

Модуль 1. Взаимосвязь между внутренними переменными нагрузки и внешними переменными нагрузки

1.1 Связь между переменными внутренней нагрузки и взаимосвязь между переменными внутренней и внешней нагрузки

1.1.1 Интерпретация взаимосвязей между переменными

Изучение взаимосвязи между переменными и/или показателями может помочь нам определить, каким из них мы должны уделять наибольшее внимание в процессе оценки тренировки и соревнования, тем самым избегая повторения информации путем выбора взаимодополняющих переменных. Поэтому необходимо изучить взаимосвязь между переменными с учетом различных областей деятельности, в которых будут проводиться оценки. Таким образом, различные виды тренировочных сессий или задач могут потребовать различные переменные для принятия решений, соответствующих контексту.

Поэтому, в большинстве исследований были сделаны тесты на корреляцию.

Значения корреляции можно интерпретировать по-разному. С одной стороны, высокая корреляция между переменной внутренней нагрузки и переменной внешней нагрузки была интерпретирована как результат, который поддерживает действительность измерения. Например, если мы используем индикатор, полученный посредством акселерометра – нагрузка игрока (НИ) – который учитывает ускорения, сделанные на трех плоскостях движения, и этот индикатор связан с субъективным восприятием нагрузки (СВН) или частотой сердечных сокращений (ЧСС); мы оправдываем его использование и действительность. С другой стороны, эта высокая корреляция между переменными (если она существует) также указывает на то, что, зная результат одной переменной, мы можем предсказать результат другой. Например, если мы используем пройденное расстояние [м] во время тренировочной сессии и нагрузку Эдвардса¹ – и обе меры имеют большую

¹ Она получается, умножая время, потраченное в каждой зоне сердечной интенсивности, на основе средней частоты сердечных сокращений.

корреляцию – мы можем оценить сердечно-сосудистое воздействие тренировочной сессии, зная пройденное расстояние или наоборот. Поэтому, если целью является уменьшить количество переменных, которыми нужно управлять в тренировочном процессе, одной из них будет достаточно при условии, что другая переменная будет иметь пропорциональное поведение (на основе высокой корреляции).

Кроме этого, если значения взаимосвязи или корреляции являются низкими (часто полученные через корреляцию Пирсона или Спирмана), значить исследователи предположили, что обе переменные измеряют разные вещи (и, возможно, поэтому, взаимодополняющие), поэтому нам может понадобиться мониторинг и управление обеими переменными в процессе управления тренировочными нагрузками и/или матча.

1.1.2 Связь между переменными внутренней нагрузки в полных тренировочных сессиях

Степень корреляции между показателями будет зависеть в первую очередь от их характера. Показатели внутренней нагрузки имеют высокий уровень корреляции между ними (Alexiou и Coutts., 2008; Scott, Lockie, Knight, Clark и Jance, 2013b), особенно при сравнении показателей, которые имеют ЧСС в качестве меры, на основе которой получают значения (например, «TRIMP» описанный в публикации Vanister, Lucias, Edwards y Stagno).² При сравнении дыхательных и мышечных версий (Los Arcos, 2014) глобального индикатора субъективного восприятия нагрузки (CBH),³ (или более известного как RPE на основе английского термина «rating of perceived exertion») корреляции являются очень высокими (почти идеальными, близкими к единству; $r \approx 1$). Это вызывает сомнения о чувствительности этих двух шкал в моменте, в котором игроки должны их отличать. Однако, когда делается мониторинг реакции игроков во время соревнований, похоже что обнаруживаются различия (Los Arcos, Yanci, Mendiguchia и Gorostiaga, 2014); поэтому необходимо проводить дополнительные исследования, в которых регистрируется CBH, устанавливая её в контексте с типом содержания выполненной тренировки.

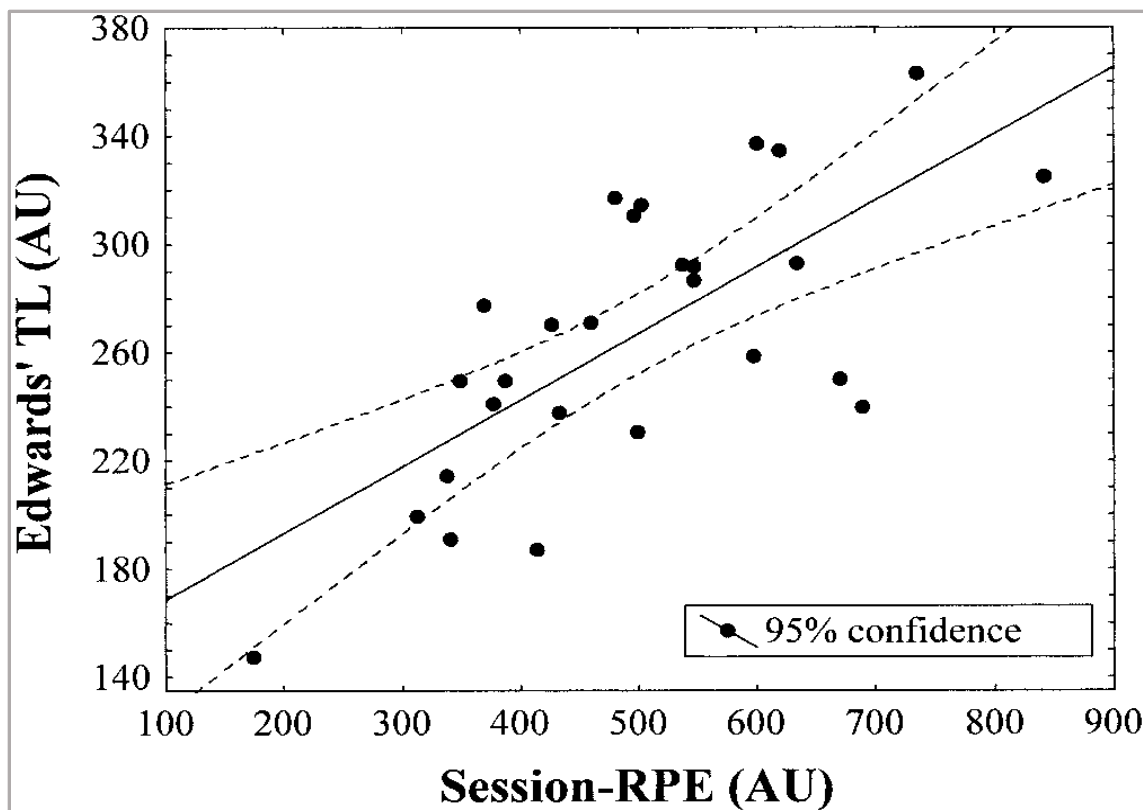
Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi и Marcora (2004) применили метод CBH предложенный Foster и col. (2001) для количественной оценки нагрузки тренировки в юниорских футболистах и оценили их корреляцию с другими основанными на ЧСС. Были обнаружены значительные корреляции (изображение 1.1), что свидетельствует о том, что эти две меры связаны, таким образом позволяя, с некоторой погрешностью, узнать ответ одной из них через знание ответа другой. В связи с этим следует отметить, что это будет приближением к ожидаемым последствиям.

Изображение 1.1. Связь существует в полных футбольных тренировках между значением нагрузки, полученным с помощью метода сессии-CBH (или сессии-RPE) и мониторинга частоты сердечных сокращений (ЧСС) используя метод Эдвардса

² TRIMP: тренировочный импульс.

³ Этот показатель получается, умножая продолжительность в минутах тренировочной сессии на её интенсивность, полученную по субъективной шкале, сообщая значения спортсменов после окончания тренировки.





Источник: Impellizzeri и др. (2004).

Edwards TL	Тренировочная нагрузка Эдвардса (у. е.)
95% confidence	95% уверенности
Sesión -rpe	Сессия-СВН (у. е.)

Alexiou и др. (2008) воспроизвели это исследование в элитных футболистах. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что метод количественной оценки нагрузки, полученной по шкале СВН (PSE), можно считать хорошим показателем глобальной внутренней нагрузки – и полезным инструментом для мониторинга – во время полных тренировочных сессий в этом виде спорта, так как он показал значительную корреляцию с тремя методами, основанными на ЧСС (Banister's TRIMP, LTzone TL, Edwards's TL) в различных видах футбольной тренировки.

Таблица 1.1. Индивидуальная корреляция между нагрузкой, полученной из метода de сессии-СВН, и тремя индикаторами нагрузки, полученными в результате реакции частоты сердечных сокращений (ЧСС)



Subject	N	Banister's TRIMP	LT _{zone} TL	Edwards's TL
1	20	0.75	0.88	0.50
2	115	0.76	0.82	0.74
3	20	0.92	0.85	0.93
4	60	0.91	0.63	0.93
5	26	0.76	— ^a	0.85
6	80	0.88	0.93	0.95
7	39	0.74	0.56	0.78
8	20	0.95	0.66	0.91
9	20	0.94	0.97	0.96
10	58	0.81	0.88	0.91
11	80	0.91	0.94	0.93
12	42	0.67	— ^a	0.72
13	39	0.87	0.90	0.90
14	44	0.89	— ^a	0.89
15	72	0.90	0.94	0.92
Range		0.67–0.95	0.56–0.97	0.50–0.96
Mean ± SD		0.84 ± 0.09	0.83 ± 0.14	0.85 ± 0.12
95% CI		(0.80–0.89)	(0.74–0.92)	(0.79–0.92)

^a LT_{zone} TL was not calculated because lactate threshold measurements were not available. All correlations were significant (*P* < .01).

subject	Субъект
N	Н
Range	Размах
Mean +-	Средняя ± s
95% CI	95% ДИ
a. LT TL was not calculated because lactate threshold measurements were not available. All correlations were significant.	b. LTzone TL не была рассчитана потому что измерения лактатного порога были недоступными. Все корреляции были значительными (P <.01).

Примечания: «s» означает среднее квадратное отклонение; «Banister's TRIMP» означает тренировочных импульс; «LTzone TL» (lactate threshold heart rate zone training load) означает лактатный порог зоны ЧСС тренировочной нагрузки; «Edward's TL» означает тренировочная нагрузка Эдвардса.

