y	§113,757 (100,480-127,034)	92,534 (78,612-106,457)	206,292 (182,857-229,727)
Sprint distance (m)			
1-2 y	4,322 (2,756-5,888)	5,753 (3,770-7,735)	10,075 (6,645-13,506)
3-6 y	7,480 (6,048-8,930)	7,170 (6,330-8,010)	14,660 (12,649-16,671)
>7 y	5,848 (4,900-6,796)	¶4,076 (2,819-5,332)	9,924 (8,393-11,454)
Force load (AU)			
1-2 y	26,890 (23,474-30,307)	26,787 (23,090-30,483)	53,677 (47,792-59,563)
3-6 y	28,043 (25,370-30,716)	29,814 (27,067-32,560)	57,857 (53,445-62,269)
>7 y	27,613 (23,322-31,904)	26,798 (20,973-32,622)	54,411 (45,668-63,154)
Velocity load (AU)			
1-2 y	31,608 (27,192-36,025)	31,446 (27,078-35,814)	63,055 (56,000-70,109)
3-6 y	36,475 (33,386-39,565)	36,117 (34,011-38,224)	72,593 (68,545-76,641)
>7 y	35,898 (31,536-40,260)	32,281 (26,404-38,159)	68,180 (59,331-77,029)
RVC (AU)			
1-2 y	365 (324-407)	385 (321-450)	751 (663-839)
3-6 y	386 (321-452)	440 (396-384)	827 (733-920)
>7 y	345 (290-399)	¶347 (251-443)	692 (567-817)

*AU = arbitrary units; RVC = relative velocity change.
 †Data are expressed as mean (95% confidence intervals).
 §Preseason load significantly greater than in-season ($p \leq 0.05$).
 ||1-2 y significantly lower load than 3-6 y ($p \leq 0.05$).
 ¶>7 years significantly lower load than 3-6 y ($p \leq 0.05$).

Источник: Colby et al., 2014, стр. 2247.

Preseason	Предсезон
In-season	В Сезоне
Whole-season	Целый Сезон
Distance (m)	Расстояние (м)
V1 distance (m)	V1 Расстояние (м)
Sprint distance (m)	Расстояние спринтом (м)
Force load (Au)	Нагрузка силы (у. е.)
Velocity load (Au)	Нагрузка скорости (у. е.)
Rvc (au)	RVC (у. е.)
Au= arbitrary units; Rvc=relative velocity change	*у. е. = условная единица; RVC = относительное изменение скорости.
Data are expressed as mean (95% confidence intervals)	Данные выражаются как среднее значение (95% доверительный интервал)
Preseason load significantly greater than in season ($p \leq 0.05$)	Предсезонная нагрузка значительно выше, чем в сезоне ($p \geq 0.05$)
1-2 y significantly lower load than 3-6 ($p \leq 0.05$)	1-2 у нагрузка значительно ниже, чем 3-6 у ($p \geq 0.05$)
>7 years significantly lower than 3-6 y ($p \leq 0.05$)	> 7 лет нагрузка значительно ниже, чем 3-6 у ($p \geq 0.05$)



Для предотвращения травм также важно подготовить наших игроков к требованиям, предъявляемым к соревнованиям.

Рисунок 16 предоставляет практические и реальные данные от нашей команды. Данные относятся к различным сессиям сезона. Первая колонка указывает расстояние в минуту пройденного (средний показатель команды), а вторая колонка соответствует конкретному игроку в этой сессии.

Рисунок 16: Сравнение собственных данных команды с данными конкретного игрока

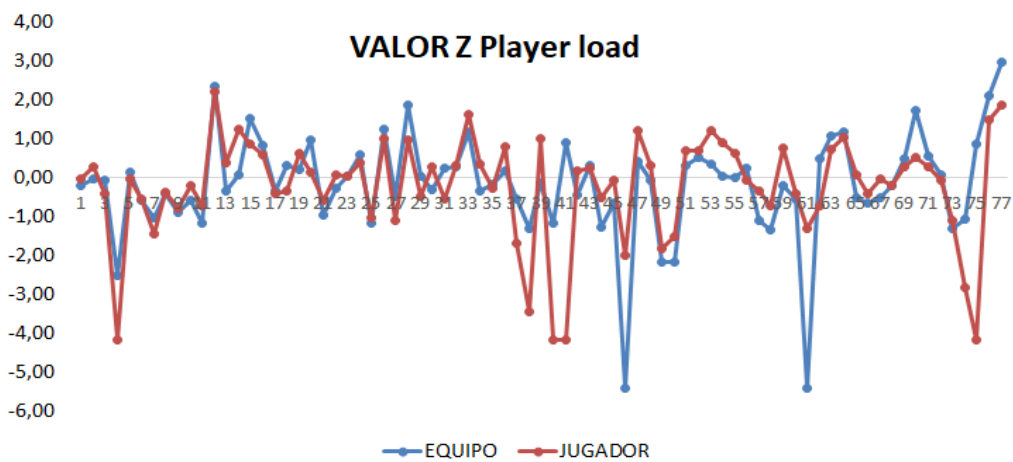
35,93	34,39	-1	-0,62	-1	-0,75	-4%
32,41	32,57	-1	-1,08	-1	-0,96	0%
37,26	42,49	-1	-0,45	0	0,16	14%
33,45	34,79	-1	-0,95	-1	-0,71	4%
35,97	34,99	-1	-0,62	-1	-0,68	-3%
31,55	34,65	-1	-1,20	-1	-0,72	10%
57,78	49,97	1	2,24	1	0,99	-14%
37,63	33,65	-1	-0,40	-1	-0,83	-11%
40,84	38,57	0	0,02	-1	-0,28	-6%
51,51	55,36	1	1,42	1	1,60	7%
46,48	37,4	1	0,76	-1	-0,41	-20%
37,58	32,12	-1	-0,41	-1	-1,01	-15%
42,62	22,89	1	0,25	-1	-2,04	-46%
41,88	37,75	0	0,16	-1	-0,38	-10%
47,45	43,36	1	0,89	1	0,25	-9%
32,94	30,23	-1	-1,01	-1	-1,22	-8%
38,28	36,02	-1	-0,31	-1	-0,57	-6%
40,47	41,42	0	-0,03	0	0,04	2%
44,71	40,43	1	0,53	0	-0,07	-10%
31,39	27,29	-1	-1,22	-1	-1,55	-13%

Источник: Собственная разработка.

