

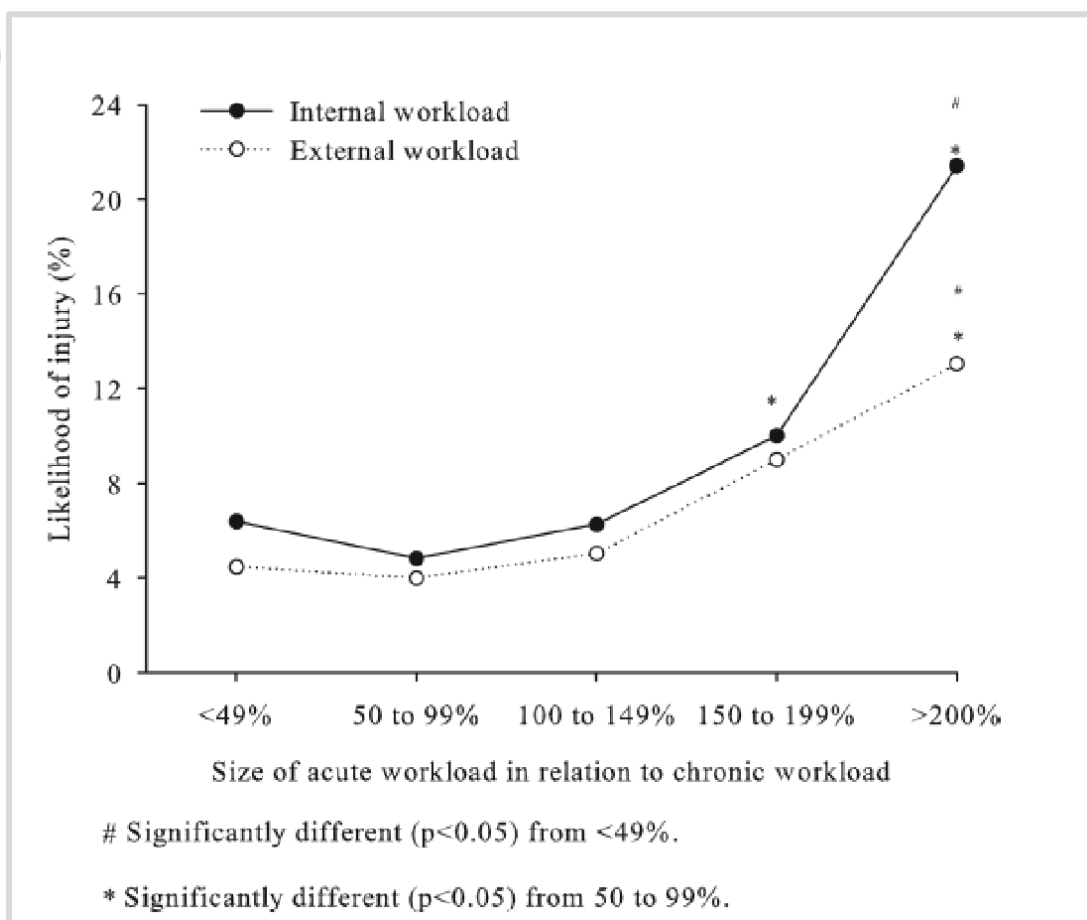
МОДУЛЬ 3: КОЭФФИЦИЕНТ кратковременной НАГРУЗКИ: ПРИМЕНЕНИЕ И ОГРАНИЧЕНИЯ

3.1 Соотношение кратковременной и долговременной нагрузки и риск травмы

3.1.1 Исследования, проводимые в других видах спорта, помимо футбола.

Многочисленные исследования в области командных видов спорта изучали влияние тренировочной нагрузки на частоту травм и спортивные результаты (Bowen, Gross, Gimpel, & Li, 2017; Caparrós, Casals, Peña, Alentorn-Geli, Samuelson, Solana, Scholler), and Gabbett, 2017; Hulin, Gabbett, Blanch, Chpman, Bailey, and Orchard, 2014; Hulin, Gabbett, Lawson, Caputi, and Sampson, 2016; Malone, Owen, Newton, Mendez, Collins, and Gabbett, 2017). Первое исследование, посвященное анализу взаимосвязи между кратковременной (1 неделя) и долговременной (в среднем 4 недели) рабочей нагрузкой и риском травмы, было проведено Hulin et al. (2014) в элитном крикете. Исследователи записали общее количество мячей, брошенных за неделю, как на тренировках, так и на соревнованиях, чтобы оценить внешнюю нагрузку. В свою очередь, внутренняя нагрузка игроков была определена количественно с использованием субъективной оценки тренировочного занятия, умноженного на продолжительность в минутах деятельности, выполняемой спортсменом. Авторы заметили, что, когда кратковременная рабочая нагрузка была подобна или ниже, чем долговременная рабочая нагрузка (коэффициент $\leq 0,99$), вероятность ассоциированной травмы в следующие 7 дней составляла 4%. Однако, когда кратковременная нагрузка была по крайней мере в 1,5 раза выше, чем долговременная нагрузка (соотношение $\geq 1,5$), риск травмы в течение следующей недели увеличивался в 2–4 раза. Основываясь на результатах, авторы указывают, что увеличение нагрузок следует проводить систематически, следуя последовательности прогрессирования, соответствующей указанным значениям, чтобы снизить вероятность травм.

Рисунок 1: Вероятность травмы (%) у игроков в крикет на следующей неделе как функция нагрузки недели по сравнению со средним значением за предыдущие 4 недели



Источник: Hulin et al., 2014, стр. Четыре.

Internal workload	Внутренняя рабочая нагрузка
External workload	Внешняя рабочая нагрузка
Likelihood of injury (%)	Вероятность травмы (%)
Size of acute workload in relation to chronic workload	Размер острой нагрузки по сравнению с хронической нагрузкой
Significantly different ($p < 0.05$) from <49%	Значительно отличается ($p < 0,05$) от <49%
Significantly different ($p < 0.05$) from to 99%	Значительно отличается ($p < 0,05$) от до 99%

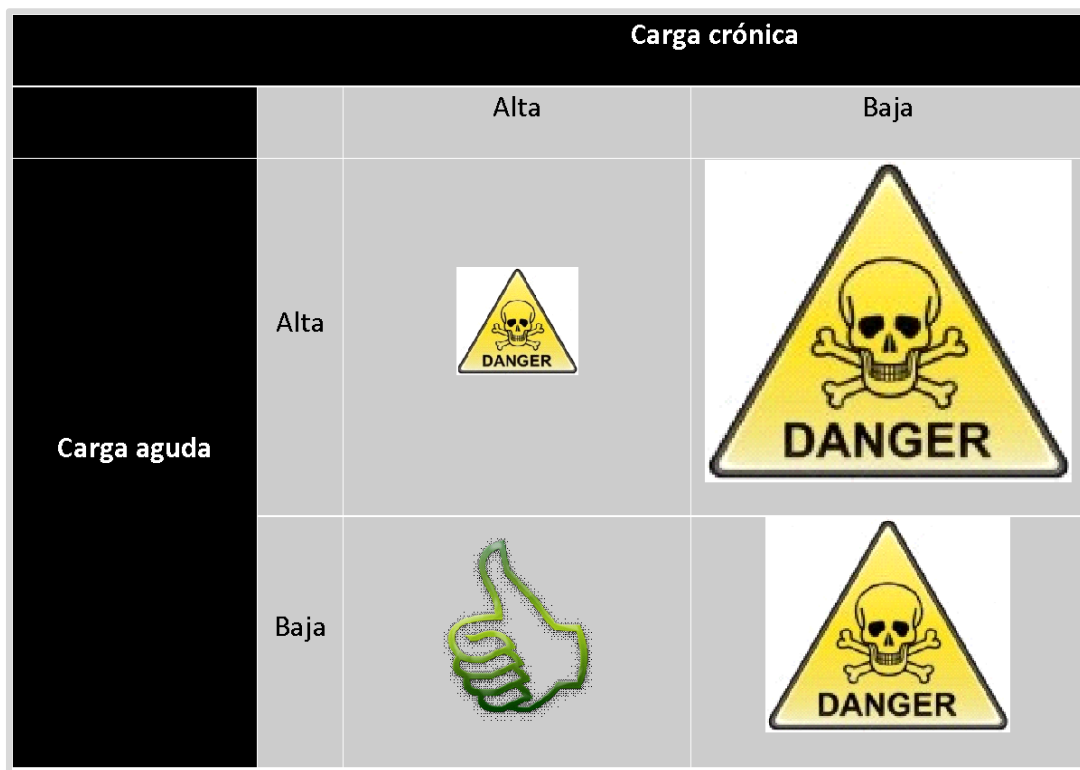
В том же духе Hulin et al. (2016) использовали методологический план, аналогичный описанному в предыдущем исследовании, но с игроками регби

элитной категории, которые анализировались в течение двух сезонов лиги. В этом случае применительно к регбистам они взяли общее пройденное расстояние или DT, чтобы сделать частное между нагрузкой (DT на «текущей» неделе) и нагрузкой (среднее DT за последние 4 недели) на тренировках так и в матчах. Результаты показали, что очень высокое соотношение нагрузки А: С: (соотношение $\geq 2,11$) подразумевает большой риск травмы в течение недели, соответствующей значению острой нагрузки (16,7%), и в течение недели после этого (11,8%). Новым открытием этого исследования было то, что соответствующие высокие нагрузки микроциклов, из которых устанавливается долговременная нагрузка (20 117–24 503 м) в сочетании с умеренным (1,03–1,37) и средне-высоким (1,38–1,74) соотношениями, показали более низкий риск травмы, чем хронические низкие нагрузки (6 956–11 343 м) в сочетании с различными соотношениями нагрузки А: С: Кроме того, результаты показали, что высокое значение долговременной нагрузки защищает от травм, если результат кратковременной нагрузки аналогичен. Тем не менее авторы отмечают, что соотношение нагрузок А: С: более последовательно предсказывает риск травмы, чем только соотношение кратковременной и долговременной нагрузок.

