

Модуль 2. Применение инерционных систем для количественной оценки и интерпретации физических требований в баскетболе

Блок 2.1. Применение инерционных систем для количественной оценки и интерпретации физических требований в баскетболе

Знание физических требований как соревнований, так и тренировок имеет отношение к оптимизации тренировочного процесса. Также, мы видели, что оценка физических требований путем анализа движения с помощью камер не может быть использована каждый день. В этом модуле мы будем рассматривать другой подход к использованию технологии, которая позволяет нам принимать решения путем анализа данных, полученных в матчах и тренировках.

Мы знаем, что в баскетболе ускорения, замедления, изменения в направлении, прыжки и бег высокой интенсивности являются максимальными выражениями физической производительности. Таким образом, способность эффективно повторять эти модели будет иметь решающее значение при анализе состояния игрока специфическим образом.

Так, мы обычно можем различить четыре уровня интенсивности над общими действиями во время игры.



Таблица 1. Четыре уровня интенсивности

Интенсивность действий	%
Высокая интенсивность	от 13 до 21 %
Умеренная интенсивность	от 11 до 28%
Низкая интенсивность	от 14 до 26%
Восстановление	от 30 до 60%

Источник: собственная проработка.

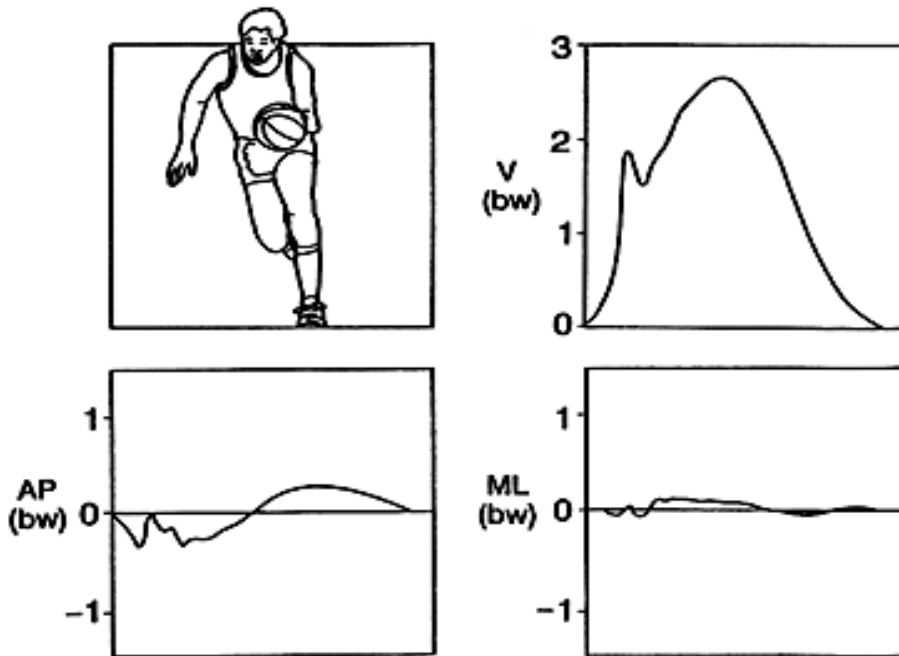
Как мы уже упоминали, недостатки анализа времени/движения с помощью видеоанализа привели нас к использованию инерциальных систем (WIMU). WIMU относятся к мультиматричным датчикам, таким как акселерометры, гироскопы, трёхосные магнитометры или какая-либо комбинация между ними. Эти устройства привычно помещаются в жилет на верхней части спины игроков и не представляют собой дополнительную нагрузку для них. Кроме того, они являются альтернативой GPS, которые, хотя они и не обеспечивают те же переменные, предлагают альтернативу GPS, который был использован в таких видах спорта, как футбол и регби, т. е. спорт *outdoor*. Эти устройства обеспечивают движение в качестве нагрузки, сочетая мгновенные изменения в ускорении трех плоскостей движения. Помните, что сигнал спутников не работает должным образом на поле *indoor*. Если мы введем слова акселерометр и баскетбол в поисковых системах, как Pubmed, появятся различные издания, представляющие интерес для нашей темы. В этом модуле мы подведем итоги некоторых из них.

Прежде чем полностью углубиться в тему, однако, необходимо цитировать публикацию, озаглавленную *A Profile of Ground Reaction Forces in Professional Basketball*, авторов McClay, Robinson, Andriacchi, Frederick, Gross, Martin, Valiant, Williams и Cavanagh (1994). Результаты этого исследования (произведённые в лабораторных условиях и с использованием силовой платформы) будут использоваться для измерения и понимания механического стресса, который переносит тело во время конкретных движений в баскетболе.

На следующем изображении вы сможете увидеть соударение, которому подвергается игрок при приземлении после броска по корзине. Вы можете увидеть первый пик, а затем второй пик, который появился при выполнении анализа с силовой платформой.

Изображение 1. Соударение, которое происходит в беге вперед

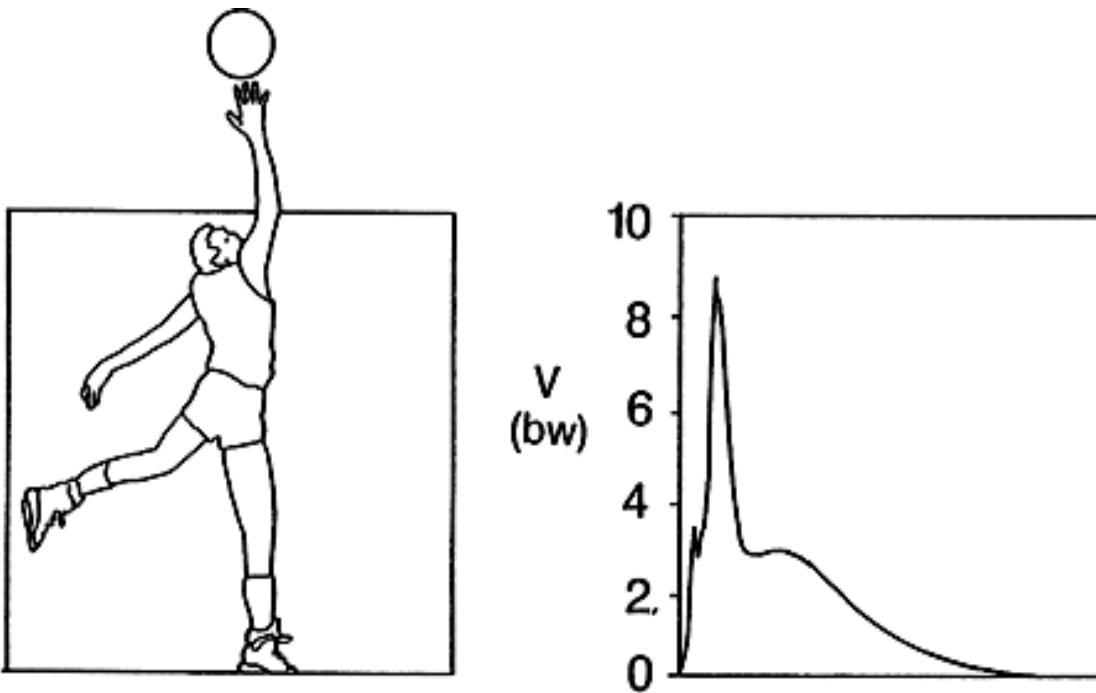




Источник: McClay et al., 1994, стр. 229.

В исследовании было установлено соударение, которому подвергался игрок при приземлении после броска по корзине. В этом случае речь шла о восьми или девятикратной массе тела игрока.

Изображение 2. Соударение, которое получает игрок при приземлении после броска по корзине



Источник: McClay et al., 1994, стр. 230.



Бегом вперёд соударение не достигает в три раза больше массы тела. То же самое происходит в вертикальной плоскости.

На следующей таблице показано краткое изложение этой и других записей. Если силы, зарегистрированные в этих движениях, повторяются много раз, они могут вызвать достаточно стресса, чтобы причинить травмы. Из этого вывода подчёркивается важность иметь под контролем все эти данные.

Таблица 2. Выводы

Activity	Maximum V1 vertical (bw)		Maximum V2 vertical (bw)		V impulse (N · s) ^a	
	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Running (3.8 m/s)	1.9	0.35	2.5	0.24	107.0	34.22
Cutting	3.0	0.54	2.3	0.25	132.9	47.21
Layup takeoff	2.7	0.57	3.2	0.35	273.0	59.62
Layup landing ^b	8.9	2.76	2.8	0.51	295.3	126.01
Jump shot takeoff	3.0	0.80	—	—	151.2	131.14
Jump shot landing ^b	6.0	1.43	2.0	0.76	210.6	132.31
Vertical jump takeoff	1.7	0.52	—	—	-89.3	103.50
Vertical jump landing ^b	4.3	1.16	1.3	0.40	-27.8	121.80
Shuffling	2.6	0.49	1.8	0.31	103.1	67.61

Источник: Mc Clay et al., 1994, стр. 226.

Activity	Действие
Running	Бег (3.8 м/с)
Cutting	Рывок от защитника
Layup takeoff	Простой взлёт
Layup landing	Простое приземление b
Jump shot takeoff	Взлёт броска в прыжке
Jump shot landing	Приземление броска в прыжке b
Vertical jump takeoff	Взлёт вертикального прыжка
Vertical jump landing	Приземление вертикального прыжка b
Shuffling	Перемещение (shuffling)
Maximum V1 vertical (bw)	Максимальная вертикальная V1
Maximum V2 vertical (bw)	Максимальная вертикальная V2
V impulse	Импульс (N.c)



Таблица 3. Выводы

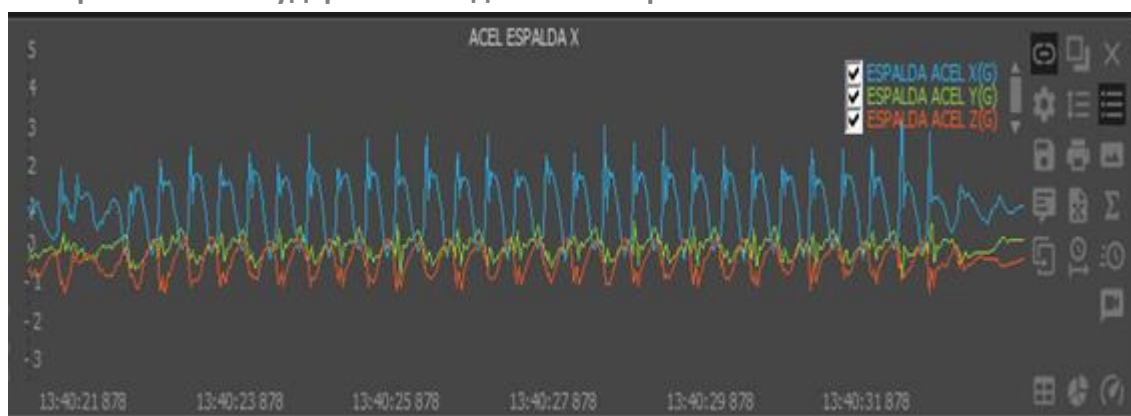
Activity	Peak V		Peak AP		Peak ML	
	M	Range	M	Range	M	Range
Layup landing ^a	8.9	3.16 – 14.58	-2.5	1.4 – -6.60	-0.7	1.05 – -1.63
Jump shot landing ^a	6.0	3.12 – 9.76	1.1	-2.41 – 2.18	-0.3	0.28 – -0.56
Vertical jump landing ^a	4.3	3.16 – 7.84	1.1	-1.20 – 1.74	-0.4	0.26 – -0.93
Running	2.5	2.09 – 3.18	-0.4	0.52 – -0.61	-0.2	0.33 – -0.46

Источник: Mc Clay et al., 1994, стр. 229.

Activity	Действие
Layup landing	Простое приземление b
Jump shot landing	Приземление броска в прыжке b
Vertical jump landing	Приземление вертикального прыжка b
Running	Бег
Peak V	Пик V
Peak AP	Пик AP
Peak ML	Пик ML

В сегодняшний день, например, мы можем проанализировать это влияние на бег, когда раньше это только было возможно измерить силовой платформой. Мы можем узнать соударение на каждом из шагов, которые игрок делает в его перемещениях.

Изображение 3. Соударение каждого шага игрока

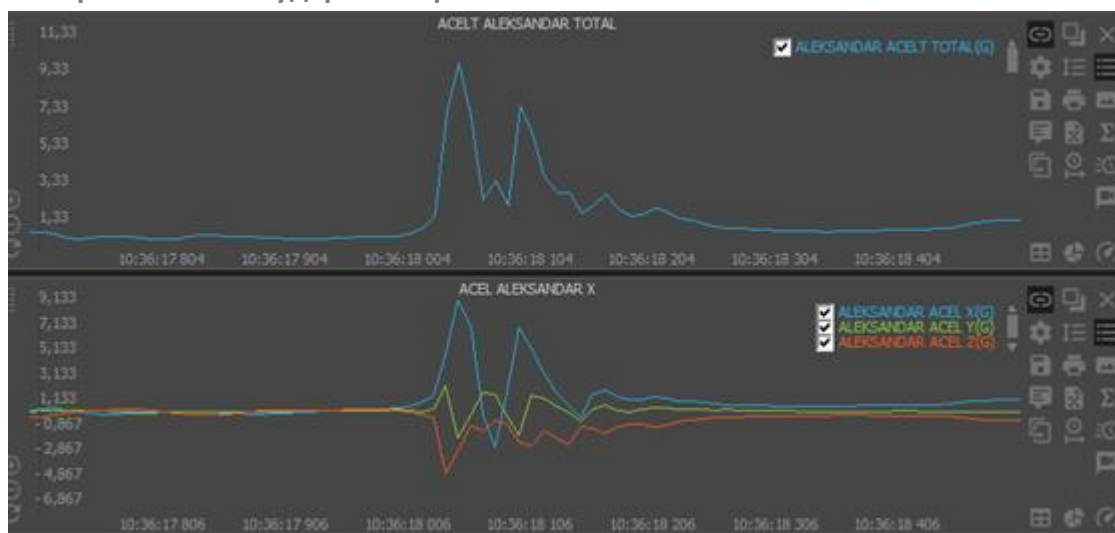


Источник: собственная разработка на основе Realtrack Systems SL (2019).