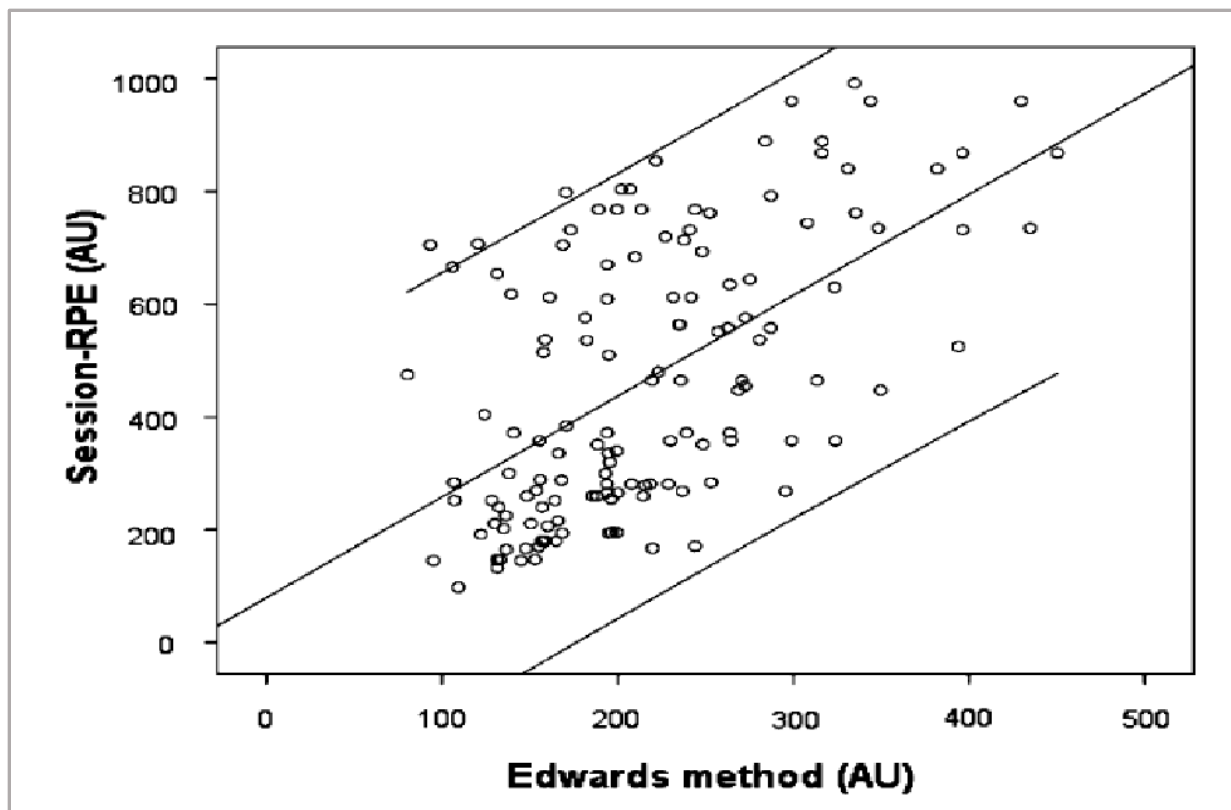
Источник: Alexiou y Coutts (2008).

Casamichana и др. (2012) в свою очередь обнаружили значительную связь между уровнем нагрузки, полученной методом Эдвардса (от измерения частоты сердечных сокращений) и



СВН в полных футбольных тренировках полупрофессиональных спортсменов (изображение 1.2)

Рисунок 1.2. Взаимосвязь между значением нагрузки, полученным с помощью метода сессии-СВН, и индикатором нагрузки полученным методом Эдвардса (частота сердечных сокращений) для общей суммы 210 индивидуальных записей



Примечание: $r=0.57$; $p<0.01$; AU (у. е.)= условные единицы.

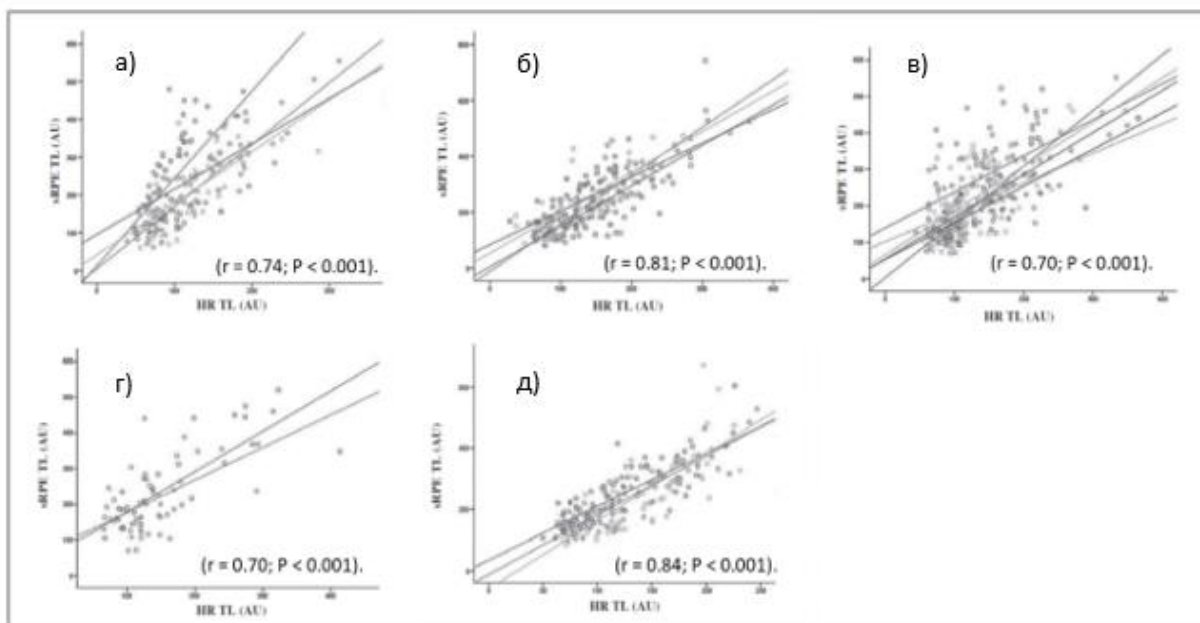
Источник: Casamichana и др. (2012).

Session RPE	Сессия-СВН (у. е.)
Edwards method	Метод Эдвардса (у. е.)

На изображении 1.3 показана связь между индикатором нагрузки, полученным через частоту сердечных сокращений, с индикатором нагрузки, полученным с помощью сессии-метода субъективного восприятия нагрузки, в зависимости от положения игрока на поле. Отмечается, что величина этой связи высока независимо от позиции игрока на поле, поэтому из этого следует, что это не является влиятельной переменной и поэтому не может быть оправдан другой анализ которых бы учитывал позицию игрока на поле (Kelly, Strudwick, Atkinson, Drust и Gregson, 2016); хотя бы когда изучается взаимосвязь между этими переменными нагрузки в тренировке и / или соревнование.



Изображение 1.3. Взаимосвязь между показателями нагрузки, полученными в результате субъективного восприятия нагрузки (СВН) и мониторинга частоты сердечных сокращений (ЧСС) для каждой из изученных позиций



Примечание: а) центральный защитник, б) боковой защитник; в) центральный полузащитник ; г) внутренний центральный защитник и д) нападающие.

Другие примечания: сСВН значит СВН за сессию; ТН значит тренировочная нагрузка.

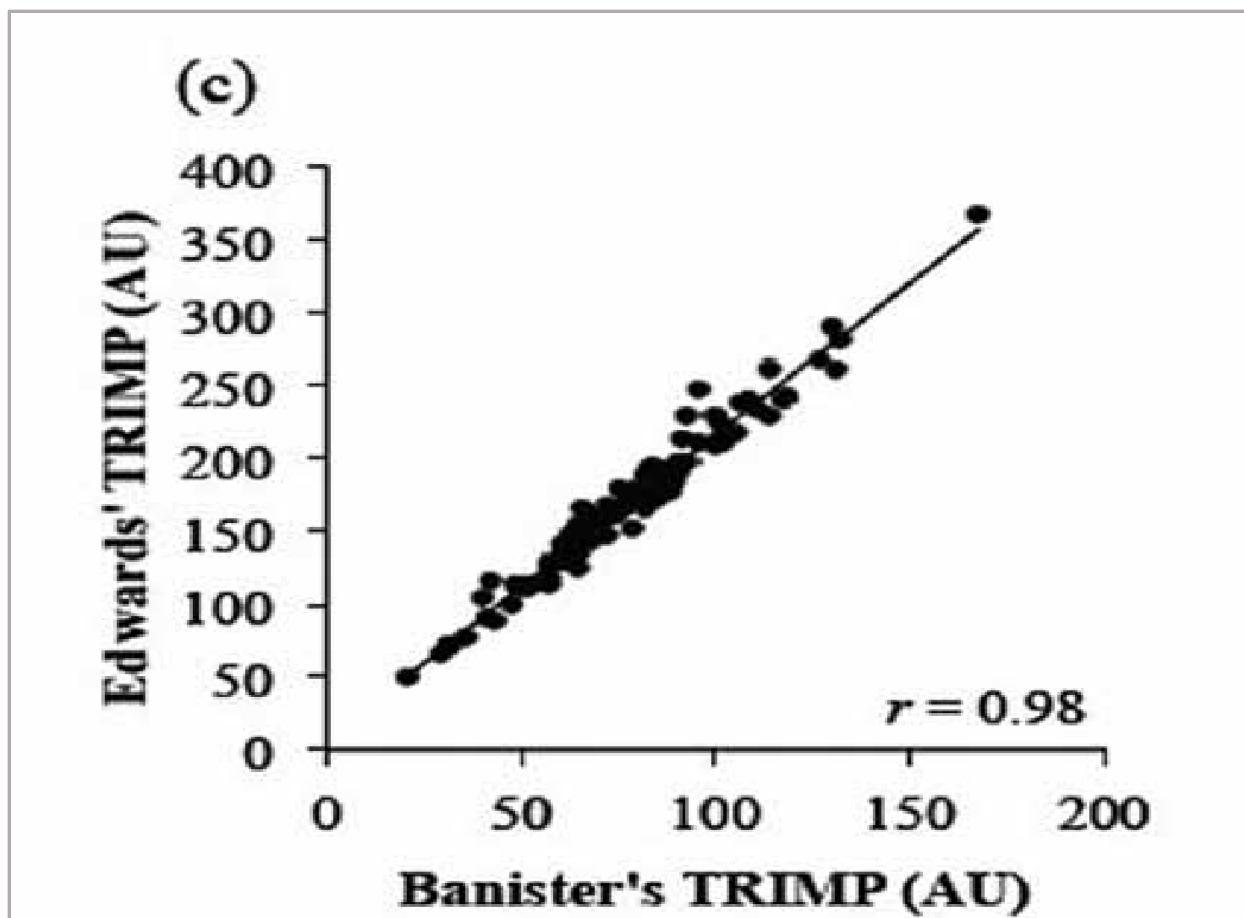
Источник: Kelly и др. (2016).

RPE TL	сСВН ТН (y. e.)
HR TL	ЧСС ТН (y. e.)

Следует иметь в виду, что при изучении взаимосвязей между различными показателями, полученными одним и тем же инструментом (в данном случае, различные показатели, все рассчитанные на основе данных реакции ЧСС), степень взаимосвязи увеличивается. Таким образом, Скотт и др. (2013b) нашли почти идеальные корреляции в профессиональных футболистах, когда они связывают нагрузку тренировочной сессии, полученную через методы Banister и EDWARDS.