В итоге:

- Было обнаружено, что высокое соотношение нагрузки А: С: связано с более высоким риском травм.
- Высокие долговременные нагрузки в сочетании с умеренными соотношениями, по-видимому, имеют определенный защитный эффект от риска травм, что может подтвердить идею о том, что «физическая форма» снижает риск травм, в то время как отсутствие формы и перетренированность, увеличивают эти вероятности.

Рисунок 2: Графическое представление вероятностей травм в зависимости от уровня кратковременной нагрузки во взаимосвязи с уровнем долговременной нагрузки.



Источник: самодельный.
 ión propia.

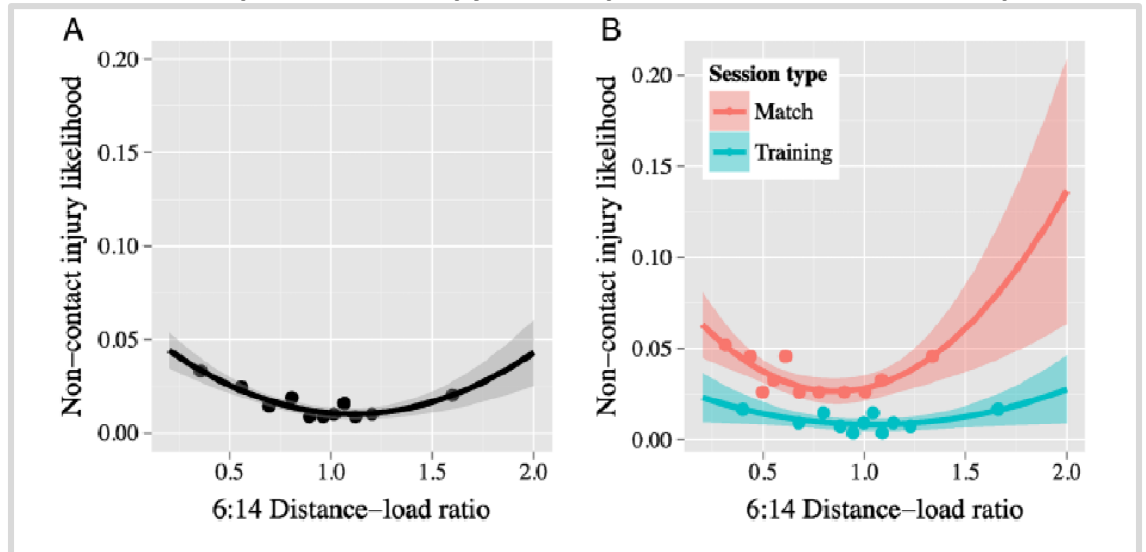
Carga crónica	долговременная нагрузка
Alta	высокая
Baja	низкая
Carga aguda	Резкая нагрузка
Danger	Опасность

Если вы наблюдаете , как ситуация с наивысшим риском травмы представлена при высоком уровне кратковременной нагрузки, связанной с низким уровнем долговременной нагрузки; в, то время как противоположная ситуация (низкий уровень кратковременной нагрузки при высоком уровне долговременной нагрузки) представляет меньшую вероятность травмы.

Как мы уже упоминали, соотношение нагрузки А: С: может быть установлено для различной продолжительности острой нагрузки, хронической нагрузки и для каждой переменной (внешней или внутренней нагрузки). В этом смысле Кэри, Бланч, Онг, Кроссли, Кроу, Моррис (2017) изучали у австралийских

футболистов, какие переменные и продолжительность нагрузок лучше всего связаны с вероятностью травмы, используя в качестве кратковременной нагрузки от 2 до 9 дней и нагрузка 14, 18, 21, 24, 28, 32, 35 дней, в результате чего получается 56 различных комбинаций нагрузок А: С: Кроме того, для расчета были выбраны 6 различных зависимых переменных, в результате чего было изучено 336 изученных соотношений нагрузок А: С: Когда тренировочные и матчевые травмы были включены в модель вместе, переменная расстояние-нагрузка с временным соотношением в соотношении нагрузки А: С: 6:14 оказалась той, которая лучше всего объясняет вариацию вероятности травмы. Однако, поскольку вероятность травмы в матчах значительно выше, авторы обосновывают необходимость независимого изучения моделей, которые лучше всего предсказывают травмы в матчах и тренировках.

Рисунок 3: Взаимосвязь (с доверительным интервалом 95%) между соотношением нагрузки для переменной дистанционной нагрузки с использованием 6 дней в качестве кратковременной нагрузки и 14 дней в качестве долговременной нагрузки с вероятностью неконтактной травмы



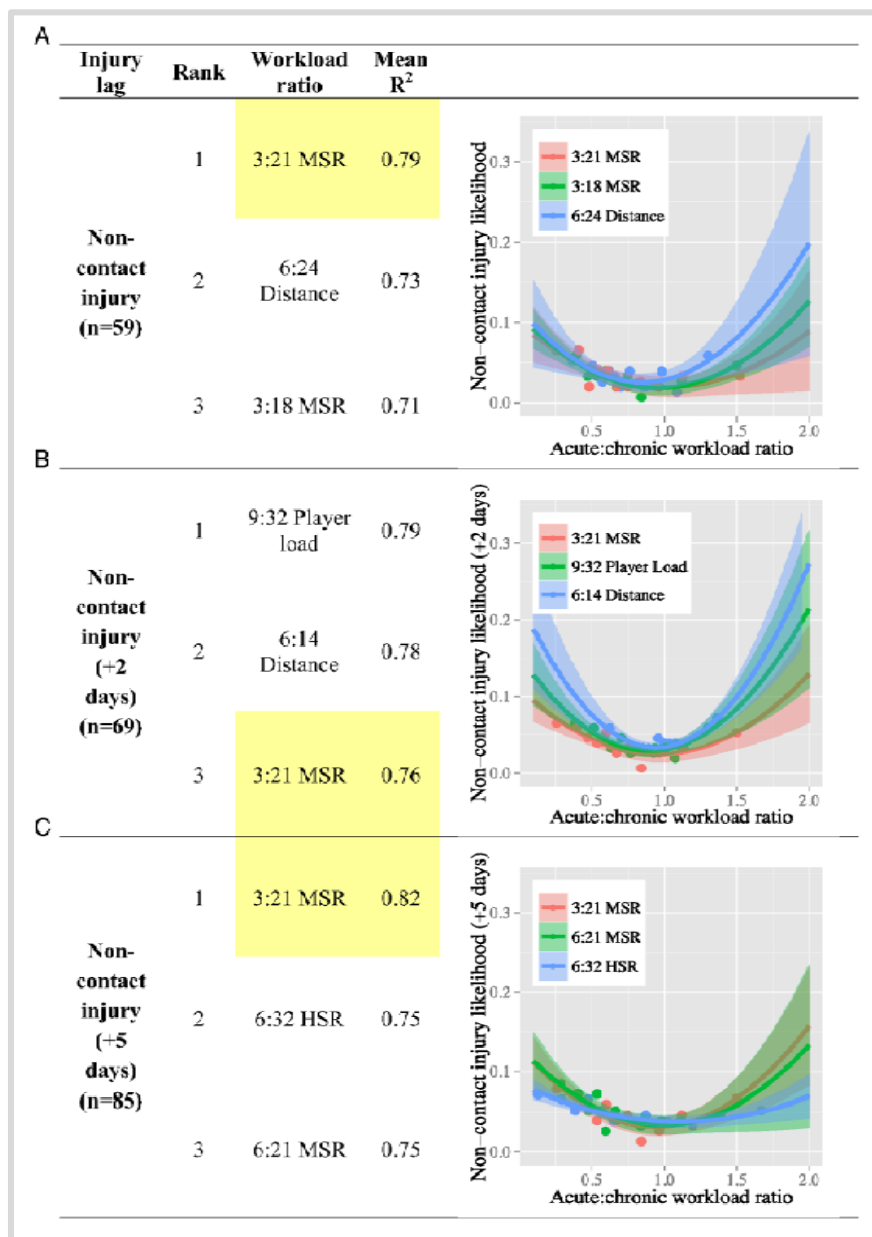
Источник: Carey et al., 2017, стр. Четыре.

Non-contact injury likelihood	Вероятность неконтактной травмы
Distance-load ratio	Соотношение расстояния и нагрузки
Sesión type	тип тренировки
Match	Матч
Training	тренировка
A	A
B	B

На предыдущем рисунке рисунок А относится к объединенным матчам и тренировкам ($R^2 = 0,91$), а рисунок В - к матчам ($R^2 = 0,54$) и тренировкам отдельно ($R^2 = 0,53$).