Acel espalda	АКСЛЕРОМЕТР СПИНА
--------------	-------------------

Также, мы можем узнать соударение прыжка, либо после броска по корзине или в броске в прыжке.

Изображение 4. Соударение прыжка



Источник: собственная разработка на основе Realtrack Systems SL (2019).

Acel alexsandar total

СТАНДАРТНОЕ УСКОРЕНИЕ АЛЕКСАНДР

В 1687 году Исаак Ньютон описал его известные законы. Первый из законов Ньютона – инерция: если на тело не действуют силы или их следствие компенсировано, то данное тело находится в состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения. Второй закон – сила равна произведению массы на ускорение. В третьем законе Ньютон говорит о силах действия-противодействия: действию всегда есть равное противоположное противодействие, иначе, взаимодействия двух тел друг на друга между собою равны и направлены в противоположные стороны.

С другой стороны, у нас есть закон гравитации. Сила гравитации, или сила G , основана на ускорении, производимым гравитацией Земли на объекте. G равно $9,8 \text{ м/с}^2$. Это может быть обнаружено акселерометром. Таким образом, основываясь на ускорении земной гравитации на объекте, мы можем измерить G -силу, которую генерирует игрок во время его движений.

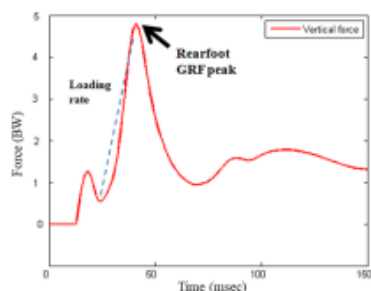
Что написано в научных публикациях, которые использовали эти устройства в баскетболе?

В исследовательской статье под названием *Kinetics and perception of basketball landing in various heights and footwear cushioning* (2018) исследователи Wei, Wang, Woo, Liebenberg, Park, Ryu и Lam выбрали три различных типа кроссовок для выполнения наблюдений. На изображении 5 аббревиатура VGRF означает *Vertical Ground Reaction Force* или вертикальная сила реакции поверхности.

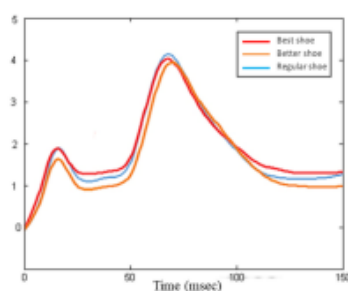


Изображение 5. Обнаружения, с различными переменными

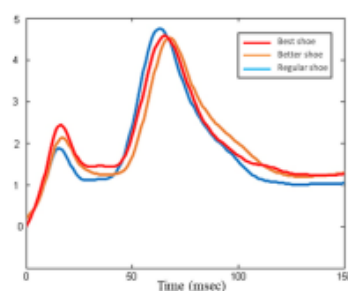
a) VGRF



i) Variables

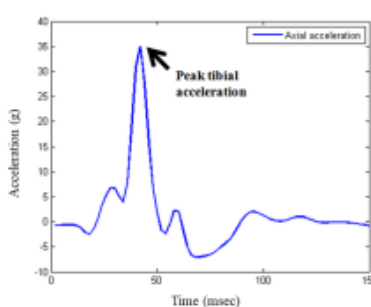


ii) 45cm height

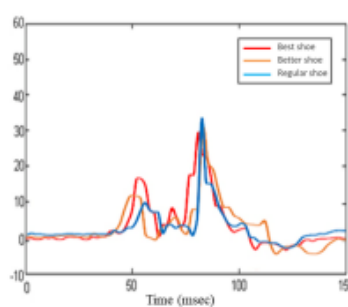


iii) 61cm height

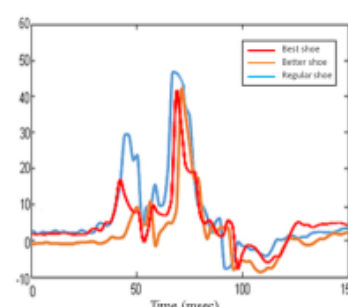
b) Axial acceleration



i) Variables



ii) 45cm height



iii) 61cm height

Источник: Wei et al, 2018, p. 5.

a) VGRF	а) Вертикальная сила реакции земли
Force BW	Сила (масса тела)
Time msec	Время (мсек)
Variables	Переменные
45 cm height	45 см высоты
61 cm height	61 см высоты
b) Axial acceleration	б) Осевое ускорение
Acceleration g	Ускорение (g)
Peak tibial acceleration	Пиковое ускорение большеберцовой кости
Vertical force	Вертикальная сила
Best shoe	Лучшая обувь
Better shoe	Хорошая обувь
Regular shoe	Простая обувь

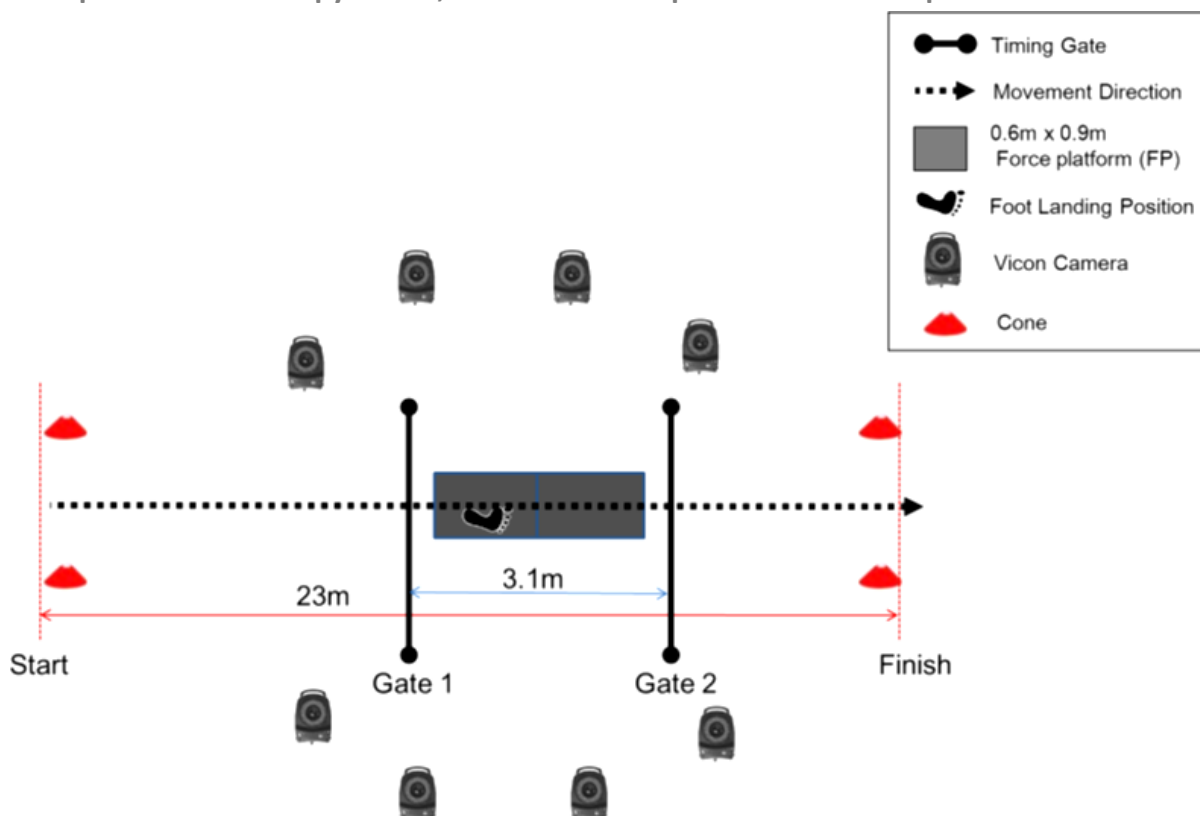
После этого проанализировалось девятнадцать баскетболистов колледжа, выполняя *drop jump* (бросок с прыжка). Следует отметить, что полученные данные возникли в результате применения двух систем: использования силовой платформы и применения акселерометра для измерения ускорения большеберцовой кости.

Из этих измерений получается возможно определить оптимальную модель амортизации в обуви для достижения улучшений в защите от стрессового перелома

большеберцовой кости. Важно отметить, что поиск решения для таких травм привел к цитированному исследованию.

С другой стороны, восприятие комфорта коррелировалось с нагрузкой или соударением. Это означает, что можно получить квалификацию субъективного восприятия для оценки уровня нагрузки соударения в ситуациях за пределами лаборатории.

Изображение 6. Обнаружения, основанные на расстояниях и направлении



Источник: Лам, Либенберг, Ву, Парк, Ен, Тц-Хей Чхун и Рю, 2018, стр. 4.

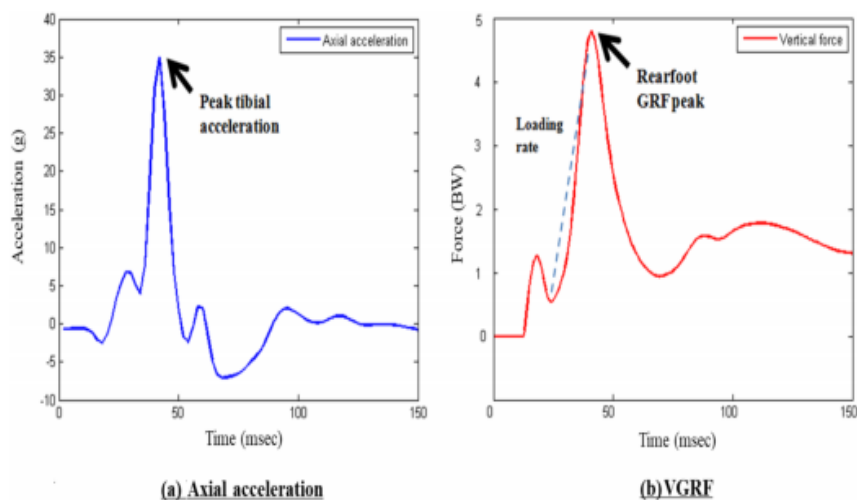
Timing Gate	Устройство, измеряющие время
Gate	Устройство
Start	Старт
Finish	Финиш
Movement direction	Направление движения
Force platform	0.6m x 0.9m Силовая платформа
Foot landing position	Позиция ноги при приземлении
Vicon Camera	Vicon Камера
Cone	Конус

В исследовании Lam, Liebenberg, Woo, Park, Yoon, Tsz-Hei Cheung и Ryu (2018) был измерен бег вперед во восемнадцати баскетболистах в двух разных интенсивностях, три метра в секунду и шесть метров в секунду.



Все эти данные были зафиксированы камерами, что позволило сравнить информацию, полученную на силовой платформе и на акселерометре.

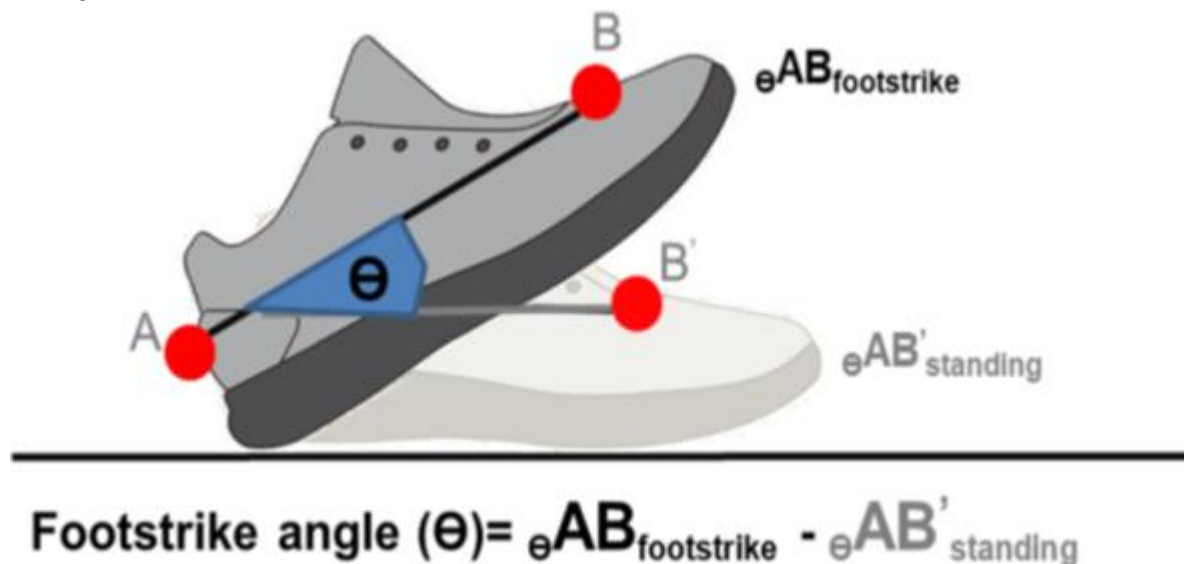
Изображение 7. Визуализация данных



Источник: Lam et al., 2018, стр. 5.

b) VGRF	b) Вертикальная сила реакции земли
Force BW	Сила (масса тела)
Time msec	Время (мсек)
b) Axial acceleration	б) Осевое ускорение
Acceleration g	Ускорение (g)
Peak tibial acceleration	Пиковое ускорение большеберцовой кости
Vertical force	Вертикальная сила
Loading rate	Уровень нагрузки

Изображение 8

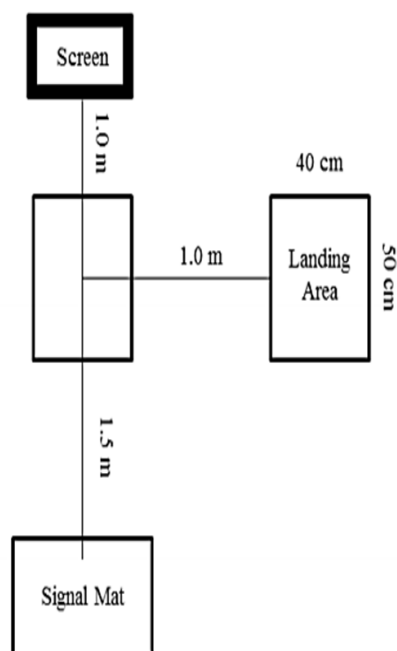


Источник: Lam et al., 2018, стр. 4.

eAB footstrike	eAB Постановка стопы при беге
eAB footstrike eAB standing	eAB Постановка стопы при беге – eAB стоя
Footstrike angle	Наклон постановки стопы при беге (α)
eAB standing	eAB стоя

Игрокам пришлось выполнить разные движения в ответ на неожиданные действия товарищей по команде и соперников. Эти данные рассматриваются по отношению к мячу и корзине. Следует отметить, что это ограничение их способности заранее планировать движение.