Изображение 1.4. Взаимосвязь между двумя показателями нагрузки, полученными путем измерения частоты сердечных сокращений (ЧСС) в полных тренировках профессиональных футболистов





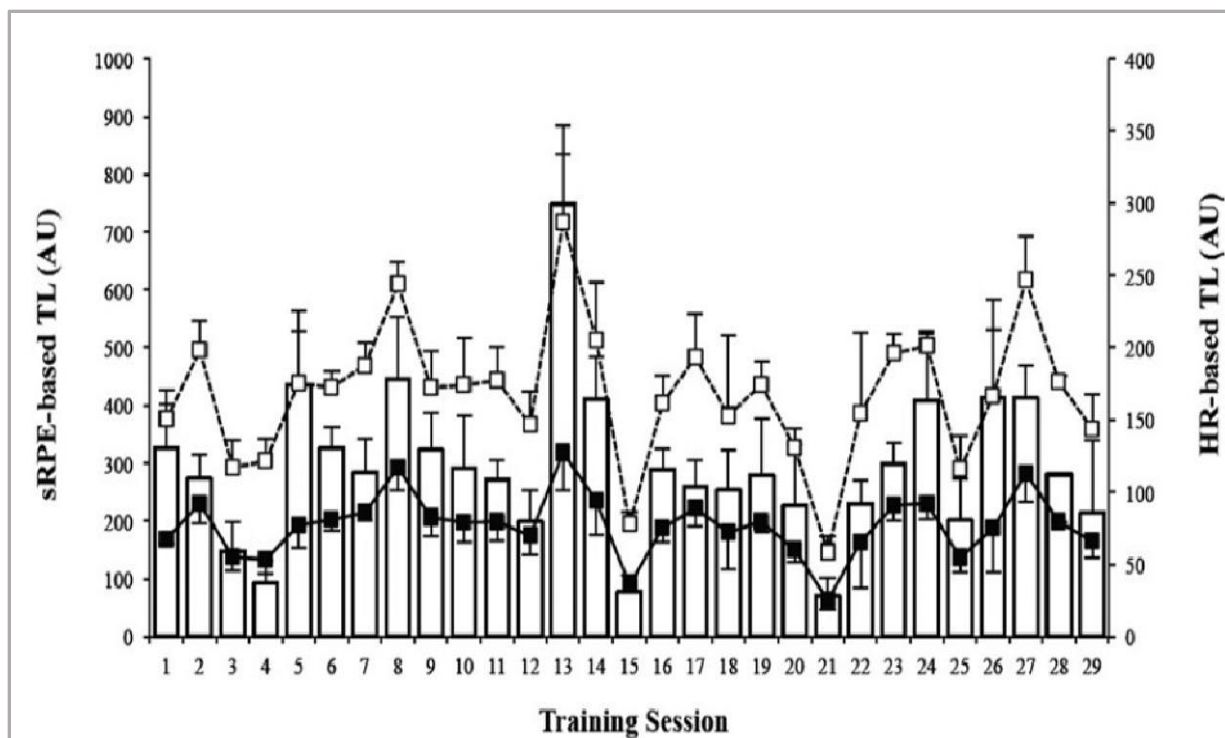
Источник: Scott и др. (2013b).

Edwards Trimp	TRIMP Эдвардса (у. е.)
Banister s Trimp	TRIMP Банистера (у. е.)

В основном высокая корреляция между показателями нагрузки полученными (все) путем измерения ЧСС, не оправдывает использование нескольких из этих показателей одновременно в процессе мониторинга и управления тренировочной и/или соревновательной нагрузкой. Однако эти выводы могут не подходить к использованию индикаторов нагрузки, которые учитывают ЧСС с различными показателями. В этом смысле существует также высокая взаимосвязь между индикатором нагрузки, полученным с помощью метода СВН, и различными показателями нагрузки, полученными через ЧСС из-за их умеренно высоких степеней соотношения, из-за их различного характера иногда оправдывается мониторинг и управление обеими мерами в тренировочном процессе для выявления возможных "аномалий" у спортсмена (например, перетренированное состояние, которое может изменить эту взаимосвязь). Несмотря на это и как мы видим на рисунке 1.5, динамика нагрузки, полученная с помощью различных методов внутренней нагрузки, покажет один и тот же профиль.

Изображение 1.5. Динамика тренеров очных нагрузок 15-ти профессиональных футболистов во время тренировок, завершённых в течение тренировок на поле.





sRPE based TL	ТН на основе сСВН (у. е.)
Training session	Тренировочная сессия
HR based TL	ТН на основе ЧСС (у. е.)

Примечание: Белые столбцы представляют нагрузку, полученную с помощью метода сессии-СВН, линии черного цвета представляют нагрузку, полученную с помощью метода Vanister, а линии белого цвета представляют нагрузку, полученную с помощью метода EDWARDS.

Источник: Scott и др. (2013b).

1.1. 3 Связь между переменными внутренней и внешней нагрузки на полных тренировках

Две из обычных проблем, которые находит литература при сравнении внутренних и внешних показателей:

- Используется статистика корреляции, которая не лучше всего подходит для этой цели (Hopkins, 2000),
- Измерения не могут сравниваться с золотым стандартом или ориентиром, и таким образом остаются некоторые вопросы без ответа.

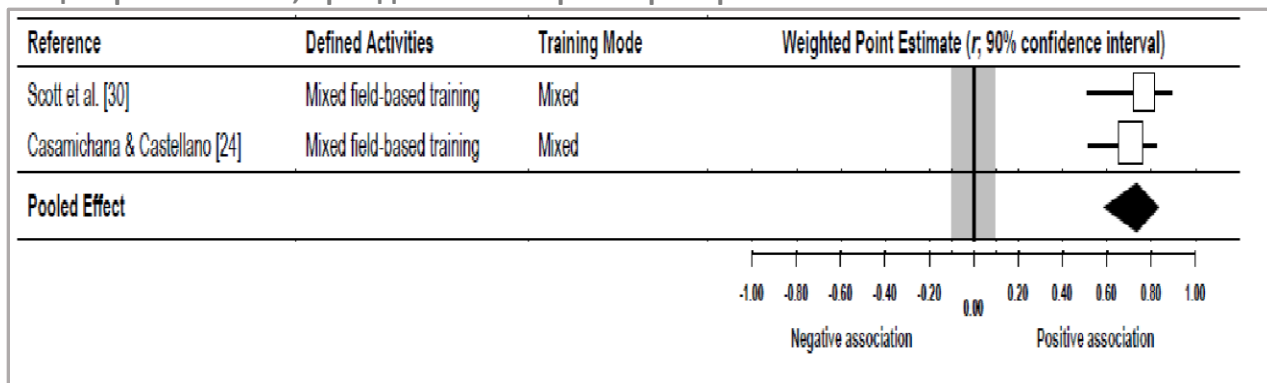
То есть, когда мы изучаем взаимосвязь между переменными, мы не знаем, какая из них предоставляет нам более действительную информацию о влиянии на игрока (переменные внутренней нагрузки) или на его действия (переменные внешней нагрузки). Другими словами, у нас нет системы или метода, который можно считать эталонным или полностью



действительным, на основе которого мы можем изучить действительность других измерений (изучая насколько близко или далеко *от золотого стандарта* или от ориентира они находятся). Это вся информация что имеется на сегодняшний день, и она приближает нас, с некоторой степенью точности, к реальности требований, которые игроки переносят в тренировках.

Скорее всего, потому, что это было одним из первых инструментов/переменных мониторинга, большинство исследований устанавливают свои цели действительности путем корреляции переменных или предлагаемых показателей с теми, что исходят из ЧСС, несмотря на их ограничения для измерения интенсивности в прерывистых действиях высокой интенсивности (Dellal и др., 2012a). Именно мониторинг ЧСС во время проведения игр неполными составами может недооценить интенсивность упражнений из-за его высокой анаэробной составляющей (Little and Williams, 2007). В этом смысле в различных публикациях был сделан поиск корреляций между ЧСС и индикаторами внешней нагрузки изучая полные тренировочные сессии (Casamichana и др., 2012b; Scott и др., 2013b). На изображении 1.6 показана взаимосвязь от высокой до очень высокой между индикатором, полученным через ЧСС (TRIMP) и общим пройденным расстоянием (м), которая указывает сильную связь между двумя переменными и даёт нам возможность, как уже упоминалось, выбрать только одну из них и "предсказать" значение другой с умеренной погрешностью.

Изображение 1.6. Величина корреляции и мета-анализа взаимосвязи между индикатором, полученным путем измерения частоты сердечных сокращений (TRIMP) и общим расстоянием, пройденным во время тренировок и матчей



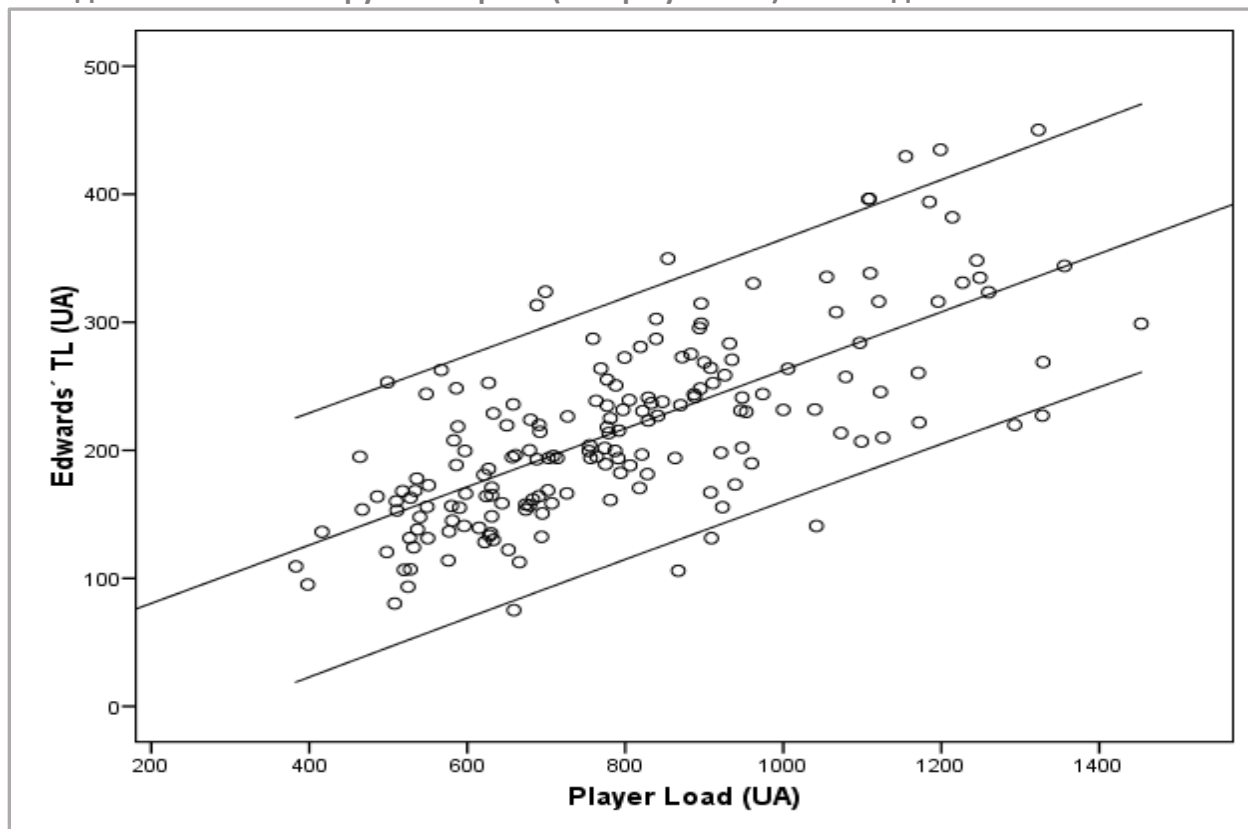
Источник: McLaren и др. (2018).

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Mixed field based training	Комбинированная полевая тренировка
Training mode	Вид тренировки
Mixed	Комбинированная
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация



Casamichana et al. (2012b) обнаружили значительные корреляции ($r = 0,70$; $p < 0,01$) между методом Эдвардса мониторинга производительности (на основе ЧСС) и индикатором, полученным через акселерометр (*player load*). Поэтому, то же самое, что мы комментировали насчёт взаимосвязи между ЧСС и пройденным расстоянием, применимо к отношениям между ЧСС (Эдвардс) и нагрузкой игрока. В основном, мы наблюдаем, как индикаторы нагрузки, полученные от ЧСС, имеют высокую связь с переменными, которые относятся к внешней нагрузке глобальным образом – как пройденное расстояние или нагрузка игрока. Эта взаимосвязь могла бы также повысить пригодность мониторинга ЧСС в качестве глобального параметра тренировочной/соревновательной нагрузки (изображение 1.7).