Соотношение нагрузки А: С: 3:21 дня на переменной дистанции, пройденной на умеренной скорости (18,0–24,0 км / ч), является лучшим предиктором риска травмы в матче, независимо от временного окна выбранной травмы. Форма соотношения нагрузок А: С: аналогична описанной в предыдущих исследованиях, с более низкой вероятностью травмы при соотношении нагрузок А: С: близком к единице, и увеличивает вероятности как при более низком, так и при повышенном соотношении.

Рисунок 4: Профили вероятности травм (с доверительным интервалом 95%) трех комбинаций параметров, которые объясняют: А = травмы в матче; В = травмы в игре и в следующие два дня и С = травмы в игре и в последующие 5 дней.



Источник: Carey et al., 2016, p. Четыре.

Injury lag	Предотвращение Травмы
Rank	Классификация
Workload ratio	Коэффициент нагрузки
Mean R ²	Среднее R ²
Non-contact injury (n=59)	Бесконтактная травма (n = 59)

Non-contact injury (+days) (n=69)	Бесконтактная травма (+ дни) (n = 69)
Non-contact injury (+5 days) (n=85)	Бесконтактная травма (+5 дней) (n = 85)
MSR	MSR
Distance	Расстояние
Player load	Нагрузка игрока
Non- contact injury likelihood	Вероятность бесконтактной травмы
Non- contact injury likelihood (+ 2 days)	Вероятность бесконтактной травмы (+2 дня)
Non- contact injury likelihood (_5 days)	Вероятность бесконтактной травмы (_5 дней)
Acute: chronic workload ratio	Соотношение кратковременной и долговременной нагрузок

Примечание: HSR означает расстояние, пройденное на высокой скорости (> 24,0 км / ч); MSR означает расстояние, пройденное на умеренной скорости (18,0–24,0 км / ч).

Таким образом, в этой работе соотношение нагрузок А: С: равное 3 и 21 дням, в переменной расстояния, пройденного на умеренной скорости (18,0–24,0 км / ч), лучше всего предсказывает вероятность получения неконтактной травмы в австралийском футболе. Кажется, что эти модели должны быть адаптированы к контексту, включая, конечно, вид спорта, а также структуру и календарь соревнований (Carey et al., 2016), а также способ игры и тренировок.

Колби, Доусон, Пилинг, Хисман, Рогальский, Дрю, Старес, Зухал и Лестер (2017) у австралийских футболистов обнаружили, как соотношение нагрузки А: С: влияет на вероятность травмы. Если мы посмотрим на переменную дистанции спринта, соотношение нагрузок А: С: <0,7 и > 1,4 значительно увеличивает вероятность травмы x1,8 и x1,9 соответственно по сравнению с отношениями между 0,93–1,13.

В последнее время в баскетболе НБА Caparrós et.al. (2017) исследовали в течение 3 сезонов возможные факторы риска травм у 26 профессиональных игроков. Регистрируемыми переменными были игровые минуты, физиологическая нагрузка и интенсивность, механическая нагрузка и интенсивность, общее расстояние, скорость в различных диапазонах, ускорения и замедления, индекс эффективности и процент использования. Авторы проанализировали влияние демографических характеристик, данных последующего наблюдения и факторов производительности на риск травм. Главный вывод этого исследования заключался в том, что меньшее количество

ускорений, меньшее пройденное расстояние и более низкая средняя скорость защиты были в значительной степени связаны с травмами во время профессиональных баскетбольных игр. Оптимальные уровни нагрузок в тренировках могут иметь защитный эффект на спортсменов и вместе с правильным управлением нагрузкой могут быть значимыми факторами для снижения вероятности травм в соответствии с индивидуальными профилями. Тем не менее необходимы дополнительные исследования для подтверждения этих результатов с целью реализации адекватных профилактических программ для снижения количества травм в профессиональном баскетболе и других видах спорта.

3.1.2 Исследования, проводимые в футболе

В контексте футбола недавнее исследование (Ehrmann, Duncan, Sindhusake, Franzsen, Greene, 2016) проанализировало взаимосвязь между различными физическими переменными, зарегистрированными во время тренировок и игр, с травмами, полученными у игроков профессиональной категории ($n = 19$). Внешняя нагрузка, связанная с практикой этих игроков, контролировалась с помощью устройств GPS, а общее расстояние (м), дистанция на высокой скорости ($14,3-19,7 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, м), дистанция спринта ($> 19,7 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, м), нервно-мышечной нагрузки (ускорения и замедления, UA) и относительного расстояния ($\text{м} \cdot \text{мин}^{-1}$). Все эти переменные были усреднены в блоках по 1 и 4 недели, при этом было замечено, что именно увеличение тренировочной нагрузки, но не обязательно циклы высоких нагрузок, увеличивают риск травм у футболистов.

Со своей стороны Bowen et al. (2017) в течение двух сезонов изучали взаимосвязь между физической нагрузкой и риском травм у 32 элитных юношеских футболистов. Регистрируемые переменные включали общее пройденное расстояние (м), расстояние на высокой скорости ($> 20 \text{ км} \cdot \text{ч}^{-1}$, м), количество ускорений и нервно-мышечную нагрузку (ускорения и замедления, UA). Результаты показали, что накопление большого количества ускорений (≥ 9254) в течение 3 последовательных микроциклов было связано с высоким риском травм. Кроме того, при анализе неконтактных травм наблюдалось увеличение, когда переменная высокой скорости была связана с высокой кратковременной нагрузкой с низкой долговременной нагрузкой. С другой стороны, контактные травмы увеличивались при очень высоких соотношениях нагрузок A: C: по отношению к общему пройденному расстоянию и количеству ускорений. Авторы пришли к выводу, что как кратковременные, так и долговременные высокие нагрузки увеличивают риск травм при условии, что не происходит постепенного увеличения этих значений. Контролируемое увеличение нагрузки позволяет закрепить у игрока физическую устойчивость к высоким нагрузкам и повышает сопротивляемость риску травм.

Мэлоун и др. (2017) исследовали взаимосвязь между рабочей нагрузкой, выраженной количественно RPE x мин практики, и физическим состоянием, рассчитанным с помощью периодического теста на выносливость (YYIR1), и риском травмы в профессиональном футболе высшего уровня. Результаты установили положительную линейную зависимость между собственной нагрузкой микроцикла, его еженедельными модификациями и связанным с этим риском травмы. У игроков, достигших соотношения нагрузки А: С: от 1 до 1,25 в течение сезона, риск травм был ниже. Кроме того, игроки с лучшими результатами в тесте YYIR1 лучше переносили модификации нагрузки каждого микроцикла.

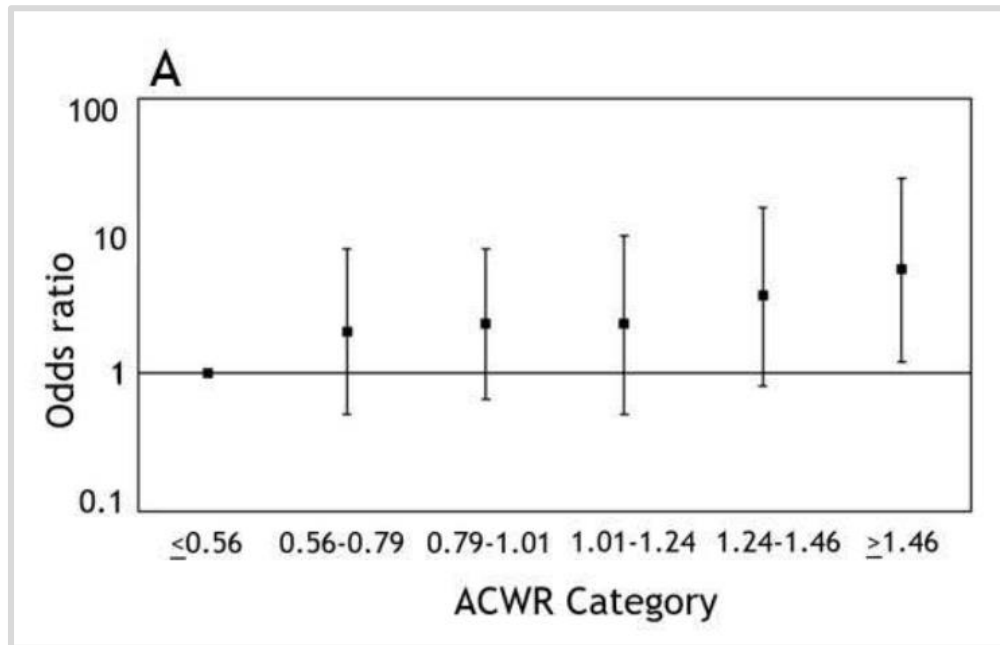
Таблица 1: Риск травмы в зависимости от времени сезона (предсезонный и соревновательный) для различных соотношений нагрузок у профессиональных футболистов. Данные представлены как OR (95% ДИ).