Изображение 9



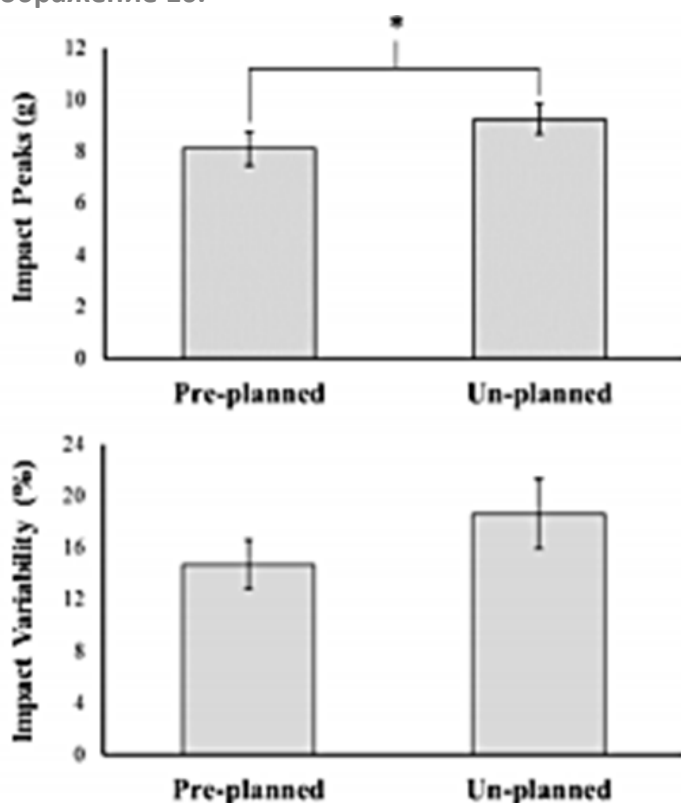
Источник: Lucas, England, Mason, Lanning, Miller, Morgan и Thomas, 2018, <https://n9.cl/kfxb>.

Screen	Экран
Landing area	Зона приземления
Signal mat	Сигнальный коврик

Цель исследования состояла в том, чтобы сравнить ускорения во время запланированного или незапланированного изменения направления.

Был сделан вывод о том, что соударение было более высоким при неожиданных действиях. Это означает, что механический стресс, который переносил игрок при неожиданном действии, был более высоким и, кроме этого, изменчивость соударения также была более высокой, чем при незапланированных действиях.

Изображение 10.



Источник: Lucas et al., 2018, <https://n9.cl/kfxb>.

Pre-planned	Планированные
Un-planned	Не планированные
Impact Peaks	Пики соударения (g)
Impact variability	Изменчивость соударения (%)

Другое исследование, в котором были использованы WIMU является исследование Beato, De Keijzer, Carty и Connor озаглавленное *Monitoring Fatigue During Intermittent Exercise With Accelerometer-Derived Metrics* (2019). Основная цель этого исследования заключалась в оценке чувствительности данных, полученных от WIMU для мониторинга усталости во время протокола прерывистых действий. Были использованы различные переменные, из которых мы подчеркнём динамическую стрессовую нагрузку (*dynamic stress load*) (переменная, которая относится к механической нагрузке, которой подвергается игрок при каждом соударении) и индекс усталости (*fatigue index*) (это нормализованная динамическая стрессовая нагрузка для каждого пройденного метра). Результаты приходят к выводу, что как динамическая стрессовая нагрузка, так и индекс усталости могут быть параметрами, которые нам позволят делать быстрый мониторинг усталости, которую может испытывать игрок при прерывистом тесте на выносливость.

Таблица 4.

Variables	Drill 1 (SD)	Drill 2 (SD)
DSL (AU)	35.1 ± 12.7	38.1 ± 11.0
DSL·m ⁻¹ (AU)	0.038 ± 0.014	0.041 ± 0.012
FI (AU)	0.71 ± 0.25	0.76 ± 0.22

Источник: Beato et al., 2019, <https://n9.cl/v6m6>.

Variables	Переменные
Drill 1	Упражнение 1 (SD)
Drill 2	Упражнение 2 (SD)

Это предложение может быть применено в баскетболе.

Например, мы могли бы предложить тест для обнаружения усталости. Это позволило бы нам предвидеть и принимать решения в моменте периодизации или индивидуализации работы каждого из наших игроков на основе данных, полученных посредством *dynamic stress load* или *fatigue index*.

Еще одно издание, которое важно отметить, это предложение сделано авторами Scanlan, Fox, Milanović, Stojanović, Stanton и Dalbo (2019). В этом исследовании была использована нагрузка игрока (*player load*). Эта переменная в основном представляет квадратный корень суммы разницы мгновенных ускорений на каждой из осей в квадрате.

Изображение 11

$$\text{Player load} = \sqrt{\frac{(a_{y1} - a_{y-1})^2 + (a_{x1} - a_{x-1})^2 + (a_{z1} - a_{z-1})^2}{100}}$$

Источник: собственная проработка.

Player load	Нагрузка Игрока
-------------	-----------------

Эти авторы предлагают использовать нагрузку игрока посредством индивидуализированных порогов или фиксированных порогов. Таким образом, они установили, что нагрузки в условных единицах, полученные через WIMU в фиксированных порогах, были от нуля до единицы. Зона 1 от одной до двух, зона 2 от двух до трех, зона 3 от трех до четырех, зона 4 с четырех до пяти, зоны 5 и 6 с четырех до шести. Зона 5 и зона 6 были установлены от шести до десяти условных единиц. Что касается индивидуальных пороговых значений, установленных в зоне 1, то они составляли от нуля до десяти процентов. Зона 2, от десяти до двадцати процентов. Зона 3, от двадцати до тридцати процентов. Зона 4, от тридцати до сорока процентов. Зона 5, от сорока до шестидесяти процентов. И зона 6 между 60 и 100 процента. На следующем изображении можно увидеть различия между этими двумя методами.



Изображение 12

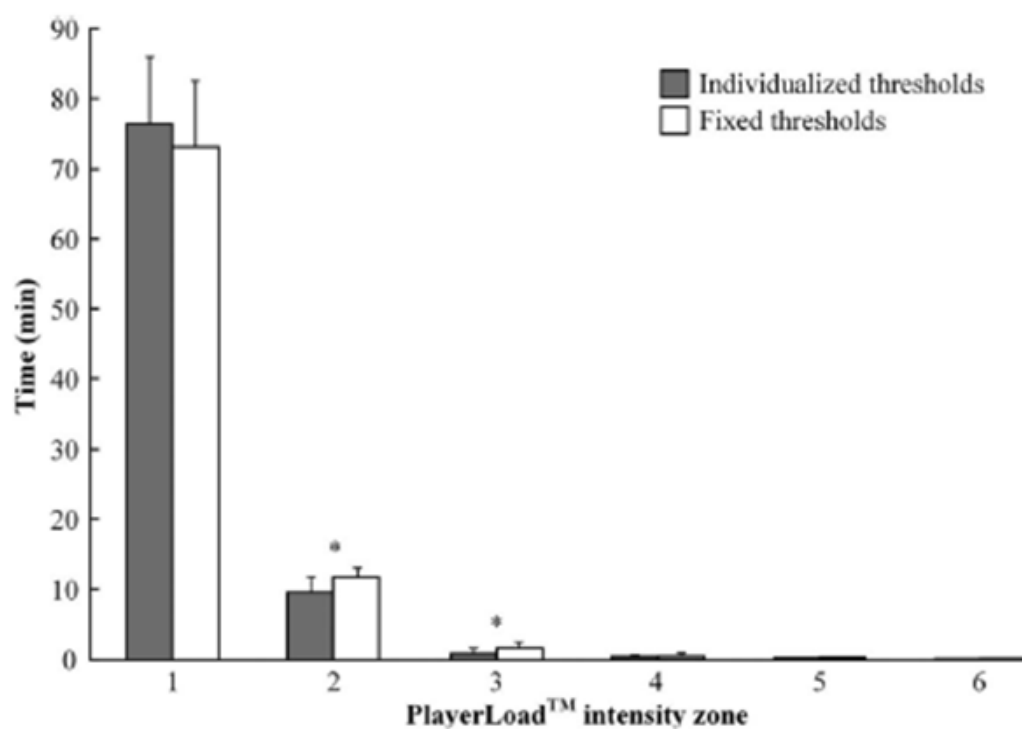
Zone	Individualized (% of peak PlayerLoad)	Fixed (absolute PlayerLoad)
1	0–10%	0–1 AU
2	10–20%	1–2 AU
3	20–30%	2–3 AU
4	30–40%	3–4 AU
5	40–60%	4–6 AU
6	60–100%	6–10 AU

Источник: Scanlan et al., 2019, <https://n9.cl/oye7z>.

Zone	Зона
Individualized (% of peak playerload)	Индивидуализированные (% пика нагрузки игрока)
Fixed (absolute...)	Фиксированное (абсолютная нагрузка игрока)

Фиксированный подход привел к увеличению времени тренировок в зонах 2 и 3. Суть заключается в том, что различия в результатах между этими двумя подходами следует учитывать при количественной оценке времени, затраченного на работу в различных областях.

Изображение 13



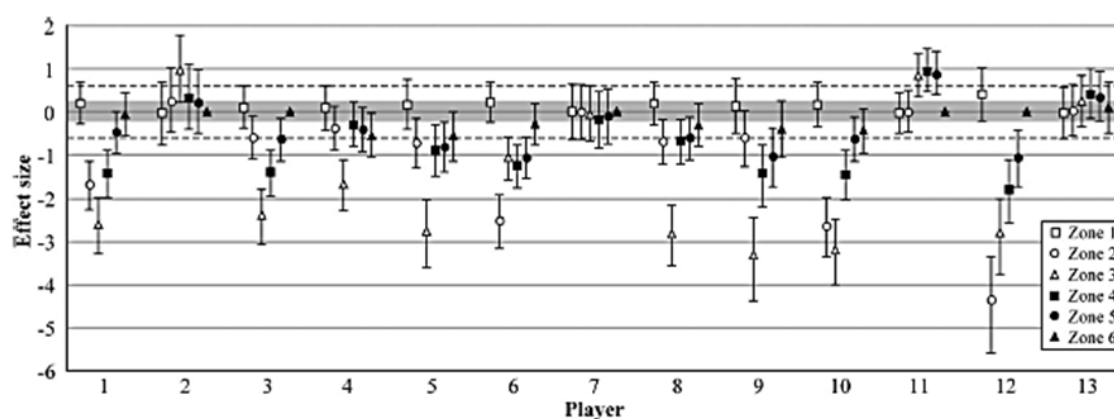
Источник: Scanlan et al., 2019, <https://n9.cl/oye7z>.

Individualized thresh	Индивидуализированные пороги
Fixed thresholds	Фиксированные пороги
Player load intensity zone	Нагрузка игрока в зоне интенсивности
Time	Время (мин)

Результаты показывают, что мы должны не только придерживаться установки измерений с помощью измерений, фиксированных зон, но также должны принимать во внимание индивидуальные пороговые значения в зависимости от требований каждого игрока. Как уже отмечалось в других модулях, необходимо подчеркнуть необходимость индивидуализации нагрузки каждого из игроков.

С другой стороны, следует помнить, что индивидуальная нагрузка игрока определяется максимальным пиком, полученным каждым игроком. Оттуда рассчитывается процент нагрузки для каждой из зон.