Изображение 2.7. Взаимосвязь между тренировочной нагрузкой с использованием метода Edwards TL и нагрузкой игрока (PL – player load) из 210 сделанных записей



Примечание: ($r = 0.70$; $p < 0.01$)

Источник: Casamichana и др. (2012).

Edwards TL	Тренировочная нагрузка Эдвардса (у. е.)
Player Load	Нагрузка Игрока (у. е.)

Scott и др. (2013b) показывают снижение величины корреляции с методами внутренней загрузки, используемыми при увеличении скорости движения (таблица 1.2), предполагая, что эти показатели могут взять иное направление на сессии, и поэтому мы должны рассматривать оба показателя на основе их взаимодополняемости для того, чтобы понять степень активности на сессии.



Таблица 1.2. Коэффициенты корреляции (интервалы доверия на 95%) между мерами внутренней и внешней нагрузки

External training load	Internal Training Load		
	sRPE training load	Banister's training impulse	Edwards' training impulse
Total distance	.80 (.72–.86)	.73 (.62–.81)	.78 (.68–.84)
Low-speed activity distance	.80 (.71–.86)	.72 (.61–.81)	.77 (.67–.84)
Low-speed activity time	.78 (.69–.85)	.71 (.64–.84)	.77 (.68–.84)
High-speed running distance	.65 (.51–.75)	.58 (.43–.70)	.62 (.48–.73)
High-speed running time	.67 (.54–.77)	.58 (.44–.70)	.63 (.50–.74)
Very-high-speed-running distance	.43 (.26–.58)	.40 (.22–.55)	.41 (.23–.57)
Very-high-speed-running time	.46 (.29–.60)	.40 (.22–.56)	.42 (.24–.57)
Player load	.84 (.77–.89)	.73 (.62–.81)	.80 (.71–.86)

Примечание: В качестве индикаторов внутренней нагрузки использовались метод сессии-СВН и два метода измерения частоты сердечных сокращений (методы Banister и EDWARDS).

Источник: Scott и др. (2013b).

Internal training load	Внутренняя тренировочная нагрузка
Edwards training impulse	Тренировочный импульс Эдвардса
Banisters training impulse	Тренировочный импульс Банистера
sRPE training load	сСВН тренировочная нагрузка
External training load	Внешняя тренировочная нагрузка
Total distance	Общее расстояние
Low speed activity distance	Расстояние действия на низкой скорости
Low speed activity time	Время действия на низкой скорости
High speed running distance	Расстояние бега на высокой скорости
High speed running time	Время бега на высокой скорости
Very high speed running distance	Расстояние бега на очень высокой скорости
Very high speed running time	Время бега на очень высокой скорости
Player load	Нагрузка игрока

Silva, Santos, Grishin y Rocha (2017) изучили взаимосвязь между различными показателями нагрузки и интенсивности, полученными в результате измерения ЧСС (внутренняя нагрузка) и GPS устройств (внешняя нагрузка)⁴, обнаружив, что индикаторы нагрузки

⁴ В профессиональных российских футболистах во время зимнего предсезона.



(внутренней), полученные в результате измерения ЧСС (TRIMP Банистэра) и время, затраченное выше 80% индивидуальной ЧСС_{max}, лучше всего связаны с измерениями внешней нагрузки.

Внешние показатели загрузки, которые наилучшим образом связаны с внутренней нагрузкой, были:

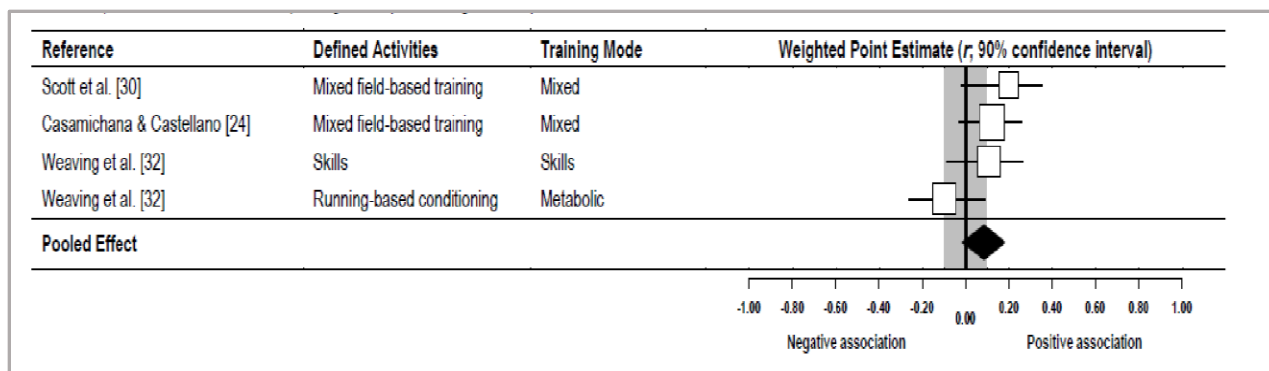
- Количество ускорений выше $2,5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$,
- Количество прорывов высокой интенсивности (выраженных как нагрузка, но также по отношению к минуте, выраженные как измерение интенсивности),
- Расстояние, пройденное на высокой скорости в минуту (как мера интенсивности).

Следует отметить, что пройденное расстояние на высокой скорости, если рассматривать его в качестве измерения нагрузки, не имеет корреляцию с изучаемыми внутренними показателями нагрузки. На данный момент мы помним, что мера нагрузки относится к общему объему выполняемых действий, и получается путем умножения среднего объема на меру интенсивности. Однако мера интенсивности будет относиться к степени требовательности этого действия, и, поскольку объем в большинстве случаев измеряется в минутах, меры интенсивности релятивизируются до минуты практики. Если быть более конкретным, то общее пройденное расстояние является мерой тренировочной нагрузки, минуты тренировок являются мерой объема, а метры в минуту являются показателем интенсивности тренировок и/или соревнований. С другой стороны, отмечается, что ускорения, сделанные на высокой скорости (как когда они выражаются в качестве нагрузки, так и в качестве индикатора интенсивности) являются важным стрессором для спортсмена, представляя значительные связи с различными показателями ЧСС, хотя были обнаружены корреляции меньшей степени при сравнении показателей внутренней нагрузки (которые основаны на ЧСС) с действиями выполненными спортсменом на высокой скорости или со спринтом (McLaren и др. 2018).

В дополнение к показателям, полученным в результате измерения ЧСС, еще одним показателем, который также был глубоко изучен в литературе это показатель сессии-СВН (который получается умножая продолжительность сессии в минутах на её интенсивность, которая получается посредством субъективной шкалы, сообщая полученные значения спортсменов после окончания тренировки). Взаимосвязь между этим показателем, взаимосвязь между показателем сессии-СВН и различными переменными внешней нагрузки была широко рассмотрена за последние годы. Мы видим, как связь с общим пройденным расстоянием очень высока ($r > 0.7$), особенно в полных тренировочных сессиях (mixed training mode).

Изображение 1.8. Величина корреляции и мета-анализа взаимосвязи между индикатором, полученным путем измерения частоты сердечных сокращений (TRIMP) и общим пройденным расстоянием на очень высокой скорости ($16,9-19,8 \text{ км/ч}^{-1}$) во время тренировок и матчей



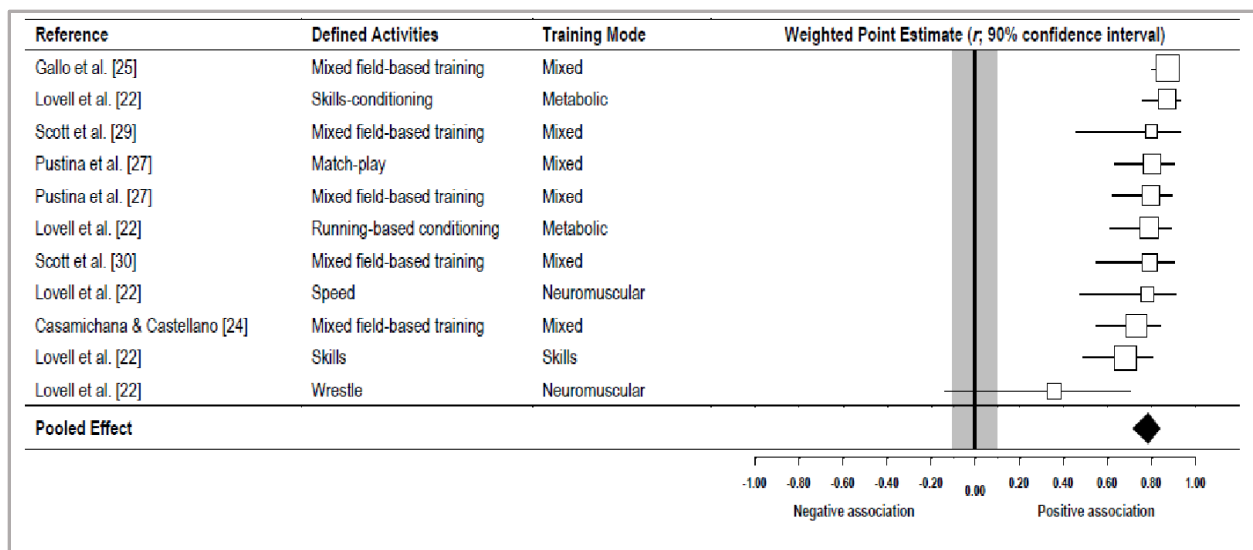


Источник: McLaren и др. (2018).

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Mixed field based training	Комбинированная полевая тренировка
Training mode	Вид тренировки
Mixed	Комбинированная
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация
Skills	Навыки
Running based condition	Физподготовка на основе бега
Metabolic	Метаболическая

Рисунок 1.9. Величина корреляции и мета-анализа взаимосвязи между индикатором нагрузки, полученным путем измерения субъективного восприятия нагрузки, и общим пройденным расстоянием, во время тренировок и матчей





Источник: McLaren и др. (2018).