Компонент тренировочной нагрузки		Предсезонный (июль -Август)	В сезон (сентябрь-май)
Накопленная нагрузка (сумма)		OR EXP В (95% CI)	OR EXP В (95% CI)
	Соотношение острой и хронической нагрузки		
	≤ 0.85 (Reference)	1.00	1.00
	Между 0.85 AU to ≤ 1.00 AU	0.95 (0.98 – 3.95)	1.05 (0.98 – 3.95)
	между ≥ 1.00 AU to ≤ 1.25 AU	0.68 (0.08 – 1.66)	0.28 (0.08 – 1.26)
	≥ 1.50 AU	2.33 (1.69 – 4.75)	3.03 (1.69 – 3.75)

В сезон (сентябрь-май).

Ойен (2017) использовал соотношение нагрузок А: С: рассчитанное на основе тренировочных минут, указанных спортсменами. Несмотря на то, что рассматриваемое исследование имеет ряд важных ограничений, оно обнаруживает взаимосвязь между соотношением кратковременных и долговременных нагрузок (ACWR) и появлением новых травм бедра в течение недели.

Рисунок 5: Вероятность травмы бедра при различных соотношениях нагрузки.



Источник: Øyen, 2017, стр. 61.

A	
ACWR Category	Категория ACWR
Odds ratio	Соотношение шансов

Таким образом, на графике мы можем видеть, как увеличиваются шансы на появление нового заболевания тазобедренного сустава с увеличением соотношения нагрузок. Для определения заболевания тазобедренного сустава критерий обязательного перерыва не использовался, но фиксировались недомогания, которые не препятствовали завершению тренировки и / или игры. В частности, вероятности в 5,69 раза выше с коэффициентом > 1,46 по сравнению с очень низким коэффициентом (<0,56), в 2,83 раза выше, чем с низким коэффициентом (0,56-0,79), в 2,49 раза выше по сравнению с умеренно низким коэффициентом (0,79–1,01), в 2,46 раза выше, чем коэффициент умеренно высокий (1,01–1,24) и в 1,53 раза выше, чем высокий коэффициент (1,24–1,46).

Однако связь между соотношением нагрузок A: C: и существенным новым заболеванием тазобедренного сустава не обнаружила связи. В этом смысле следует отметить, что было необходимо умеренное или серьезное сокращение объема тренировок и соревновательной деятельности, или полная неспособность участвовать, чтобы заболевание было классифицировано как серьезное (Clarsen, Myklebust & Bahr, 2013).

Мэлоун и др. (2017) рассчитали соотношение нагрузок, используя 3 и 21 день в качестве периода для расстояния, пройденного на высокой скорости (> 14,4 км / ч), и расстояния, пройденного в спринте (> км / ч).

Таблица 2: Вероятность травмы при различных соотношениях нагрузки: из переменных расстояния, пройденного на высокой скорости, и расстояния, пройденного во время спринта.

Расчет внешней нагрузки	В сезоне			
	Odds Risk (OR) of Lower Limb Injury	90% Confidence Interval		p- Value
		Lower	Upper	
Соотношение острой и хронической нагрузки на скоростной дистанции (AU)				
≤ 0.85	1.00			
Между 0.86 to 1.00	1.20	1.10	2.03	0.021
Между 1.00 to 1.25	2.27	2.13	3.04	0.001
≥ 1.25	3.02	2.53	4.98	0.001
Sprint distance acute:chronic workload ratio (AU)				
≤ 0.70	1.00			
Между 0.71 to 0.85	0.85	0.33	0.95	0.035
Между 0.86 to 1.35	1.15	1.11	2.14	0.012
≥ 1.35	5.00	3.01	7.38	0.021

Источник: Malone et al., 2017, стр. 3.

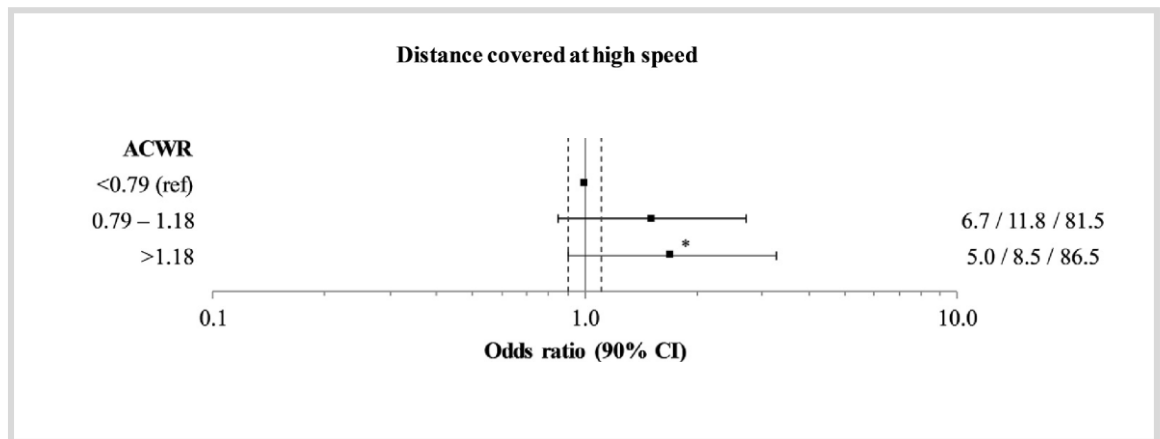
Как видно, вероятность травмы составляет 3 и 5 раз, когда соотношение нагрузок А: С: больше 1,25 на дистанции, пройденной на высокой скорости, и 1,35 на дистанции, пройденной спринтом.

У профессиональных футболистов (Jaspers, Kuypenhoven, Staes Frencken, Helsen and Brink, 2017) они обнаружили, что умеренное соотношение нагрузок А: С: обеспечивает защитный эффект по отношению к более низким уровням нагрузки в переменных:

- Количество выполненных ускорений (коэффициент нагрузки 0,87–1,12, OR: 0,49, 90% CI: 0,24–1,02).
- Количество выполненных замедлений (коэффициент нагрузки 0,86–1,12, OR: 0,38, 90% CI: 0,20–0,72).
- Внутренняя нагрузка (RPE * продолжительность; коэффициент нагрузки 0,85–1,12, OR: 0,39, 90% CI: 0,23–0,65).

С другой стороны, соотношение нагрузок А: С: на расстоянии, пройденном на высокой скорости, показывает увеличение вероятности травмы (соотношение нагрузок А: С > 1,18, OR: 1,71, 90% CI: 0,90–3,26).

Рисунок 6: Вероятность значительного увеличения риска получения травмы при различных соотношениях нагрузки в зависимости от расстояния, пройденного на высокой скорости.



Источник: Jaspers et al. ,2017, стр. 3.

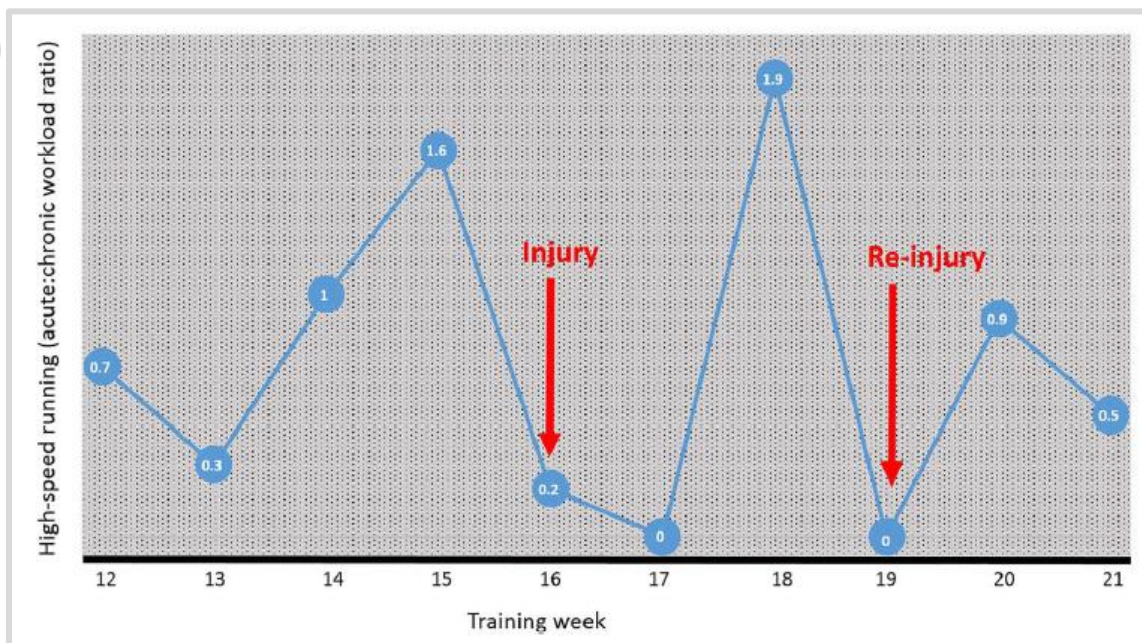
ACWR	ACWR
Distance covered at high speed	Пройденное расстояние на высокой скорости
Odds ratio (90% CI)	Отношение шансов (90% ДИ)
<0.79 (ref)	<0,79 (справ.)

3.2 Использование соотношений нагрузок в -реабилитационном процессе.

Как мы уже упоминали, высокое соотношение нагрузок А: С: является фактором риска травм, особенно если это связано с низким уровнем долговременной нагрузки. Кроме того, этот показатель очень важен также в процессе реабилитации / реадaptации спортсменов. Таким образом, кажется, что это показатель, который определяет процесс реабилитации и особенно решение вернуться в игру, если мы хотим делать это постепенно и безопасно.