В этом исследовании данные были проанализированы с помощью минимальных обнаруживаемых изменений между всеми сессиями, чтобы установить, произошли ли значительные изменения в переменной в этой сессии по сравнению с другими включенными днями. Но этого было недостаточно, потому что мы должны были знать, в чем масштабы этого изменения. Для этого было рассчитано значение q . Так, например, наблюдается, что мы можем перейти от 0,62 до 1,08 (четвертая колонка), а где-то до 2,24. Шестая колонка показала значение q для индивидуума. Последняя колонка относится к расчету коэффициента вариации.

Рисунок 17: Анализ стоимости во время различных одноигровых сессий и для среднего анализируемого уровня команды



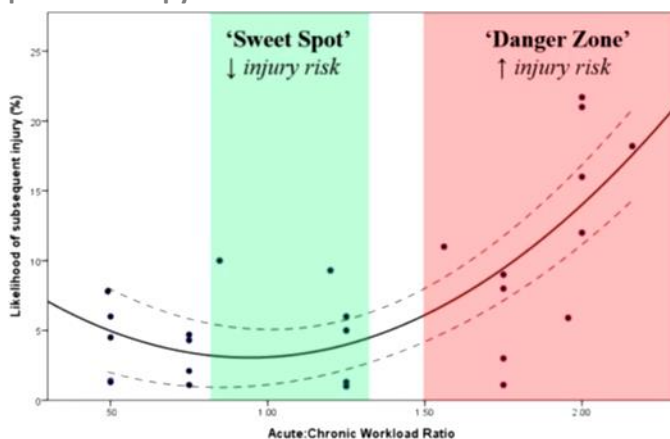


Источник: Собственная разработка.

Valor z player load	ЗНАЧЕНИЕ Z Нагрузка игрока
Equipo	КОМАНДА
Jugador	ИГРОК

Другими важными понятиями, которые следует учитывать, являются острая нагрузка (короткий период времени) и кумулятивная или хроническая (более длительный период времени). Взаимосвязь между этими двумя понятиями, острая и хроническая нагрузка через соотношение между острой нагрузкой и хронической нагрузкой, обеспечивает остро-хроническую нагрузку. Из этого можно сделать вывод, что установление определенного соотношения (рисунок 18) определяет область с более низким риском получения травм (зеленая зона). С другой стороны, мы возрастаем вероятность получения травмы (красной зоны) при превышении определенного соотношения.

Рисунок 18: Руководство по интерпретации и применению данных об острой хронической рабочей нагрузке



Источник: Габбетт, 2016, стр. 6.

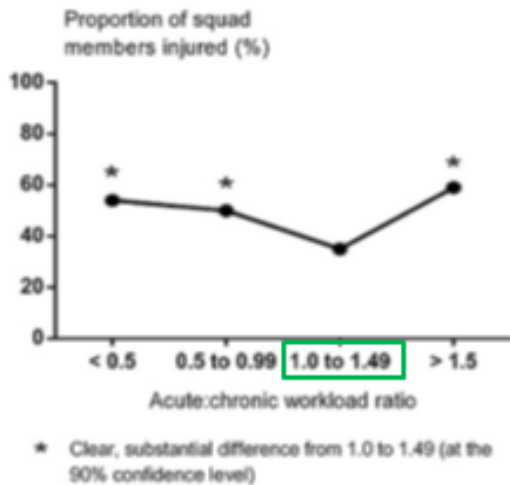
Sweet sport	«Золотая Середина»
-------------	--------------------



↓Injury risk	↓Риск травмы
Danger zone	«Зона Опасности»
↑Injury risk	↑Риск травмы
Likelihood of subsequent injury (%)	Вероятность последующей травмы (%)
Acute: Chronic workload ratio	Соотношение Острой Хронической Тренировочной Нагрузки

Если мы хотим проанализировать эти отношения в баскетболе, мы можем увидеть публикацию Вайс, Аллен, Макгиган, и Whatman (2017). В этом исследовании авторы указали, что процент игроков, травмированных в команде проанализированы разнообразны, как коэффициенты нагрузки были изменены. Появились районы повышенного риска травматизма по сравнению с оптимальной зоной, которая была установлена между соотношением 1 к 1,49.

Рисунок 19: Остро-хроническое соотношение заряда на баскетболистов



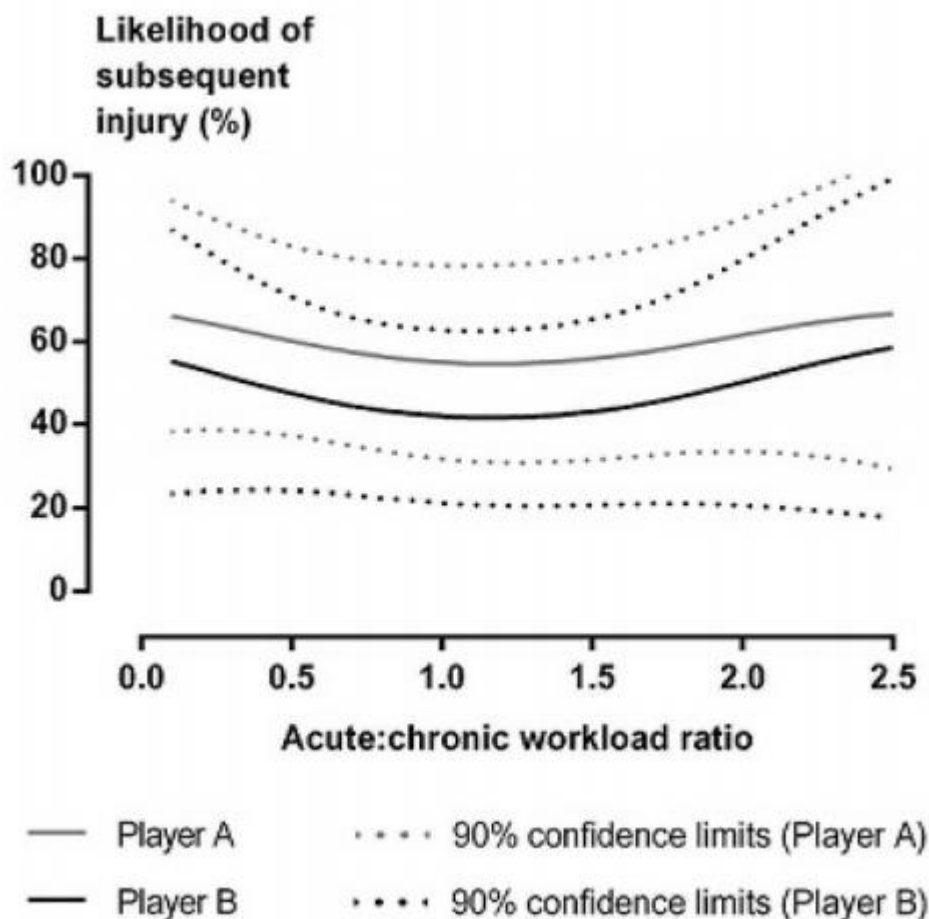
Источник: Адаптировано от Weiss et al., 2017.