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Training mode	Вид тренировки
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация

Defined activities	Training mode
--------------------	---------------

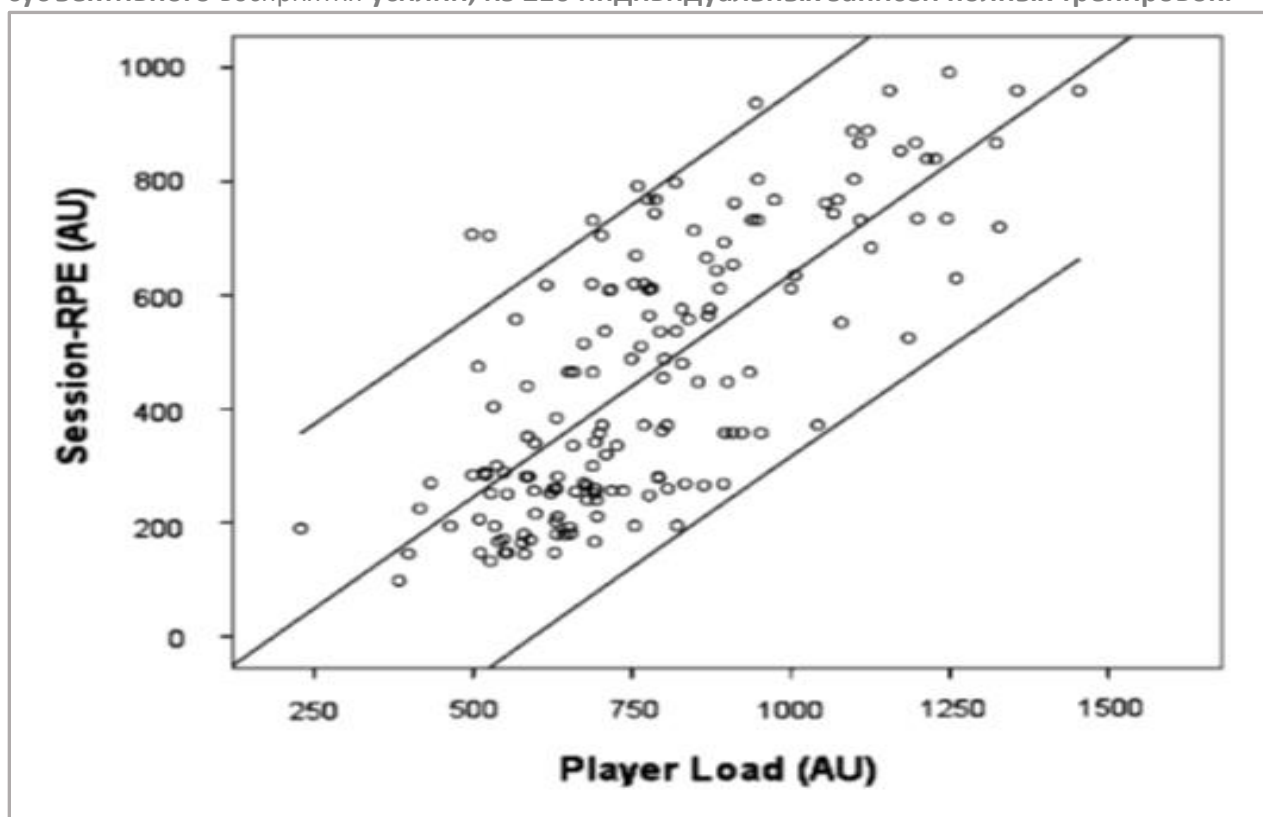
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Тренировка навыков	Метаболическая
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Матч-плей	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Скорость	Нервно-мышечная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная



Навыки	Навыки
Борьба	Нервно-мышечная
Тренировка навыков	Метаболическая

Что касается отношения с индикатором нагрузки игрока (PL), полученным с помощью акселерометра, то метод сессии-СВН имеет высокое соотношение ($r = 0,74$; $p < 0,01$) – эти авторы предполагают что его можно считать хорошим показателем для количественной оценки нагрузки полных футбольных тренировок (изображение 1.10).

Изображение 1.10. Взаимосвязь между нагрузкой игрока (player load), полученной посредством акселерометра, и нагрузкой, полученной посредством метода сессии-субъективного восприятия усилий, из 210 индивидуальных записей полных тренировок.



Примечание: ($r = 0.74$; $p < 0.01$); AU (у. е.) = условные единицы.

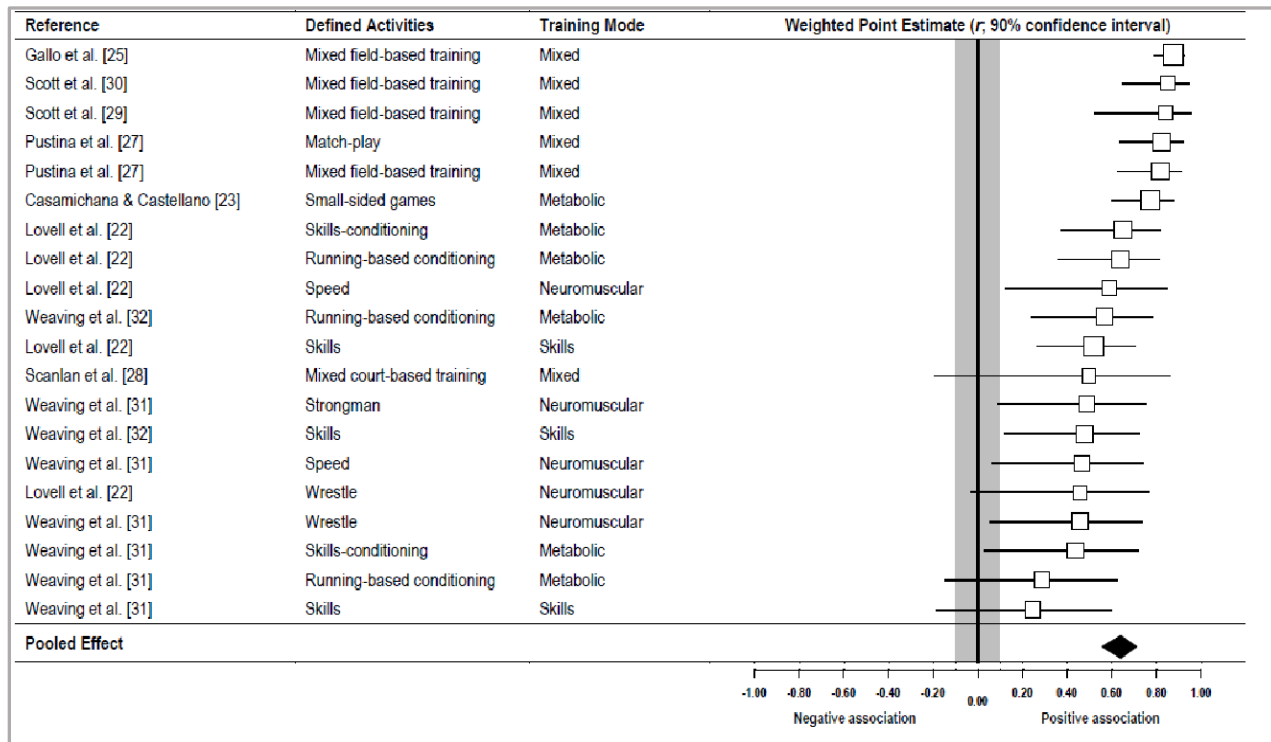
Источник: Casamichana et al. (2012b).

Session RPE	Сессия-СВН (у. е.)
Player Load	Нагрузка Игрока (у. е.)

В метаанализе McLaren и др. (2018) величина взаимосвязи между этими двумя показателями высока (изображение 1.11), особенно для полных тренировок (mixed training mode).



Изображение 1.11. Величина корреляции и мета-анализа между индикатором нагрузки, полученным через субъективное восприятие нагрузки (СВН) и индикатором нагрузки player load (PL), полученным посредством акселерометра во время тренировок и матчей.



Источник: McLaren и др. (2018).

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Training mode	Вид тренировки
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация

Defined activities	Training mode
--------------------	---------------

Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная

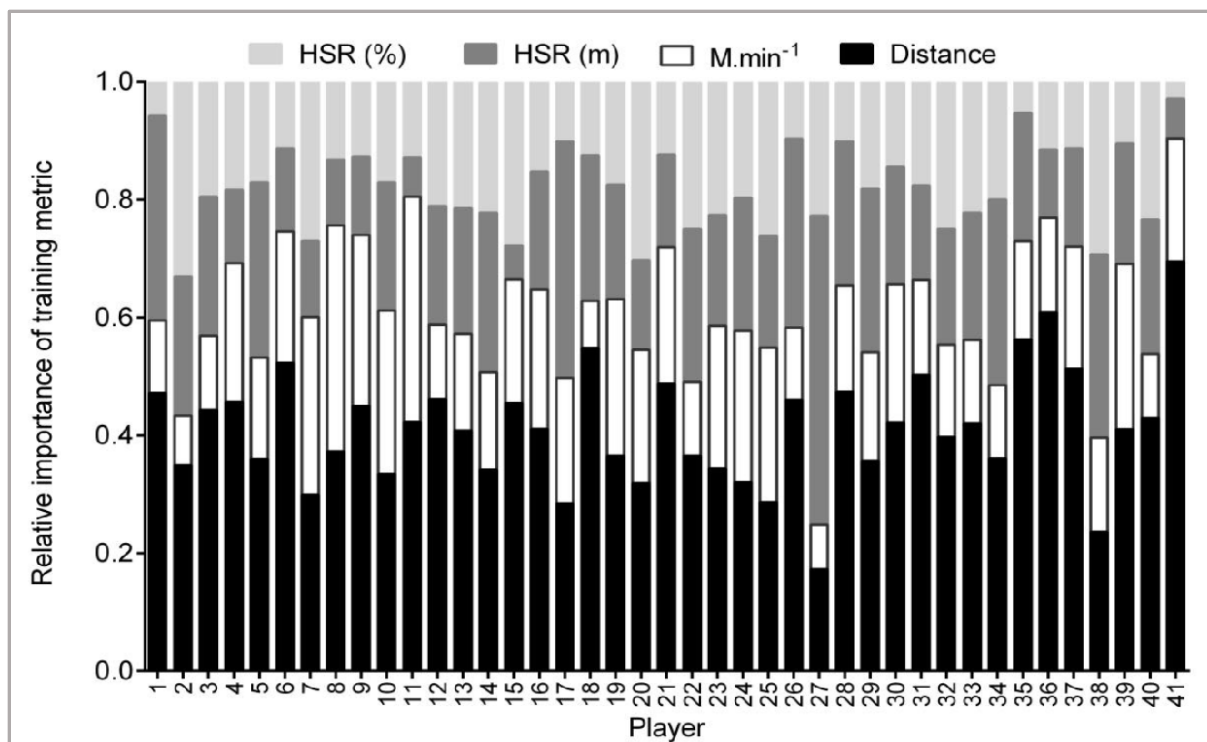


Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Матч-плей	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Игры неполными составами	Метаболическая
Тренировка навыков	Метаболическая
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Скорость	Нервно-мышечная
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Навыки	Навыки
Комбинированная тренировка на площадке	Комбинированная
Стронгмен	Нервно-мышечная
Навыки	Навыки
Скорость	Нервно-мышечная
Борьба	Нервно-мышечная
Борьба	Нервно-мышечная
Тренировка навыков	Метаболическая
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Навыки	Навыки

Bartlett, O'Connor, Pitchford, Torres-Ronda и Robertson (2017) — в очень интересном исследовании, в котором они применили математические модели, собственные искусственного интеллекта, указывают на то, что переменная, которая имеет наибольшее влияние над значением, полученным от сессии-СВН, является пройденным расстоянием (с более низким весом для пройденного расстояния, выраженного как мера интенсивности [$\text{м} \cdot \text{мин}^{-1}$] и для высокоскоростного расстояния, выраженного в [м] или в [%] сессии), хотя его нельзя применить ко всем оцененным субъектам (изображение 1.12).

Изображение 1.12. Относительная важность каждой метрики тренировки во значении, полученным от субъективного восприятия нагрузки (СВН) для каждого из 41 изученных спортсменов





Примечания: «HSR (%)» означает Бег на высокой скорости в %; «HSR (m)» означает бег на высокой скорости в м.
 Источник: Бартлетт и др. (2017).