Как видно на рисунке 7, поражение часто появляется после высокого соотношения нагрузок А: С: в этом случае с использованием переменной расстояния, пройденного на высокой скорости. Спортсмен в течение 15 недель испытывает уровень нагрузки на 60% выше, чем средний уровень нагрузки в предыдущем месяце, что увеличивает вероятность травмы, как уже подробно описано. Однако этот индикатор очень интересно использовать также в процессе реабилитации / коррекции, поскольку травмы вызывают снижение активности и, следовательно, хроническое отягощение. Если после восстановления работоспособности спортсмена этот параметр не учитывается и он выполняет обычную еженедельную активность (острая нагрузка), соотношение нагрузки А: С: будет высоким в результате снижения активности, вызванного периодом травмы. Другими словами, мы подвергаем спортсмена тому количеству работы, к которой он не подготовлен или, по крайней мере, он не привык переносить..

Рисунок 7: Соотношение нагрузки в переменной расстояния, пройденного с высокой скоростью в течение периода времени, когда спортсмен получает две травмы. Наблюдается, насколько высокое соотношение кратковременной и долговременной нагрузки за несколько недель до травмы (1,6 и 1,9).



Источник: Blanch & Gabbett, 2016, стр. два.

High-speed running (acute: chronic workload ratio)	Скоростной бег (соотношение нагрузок)
Injury	Травма, повреждение
Re-injury	Повторная травма
Training week	Неделя тренировок

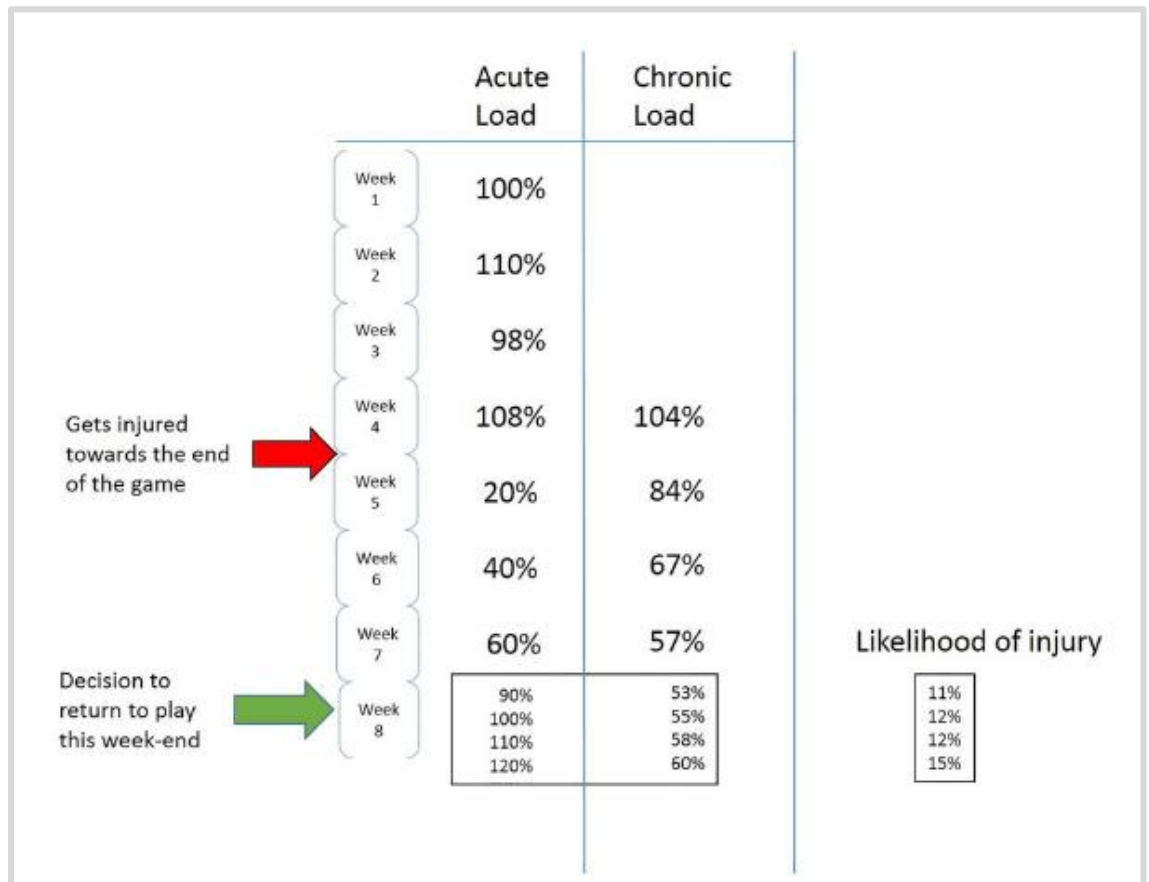
Типичный пример управления нагрузкой во время травмы показан на рисунке 8. Здоровый спортсмен в течение первых 4 недель накапливает еженедельную нагрузку в размере 104% от своей обычной нагрузки (немного выше его средней). В конце 4-й недели спортсмен получает травму, которая вызывает снижение активности в течение следующих недель. Таким образом, через неделю сразу после травмы спортсмен накапливает только 20% своей обычной нагрузки (неделя с наименьшей нагрузкой), в то время как по мере прохождения недель после травмы процент нагрузки, испытываемой спортсменом, увеличивается. В то же время уменьшается его долговременная

нагрузка. Мы должны помнить, что долговременная нагрузка относится к среднему значению за предыдущие 4 недели, и поскольку спортсмен представляет уменьшенную кратковременную нагрузку в период после травмы, это снижает значение долговременной нагрузки. На 8 неделе мы переходим к соревнованиям, и при рассмотрении значения нагрузки на этой неделе мы должны иметь в виду, что:

- Более высокий уровень кратковременной нагрузки на этой неделе может вызвать у спортсмена более сильное утомление.
- Более высокий уровень кратковременной нагрузки на этой неделе увеличивает уровень долговременной нагрузки спортсмена, поскольку 8-я неделя учитывается при анализе долговременной нагрузки (среднее значение 5-й, 6-й, 7-й и 8-й недель).
- Однако увеличение еженедельной нагрузки изменяет значение кратковременной нагрузки больше, чем значение долговременной нагрузки, поэтому увеличение значения кратковременной нагрузки увеличивает соотношение долговременной нагрузки.
- Увеличение соотношения нагрузки выше зоны комфорта может увеличить шансы получения травмы.

Таким образом, в примере на Рисунке 8 мы видим, что если спортсмен на 8 неделе представляет уровень нагрузки 120%, его нагрузка достигает значения 60%, поэтому соотношение нагрузки будет 2,0, а шансы получить травму 15%. Однако, если на 8 неделе игрок испытывает только 90% нагрузки, нагрузка составит 53%, что дает коэффициент нагрузки: 1,69 с 12% вероятностью травмы. Как видно из предложенного примера, соотношение нагрузок очень велико, и шансы спортсмена получить травму увеличиваются. В этом смысле тренера должны обеспечить высокий уровень долговременной нагрузки, а для этого необходимо накопить несколько недель высоких значений нагрузки, прежде чем подвергать спортсмена воздействию высоким уровнем нагрузки и / или после возвращения к соревнованиям. Если в примере, предложенном на 8 неделе, спортсмен выполняет 70% нагрузки, на 9 неделе - 80%, а на 10 неделе - 90% нагрузки, то нагрузки будут составлять 47,5, 62,5 и 75% на 8, 9 и 10 неделе соответственно. Эти значения приведут к соотношению нагрузки А: С: 1,47, 1,28 и 1,2 в те же недели, вероятность травм будет постепенно уменьшаться.

Рисунок 8: Графическое изображение травмированного спортсмена и его решения вернуться в игру.



Источник: Blanch & Gabbet, 2016, стр. 4.

Acute load	кратковременная нагрузка
Chronic Load	долговременная нагрузка
Gets injured towards the end of the game	Получает травму к концу игры
Decision to return to play this week-end	Решение вернуться к игре в эти выходные
Likelihood of injury	Вероятность травмы
Week 1, week 2, week 3...	Неделя 1, неделя 2, неделя 3...


Примечание. Рисунок 8 основан на различных предложениях по кратковременной нагрузке, которые, таким образом, изменяют у долговременную нагрузку и вероятность получения травмы. График показывает, что когда спортсмен прогрессирует в фазе реабилитации (с 4 по 7 неделю), его нагрузка начинает снижаться до 57% к концу 7 недели.

В таблице 3 указаны вероятности травмы в зависимости от кратковременной нагрузки (% от нормальной нагрузки) и долговременной нагрузки (% от нормальной нагрузки). Мы можем наблюдать, как наибольшая вероятность травмы возникает, когда кратковременная нагрузка высока, а долговременная нагрузка очень низка. Этот случай иногда появляется в процессе реабилитации спортсмена. Приведем пару примеров, чтобы проиллюстрировать эту ситуацию.