Proportion of squad members injured (%)	Пропорция травмированных членов команды (%)
Acute: chronic workload ratio	Соотношение Острой Хронической Тренировочной Нагрузки
Clear, substantial difference from 1.0 to 1,49 (at the 90% confidence level)	*Чёткая, существенная разница от 1.0 до 1.49 (на 90% уровня доверия)

В этом смысле мы должны уделять особое внимание индивидуализации. На рисунке 20 показано, как два игрока из одной команды имеют разные шансы на травму в одном и том же соотношении острой хронической нагрузки.

Рисунок 20: Сравнение двух спортсменов с вероятностью травмы





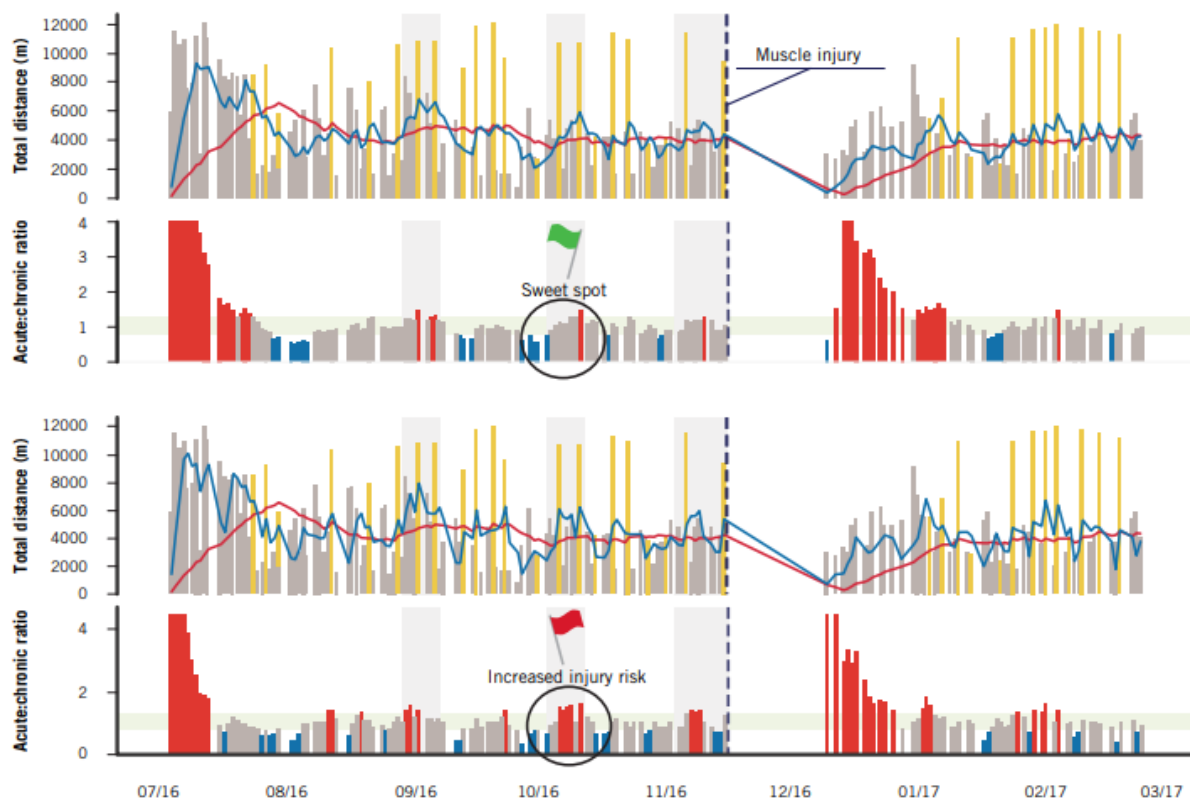
Источник: Weiss et al., 2017, стр. 20.

Likelihood of subsequent injury (&)	Вероятность последующей травмы (%)
Acute:chronic workload ratio	Соотношение Острой Хронической Тренировочной Нагрузки
Player A	Игрок А
Player B	Игрок Б
90% confidence limits (player A)	90% границы доверительности (Игрок А)
90% confidence limits (player B)	90% границы доверительности (Игрок Б)

То есть соотношение острой хронической нагрузки тоже индивидуальное, но выбираем ли мы соотношения материи? Имеет ли значение выбор в качестве острой нагрузки четыре дня или неделю и как хронические три недели или пять недель? Публикация Lacome, Simpson and Buchheit (2018) показывает, как четырехдневный острый заряд и восемнадцатидневный хронический заряд были более чувствительны, чтобы предвидеть более высокий риск получения травмы, чем семидневное соотношение для острой зарядки и двадцать восемь для хронической зарядки. Таким образом, мы могли бы также использовать этот инструмент в качестве стратегии для предотвращения травм.