Relative importance of training metric	Относительная важность тренировочных метрик
Player	Игрок
M min	М·мин ⁻¹
Distance	Расстояние

Сравнивая некоторые записи, мы видим, что:

- В спортсменах 7 и 8, переменная пройденного расстояния, выраженная как мера интенсивности (м·мин⁻¹) является наиболее важной, при объяснении значения сессии-СВН,
- В спортсменах 17 и 27, это переменная пройденного расстояния на высокой скорости (м).
- В спортсмене 38 переменная, которая больше всего объясняет значение, полученное от сессии-СВН это, переменная пройденного расстояния на высокой скорости, выраженная в процентах сессии (HSR %).

Это исследование, таким образом, напоминает о важности индивидуального изучения взаимосвязей, так как существует много конкретных факторов (некоторые известные и другие еще нет), которые влияют на различные показатели нагрузки.



1.1.4 Взаимосвязь между переменными внутренней нагрузки в тренировочных задачах

В различных исследованиях изучалась взаимосвязь между показателями внутренней нагрузки в конкретных тренировочных задачах. Наиболее часто используемые переменные для анализа воздействия, производимого на организм спортсмена через выполнение тренировочных задач были частота сердечных сокращений, концентрация лактата и СВН.

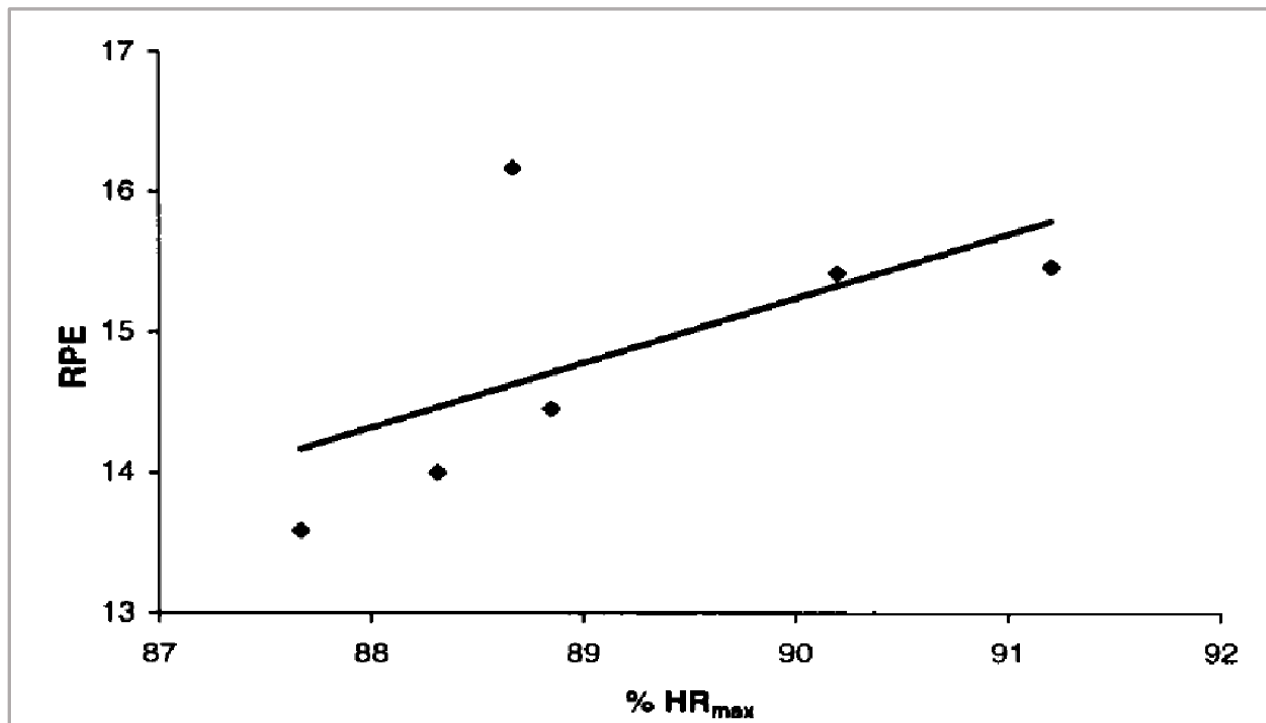
В связи с этим вопросом, были сделаны сравнения между методом СВН для количественной оценки внутренней тренировочной нагрузки с различными методами, основанными на ЧСС (TRIMP – Banister, Lucias y Edwards)⁵ в конкретных тренировочных задачах (ситуации игр неполными составами) элитных футболистов в которых возникли значительные корреляции между различными показателями нагрузки. Недавно, Alexiou и др. (2008) повторили исследование в элитных футболистах. Полученные результаты позволяют прийти к выводу, что метод количественной оценки нагрузки, полученный по шкале СВН, можно считать хорошим показателем внутренней глобальной нагрузки в полных тренировках в этом виде спорта, так как он был значительно коррелирован с тремя методами, основанными на ЧСС в различных видах футбольных тренировок, тем самым указывая, что шкалы СВН являются пригодным инструментом для мониторинга внутренней тренировочной нагрузки в различных упражнениях, которые делаются в тренировке.

Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna и Impellizzeri (2009) оценили связь между измерениями интенсивности упражнения ЧСС и концентрацией лактата с методом СВН каждого игрока в течение различных задач игр неполными составами. Результаты исследования показали, что СВН может быть более действительным показателем глобальной интенсивности упражнений, чем любые физиологические измерения по отдельности (либо лактат или ЧСС). С другой стороны, Little и др. (2007) проанализировали интенсивность различных упражнений, обычно используемых во время тренировок (2 против 2, 3 против 3, 4 против 4, 5 против 5, 6 против 6 и 8 против 8) профессиональных футболистов, определяя значения ЧСС, близкие к 90% к средней ЧСС. Эти авторы объяснили и определили, что контроль ЧСС является, обычно, действительным методом для мониторинга интенсивности тренировок, хотя следует отметить, что этот параметр может недооценивать интенсивность в коротких задачах, где участвует маленькое количество игроков, и которые быстро устают. Они также обнаружили незначительные корреляции ($r = 0.60$; $p = 0.200$) между показателями средней ЧСС и СВН, проявленными футболистами во время различных игр неполными составами. Авторы предполагают, что существуют ограничения в мониторинге высокоинтенсивных и короткой длительности ситуаций игр неполными составами с использованием ЧСС из-за его замедленной кинетики ЧСС в этих сценариях и потери взаимосвязи между ЧСС и энергетическим расходом при высоких интенсивностях работы.

⁵ Impellizzeri и др. (2004) применяя метод СВН предложенным Foster и др. (2001) для количественной оценки тренировочной нагрузки в юниорских игроках футбола и оценить их корреляцию с различными методами количественной оценки основанных на ЧСС.



Изображение 1.13. Взаимосвязь между средней частотой сердечных сокращений, выраженная в процентах максимальной частоты сердечных сокращений, и субъективным восприятием нагрузки (СВН), полученное посредством шкалы Borg, которая имеет 6-20 уровней.



Примечание: Значения корреляции $r = 0.60$; $p = 0.200$.
 Источник: Little & Willians (2006).

% HRmax	% макс ЧСС
RPE	СВН

Casamichana и Каstellано (2015) изучили взаимосвязь между различными показателями интенсивности в 27 игровых ситуациях неполными составами (3 формата с разным количеством игроков x 3 типа ориентации пространства x 3 повторения). В каждой игре неполными составами контролировалось не более 12 футболистов, в результате чего было 217 записей. Был сделан мониторинг переменных ЧСС,⁶ СВН и GPS⁷ с частотой дискретизации 10 Гц во время движений, сделанных 14 полупрофессиональными старшими мужскими игроками футбола, участвующие в исследовании.

Авторы обнаружили значительную, но умеренную корреляцию между средней ЧС (%) и СВН, выраженная спортсменом после завершения тренировки. В этом смысле следует отметить, что уровень корреляции был умеренным, поэтому можно подумать, что средняя

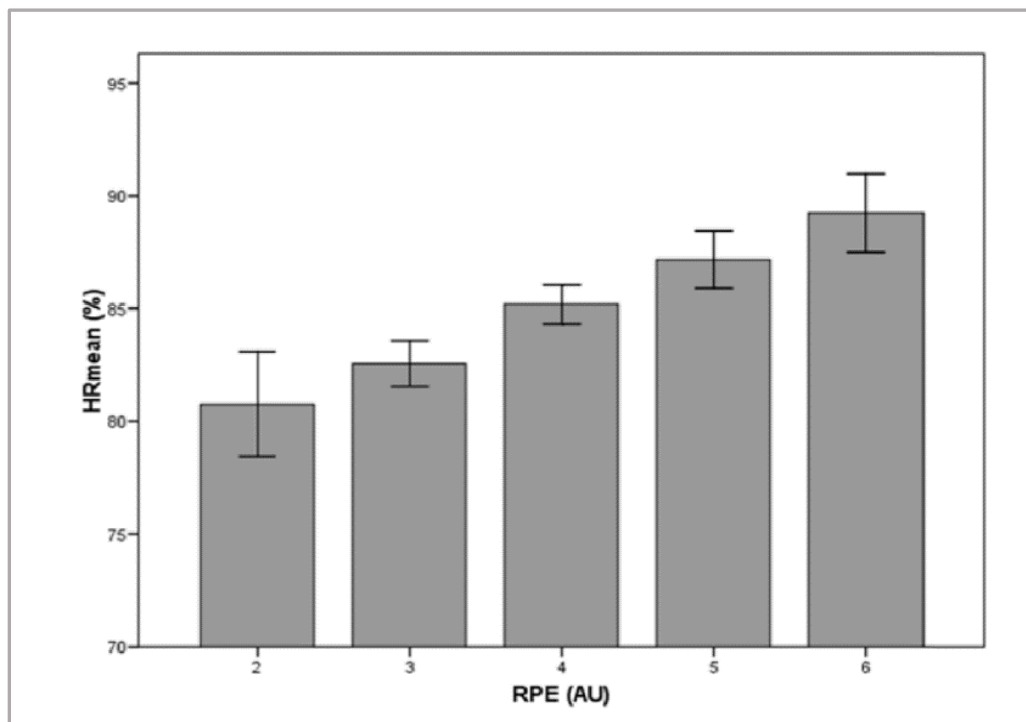
⁶ Используя: polar team sport system, polar electro oy y finland.

⁷ MinimaxX v.4.0, Catapult Innovations.



ЧСС (%) не является хорошим показателем требований, которым спортсмен подвергается в игровой ситуации.⁸

Рисунок 1.14. Средняя реакция сердечного ритма (%) для каждого значения субъективной шкалы восприятия стресса (PSE) для 217 отдельных записей, полученных во время различных небольших игровых de ситуаций.



Примечание: Наблюдается корреляция $r = 0.506$; $p < 0.001$.
 Источник: Casamichana и Castellano (2015).

HRmean	Средняя ЧСС (%)
RPE	СВН (у. е.)

В регби, Gabbett и Domrow (2007) обнаружили значительные корреляции в измерениях внутренней нагрузки, связанных с аэробной системой (FC (ЧСС), $r = 0.89$) и молочной анаэробной (концентрация лактата крови, $r = 0.86$) указывают на то, что этот инструмент позволяет изучить интенсивность задачи в обоих условиях.

⁸ Напоминаем, что в использовании ЧЧ были обнаружены многочисленные ограничения для мониторинга требований, которым подвергается спортсмен во время практик такого рода (Dellal и др. 2012a).