Таким образом, атлет, получивший травму, резко снижает свою нагрузку и постепенно увеличивает её по мере восстановления. Это снижение уровня нагрузки снижает долговременную нагрузку. Приступая к соревновательной деятельности, «быстро» за неделю с высокой плотностью соревнований. Спортсмен участвует в двух матчах в неделю, что вызывает высокий объём кратковременной нагрузки при низком уровне долговременной нагрузки. Его коэффициент в этом случае очень высок, как и его шансы получить травму.

Другим примером может быть то, что спортсмен, помимо присоединения к команде, выполняет дополнительную работу для ускорения условного улучшения, что дает высокий уровень кратковременной нагрузки (командная нагрузка плюс индивидуальная нагрузка) и представляет собой большое изменение по сравнению с предыдущими неделями, в которых Появление травмы привело к снижению уровня долговременной нагрузки. Тут мы видим такой же сценарий, высокое соотношение нагрузки А: С и вероятность травм.

Таблица 3: Вероятности травм, используется уравнение, полученное в результате исследований 3 различных видов спорта, и сравниваются различные сценарии. .



Chronic workload (% of normal average)	110	4.7	4.1	3.6	3.4	3.2	3.3	3.5
	100	4.3	3.7	3.4	3.3	3.3	3.6	4.0
	90	3.9	3.5	3.3	3.3	3.6	4.2	4.9
	80	3.5	3.3	3.3	3.7	4.3	5.3	6.6
	70	3.3	3.3	3.7	4.6	5.8	7.5	9.5
	60	3.3	3.8	4.9	6.6	8.8	11.6	14.9
	50	4.0	5.5	7.9	11.0	14.9	19.6	25.1
	40	6.6	10.1	14.9	20.9	28.2	36.7	46.5
	30	14.9	23.2	33.7	46.5	61.4	78.6	98.0
		60	70	80	90	100	110	120
		Acute workload (% of normal average)						

Источник: Blanch and Gabbett, 2016, стр. Четыре.

Chronic workload (% of normal average)	долговременная рабочая нагрузка (% от нормы)
Acute workload (% of normal average)	кратковременная рабочая нагрузка (% от нормального среднего)

3.3 Ограничения практического использования соотношения нагрузок.

В футболе было обнаружено, что регистрация тренировочных нагрузок и соотношения нагрузок А: С: позволяют тренерам и специалистам определять, какие спортсмены находятся в состоянии физической подготовленности или утомления, с соответствующей вероятностью травм (Gabbett, 2016). Однако применение этой концепции имеет несколько ограничений: сложно определить индивидуальный профиль каждого игрока, связанный с травмой; невозможно объединить различные системы сбора данных в рамках общей переменной параметров -; Очень сложно записывать все тренировки и соревнования футболистов для получения согласованных соотношений нагрузок А: С: (Buchheit, 2017). Более того, концепция нагрузок А: С: заслуживает дальнейшего рассмотрения. Возможно, разные виды спорта имеют разную взаимосвязь между нагрузкой и травмой, поэтому до тех пор, пока не будет доступно больше данных, применять рекомендации, представленные в литературе, следует с осторожностью (Gabbett, 2016). Поэтому некоторые практические ограничения могут повлиять на его полезность в футболе, о чем мы подробно расскажем в следующих разделах (Buchheit, 2017).

3.3.1 Необходимость индивидуализировать нагрузку для каждого спортсмена.

Поскольку скорость, с которой прилагаются усилия, влияет на вероятность травмы спортсмена (Malone et al., 2016), очень важно соотносить усилия с учетом максимальной производительности спортсмена. Кажется, что спортсмены, которые в течение недели прилагают усилия на > 95% своей максимальной скорости, имеют меньшую вероятность травм, чем те, кто достигает только 85%, поэтому знание этих максимальных возможностей постулируется как очень интересное. Однако, чтобы иметь представление об этом, необходимо знать максимальную скорость спортсмена, которая редко оценивается техническими специалистами профессиональных футболистов (Buchheit, 2017).

Многие тренеры предпочитают использовать наивысшее значение, полученное на тренировке или матче, в качестве максимальной скорости спортсмена.

Однако, мы должны знать, что в соответствии с методологией, используемой в обучении, игрок будет использовать усилия, которые ближе или дальше от их максимального потенциала. Джауи, Чамари, Оуэн и Деллал (2016) подробно описывают, что ни в одной из исследованных игровых задач игроки не достигли значений, превышающих 90% максимальной скорости спортсмена, они достигли более низкой пиковой скорости во время задач по сохранению мяча ($22,1 \pm 2,3$). км · ч⁻¹), чем при выполнении других задач во время матча, ($24,1 \pm 3,6$ км · ч⁻¹). Средние значения, полученные в матче, достигают значений 92% от максимальной скорости игрока, значений, полученных при мониторинге 6 матчей соревнований.

Из-за большой вариативности, которая существует в команде, даже между игроками, использование абсолютных пороговых значений скорости для определения действий как высокая скорость может ограничить чувствительность отношения нагрузок А: С: когда дело доходит до прогнозирования вероятности травмы спортсмена.

Также недавно было опубликовано, что более быстрые спортсмены более подвержены травмам, когда сталкиваются с высокими соотношениями нагрузок А: С: поэтому важно выявлять и адекватно управлять предложенной нагрузкой, особенно в этой группе спортсменов (Мюррей, Габбетт, Тауншенд и Бланш, 2017).

Кроме того, уровень подготовленности спортсмена, как будет обсуждаться позже в разделе о модераторах и модуляторах нагрузки, имеет защитный эффект, так как игроки с высоким уровнем физической подготовленности менее подвержены риску травм. Однако фитнес-тесты (максимальная аэробная скорость) также редки в профессиональном футболе (Buchheit, 2017), поэтому тренеры не всегда знают, какое соотношение нагрузок А: С: может выдержать каждый игрок без чрезмерного увеличения вероятности травмы.

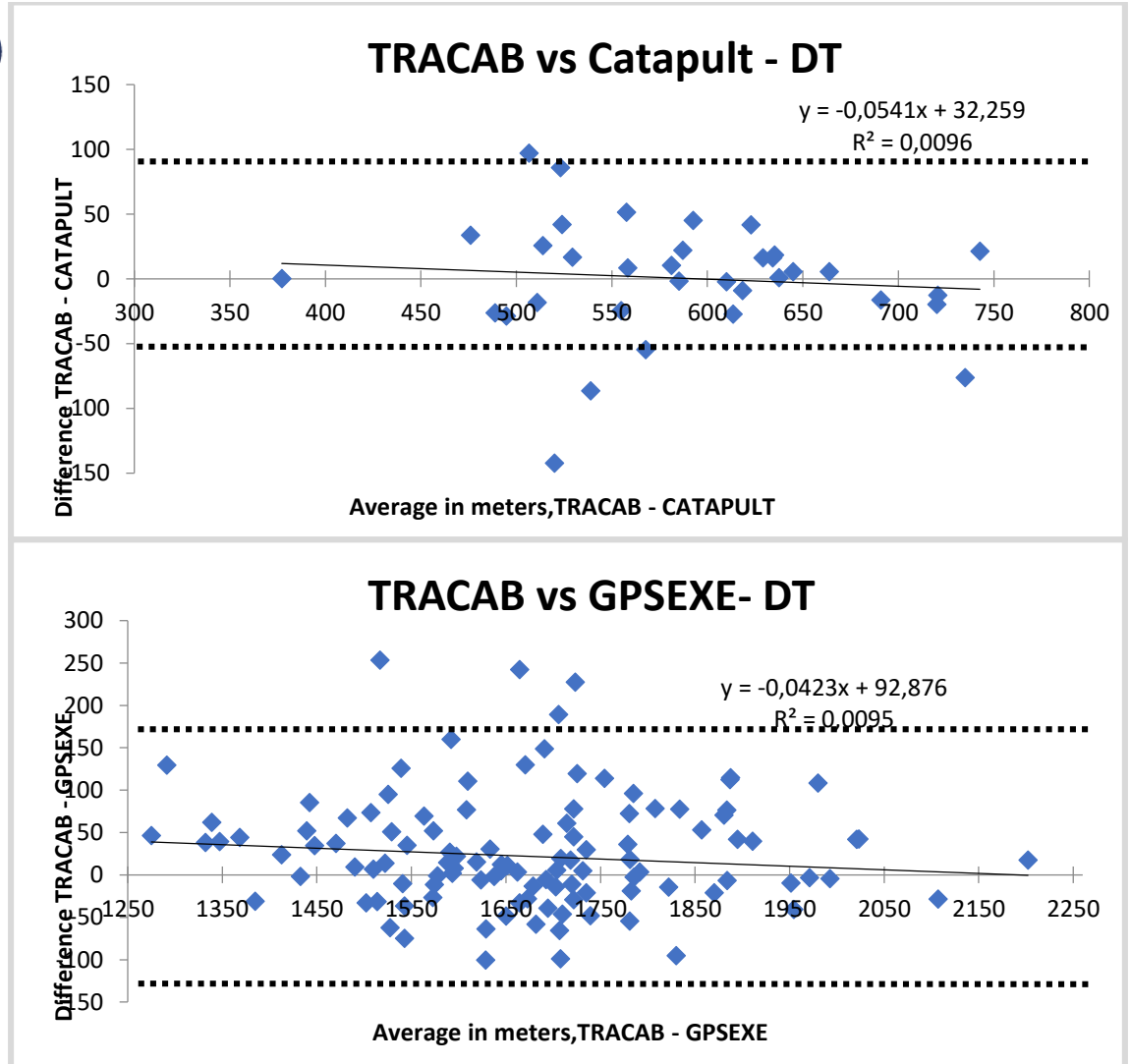
Таким образом, чтобы повысить чувствительность соотношения нагрузок А: С: мы должны учитывать индивидуальные характеристики спортсменов, а это не всегда делается в профессиональном футболе.