Изображение 14. Различия нагрузки игрока между игроками по отношению к затраченному времени в каждой зоне интенсивности



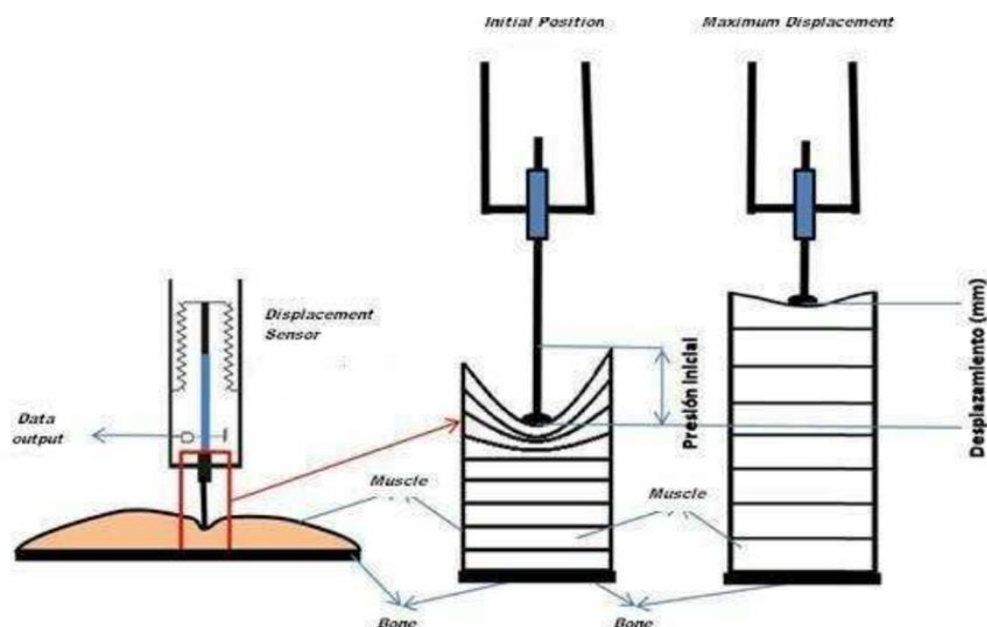
Источник: Scanlan et al., 2019, <https://n9.cl/oye7z>

Player	Игрок
Effect size	Размер эффекта
Zone	Зона

Тензиомиография – это метод, позволяющий отдельно обнаруживать и анализировать сократительные свойства поверхностных мышц. Далее, мы увидим, как, из этого метода, устанавливается диагностический метод, который работает посредством наблюдения геометрических изменений, которые происходят в мышечном животе при сжатии мышц.



Изображение 15. Тензиомиография



Источник: «Изображение без названия о тензиомиографии». (s.f.). Взято из <https://n9.cl/e2x6>

Initial position	Изначальная позиция
Maximum displacement	Максимальное перемещение
Data output	Вывод данных
Displacement sensor	Датчик перемещения
Muscle	Мышца
Bone	Кость
Presión inicial	Изначальное давление
Desplazamiento mm	Перемещение (мм)

Устройство должно быть помещено в мышечный живот и выполняется «разрядка». Она приведет к смещению устройства и, следовательно, мышечного живота. Тенсомиография позволяет контролировать состояние мышечных волокон и контролировать их оценку, получая селективные данные анализируемых мышц.

Далее мы кратко опишем различные переменные понятия, которые нам нужно знать.

TD является временем задержки (*delay time*) и измеряет время задержки, которое нужно мышце чтобы достичь 10% от максимального смещения, которое выполняет ТС. ТС, это время сжатия и измеряет время, необходимое мышцам, чтобы достичь 90% от максимального смещения.

TR, это время релаксации, которое предоставляет информацию о индексе усталости.

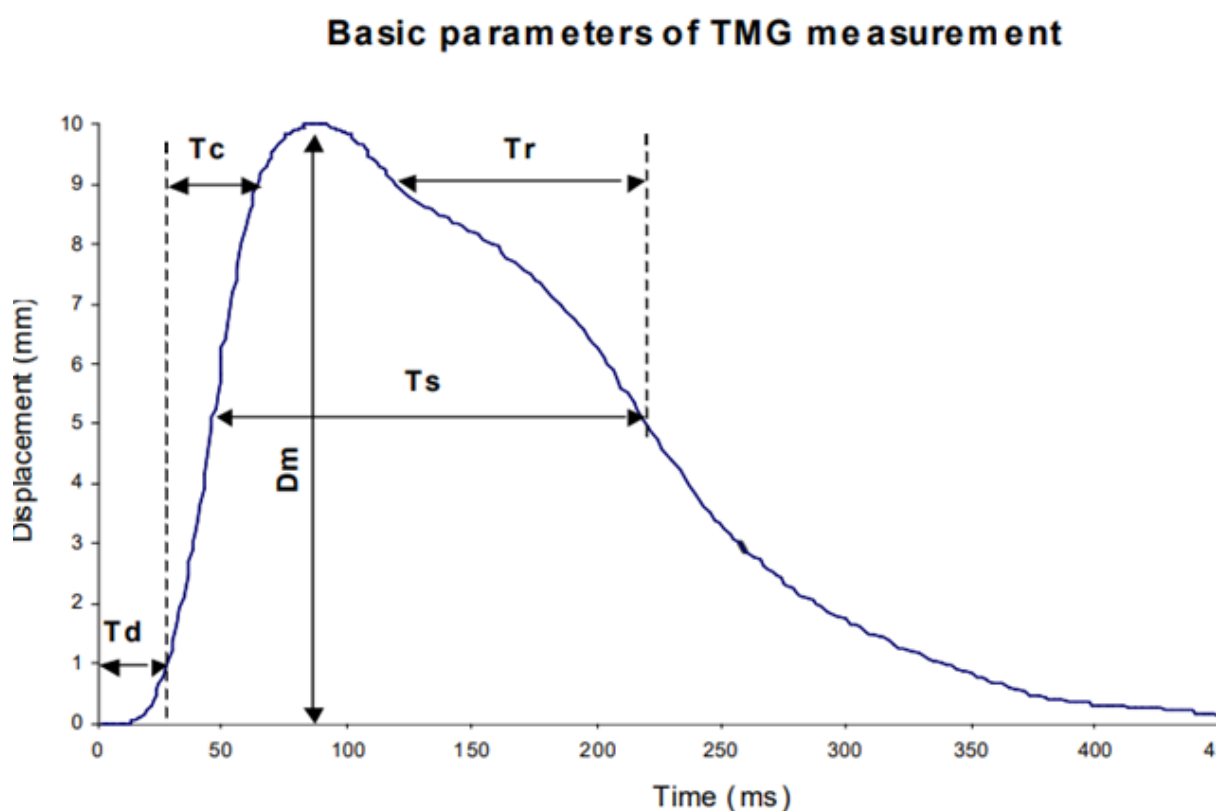
TS это время, для стабилизации мышечной реакции на перемещение, которое мы создали.

Другой переменной является само смещение мышц, что оценивает мышечную ригидность.

Также необходимо учитывать длину мышечного живота, которая зависит от морфологических и функциональных характеристик мышц и типа тренировки и / или работы.

Низкие значения смещения говорят нам о большом количестве тонуса и чрезмерной ригидности проанализированных мышц. Высокие значения указывают на отсутствие мышечного тонуса.

Изображение 16. Основные параметры для измерения тензиомиографии



Источник: Основные параметры измерения TMG (s.f.). Взято из <https://n9.cl/e2x6>.

Basic parameters of TMG...	Основные параметры для измерения тензиомиографии
Time ms	Время (мс)
Displacement	Перемещение (мм)

Далее, мы посмотрим на исследование Kyle Peterson и Gabriela Quiggle (2016) озаглавленный *Tensiomyographical responses to accelerometer loads in female collegiate basketball players*. В этом исследовании измерились ускорения и замедления в различных тренировках. Тензиомиография также использовалась для анализа

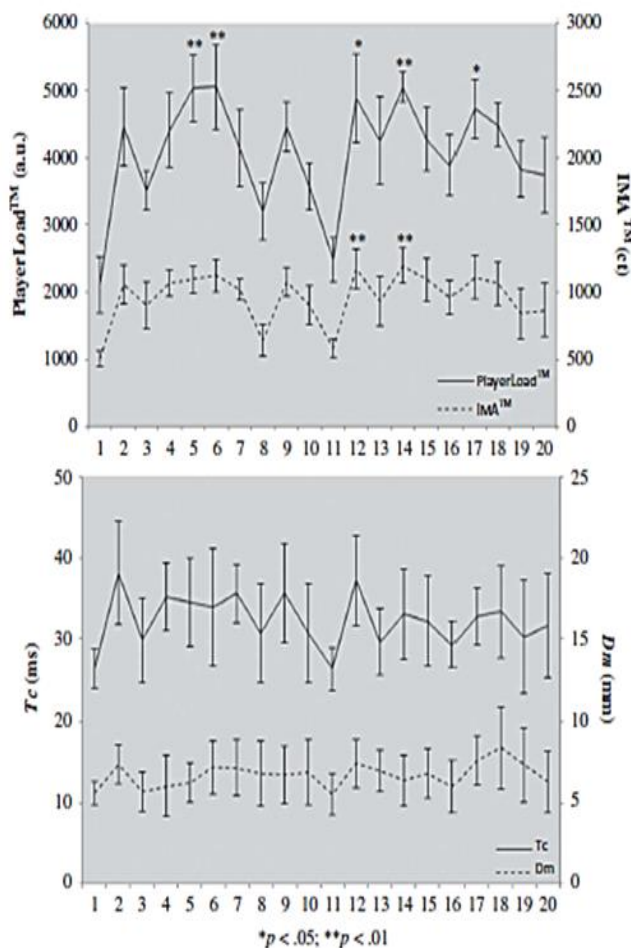


бедренной прямой кишки, бедренного бицепса и длинного адуктора. Полученные абсолютные значения были проанализированы, но также и проценты изменений, которые были установлены с течением времени. Между выводами, которые они показали, это то, что относительное изменение, которое менее 10% соответствует лучшей адаптации игрока к выдержанным тренировочным нагрузкам. Таким образом, данные, представленные исследованием, измеряли аспекты внешней нагрузки или физических требований и внутренней нагрузки (нейромышечной) через тензиомиографию.

Второй важный вывод заключается в том, что данные, измеренные WIMU (ускорения и замедления), особенно на боковой оси, пригодились нам для того, чтобы установить лучшие адаптации, которые производились в игроках. Длинный воздуходуктор лучше всего позволил понять адаптации, которые были произведены.

И наконец, было установлено, что лучше использовать процент изменений значения, полученных по отношению к абсолютному значению. То есть процент изменений позволил лучше понять полученные абсолютные значения.