Рисунок 21: Изменения в общей дистанции (в метрах) для элитного футболиста в течение семи месяцев



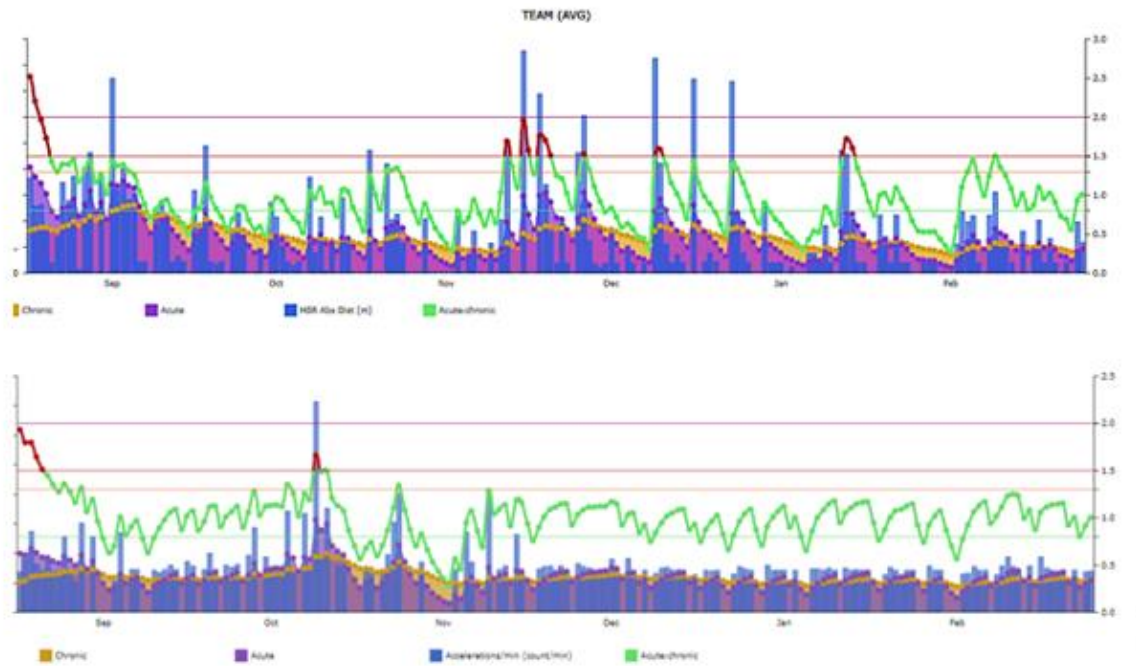
Источник: Источник: Lacome et al., 2018, стр. 55.

Total distance (m)	Общее расстояние (м)
Acute: chronic ratio	Соотношение острой-хронической
Total distance (m)	Общее расстояние (м)
Acute: chronic ratio	Соотношение острой-хронической
Muscle injury	Травма мышцы
Sweet spot	Золотая середина
Increases injury risk	Повышенный риск травмы

На рисунке 22 показаны данные, принадлежащие нашей команде. В нем острое соотношение нагрузки, установленное до семи дней, и хроническое (двадцать восемь дней) отображается для переменных расстояния >18 km/h путешествовал и для количества ускорений в течение нескольких месяцев сезона.



Рисунок 22: Контроль нагрузки и остро-хроническое соотношение нагрузки первой баскетбольной команды ФК Барселона



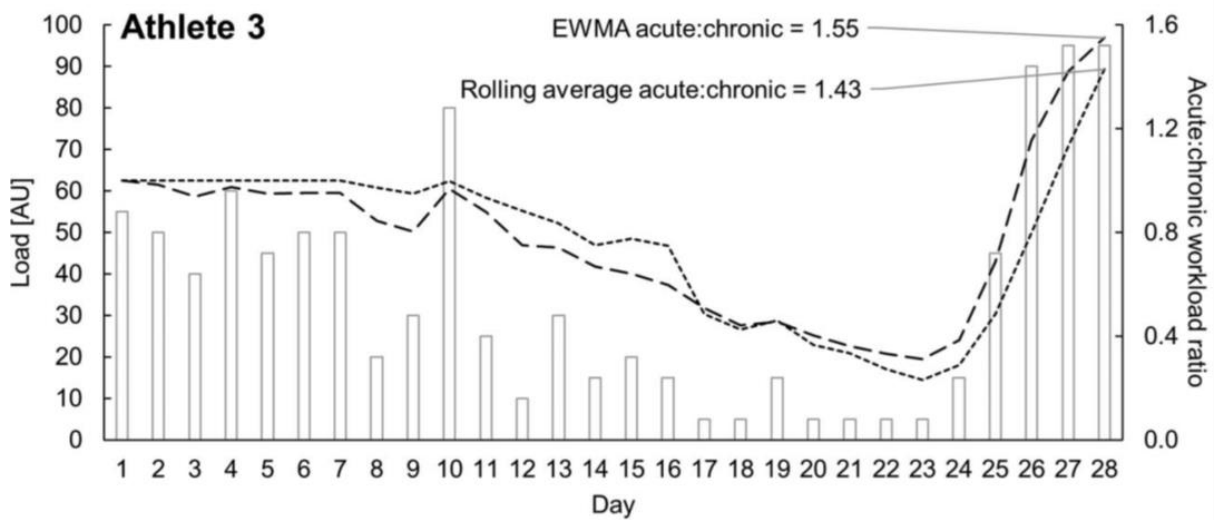
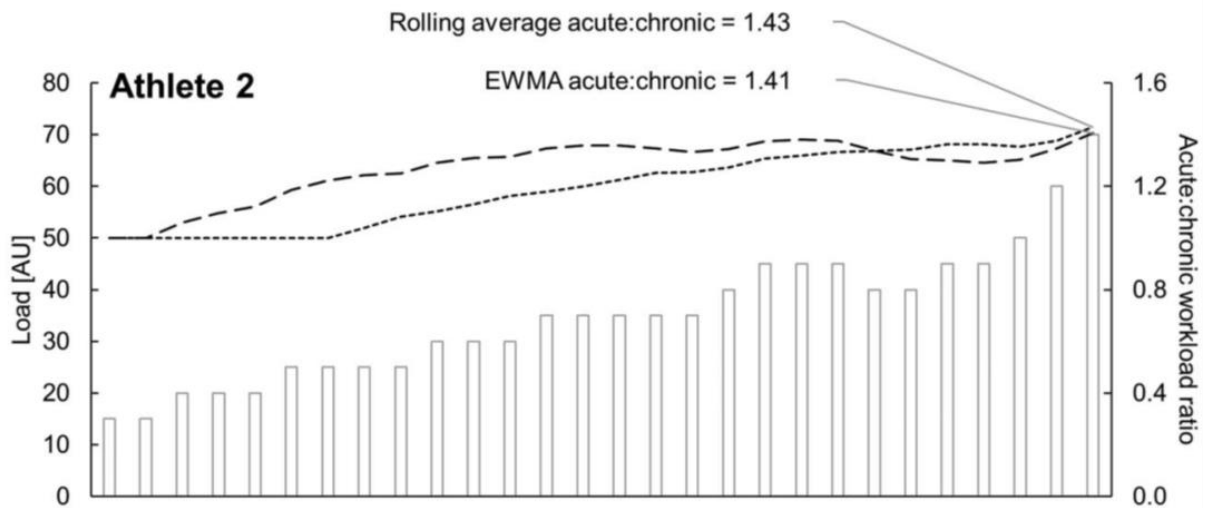
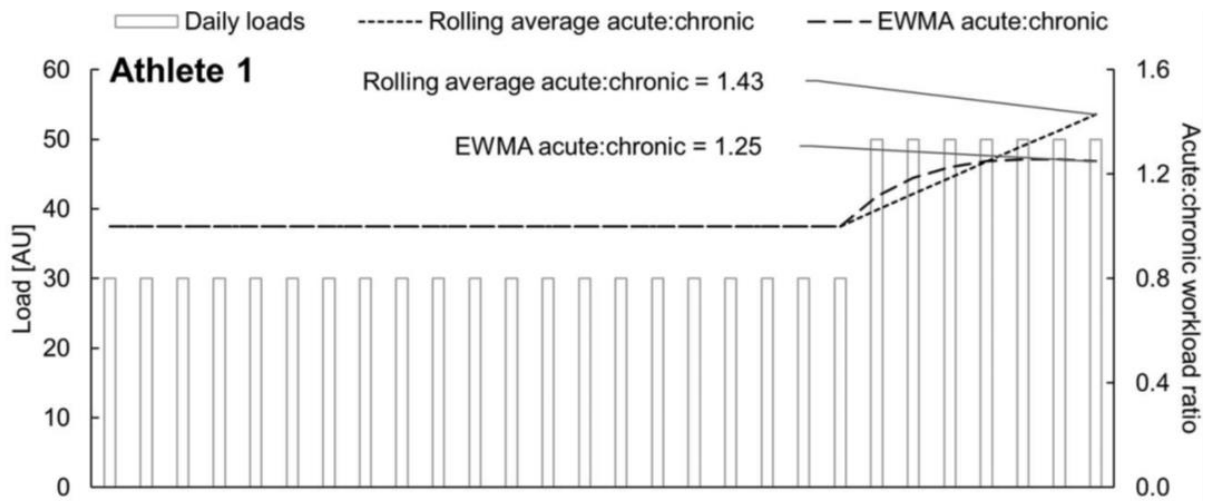
Источник: Сделано автором с помощью устройств WIMU, Realtrack Systems S.L.