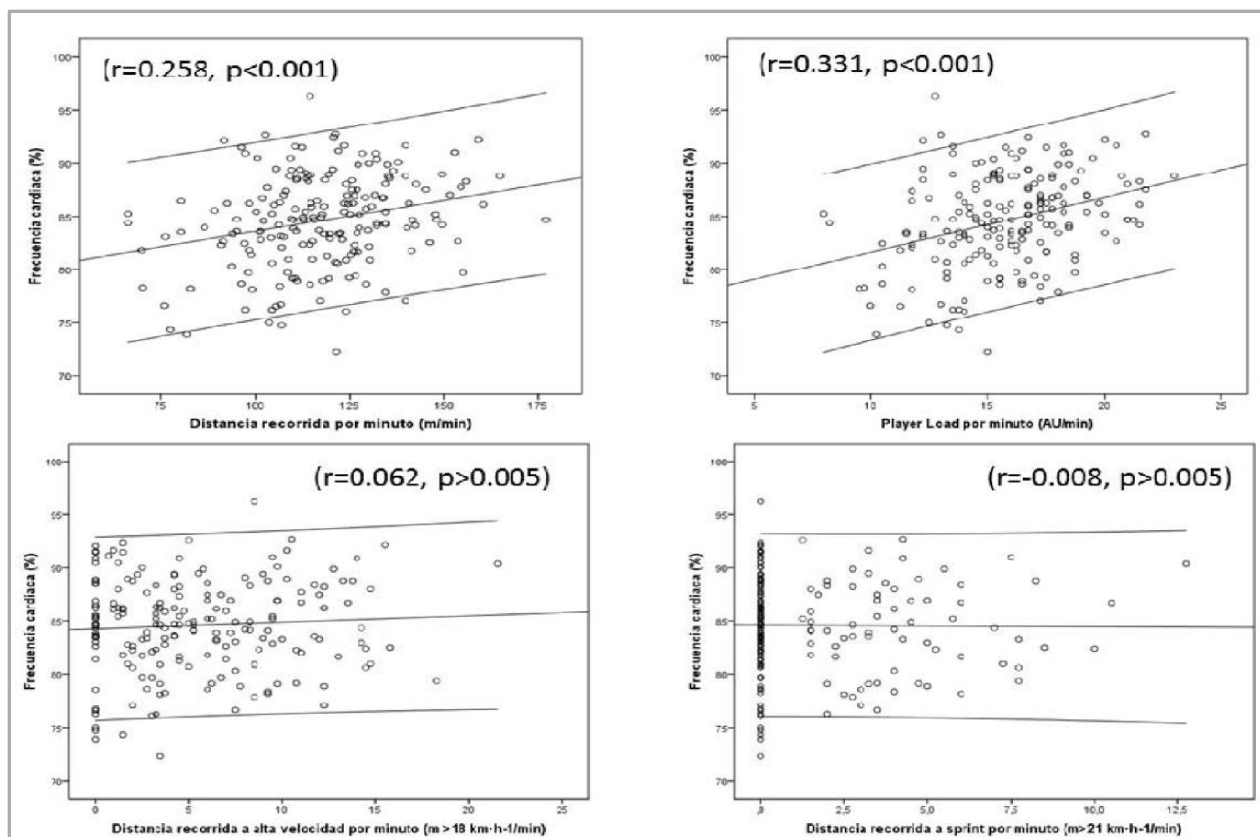
1.1.5 Взаимосвязь между показателями внутренней и внешней нагрузки в тренировочных задачах

Интересуюсь знанием того, как тип выполняемой тренировки может повлиять на результаты, полученные с помощью различных методов количественной оценки нагрузки, они начинают исследовать, как реагируют индикаторы нагрузки и интенсивности в форматах игр неполными составами (Casamichana et al., 2015; Coutts et al., 2009).

Хотя мониторинг ЧСС является обычной практикой в тренировках групповых видов спорта (Dellal et al., 2012a), изучение его взаимосвязи с показателями интенсивности, связанными с переменными внешней нагрузки, было сделано в немногих исследованиях, в которых был сделан мониторинг полных тренировочных сессий (Casamichana et al., 2013; Scott et al., 2013b). Casamichana и др. (2015) проанализировали эти отношения в течение игр неполными составами в тренировке команды взрослых футболистов. Эти исследования обнаружили значительные корреляции с измерениями внешней нагрузки - такие как общее пройденное расстояние или нагрузка игрока (полученная через акселерометр), уменьшая силу отношений при изучении их соответствия с переменными, связанными с действиями, выполняемыми на высокой скорости или интенсивности, указывая, что мониторинг ЧСС может быть не подходящим во время выполнения задач, которые бы вызвали в игроках, интенсивность близкую к максимальной ЧСС (были найдены умеренные корреляции между средней ЧСС [%] и нагрузкой игрока [$r = 0.33$; $p < 0.001$] и небольшие в общем пройденным расстоянием [$r = 0.26$; $p < 0.001$], не обнаруживая значительную корреляцию с пройденным расстоянием на высокой скорости и спринтом, а также с частотой действий на высокой скорости и спринтом).

Изображение 1.15. Взаимосвязь между частотой сердечных сокращений (%) и различными индикаторами внешней нагрузки.





Примечание: Вверху слева соотношение между средней частотой сердечных сокращений (%) и пройденным расстоянием за минуту игры. Вверху справа соотношение между средней частотой сердечных сокращений (%) и индикатором нагрузки, полученным через акселерометр за минуту игры. Внизу слева соотношение между средней частотой сердечных сокращений (%) и пройденным расстоянием на высокой скорости (>18 км·ч-1) и внизу справа связь между частотой сердечных сокращений (%) и пройденным расстоянием спринтом (>21 км·ч-1). "UA" или у. е.: условные единицы. Источник: Casamichana et al. (2015).

Distancia recorrida por minuto (m/min)	Пройденное расстояние за минуту (м/мин)
Player load por minuto (AU/min)	Нагрузка игрока за минуту (у. е./мин)
Distancia recorrida a alta velocidad por minuto (m > 18 km.h-1/min)	Пройденное расстояние на высокой скорости за минуту (m > 18 км.ч-1/мин)
Distancia recorrida a sprint por minuto (m > 21 км-h-1/min)	Пройденное расстояние спринтом за минуту (m > 21 км.ч-1/мин)

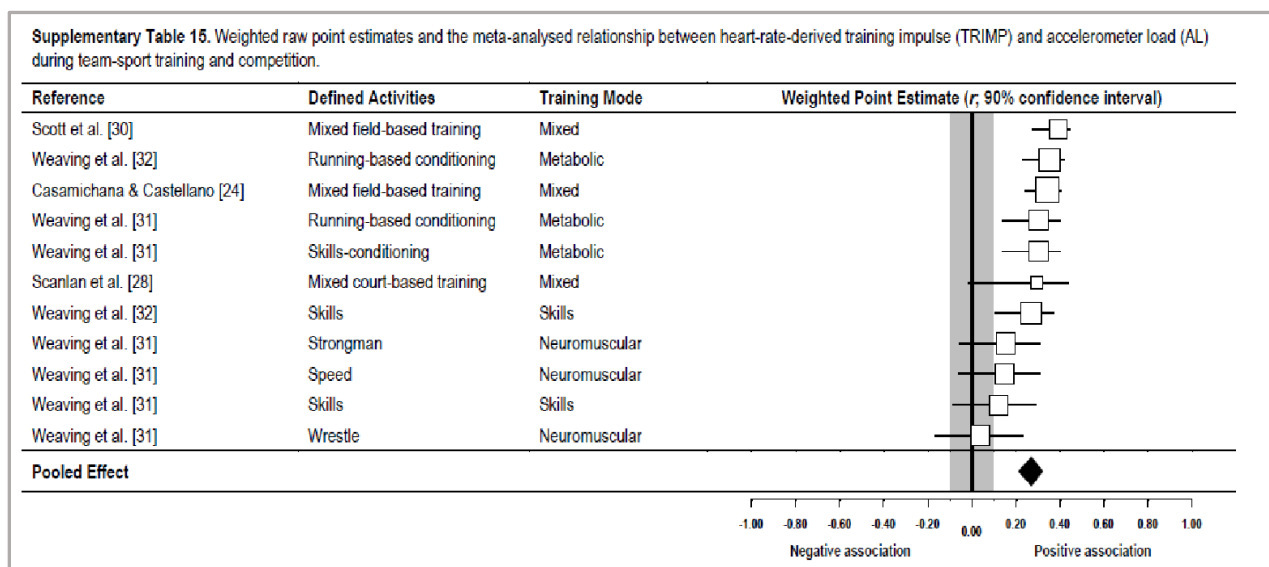
В этом исследовании (Casamichana и Castellano, 2015), оценились умеренные корреляции между средней частотой сердечных сокращений и нагрузкой игрока ($r=0,33$, $p<0,001$) и небольшими с общим пройденным расстоянием ($r=0,26$, $p<0,001$), не наблюдая значительной корреляции с пройденным расстоянием на высокой скорости, с пройденным расстоянием спринтом, с частотой высокоскоростных действий и с частотой действий спринтом.



Еще один аспект, который следует отметить в данном исследовании это, что корреляции между переменными изменили их "интенсивность" в зависимости от типа задачи (в любом случае необходимы дополнительные исследования по этой теме для поддержки любой тенденции).

Как мы видим в мета-анализе McLaren (2017), величина взаимосвязи между индикатором, полученным путем измерения ЧСС, и с полученным с помощью акселерометра, уменьшается, когда то, что мы изучаем, является тренировочной задачей, показывая в общем, умеренную связь.

Изображение 1.16. Величина корреляции и мета-анализ взаимосвязи между индикатором, полученным путем измерения частоты сердечных сокращений (TRIMP) и индикатором нагрузки, полученным через акселерометр во время тренировок и матчей.



Источник: McLaren et al. (2018).

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Training mode	Вид тренировки
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация

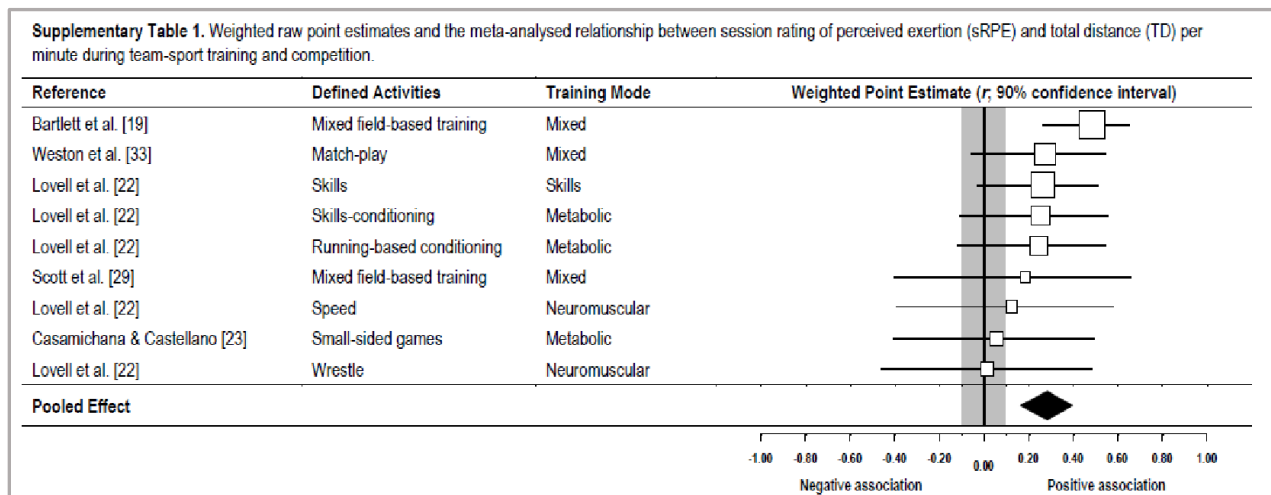
Defined activities	Training mode
--------------------	---------------

Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Матч-плей	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Игры неполными составами	Метаболическая
Тренировка навыков	Метаболическая
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Скорость	Нервно-мышечная
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Навыки	Навыки
Комбинированная тренировка на площадке	Комбинированная
Стронгмен	Нервно-мышечная
Навыки	Навыки
Скорость	Нервно-мышечная
Борьба	Нервно-мышечная
Борьба	Нервно-мышечная
Тренировка навыков	Метаболическая
Физподготовка на основе бега	Метаболическая

Если мы сосредоточимся на изучении взаимосвязи между показателем интенсивности субъективного восприятия нагрузки и различными переменными внешней нагрузки, то можно будет обнаружить, что величина взаимосвязей в тренировочных задачах меньше, чем при изучении взаимосвязи между теми же показателями, но в ходе полных тренировочных сессий (изображение 1.17); это говорит нам о том, что обе переменные не повторяют информацию, поэтому они регистрируются в процессе оценки тренировочных задач.