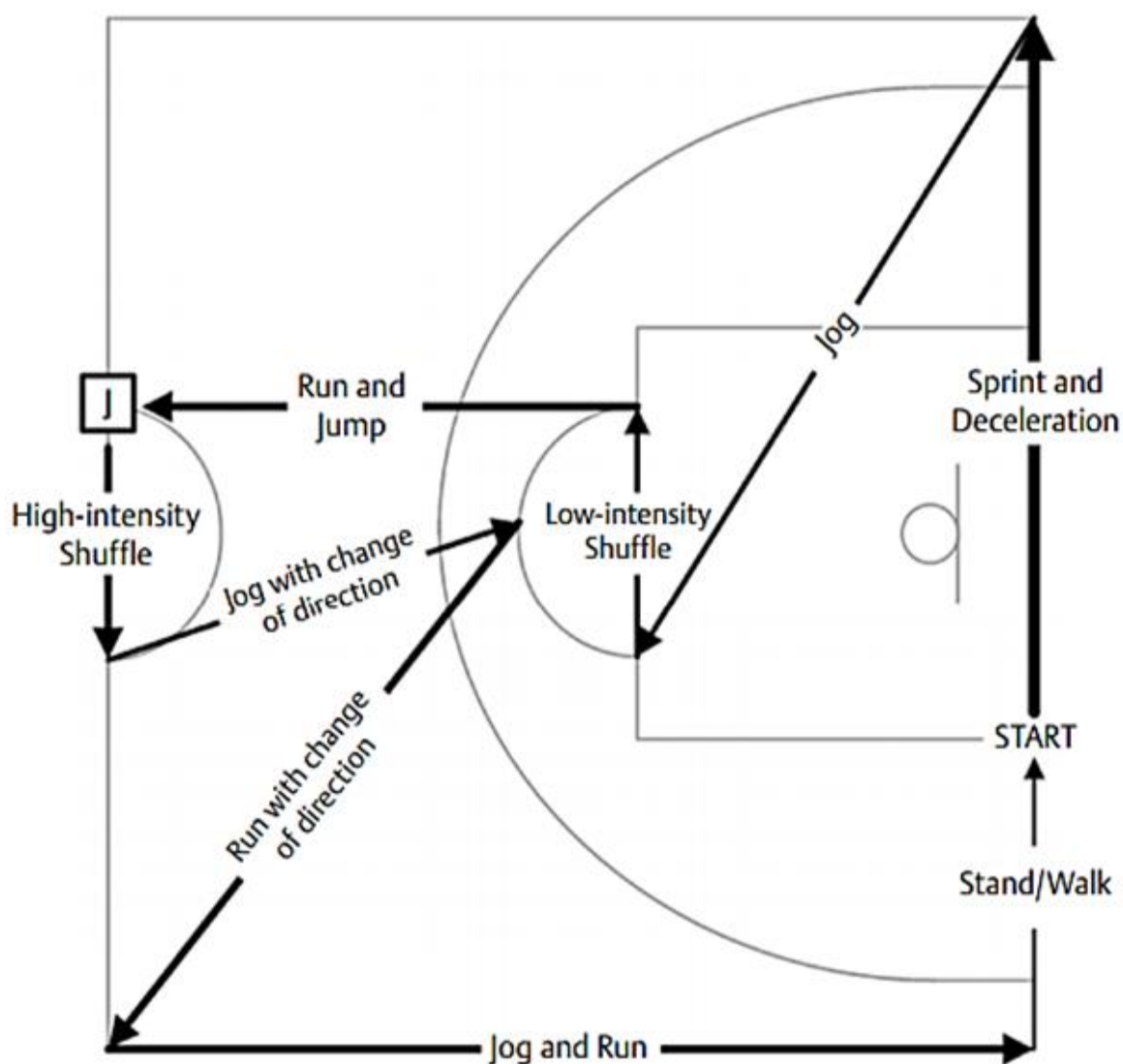
Изображение 17



Player load	Нагрузка Игрока
-------------	-----------------

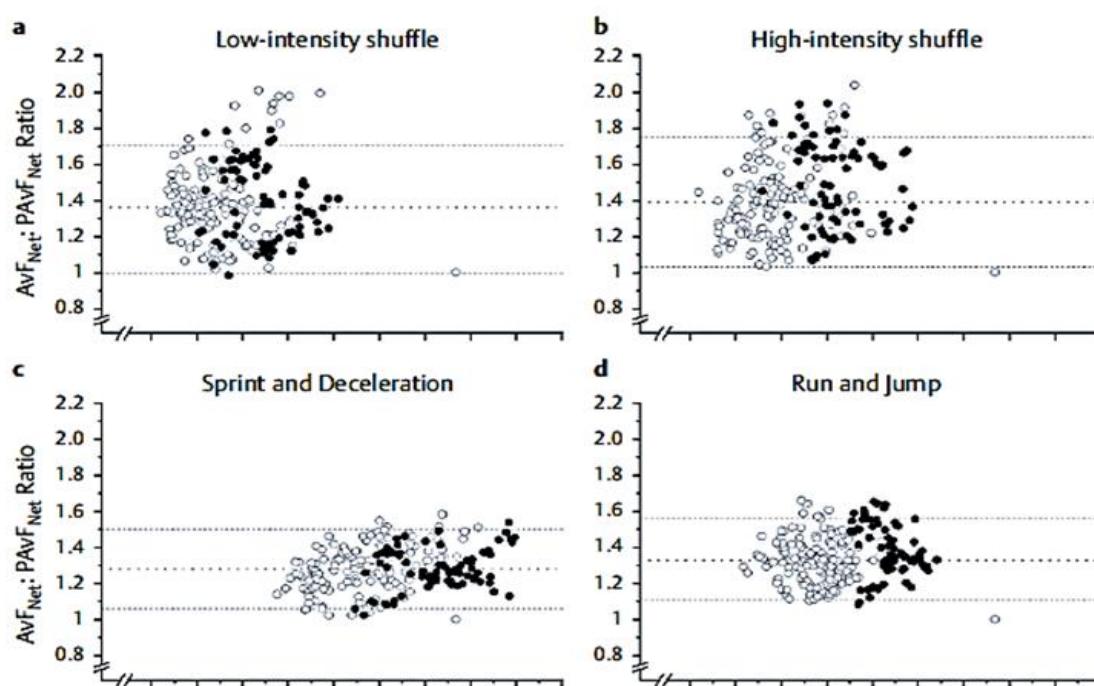
Еще одна интересная публикация Staunton, Wundersitz, Gordon и Kingsley (2017), под названием *Construct Validity of Accelerometry-Derived Force to Quantify Basketball Movement Patterns*. Исследование состояло из выполнения Yo-Yo теста, а затем BEST теста (*basketball exercise simulation test*). BEST – это схема с различными моделями движения, в которой производится спринт, замедление, боковой беги изменения на центре баскетбольной площадки. Целью было проверить системы WIMU.

Изображение 18



High intensity Shuffle	Перемещение высокой интенсивности
Jump and run	Бег и прыжки
Jog	Бег трусцой
Sprint and deceleration	Спринт и замедление
Low intensity shuffle	Перемещение низкой интенсивности
Jog with change of direction	Бегать трусцой с изменением направления
Run with change of direction	Бегать с изменением направления
Jog and run	Бегать трусцой и бегать
start	СТАРТ
Stand-walk	Стоять/Идти

Изображение 19



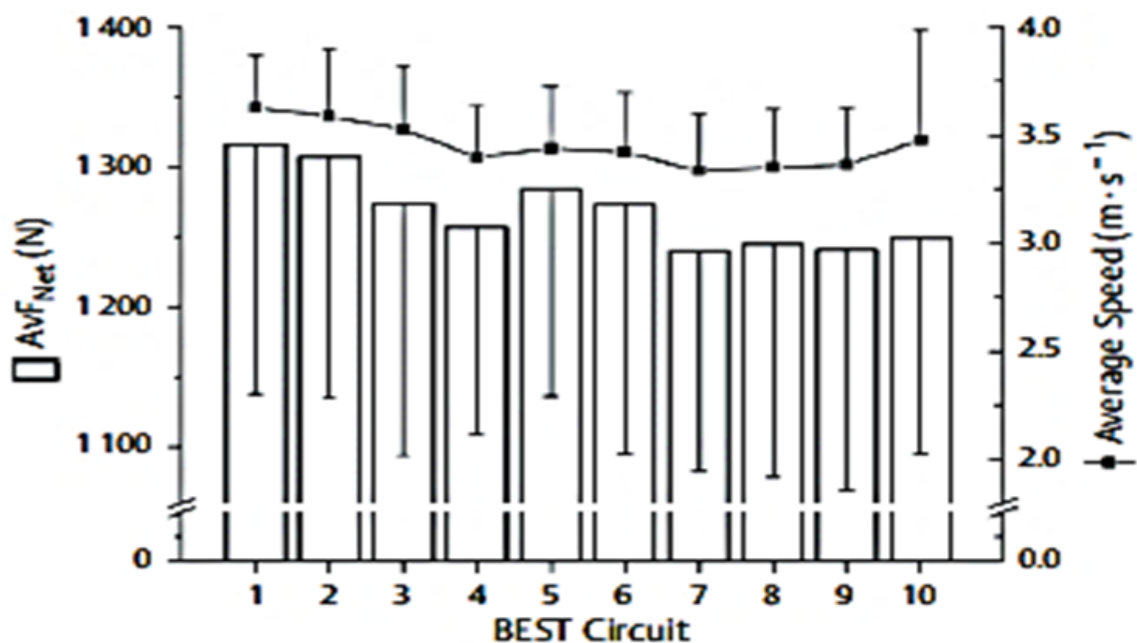
Источник: Staunton et al., 2017, <https://n9.cl/pkrcz>.

High intensity shuffle	Перемещение высокой интенсивности
Low intensity shuffle	Перемещение низкой интенсивности
Sprint and deceleration	Спринт и замедление
Run and jump	Бег и прыжки

Используя акселерометр, была получена мера силы, которая производилась в каждом из соударений. В заключение подчеркивается, что WIMU были действительным средством обнаружения физических требований, которые игрок испытывал в модели движения, которые были включены в выполненный тест.



Изображение 20



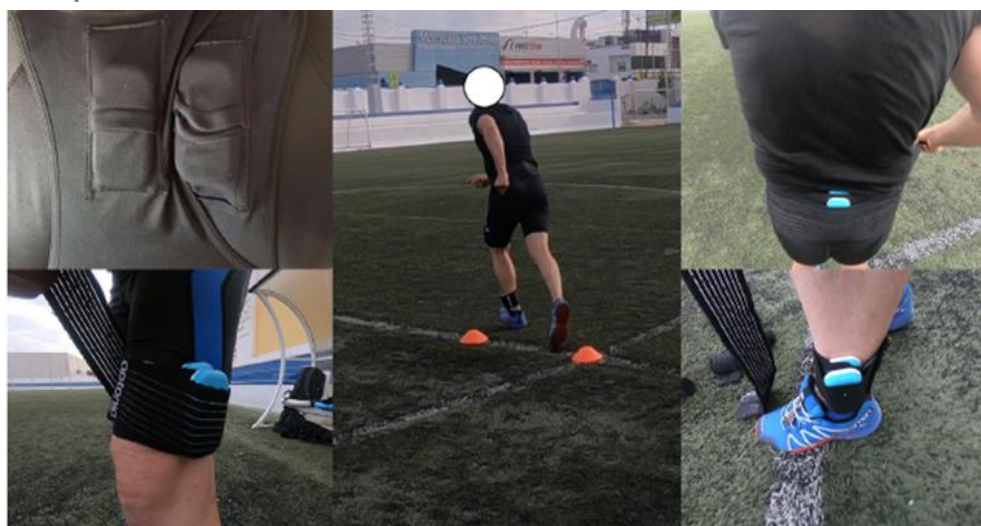
Источник: Staunton et al., 2017, <https://n9.cl/pxrcz>

AvF Net (N)	Средняя Сила (N)
BEST Circuit	Круговая тренировка BEST
Average Speed (m.s ⁻¹)	Средняя Скорость (м.с ⁻¹)

В этом смысле очень важно знать действительность и воспроизводимость используемой технологии.

В публикации Gómez-Carmona, Bastida-Castillo, García-Rubio, Ibañez и Pino-Ortega (2018) была проанализирована воспроизводимость WIMU в баскетболе и футболе. Исследование оценило воспроизводимость акселерометров, содержащихся в инерционных устройствах для измерения физических требований.

Изображение 21



Источник: Gómez-Carmona et al., 2018, <https://n9.cl/g1rr>

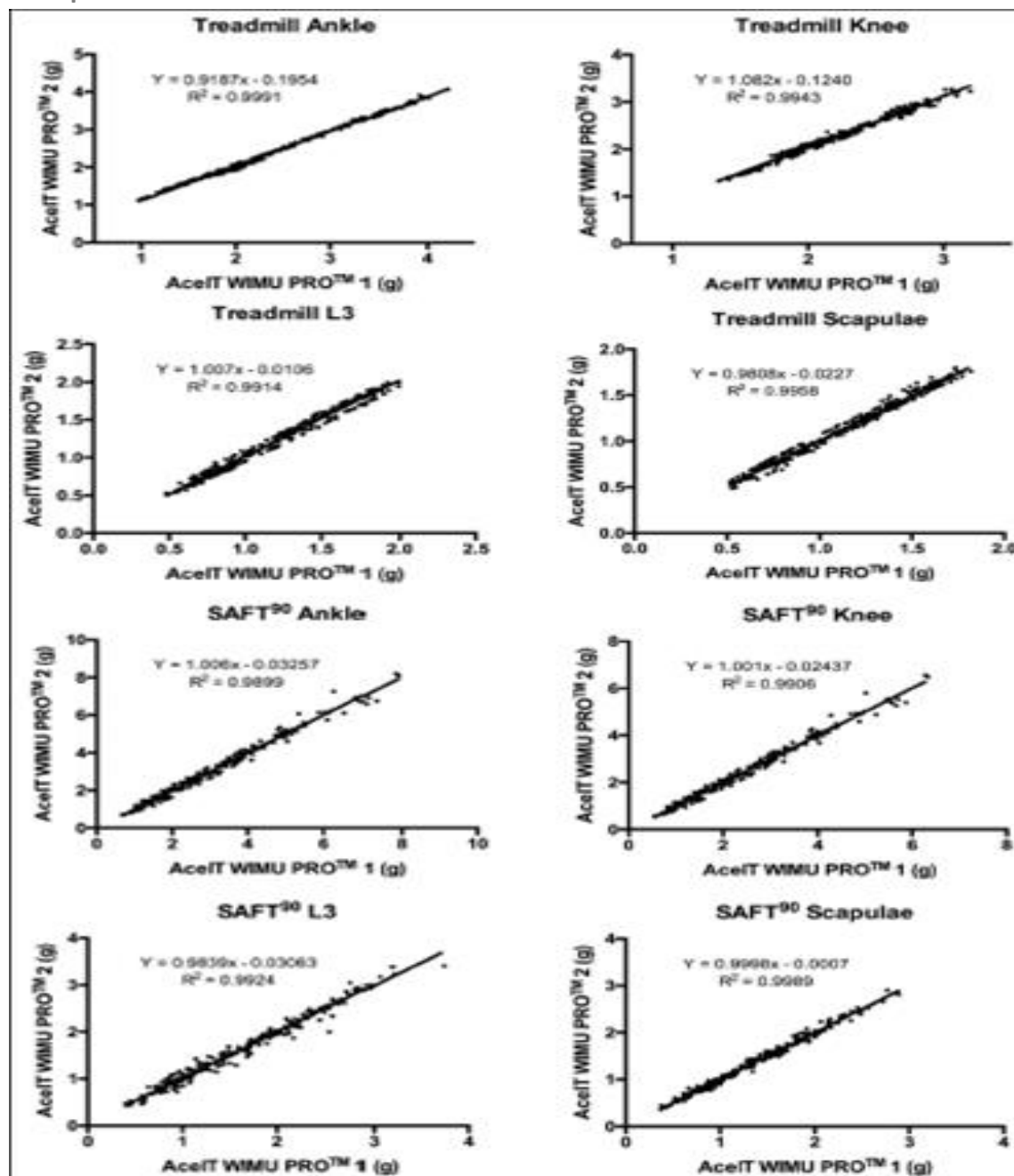
Четыре устройства были размещены для лаборатории и другие восемь для измерения различных тестов, более специфичных для спорта в лаборатории. Они применялись в статических и динамических ситуациях, используя вибрацию на 10 и 30 герц.

Для конкретных тестов использовался прогрессивный инкрементальный тест на дорожке и тест SAFT90 для движений. Для расчета общего ускорения устройства были размещены на лодыжке, колене, нижней части спины, и в области лопатки. Таким образом, результаты показали отличную статическую воспроизводимость внутри и между устройствами. И очень высокая воспроизводимость в инкрементальном тесте на дорожке, а также в тесте SAFT 90.

Эти устройства воспроизводятся в баскетбольных или футбольных действиях, потому что они имеют аналогичные модели движения.