Team (avg)	КОМАНДА (СРЕДНЯЯ)
Chronic	Хроническая
Acute	Острая
ILEGIBLE	
ILEGIBLE	
Acute: chronic	Острая-хроническая

Другим аспектом, который следует учитывать в связи с этим соотношением, является расчет, используемый для его получения: скользящая средняя или скользящая средняя. Но это не единственный способ расчета соотношения, но также может быть рассчитан, в отличие от данных, представленных выше, на основе экспоненциального анализа скользящих средних. Этот процесс позволяет придать больший вес последним данным, то есть ближайшим тренировкам с течением времени. Следующая цифра показывает эволюцию соотношения у трех спортсменов, сравнивая простой средний анализ (скользящая средняя) и экспоненциальный анализ скользящей средней (EWMA).

Рисунок 23: Различные острохронные значения соотношения рабочей нагрузки, производимые с использованием экспоненциально взвешенных скользящих средних и скользящих средних методов





Источник: Williams, 2017, стр. 210.



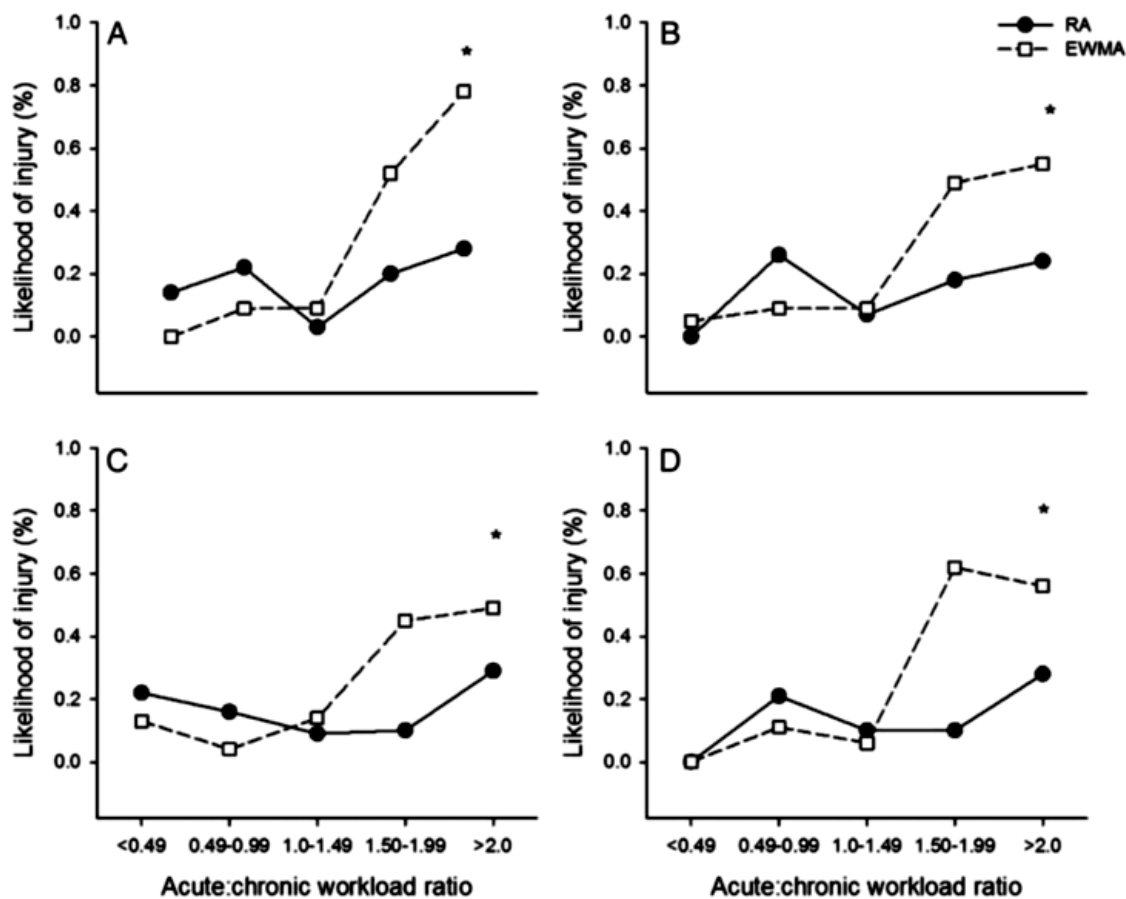
Athlete 1	Спортсмен 1
Daily loads	Ежедневные нагрузки
Rolling average acute: chronic	Скольльзящая средняя острая-хроническая
EWM Acute: chronic	Экспоненциальная скольльзящая средняя острая -хроническая
Rolling average acute: chronic= 1.43	Скольльзящая средняя острая-хроническая = 1.43
EWMA acute: chronic= 1.25	Экспоненциальная скольльзящая средняя острая-хроническая = 1.25
Load (Au)	Нагрузка [у.е.]
Acute: chornic workload ratio	Соотношение остро-хронической тренировочной нагрузки
Athlete 2	Спортсмен 2
Rolling average acute: chronic= 1.43	Скольльзящая средняя остро-хроническая = 1.43
EWMA acute: chronic= 1.41	Экспоненциальная скольльзящая средняя остро-хроническая = 1.41
Load (Au)	Нагрузка [у.е.]
Acute: chronic workload ratio	Соотношение остро-хронической тренировочной нагрузки
Athlete 3	Спортсмен 3
Rolling average acute: chronic= 1.55	Экспоненциальная скольльзящая средняя острая-хроническая = 1.55
EWMA acute: chronic= 1.43	Скольльзящая средняя острая-хроническая = 1.43
Load (Au)	Нагрузка [у.е.]
Acute: chronic workload ratio	Соотношение остро-хронической тренировочной нагрузки
Day	День