3.3.2 Сложность отслеживания всей нагрузки у спортсменов в течение года.

Многие команды отслеживают активность своих спортсменов с использованием различных технологий на тренировках и на соревнованиях. Чаще всего используются системы GPS на тренировках и полуавтоматическое видеонаблюдение во время матчей. Интегрирование этой информации должно выполняться с помощью калибровочных уравнений, которые не всегда доступны (Buchheit, Allen, Poon, Modonutti, Gregson, Di Salvo, 2014). Кроме того, согласование между системами никогда не бывает идеальным, особенно между переменными, связанными с высокой скоростью и действиями при ускорении. Если эти настройки не будут выполнены, то информативность измерения нагрузок A: C: может снизиться, что ухудшит его применимость.

Рисунок 9: Связь между значениями, полученными различными системами, и их уравнениями калибровки

TRACAB - это полуавтоматическая система слежения за игроками, а Catapult и GPS EXE - два разных устройства GPS.



Источник: Кастеллано и др. [Неопубликовано].

TRACAB vs GPS EXE- DT	TRACAB против GPS EXE- DT
Diffrence TRACAB. GPS EXE	Разница TRACAB. GPS EXE
Average in meters, TRACAB- GPS EXE	Среднее значение в метрах, TRACAB- GPS EXE
Y=	Y
R2	R2

В элитном футболе многие команды направляют своих игроков в национальные команды своих стран, которые участвуют вместе со своими национальными командами в разных международных соревнованиях, накапливая периоды путешествий 8-10 дней по 4-5 раз за сезон (Buchheit, 2017). В эти периоды времени международные игроки накапливают нагрузку, которая не всегда известна клубам, поскольку во многих случаях команды не контролируют тренировочную нагрузку (50% случаев в конкретном случае ПСЖ во Франции). Связь с национальными командами отсутствует или ограничена по разным причинам (11% случаев), используемые системы мониторинга отличаются от систем мониторинга в клубах, поэтому возникают проблемы интеграции информации, вызванные использованием различных коммерческих брендов, различные переменные или разные диапазоны интенсивности при выборе клуба (33% случаев). Только в 5% случаев системы мониторинга, используемые национальными командами, аналогичны системам мониторинга в клубах, что способствует интеграции информации.

В лучшем случае можно оценить внешнюю нагрузку и, следовательно, вычислить соотношение нагрузок А: С. В большинстве случаев чистая потеря информации составляет около 10 дней во время каждого международного командного мероприятия, что ставит под угрозу использование соотношения нагрузок. А: С

Чтобы избежать искусственных взлетов и падений в соотношении нагрузок А: С была предложена возможность прогнозирования потерянных значений на основе накопленных исторических данных тренировок. Однако мы должны знать, что мы устанавливаем значение нагрузок, которое не всегда будет соответствовать реальности деятельности, выполняемой спортсменом, что может снизить полезность соотношения нагрузок А: С (Buchheit, 2017).

3.3.3 Отсутствие мониторинга в переходный период.

Невозможность контролировать нагрузку в это время сезона до начала предсезонной подготовки делает соотношение нагрузок А: С: в течение первых недель подготовки нереалистичным. Нам нужно накопить 28 дней тренировок (если это сезонное окно, выбранное для определения долговременной нагрузки), чтобы получить реальное значение нагрузки А: С. Альтернативой этому предсезонному периоду или началу тренировок может быть сокращение периода, используемого для установления долговременной нагрузки (до 2 или 3 недель), хотя идеальный период остается неопределенным (Buchheit, 2017).

В этом смысле использование в тренировках PSE представляется как решение или, по крайней мере, как альтернатива. Мониторинг интенсивности тренировки посредством субъективной оценки нагрузки, и как только это значение будет зарегистрировано, умножение его на длительность позволяет нам получить значение тренировочной нагрузки. Этот метод широко обсуждался в отдельном разделе. Есть несколько причин, по которым он используется, в настоящее время, когда по разным причинам нет другой информации. С одной стороны, это показатель, связанный с вероятностью травмы и который может быть получен независимо от используемых внешних систем мониторинга нагрузки у всех спортсменов в течение сезона (команд и / или национальных сборных и даже в переходный период). Однако следует также учитывать, что он не имеет существенной связи с действиями, выполняемыми спортсменом на высокой скорости или в спринте. Из-за его низкой чувствительности к этому типу воздействия, определение вероятности травмы снижается. Некоторые национальные команды не собирают значения PSE спортсменов, что, если бы они хотели получить это значение апостериори, вызвало бы сомнительную достоверность и полезность соотношения нагрузок А: С: Кроме того, мы должны приложить усилия, чтобы улучшить соблюдение этой практики, поскольку возможность со стороны спортсменов контролировать свою тренировочную нагрузку в период отпуска в профессиональном футболе ограничена.

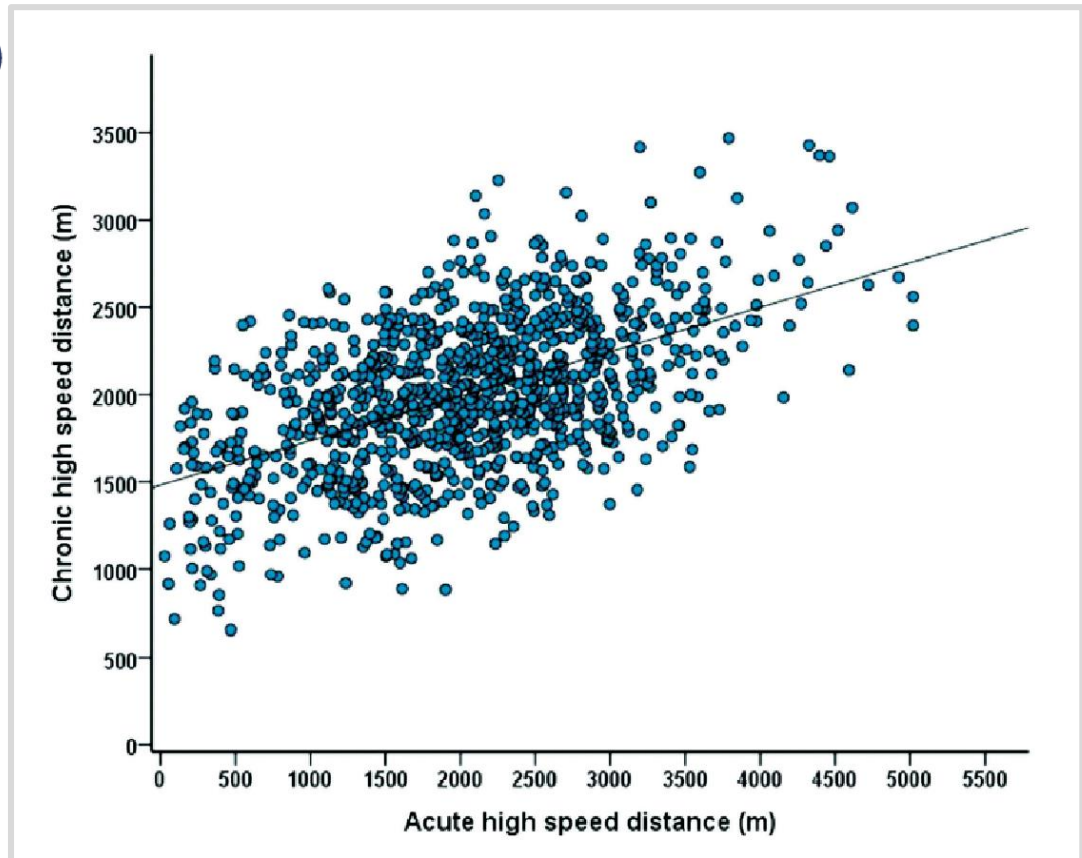
3.3.4 Ложные математические корреляции в ваших расчетах.

Расчет соотношения нагрузок А: С: представляет ложные корреляции в его вычислении, происходящие в основном из-за того, что нагрузка последней недели, если это выбранная продолжительность (кратковременная нагрузка), появляется как в числителе, так и в знаменателе расчетного уравнения. Чтобы изучить эту гипотезу, авторы оценили 4 недели тренировок (неделя 1, неделя 2, неделя 3 и неделя 4) на 1000 игроков, не обнаружив существенной корреляции между разными неделями тренировок. Следовательно, кратковременная нагрузка (неделя) не была связана с нагрузкой предыдущих недель. Однако при изучении взаимосвязи между уровнем кратковременной

нагрузки (4-я неделя) и долговременной нагрузкой (в среднем на 1-й, 2-й, 3-й и 4-й неделях) взаимосвязь значима ($r = 0,52$; 95% ДИ 0,47–0,56). Аналогичным образом, когда нагрузка 4-й недели не включена в расчет долговременной нагрузки, соотношение между нагрузками близко к нулю ($r = 0,01$ (95% ДИ - 0,05–0,07)).