Изображение 22

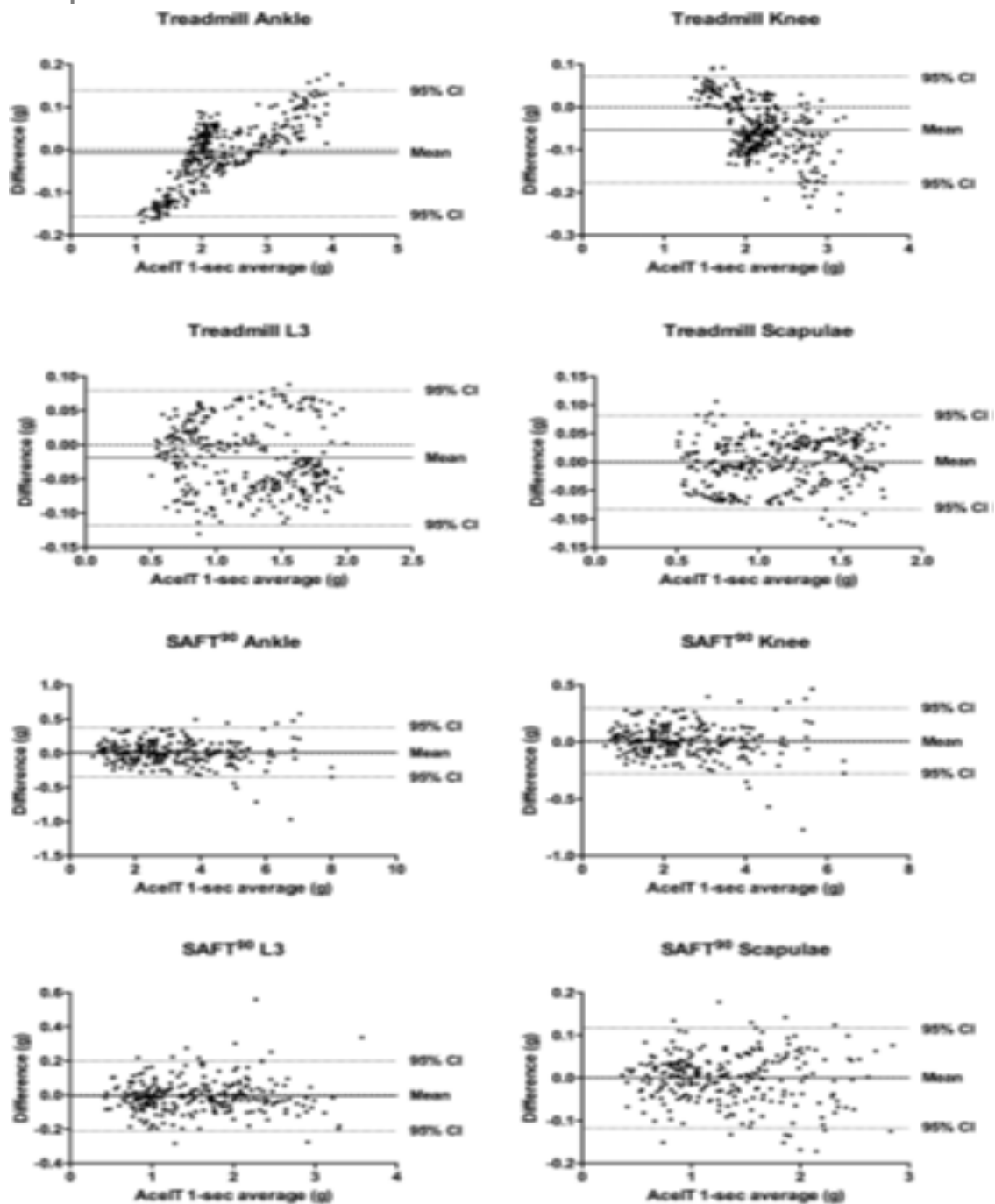


Источник: Гомес-Кармона и др., 2018, <https://n9.cl/g1rr>

Treadmill Ankle	Беговая дорожка Щиколотка
Treadmill Knee	Беговая дорожка Колено
Treadmill Scapulae	Беговая дорожка Лопатка
Treadmill L3	Беговая дорожка L3
SAFT Ankle	SAFT Щиколотка
SAFT Knee	SAFT Колено
SAFT Scapulae	SAFT Лопатка
SAFT L3	SAFT L3



Изображение 23



Источник: Гомес-Кармона и др., 2018, <https://n9.cl/g1rr>

Treadmill Ankle	Беговая дорожка Щиколотка
Treadmill Knee	Беговая дорожка Колено
Treadmill Scapulae	Беговая дорожка Лопатка
Treadmill L3	Беговая дорожка L3
SAFT ⁹⁰ Ankle	SAFT ⁹⁰ Щиколотка
SAFT ⁹⁰ Knee	SAFT ⁹⁰ Колено
SAFT ⁹⁰ Scapulae	SAFT ⁹⁰ Лопатка
SAFT ⁹⁰ L3	SAFT ⁹⁰ L3
Difference (g)	Разница (g)



AcelT 1-sec average (g)	AcelT 1-сек средняя (g)
CI	ДИ
Mean	Средняя

Почему физические требования в баскетболе могут быть измерены посредством ВИДУ?

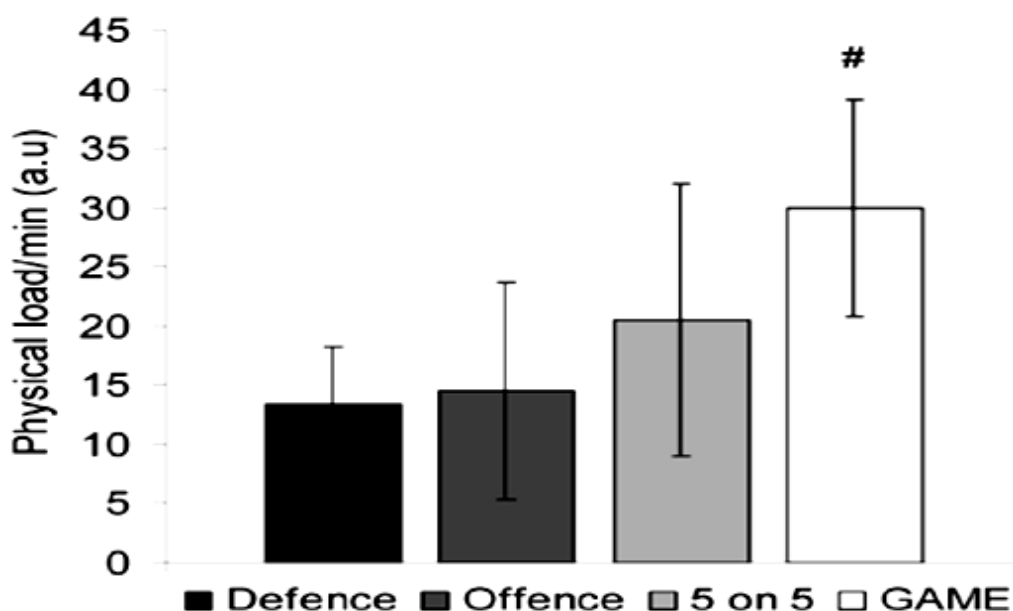
Потому что собственные действия баскетбола включают глобальные движения всего тела, которые измеримы акселерометрами. Таким образом, мы можем обнаружить все последствия либо при беге, изменении направления, либо при прыжках.

Публикация Montgomery, Rynne и Minahan (2010) была направлена на определение характеристик физических и физиологических реакций во время различных упражнений в одиннадцати элитных юниорских баскетболистах.

С одной стороны, были сделаны измерения в течение трех матчей соревнований. С другой стороны, в течение двух недель тренировок, были измерены упражнения защиты, упражнения атаки и упражнения «пять против пять» на половине площадки. Общее число измеренных упражнений составило 190 в обороне, 57 в нападениях и 48 из пяти против пяти на половине площадки. Кроме того, были охарактеризованы физические и физиологические реакции и была рассчитана нагрузка игрока.

Посредством нагрузки игрока получилось получить внешние данные в условных единицах. Таким образом, также получилось сравнить каждое из проведенных упражнений, в том числе и соревнования.

Изображение 24



Источник: Монтгомери и др., 2010, стр. 82.

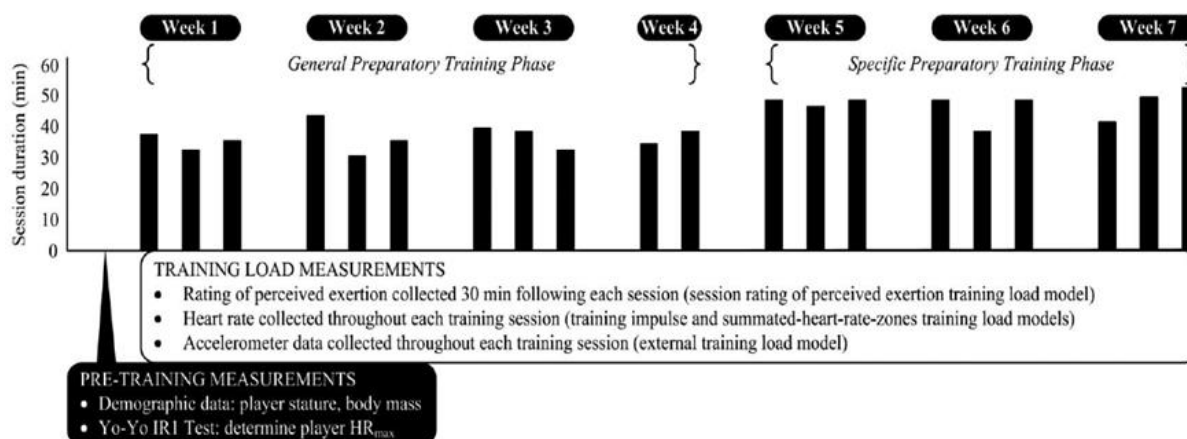


Physical load min	Физическая нагрузка/мин (у. е.)
Defence	Защита
Offence	Атака
5 on 5	5 против 5
GAME	МАТЧ

Как отмечается в рисунке, предлагаемые упражнения по нападению и защите имели похожие физические и физиологические требования. В это время требования тренировки пять против пять были значительно меньшими, чем пять на пять на соревновании.

Scanlan, Wen, Tucker и Dalbo (2014) сравнили внутреннюю нагрузку и внешний нагрузку в баскетболе. В исследовании приняли участие восемь полупрофессиональных баскетболистов. За семь недель было проанализировано 44 сессий, и сравнилась внутренняя нагрузка и внешняя нагрузка.

Изображение 25



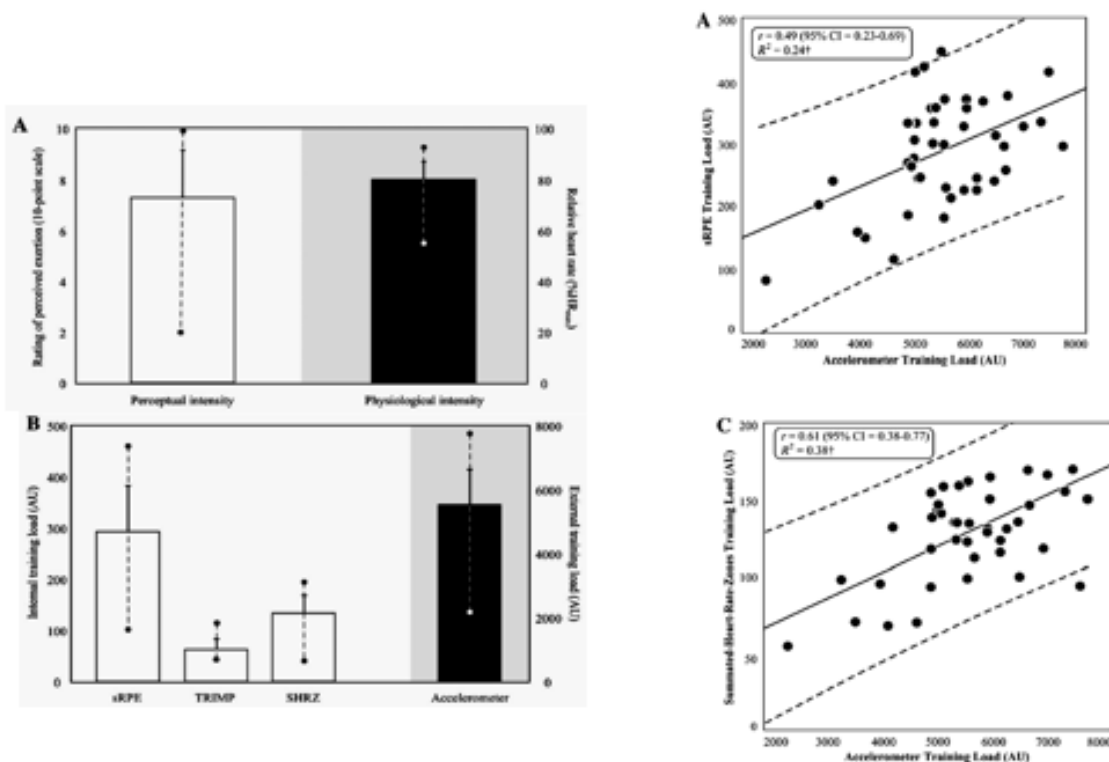
Источник: Scanlan et al., 2014, <https://n9.cl/0ms6>

Session duration	Протяжение тренировки (мин)
Week	Неделя
General preparatory training phase	Этап Общей Физической Подготовки
Specific preparatory training phase	Этап Специфической Физической Подготовки
TRAINING LOAD MEASUREMENTS	<p>ИЗМЕРЕНИЯ ТРЕНИРОВОЧНОЙ НАГРУЗКИ</p> <ul style="list-style-type: none"> СВН, оцененное в 30 минутах после каждой тренировочной сессии (модель СВН за сессию тренировочной нагрузки) ЧСС, оцененная в течение каждой тренировочной сессии (тренировочный импульс и модели,

	<p>суммированной зон ЧСС тренировочной нагрузки)</p> <ul style="list-style-type: none"> Данные акселерометра, собранные в течение каждой тренировочной сессии (модель внешней тренировочной нагрузки).
PRE TRAINING MEASUREMENTS	<p>ИЗМЕРЕНИЯ, ДО ТРЕНИРОВКИ</p> <ul style="list-style-type: none"> Демографические данные: высота игрока, масса тела Ио Ио тест: определение максимальной ЧСС игрока

Внешняя нагрузка определена нагрузкой игрока, в то время как требования внутренней нагрузки были установлены через ЧСС.

Изображение 26



Источник: Scanlan et al., 2014, <https://n9.cl/0ms6>.