На рисунке 23 показана разница между двумя анализами, достигающих значений 1,25 и 1,43 для спортсмена 1. В Athlete 2 данные 1.41 и 1.43. И, наконец, динамика нагрузки Спортсмена 3, в которой есть большие колебания между последними и предыдущими проанализированными данными: экспоненциальный анализ генерирует соотношение 1,55, выше, чем было обнаружено ранее. Таким образом, мы могли бы установить, что анализ экспоненциальных скольльзящих средних является более чувствительным, особенно в высоких соотношениях.

Издание Murray, Gabbett, Townshend и Blanch (2016) вычислило соотношение для общего пройденного расстояния, умеренного и без того высокого и нагрузки игрока. Исследование дало значительные различия между этими двумя методами в четырех переменных, когда соотношение было высоким (рисунок 24). Эти данные соответствовали предсезонной и такое же поведение произошло в фазе сезона.

Рисунок 24: Вероятность травмы в каждом диапазоне ACWR в течение предсезонного периода на текущий день в общей дистанции, умеренной скорости расстояния, расстояния на высокой скорости и нагрузки игрока





Источник: Murray et al., 2016, стр. 4.

Likelihood of injury (%)	Вероятность травмы (%)
EWMA	Экспоненциальная скользящая средняя
Ra	Скользящая средняя
Acute: chornic workload ratio	Соотношение острой-хронической тренировочной нагрузки
A	А
B	Б
C	В
D	Г

Третий метод является пристыковался и не связаны метод. Связанный анализ означает, что для четырехнедельного примера острохронный расчет включает в себя четыре недели в качестве хронической нагрузки и, как острый, на прошлой неделе. Тем не менее, оон связанный метод принимает как хроническую нагрузку первые три недели и, как острый, на прошлой неделе. То есть, он устраняет последнюю неделю хронической нагрузки проанализированы.

В целом мы можем установить, что следует избегать резких скачков рабочей нагрузки по нескольким переменным, поскольку они связаны с повышенным риском получения травм. Движущаяся средняя модель основана на научных данных и поддерживается литературой для количественной оценки вероятности риска травматизма. Тем не менее, экспоненциально взвешенная модель скользящей средней имеет более высокую чувствительность к



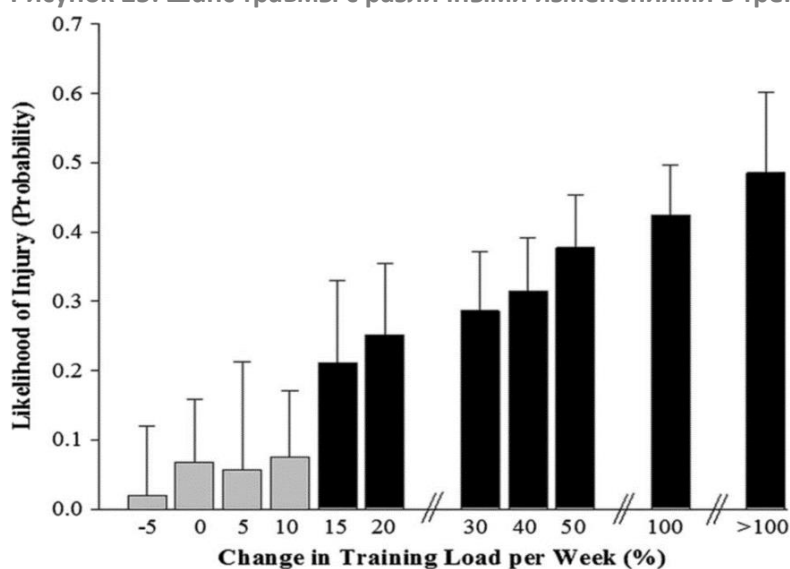
обнаружению увеличения риска получения травм в более высоких диапазонах острохронных соотношений.

Вместе с тем следует представить дополнительные данные о различных методах острой хронической нагрузки и расчете риска получения травм. Это позволит профессионалам, участвующим в физической подготовке элитных игроков, систематически и более эффективно назначать тренировочные нагрузки для улучшения физических качеств, необходимых в соревнованиях, минимизируя при этом риск травм, связанных с нагрузкой.