Это введение кратковременной нагрузки в числитель и знаменатель уравнения расчета отношения нагрузки А: С: влияет на стандартное отклонение измерений и изменяет значение отношения. В базах данных, созданных Lolli, Batterham, AM, Hawkins, R., Kelly, DM, Strudwick, AJ, Thorpe, Gregson and Atkinson (2017), кратковременная нагрузка составила 2375 м, что в традиционном расчете подразумевает долговременную нагрузку в размере 1639 м и соотношение нагрузок А: С: 1,45. С другой стороны, когда расчет производится без учета кратковременной нагрузки в течение периода исследования долговременной нагрузки, последняя представляет значение 1393 м и соотношение нагрузок А: С: 1,71. Поэтому, основываясь на этих выводах, кажется, что традиционное математическое определение долговременного воздействия, по-видимому, ограничивает валидность и может вносить ошибки в интерпретацию в полученного соотношения воздействия А: С.

Рисунок 10: Взаимосвязь между расстоянием, пройденным при высокой скорости движения за последнюю неделю кратковременная и в среднем за последние четыре недели долговременная).



Источник: Lolli et al., 2017.

Chronic high speed distance (m)	дистанция пройденная на высокой скорости: долговременная нагрузка.
Acute high speed distance (m)	дистанция пройденная на высокой скорости: кратковременная нагрузка.

Тем не менее предстоит еще пройти долгий путь, чтобы усовершенствовать этот тип метрики и, следовательно, вероятность правильности при прогнозировании состояний риска травм. Эти аспекты остаются незавершенными и необходимо :

а) знать, какие из переменных или индикаторов должны быть включены в формулы, индикаторы интенсивности или нагрузки и какие из них;

б) решить, следует ли вместо выбора 4 недель для расчета утомления рассчитывать ее на две, 3 или 5 недель, или они должны меняться в течение сезона (4 недели в начале сезона, 3 в середине и 2 недели). в конце;

с) при кратковременной нагрузке вместо оценки нагрузки на неделю можно использовать другую единицу, например, от одного дня до 7 дней или другие варианты;

г) как индивидуализировать для каждого игрока соотношение нагрузок и их изменчивость в течение сезона;

е) Как включить в этот тип оценки элементы тренировки, проводимой вне системы отслеживания, например: работа в тренажерном зале, растяжка, профилактика и, конечно же, невидимые тренировки, такие как питание, процессы восстановления, стиль жизни и т. д.

ф) иметь метрики, которые, вместо знания риска травмы из ретроспективного исследования нагрузки, выполняемой во время микроцикла, могут управляться так, чтобы информация была доступна заранее или во время занятий, чтобы избежать сценариев нежелательного риска поражения.



Ссылки

Бланч, П., и Габбетт, Т. Дж. (2016). Достаточно ли тренирован спортсмен, чтобы вернуться к безопасной игре? Соотношение острой и хронической нагрузки позволяет клиницистам количественно оценить риск последующей травмы для игрока. Британский журнал спортивной медицины. Т. 50. № 8, [стр. 471-475].

Bowen, L. ; Гросс, А.С. ; Гимпель, М., и Ли, Ф. Х. (2017). Накопленные нагрузки и соотношение между острой и хронической нагрузкой связаны с риском травм у элитных юношеских футболистов. Британский журнал спортивной медицины. Vol. 51 No. 5, p. 452.

Бухайт, М. (2017). Применение соотношения острой и хронической нагрузки в элитном футболе: стоит ли затраченных усилий? Британский журнал спортивной медицины. Том 51. № 18 [стр. 1325-1327]. DOI: 10.1136 / bjsports-2016-097017.

Buchheit M, Allen A, Poon TK, Modonutti M, Gregson W., Di Salvo V. (2014) Интеграция различных систем слежения в футбол: полуавтоматическая система с несколькими камерами, локальное измерение местоположения и технологии GPS. Журнал спортивной науки и медицины, том 32, № 20 [стр. 1844-1857] doi: 10.1080 / 02640414.2014.942687

Капаррос, Казальс, Пенья, Аленторн-Гели, Самуэльссон, Солана, Шоллер и Габбетт (2017). Использование внешней рабочей нагрузки для количественной оценки риска травм во время профессиональных мужских баскетбольных игр. Журнал спортивной науки и медицины. Во. 16 [стр. 480-488].

Кэри, Д.Л., Бланч, П., Онг, К.Л., Кроссли, К.М., Кроу, Дж., И Моррис, М.Е. (2017). Тренировочные нагрузки и риск травм в австралийском футболе. Соотношения между острой и хронической нагрузкой влияют на риск травм в матче. Br J Sports Med. 2017 Август; 51 (16): 1215-1220. DOI: 10.1136 / bjsports-2016-096309. Epub 2016 27 октября.

Колби, М.Дж., Доусон, Б., Пилинг, П., Хисман, Дж., Рогальски, Б., Дрю, М.К., Старес, Дж., Зухал, Х., и Лестер, Л. (2017). Многомерное моделирование субъективных и объективных данных мониторинга улучшает обнаружение риска неконтактных травм у элитных австралийских футболистов. Журнал спортивной науки и медицины, том 20. № 12 [стр. 1068-1074]. DOI: 10.1016 / j.jsams.2017.05.010.

Кларсен Б., Майклбуст Г. и Бар Р. (2013). Разработка и проверка нового метода регистрации травм, вызванных чрезмерным использованием, в эпидемиологии

спортивных травм: опросника Центра исследований спортивной травмы Осло (OSTRC). Британский журнал спортивной медицины. Том 47. № 8 [стр. 495-502]. DOI: 10.1136 / bjsports-2012-091524

Джауи, Л., Чамари, К., Оуэн, А.Л., и Деллал, А. (2017). Максимальная скорость бега элитных футболистов во время тренировок и матчей. Журнал исследований силы и кондиционирования, том 31, № 6 [стр. 1509-1517]. DOI: 10.1519 / JSC.0000000000001642.

Эрманн, Ф. Э. ; Дункан, С.С.; Sindhusake, D. ; Францсен, В. Н., и Грин, Д. А. (2016). GPS и профилактика травм в профессиональном футболе. Журнал исследований силы и кондиционирования. Том 30. № 2 [стр. 360-367].

Габбетт, Т. Дж. (2016) Парадокс предотвращения травм во время тренировок: должны ли спортсмены тренироваться умнее и усерднее? Британский журнал спортивной медицины. Т. 50. № 5 [с.273].

Хулин Б. Т., Габбетт Т. Дж., Бланч П., Чепмен П., Бейли Д. и Орчард Дж. У. (2014). Резкие скачки нагрузки связаны с повышенным риском травм у элитных игроков в быстрые игры в крикет. Британский журнал спортивной медицины. Т. 48. № 8, с. 708.

Хулин Б.Т. ; Gabbett, T.J. ; Лоусон, Д. В.; Капути, П., & Сэмпсон, Дж. А. (2016). Соотношение острой и хронической нагрузки прогнозирует травму: высокая хроническая нагрузка может снизить риск травмы у элитных игроков лиги регби. Британский журнал спортивной медицины. Т. 50. № 4, с. 231.

Ясперс А., Куйвенховен Дж. П., Стаес Ф., Френкен В. Г. П., Хелсен В. Ф. и Бринк М. С. (2017). Исследование связи показателей внешней и внутренней нагрузки с травмами от перенапряжения у профессиональных футболистов. Журнал науки и медицины в спорте. DOI: 10.1016 / j.jsams.2017.10.005

Лолли, Л., Баттерхэм, А.М., Хокинс, Р., Келли, Д.М., Струдвик, А.Дж., Торп, Р., Грегсон, В., и Аткинсон, Г. (2017). Математическая связь вызывает ложную корреляцию в обычных расчетах соотношения острой и хронической нагрузки. Британский журнал спортивной медицины. Том 6, № 3 [стр. 1509-1517]. pii: bjsports-2017-098110. DOI: 10.1136 / bjsports-2017-098110.

Мэлоун, С.; Оуэн, А. ; Ньютон, М. ; Мендес, Б.; Коллинз, К. Д., и Габбетт, Т. Дж. (2017). Соотношение острой и хронической нагрузки по отношению к риску травм в профессиональном футболе. Журнал науки и медицины в спорте. Т. 20. № 6 [стр. 561-565].

Эйен, М. (2017). Связь между соотношением острой и хронической нагрузки и риском проблем с пахом у норвежских футболистов мужского пола.

Односезонное проспективное когортное исследование. Получено с [https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2447609/Mari%20%C3%98yn_Masteroppgave_PP%281%29.pdf? Sequence = 1](https://brage.bibsys.no/xmlui/bitstream/handle/11250/2447609/Mari%20%C3%98yn_Masteroppgave_PP%281%29.pdf?Sequence=1)

Мюррей, Н.Б., Габбетт, Т.Дж., Тауншенд, А.Д., и Бланч, П. (2017). Расчет соотношения острой и хронической нагрузки с использованием экспоненциально взвешенных скользящих средних дает более чувствительный индикатор вероятности травм, чем скользящие средние. Британский журнал спортивной медицины, том 51, № 9 [стр. 749-754]. DOI: 10.1136 / bjsports-2016-097152.