Результаты показали, что нет линейной реакции между внешней и внутренней нагрузкой, т.е. движения тела и внутренняя реакция являются двумя различными конструкциями. Поэтому необходимо рассмотреть оба подхода для оптимизации тренировочного процесса в баскетболе.

Для получения этих данных было установлено, что корреляция между внутренней нагрузкой и внешней нагрузкой не является высокой. Поэтому можно сделать вывод,

что, если мы хотим как можно строже оптимизировать спортивные показатели, необходимо рассматривать эти два подхода одновременно.

Еще одна важная публикация авторов Fox, Stanton и Scanlan (2018) которая называется *A Comparison of Training and Competition Demands in Semiprofessional Male Basketball Players*. В данном случае она основывалась на цели количественной оценки и сопоставления физических требований тренировок и баскетбольных матчей. В нем приняли участие 15 полупрофессиональных игроков. Были отмечены три этапа тренировок: один физической подготовки, один специфической тренировки на площадке и один, который включал в себя два матча. В качестве переменных использовались нагрузка игрока и СВН сессии. Что касается переменной внутренней нагрузки, то использовалась частота сердечных сокращений по зонам интенсивности, и в связи с переменными физических требований также использовалась оценка расстояния с помощью данных об ускорении акселерометра и гироскопа.

На первом этапе была получена нагрузка игрока 6,5 условных единиц за минуту. В части специфической подготовки было получено 6,1 единиц за минуту. В части соревнований было получено 4,35 единиц за минуту.

В общей физической подготовке рассчитанное расстояние составило 61,88 метров за минуту. В специфической подготовке оно составило 56,76 метров за минуту. В соревнованиях оно составило 41 метр за минуту.

Физические требования в этом исследовании были ниже в матчах, чем на тренировках. Вывод заключается в том, что тренировочные требования перевешивают физические требования матча.

Со своей стороны, статья Svilar, Castellano, Jukic и Casamichana (2018) вовлекла тринадцать профессиональных игроков на всех трех игровых позициях. Главной целью было сравнить физические требования тренировок между различными позициями в элитном баскетболе.

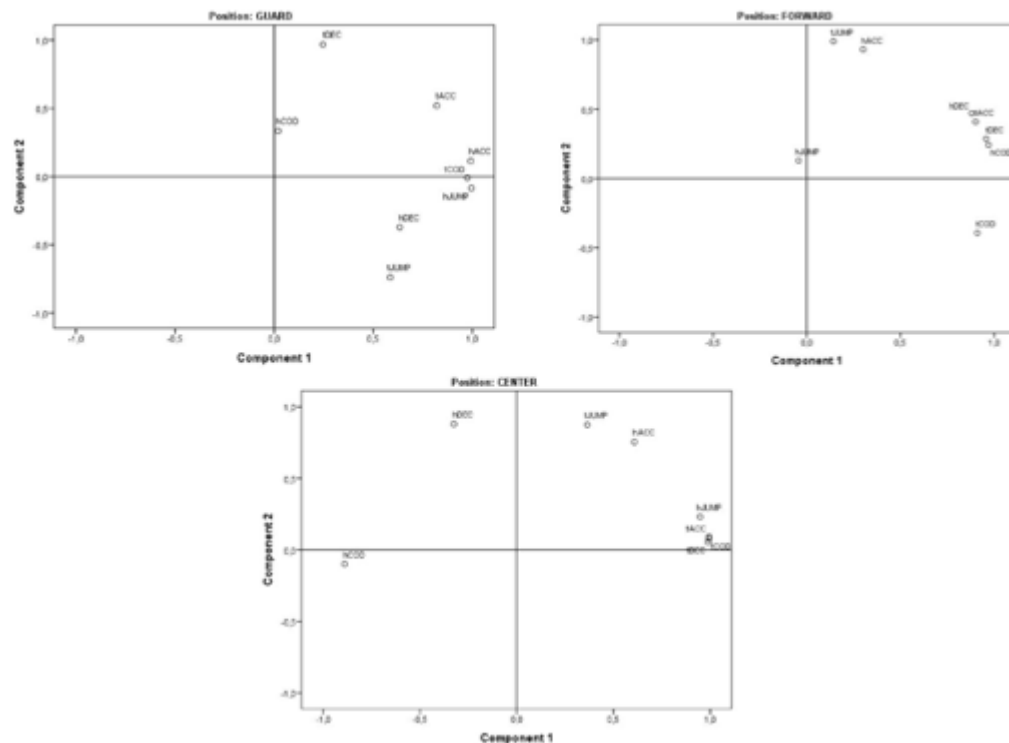
В исследовании были проанализированы различные переменные: общее ускорение, высокоинтенсивные ускорения, высокоинтенсивные общие замедления, высокоинтенсивные изменения общего направления, общие прыжки, высокоинтенсивные прыжки и СВН. Статистический анализ основных компонентов показал от двух до трех основных компонентов, но конфигурация каждого фактора была разной в зависимости от игровой позиции каждого игрока. СВН и СВН сессии на всех позициях также показало высокую корреляцию с общим количеством ускорений, замедлений и изменений направления. Это говорит о том, что даже если игроки



выполняли одинаковые тренировочные задачи, физические требования к каждой позиции были разными для каждого из них.

Таким образом, публикация Svilar и др. (2018) устанавливает различные квадранты путем анализа основных компонентов, которые показывают требования защитников, форвардов и центровых.

Изображение 27



Источник: Svilar et al., 2018, <https://n9.cl/e8utr>.

Position: CENTER	Позиция: ЦЕНТРОВОЙ
Position: GUARD	Позиция: РАЗЫГРЫВАЮЩИЙ ЗАЩИТНИК
Position: FORWARD	Позиция: ФОРВАРД
Component 1	Компонент 1
Component 2	Компонент 2

В заключение каждая игровая позиция связана с определенным сочетанием физических требований. Это позволяет лучше понять внутренние реакции между игроками.

Следующее изображение, принадлежащее статье Vázquez-Guerrero, Suarez-Arrones, Casamichana Gómez и Rodas (2018) показывает данные нашей команды в двух официальных матчах измеримых посредством ВИДУ.



Изображение 28

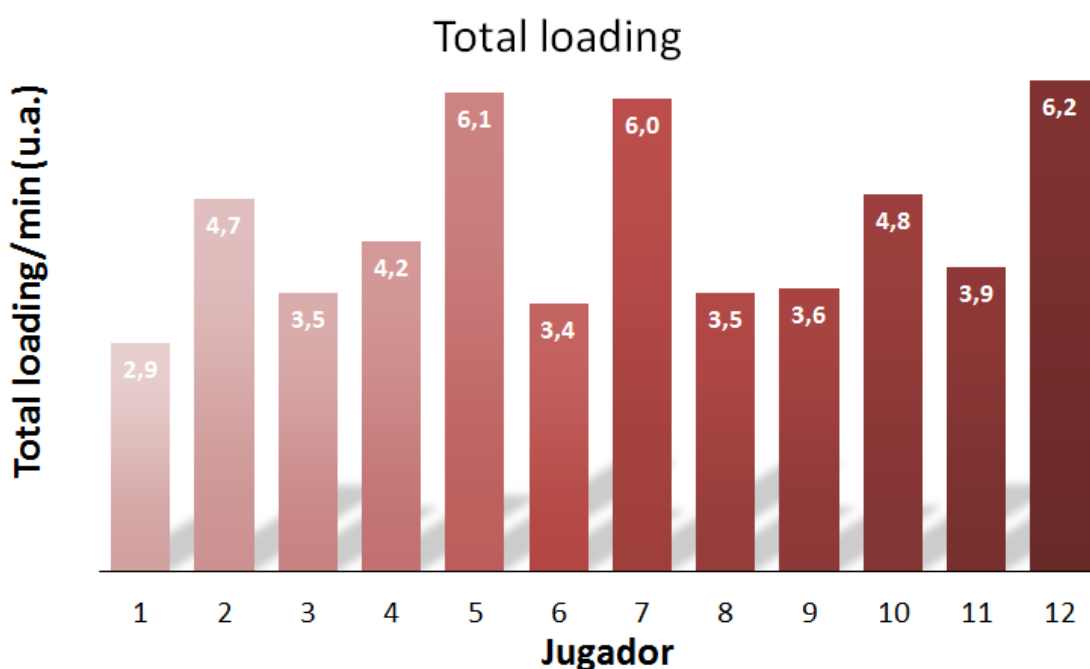
Variables	Playing positions				
	Point guards (n=4)	Shooting guards (n=6)	Small forwards (n=4)	Power forwards (n=4)	Centers (n=5)
# Accelerations (<3 m·s ⁻²) #/min	29.6±3.9	32.7±11.0	26.7±2.6 ^{***}	28.0±5.0	28.3±1.1
# Accelerations (>3 m·s ⁻²) #/min	1.4±0.9	1.0±0.4 ^{**}	0.8±0.3 ^{***}	1.4±0.5	1.5±0.4
# Decelerations (<3 m·s ⁻²) #/min	23.8±3.6	25.7±10.0	21.7±2.2*	24.0±4.6	23.4±1.3
# Decelerations (>3 m·s ⁻²) #/min	4.5±1.4	4.1±0.5	3.2±0.7 ^{**}	3.5±0.7 ^{**}	3.7±0.8 [*]
Acc : Dec Ratio (<3 m·s ⁻²)	1 : 0.80±0.04 ^{***}	1 : 0.78±0.06 ^{***}	1 : 0.81±0.01 ^{***}	1 : 0.86±0.02	1 : 0.83±0.02 [*]
Acc : Dec Ratio (>3 m·s ⁻²)	1 : 3.94±1.3	1 : 4.87±1.8	1 : 4.26±0.8	1 : 2.67±0.4 ^{***}	1 : 2.57±0.5 ^{***}
External total load (AU/min)	4.8±1.1	4.6±1.7	4.8±0.8	3.5±1.1 ^{***}	4.4±0.3

Источник: Васкес-Герреро и др., 2018, стр. 231.

Variables	Переменные
Point guards	Разыгрывающие защитники
Shooting guards	Атакующие защитники
Playing positions	Игровые позиции
Small forwards	Лёгкие форварды
Power forwards	Мощные форварды
Centers	Центровые

Впоследствии было установлено соотношение между ускорениями и замедлениями.

Изображение 29



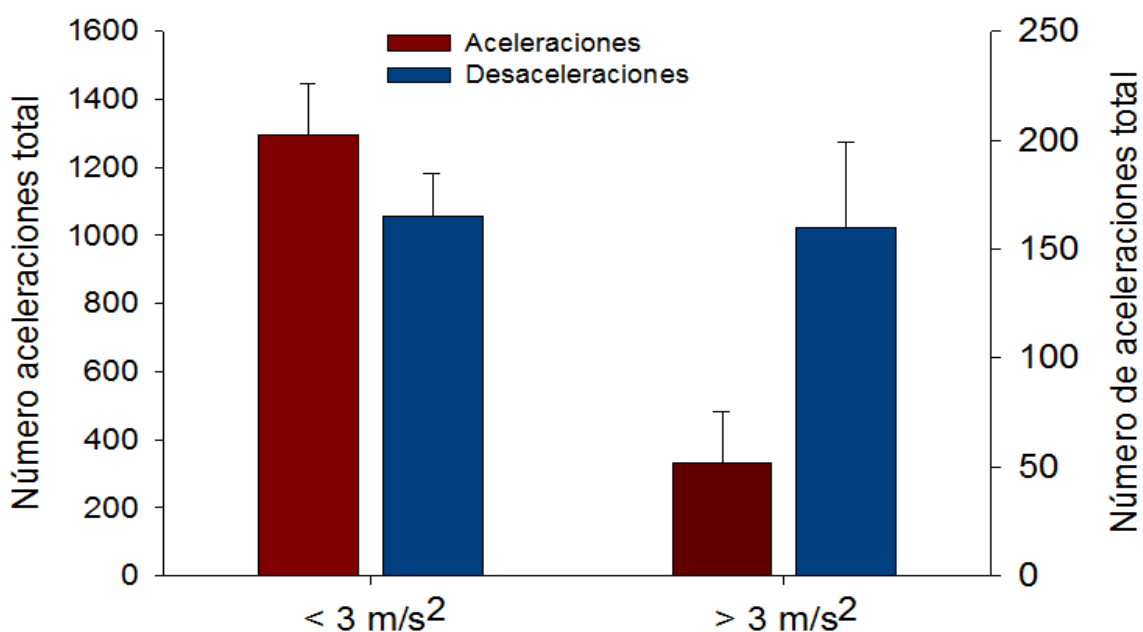
Источник: Васкес-Герреро и др., 2018 год.

Total loading	Общая нагрузка
Jugador	Игрок
Total loading/min u.a	Общая нагрузка/мин (у. е.)

Первые данные, которые можно увидеть, это нагрузка игрока (общая нагрузка на предыдущем рисунке). Мы видим, что требования каждого игрока и каждой позиции отличаются.

Самое интересное в этом исследовании это что также было количественно оценено количество требуемых ускорений и замедлений в матче.

Изображение 30



Источник: Васкес-Герреро и др., 2018 год.