Эти публикации обычно указывают на то, что высокие хронические нагрузки позволяют спортсмену лучше подготовиться и предрасположенность выдерживать некоторые пики острой подготовки, отчасти благодаря адекватному физическому состоянию, что позволяет лучше выдерживать требования соревнований. Таким образом, хороший уровень физической подготовки может помочь лучше переварить нагрузки и, следовательно, уменьшить вероятность травмы.

Процент изменения нагрузки между различными неделями также должен быть проанализирован. Например, если происходит определенное процентное увеличение по отношению к предыдущей неделе, вероятность получения травмы также возрастает (рисунок 25).

Рисунок 25: Шанс травмы с различными изменениями в тренировочной нагрузке



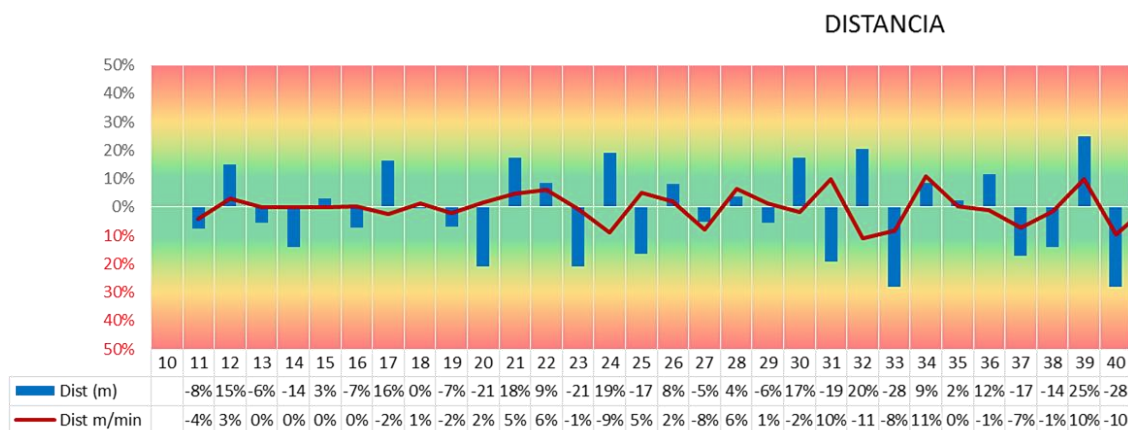
Источник: Габбетт, 2016, стр. 5.

Likelihood of injury (Probability)	Вероятность Травмы (Вероятие)
Change in training load per week (%)	Изменение в Тренировочной Нагрузке за Неделю (%)

На рисунке 26 показан процент пройденного расстояния в нашей команде.



Рисунок 26: Эволюция процента изменений между неделями расстояния в ФК Барселона



Источник: Собственная разработка.

Distancia	РАССТОЯНИЕ
Dist (m)	Рас (м)
Dist m/min	Рас (м/мин)

Другим аспектом, который следует учитывать, чтобы свести к минимуму риск получения травмы, является контроль высокой интенсивности расстояния, на которое подвергаются наши игроки. Давайте будем обращать внимание на то, что показывает публикация Уильямса, Треварты, Кросса, Кемп и Стокса (2017). При анализе нагрузки авторы стремились установить наиболее важные переменные. Для этого они провели анализ основных компонентов десяти переменных на четырех компьютерах. Таким образом, они установили, что существует три основных компонента, которые объясняют 57% дисперсии как острые, 24% хронической нагрузки и 9% изменения между микроциклами. Из этого анализа они пришли к выводу, что острая нагрузка в основном представляла собой нагрузку, поддерживаемую за один день.

Еще один очень важный аспект, чтобы подчеркнуть усталость. Различные издания сравнивали различные физические требования между первой и второй частью в футболе и между различными кругами в баскетболе. Линьки, Линк, Вебер и Ламс (2018) показали, что футболисты проехали 99 метров в минуту в первом тайме против 78 метров в минуту во втором тайме. Это означало сокращение на 21% между первой и второй частями. Но если мы контролируем и нормализуем разрывы, разница уменьшается до всего 6,6%. Поэтому мы должны задаться вопросом или, по крайней мере, подумать о том, является ли усталость причиной такого незначительного уменьшения пройденного расстояния или контекстуальные факторы могут повлиять на этот результат.

Наконец, следует отметить, что машинное обучение может помочь лучше понять, чтобы справиться с профилактикой травм в лучших условиях. С другой стороны, не стоит забывать о внутренней реакции игрока на внешнюю нагрузку (например, скорость сердечных сокращений и изменчивость сердечного ритма). Важно будет также рассмотреть сложные динамические системы для лучшего понимания стратегий в области предотвращения травматизма.

Вся эта информация должна быть учтена, чтобы снизить риск получения травм в командных видах спорта.



Ссылки

Бахр, Р. и Кросшауг, Т. (2005). Понимание механизмов травматизма: ключевой компонент профилактики травм в спорте. Британский журнал спортивной медицины, 39(6), 324-329. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsm.2005.018341>

Барнс, К., Арчер, Д.Т., Хогг, Б., Буш, М. и Брэдли, Р.С. (2014). Эволюция параметров физических и технических характеристик в английской Премьер-лиге. Международный журнал спортивной медицины, 35(13), 1095-1100. doi: <https://doi.org/10.1055/s-0034-1375695>

Британская вещательная корпорация (2018). Клубы Премьер-лиги выплатили 0,217 млн заработной платы травмированным игрокам в 2017-18 годах. Восстановленный после <https://www.bbc.com/sport/football/45045561>

Колби, М.Дж., Доусон, Б., Хисман, Д., Рогальски, Б. и Габбетт, Ти Джей (2014). Акселерометр и GPS-производные беговые нагрузки и риск травматизма в элитных австралийских футболистов. Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования, 28(8), 2244-2252. doi: [doi:10.1519/jsc.00000000000000362](https://doi.org/10.1519/jsc.00000000000000362)

Коулз, Р.А. (2017). Пирамида предотвращения травм для элитных спортивных команд. Британский журнал спортивной медицины, 52(15), 1008-1010. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096697>

Эдвардс, У. В. (2018). Моделирование чрезмерного травмы в спорте, как механическое явление усталости. Эксерк. Спорт Sci. Преподобный, 46(4), 224-231.

Ekstrand, J., Уолден, М. и Хагглунд, М. (2016). Травмы подколенного сухожилия увеличились на 4% ежегодно в мужском профессиональном футболе, с 2001 года: 13-летний продольный анализ УЕФА Элитный клуб травмы исследования. Британский журнал спортивной медицины, 50(12), 731-737. Дой: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095359>

Габбетт, Ти Джей и Улла, С. (2012). Отношения между беговых нагрузок и мягкой ткани травмы в элитной команды спортсменов спорта. Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования, 26(4), 953-960. doi: [10.1519/jsc.0b013e3182302023](https://doi.org/10.1519/jsc.0b013e3182302023)

Габбетт, Ти Джей (2016). Парадокс профилактики травм: должны ли спортсмены тренироваться умнее и сложнее? Британский журнал спортивной медицины. doi: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2015-095788>

Габбетт, Ти Джей (2018). Развенчание мифов о тренировочной нагрузке, травмах и производительности: эмпирические данные, горячие темы и рекомендации для практиков. Британский журнал спортивной медицины. Дой: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099784>



Хишам, Т., Томас, В., Джефф, Ф., Камден, Х., Хуан, Х., Апарна, К. и Шон, С. (2016). Предотвращение травм в игре для игроков НБА. Документ представлен на конференции спортивной аналитики. Идентификатор документа: 1590.

Лаком, М., Симпсон, Б. и Бухейт, М. (2018а). Мониторинг тренировочного статуса с помощью технологии отслеживания игроков. Все еще на пути в Рим. Часть 1: Традиционные практики и новые концепции. ASPETAR: Спортивная медицина журнал, 7, 55-63. Восстановлено после https://www.researchgate.net/publication/327142176_2018_Monitoring_training_status_with_player-tracking_technology_Still_on_the_road_to_Rome_Part_1

Лакоме, М., Симпсон, Б. и Бухейт, М. (2018b). Мониторинг тренировочного статуса с помощью технологии отслеживания игроков. Все еще на пути в Рим. Часть 2: Увеличение тренер "купить в" с хорошей визуализации данных. ASPETAR: Спортивная медицина журнал, 7, 64-66. Восстановлено после https://www.researchgate.net/publication/327142262_Monitoring_training_status_with_player-tracking_technology_Still_on_the_road_to_Rome_Part_2

Линьки, Д., Линк, Д., Вебер, Х. и Ламс, М. (2018). Снижение производительности матчей в футболе зависит от увеличения перерывов в игре. В журнале спортивной науки и медицины, 17(4), 662-667. Восстановлено после https://www.researchgate.net/publication/329247433_Decline_in_Match_Running_Performance_in_Football_is_affected_by_an_Increase_in_Game_Interruptions

Лорен, З. Ф. Чиу, Л. и Брэдфорд, Ж. (2003). Фитнес-усталость Модель Вновь: Последствия для планирования краткосрочной и долгосрочной подготовки. Сила и кондиционирования журнал, 25, 42-51. doi: [https://doi.org/10.1519/1533-4295\(2003\)025lt;0042:TFMRIF-gt;2.0.CO;2003\)025 lt;0042:TFMRIF-gt;2.0.CO;222](https://doi.org/10.1519/1533-4295(2003)025lt;0042:TFMRIF-gt;2.0.CO;2003)025 lt;0042:TFMRIF-gt;2.0.CO;222)

Meeuwisse, W. H. (1994). Оценка причинно-следственной том или иной спортивной травмы: многофакторная модель. Клинический журнал спортивной медицины, 4(3). Восстановлено после https://journals.lww.com/cjsportsmed/Fulltext/1994/07000/Assessing_Causation_in_Sport_Injury_A.4.aspx

Meeuwisse, W. H., Tyreman, H., Hagel, B. и Emery, C. (2007). Динамическая модель этиологии в спортивной травме: рекурсивный характер риска и причинно-следственной томы. Клинический журнал спортивной медицины: Официальный журнал Канадской академии спортивной медицины, 17(3), 215-219. doi: <https://doi.org/10.1097/JSM.0b013e3180592a48>

Морено, Дж. (2015). Общие потери НБА от травмы с сезона 2005-2006. Восстановленный после <http://www.move2thrive.com/kinein-blog/2015/5/9/hey-nbacant-you-get-your-athletes-bigger-chairs>

Мюррей, Н.Б., Габбетт, Ти Джей, Таунсенд, А.Д. и Бланш,. (2016). Расчет острой: хронические коэффициенты рабочей нагрузки с использованием экспоненциально взвешенных скользящих средних обеспечивает более чувствительный показатель вероятности травматизма, чем



скользящие средние. Британский журнал спортивной медицины, 51(9), 749-754. doi: 10.1136/bjsports-2016-097152

Нассис, Г.П., Брито, Д., Фигейредо, и Габбетт, Ти Джей (2019). Тренировка по предотвращению травм в футболе: давайте доведем ее до реального мира. Британский журнал спортивной медицины, bjsports-2018-100262. Дой: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-100262>

Вайс, К.Дж., Аллен, С.В., Макгиган, М.Р. и Уосман, С.С. (2017). Взаимосвязь между учебной нагрузкой и травмой в мужском профессиональном баскетболе. Международный журнал спортивной физиологии и производительности, 12(9), 1238-1242. doi: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0726>

Уильямс, С., Уэст, С., Кросс, М. Джей и Стоукс, К.А. (2017). Лучший способ определить острое: хроническое соотношение нагрузки? Британский журнал спортивной медицины, 51(3), 209 LP - 210. дои: <https://doi.org/10.1136/bjsports-2016-096589>

Уильямс, С., Треварта, Г., Кросс, М.Дж., Кемп, С. Т. и Стоукс, К.А. (2017). Мониторинг того, что имеет значение: систематический процесс выбора мер по обучению нагрузке. Международный журнал спортивной физиологии и производительности, 12(2), 2101-2106. дои: <https://doi.org/10.1123/ijsp.2016-0337>

Уиндт, Джей и Габбетт, Ти Джей (2016). Как тренировки и соревнования связаны с травмами? Рабочая нагрузка – модель этиологии травматизма. Британский журнал спортивной медицины, 51(5), 428-435. doi: 10.1136/bjsports-2016-096040