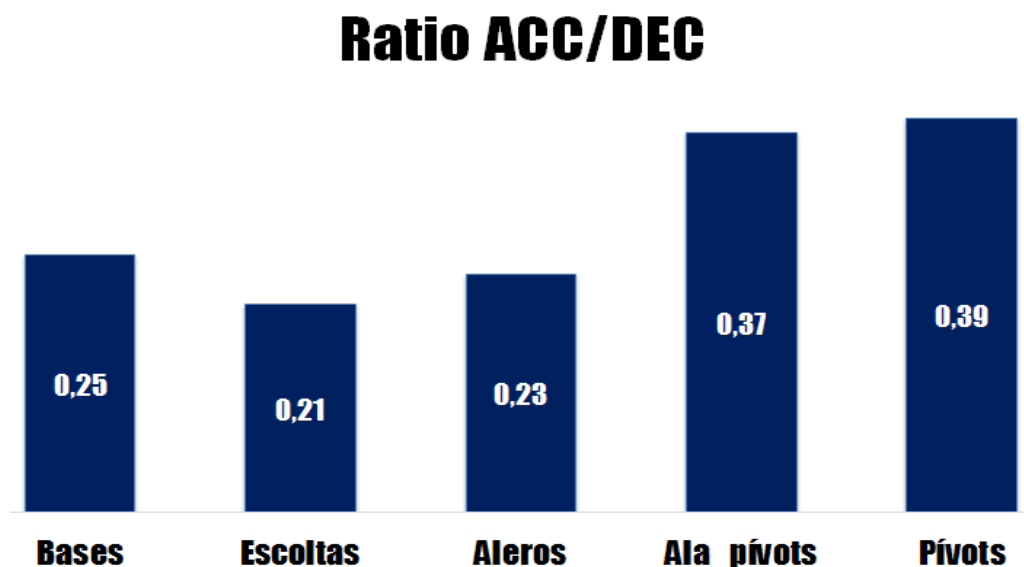
Aceler	Ускорения
Desaceler	Замедления
Num aceler total	Общий номер ускорений
m/s ²	м/с ²

Еще одна очень интересная вещь — это установление коэффициента ускорения и замедления (включая вертикальную ось) как для площади менее трех метров за секунду в квадрате, так и для площади более трех метров в секунду в квадрате. То, что мы видим это, что в зоне более трех метров в секунду в квадрате, количество ускорений высокой интенсивности меньше, чем число высокоинтенсивных замедлений (рисунок выше). Это очень важный факт для нас, для периодизации нашей тренировки и, прежде всего, подготовить наших игроков в предсезону, чтобы они могли более эффективно выдерживать реквизиты и физические требования в матчах.



Еще один интересный факт из этого исследования является то, что соотношение ускорения/замедления ниже на открытом воздухе.

Изображение 31



Источник: Васкес-Герреро и др., 2018 год.

Ration acc.dec	Соотношение УСКОРЕНИЯ/ЗАМЕДЛЕНИЯ
Bases	Разыгрывающие защитники
Escoltas	Атакующие защитники
Aleros	Лёгкие форварды
Ala pivots	Мощные форварды
Pivots	Центровые

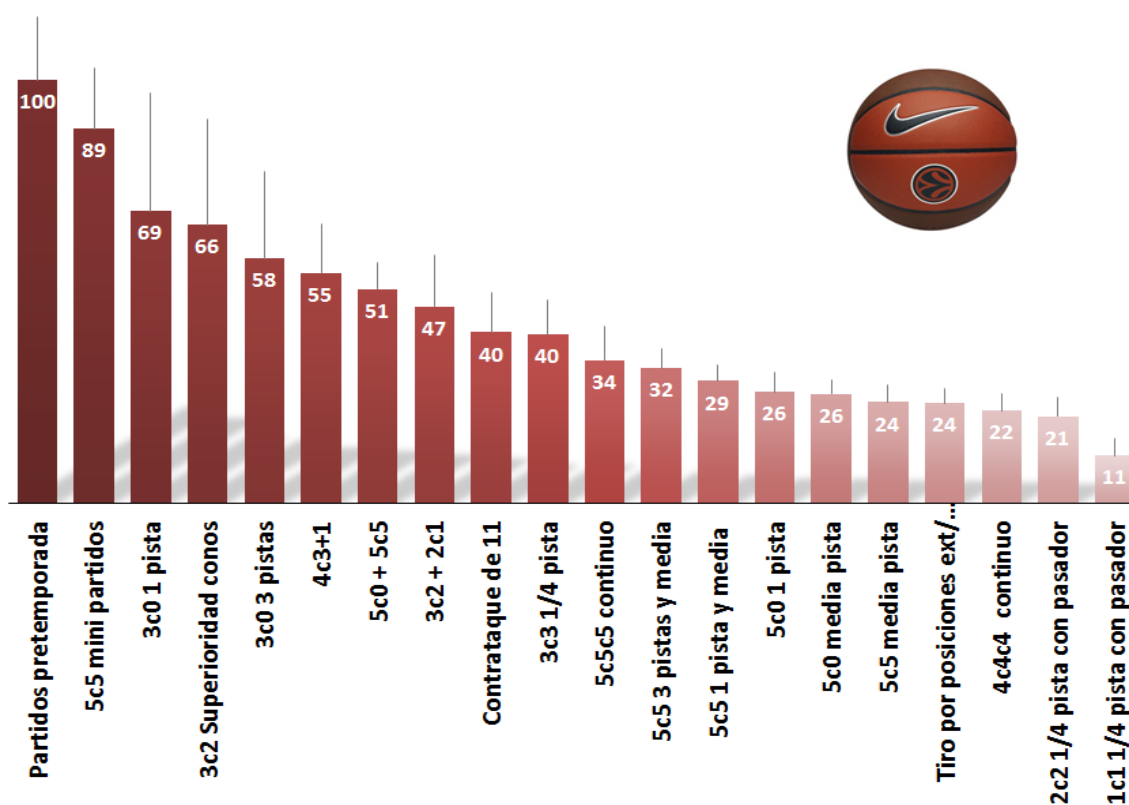
Ускорения высокой интенсивности были ниже, чем высокоинтенсивные замедления. Когда это соотношение было проанализировано, игроки периметра показали еще больший спрос высокоинтенсивных остановок над ускорениями.

Мы должны придавать большое значение соотношению между ускорением и высокоинтенсивным замедлением.

Эти данные позволили нам создать группу упражнений по отношению к максимальному проценту, который составил сто процентов.



Изображение 32

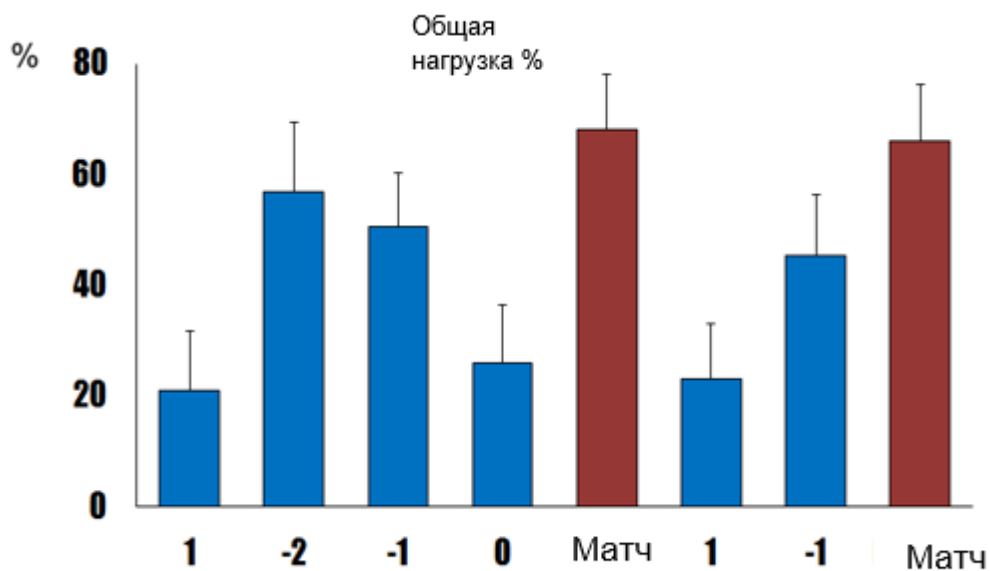


Источник: Васкес-Герреро и др., 2018 год.

перевод	Матчи предсезона
	5 против 5 мини матчи
	3 против 0 площадка
	3 против 2 преимущество конусы
	3 против 0 площадки
	4 против 3 + 1
	5 против 0 + 5 против 5
	3 против 3 + 2 против 1
	Контратака 11ти
	3 против 3 ¼ площадки
	5 против 5 против 5 без остановки
	5 против 5, 3 площадки с половиной
	5 против 5, 1 площадка с половиной
	5 против 0, 1 площадка
	5 против 0 пол площадки
	5 против 5 пол площадки
	Тип по позиции внеш/...
4 против 4 против 4 без остановки	
2 против 2 ¼ площадки с передачей	
1 против 1 ¼ площадки с передачей	

Другим важным аспектом является то, что это позволило создать динамику нагрузок во время предыдущих тренировок до матча.

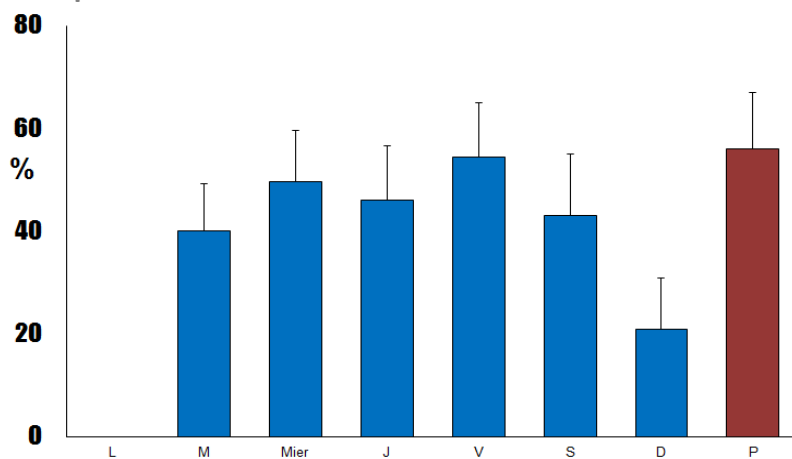
Изображение 33



Источник: Васкес-Герреро и др., 2018 год.

То же самое было сделано, когда был двухматчевый микроцикл или когда проводился один еженедельный матч.

Изображение 34



Источник: Васкес-Герреро и др., 2018 год.



Ссылки

Beato, M., De Keijzer, K., Carty, B. y Connor, M. (2019). Monitoring Fatigue During Intermittent Exercise With Accelerometer-Derived Metrics. *Frontiers in Physiology*, 10. doi:10.3389/fphys.2019.00780.

Fox, J., Stanton, R. y Scanlan, A. (2018). A Comparison of Training and Competition Demands in Semiprofessional Male Basketball Players. *Research quarterly for exercise and sport*, 89(1), pp. 103-111. doi: 10.1080/02701367.2017.1410693.

Gómez-Carmona, C., Bastida-Castillo, A., García, J., Ibáñez, S. y Pino Ortega, J. (2018). Static and dynamic reliability of WIMU PRO™ accelerometers according to anatomical placement. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers Part P Journal of Sports Engineering and Technology*. DOI: 10.1177/1754337118816922.

Lam, W. K., Liebenberg, J., Woo, J., Park, S. K., Yoon, S. H., Tsz-Hei Cheung, R. y Ryu, J. (2018). Do running speed and shoe cushioning influence impact loading and tibial shock in basketball players? *PeerJ*. DOI 10.7717/peerj.4753.

Lucas, L., England, B., Mason, T., Christopher, L., Taylor, M., Alexander, M. y Thomas, A. (2018). Decision-Making Influences Tibial Impact Accelerations During Lateral Cutting. *Journal of Applied Biomechanics*, 34(5), pp. 414-418. DOI: <https://doi.org/10.1123/jab.2017-0397>.

McClay, I., Robinson, J., Andriacchi, T., Frederick, E., Gross, T., Martin, P., Valiant, G., Williams, K., and Cavanagh, P. (1994). A Profile of Ground Reaction Forces in Professional Basketball. *Journal of applied biomechanics*, 10, pp. 222-236.

Montgomery, P., Pyne, D. y Minahan, C. (2010). The Physical and Physiological Demands of Basketball Training and Competition. *International journal of sports physiology and performance*, 5, pp. 75-86. DOI: 10.1123/ijsp.5.1.75.

Peterson, K. D., y Quiggle, G. T. (2016). Tensiomyographical responses to accelerometer loads in female collegiate basketball players. *Journal of Sports Sciences*, 35(23), pp. 2334–2341. doi:10.1080/02640414.2016.1266378.

Scanlan, A., Wen, N., Tucker, P. y Dalbo, V. (2014). The Relationships Between Internal and External Training Load Models During Basketball Training. *Journal of strength and conditioning research / National Strength & Conditioning Association*, 28(9), pp. 2397-2405. DOI: 10.1519/JSC.0000000000000458.



Scanlan, A., Fox, J. L., Milanović, Z., Stojanović, E., Stanton, R., y Dalbo, V. J. (2019). Individualized and Fixed Thresholds to Demarcate PlayerLoad Intensity Zones Produce Different Outcomes. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 1. doi:10.1519/jsc.0000000000003001.

Staunton, C., Wundersitz, D., Gordon, B. y Kingsley, M. (2017). Construct Validity of Accelerometry-Derived Force to Quantify Basketball Movement Patterns. *International Journal of Sports Medicine*, 38(14), pp. 1090-1096. DOI: 10.1055/s-0043-119224.

Svilar, L., Castellano, J., Jukic, I. y Casamichana, D. (2018). Positional Differences in Elite Basketball: Selecting Appropriate Training - Load Measures. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 13, pp. 1-24. DOI: 10.1123/ijsp.2017-0534.

Vázquez-Guerrero, J., Suarez-Arrones, L., Casamichana, D. y Rodas, G. (2018). Comparing external total load, acceleration and deceleration outputs in elite basketball players across positions during match play. *Kinesiology*. 50(2). DOI: 10.26582/k.50.2.11.

Wei, Q., Wang, Z., Woo, J., Liebenberg, J., Park, S. K., Ryu, J. y Lam, G. (2018). Kinetics and perception of basketball landing in various heights and footwear cushioning. *PLoS ONE*, 13(8), pp 1-9. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0201758>.