Рисунок 1.17. Величина корреляции и мета-анализ взаимосвязи между индикатором интенсивности, полученным через субъективное восприятие нагрузки (PSE) и пройденным расстоянием, выраженным относительно на каждую минуту во время практики тренировок и матчей.



Источник: McLaren et al. (2018).

Дополнительная таблица 1. Взвешенные исходные точечные оценки и мета-анализированная связь между оценкой за сессию Субъективной Воспринятой Нагрузки (sRPE или cCBH) и общем расстоянии (TD или OP) за минуту в течении тренировки и соревнования спортивной команды

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Training mode	Вид тренировки
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация

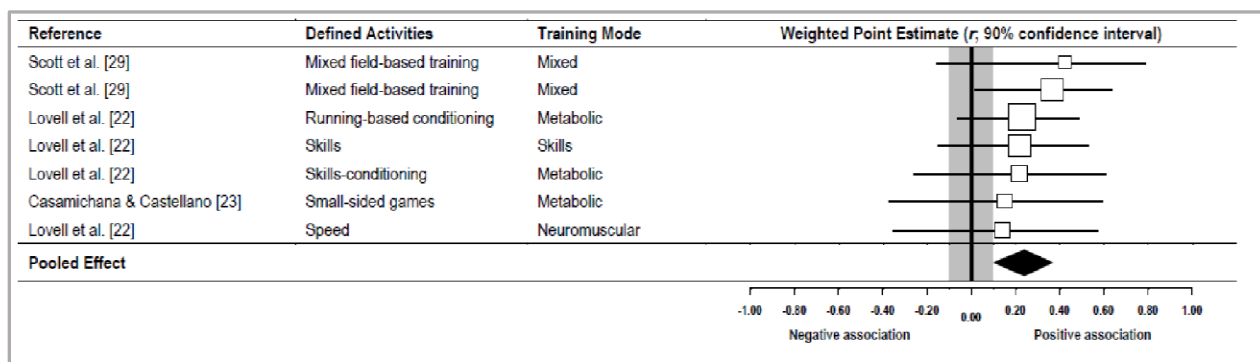
Defined activities	Training mode
--------------------	---------------

Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Матч-плей	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Навыки	Навыки
Тренировка навыков	Метаболическая
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Скорость	Нервно-мышечная
Игры неполными составами	Метаболическая
Борьба	Нервно-мышечная



Аналогичные результаты наблюдаются (изображение 1.18) при сравнении измерения интенсивности, полученной через субъективное восприятие нагрузки, с показателем нагрузки, полученным с помощью акселерометра, выраженными относительно образом на каждой минуте практики (McLaren et al., 2018).

Изображение 1.18. Величина корреляции и мета-анализа взаимосвязи между индикатором интенсивности, полученным через субъективное восприятие нагрузки, и показателем, полученным с помощью акселерометра, выраженным относительно каждой минуте во время практики тренировок и матчей.



Источник: McLaren et al. (2018).

Reference	Ссылка
Pooled effect	Объединённый эффект
Defined activities	Определённые действия
Training mode	Вид тренировки
Weighted point estimate	Взвешенная точечная оценка (r; 90% доверительного интервала)
Negative association	Отрицательная ассоциация
Positive association	Положительная ассоциация

Defined activities	Training mode
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Комбинированная полевая тренировка	Комбинированная
Физподготовка на основе бега	Метаболическая
Навыки	Навыки
Тренировка навыков	Метаболическая
Игры неполными составами	Метаболическая
Скорость	Нервно-мышечная



В таблице 1.3 выражается связь между показателями интенсивности в ситуациях игр неполными составами, связанных с тренировочным процессом (Casamichana et al., 2015). По результатам этой работы можно сделать предположение, что средняя ЧСС (%) это, как представляется, индикатор интенсивности независимого характера от остальных показателей, поскольку его связь является меньшей или умеренной с общими показателями интенсивности задач, связанными с переменными внешней нагрузки, как происходит в случае нагрузки игрока и пройденного расстояния, соответственно.

Таблица 1.3. Матрица корреляций различных переменных в различных ситуациях игр неполными составами 7 против 7, 5 против 5 и 3 против 3

JR	Variable	RPE	%HR _{mean}	TD	PL	DSS	DHS	FSS
7:7	%HR _{mean}	,449**						
	TD	,237*	,267*					
	PL	,184	,138	,836**				
	DSS	,098	,130	,081	,041			
	DHS	,125	,208	,320**	,235*	,741**		
	FSS	,065	,101	,053	,049	,903**	,729**	
	FHS	,076	,083	,099	,073	,799**	,766**	,908**
5:5	%HR _{mean}	,601**						
	TD	,371**	,597**					
	PL	,444**	,652**	,819**				
	DSS	-,094	-,028	-,163	-,115			
	DHS	-,073	,134	,021	-,016	,699**		
	FSS	-,045	,042	-,162	-,104	,906**	,684**	
	FHS	-,008	,129	-,076	-,072	,832**	,741**	,909**
3:3	%HR _{mean}	,381**						
	TD	,194	,373**					
	PL	,053	,361**	,783**				
	DSS	,236	-,132	,109	,056			
	DHS	,129	-,032	,295*	,107	,565**		
	FSS	,169	-,143	,087	,020	,814**	,457**	
	FHS	,225	-,167	,051	-,036	,898**	,571**	,868**

Примечания: «JS» = игры неполными составами; «Variable» = переменная; «RPE» = CBH; «%HRmean» = %средней ЧСС; «TD» = общее расстояние; «PL» = нагрузка игрока; «DSS» = расстояние пройденное скоростью спринта; «DHS» = расстояние пройденной высокой скоростью; «FSS» = частота усилия спринтовой скоростью без ограничения; «FHS» = частота усилия на высокой скорости без ограничения.

Источник: Casamichana et al. (2015).

С другой стороны, поскольку нету значительной связи с пройденными расстояниями или частотой действий, выполненных на высокой скорости или спринтом, мониторинг средней ЧСС не предоставляет информацию о деятельности, выполненной на высоких скоростях передвижения игроками во время этого вида тренировочных практик. Основываясь на этих результатах, кажется интересно дополнить мониторинг ЧСС некоторым другим



индикатором интенсивности, связанным с переменными внешней нагрузки, ассоциированными с действиями, выполненными с высокой скоростью передвижения, ускорениями или изменениями направления.

Поэтому основной вывод этого раздела заключается в необходимости рассмотрения различных показателей интенсивности (а не только средних значений, таких как средняя ЧСС) в таких тренировочных ситуациях для того, чтобы более точно оценить нагрузку, налагаемую на игроков. Это связано с тем, что взаимосвязь показателей интенсивности внешней нагрузки между ними и с показателями внутренней нагрузки кажется низкой или умеренной, поскольку информация, предоставленная в прерывистых видах спорта, является неполной. В этой ситуации может быть интересно подчеркнуть необходимость выбора индикаторов и переменных, которые бы давали информацию о трех сферах или энергетических системах: аэробных, метаболических (или высокоинтенсивного бега) и нервно-мышечных процессах (ускорение/замедление, изменения в направлении, повороты, прыжки и пиковая скорость). Исходя из всего, что обсуждалось до сих пор, представляется целесообразным оценить вмешательство (тренировка) и соревнования на основе целого ряда соответствующих актуальных для спорта, внутренних и внешних показателей (Weaving et al., 2014). Информация, полученная от индикаторов нагрузки, связанных с переменными, которые включают аспекты о действии, выполненным с высокой интенсивностью, кажется интересной, тем более, при попытке оценки конкретных тренировочных задач, таких как игры неполными составами (Casamichana, Castellano и Castagna, 2012), а не только тренировочные сессии в целом (Casamichana и Кастеллано, 2011). Комбинировать показатели интенсивности, связанные с переменными внешней и внутренней нагрузки, может быть пригодным решением для того, чтобы не потерять информацию о том, что делается, но, чтобы это было устойчивым!

Иметь запрограммированные оповещения в различных сферах позволит нам более точно узнать, какому требованию подвергаются игроки, поскольку в области футбольной тренировки характер задач, налагаемых на игроков, охватывает широкий спектр качеств и – большую часть времени- они являются в комбинации.



Ссылки

Акенхед, Р. (2014). Изучение тренировочных нагрузок в элитном профессиональном футболе. Докторская диссертация. Ньюкасл, Нортумбрийский университет.

Алексиу, Х. и Куттс, А. J. (2008). Сравнение методов, используемых для количественной оценки внутренней учебной нагрузки у женщин-футболисток. *Международный журнал спортивной физиологии и производительности*, 3(3), 320-330.

Бартлетт, Дж.Д., О'Коннор, Ф., Питчфорд, Н., Торрес-Ронда, Л., Робертсон, С.Джей (2017). Отношения между внутренней и внешней тренировочной нагрузкой в team-Sport Athletes: доказательства индивидуального подхода. *Международный журнал спортивной физиологии и производительности*, 12(2):230-234. doi: 10.1123/ijsp.2015-0791

Касамичана, Д., Каstellано, Дж. (2015). Взаимосвязь между показателями интенсивности в небольших футбольных матчах. *Кинетический журнал человека*, 45, 119-128.

Касамичана, Д., Каstellано, Д., Каллеха-Гонсалес, Д., Сан-Роман, Д., Кастанья, К. (2012b). Взаимосвязь между показателями тренировочной нагрузки у футболистов. *Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования*, 27(2), 369-374.

Касамичана, Д., Каstellано, Д., Каллеха-Гонсалес, Д., Сан-Роман, Дж. (2015). Снижение игры в футбол подготовки. *Книжный футбол*, Барселона.

Куттс, А., Рампинини, Э., Маркора, С., Кастанья, К., е Импеллизери, Ф. (2009). Сердечный ритм и лактат крови коррелируют воспринимаемая напряжения во время небольших односторонних футбольных игр. *Научный журнал и медицина в спорте*, 12(1), 79-84.

Деллал, А., Да Силва, К.Д., Хилл-Хаас, С., Вонг, Д.П., Натали, А.Д., Де Лима, Д.Р.П., Маринс, Д.С.В., Гарсия, Е.С., Чамари, К. (2012a). Мониторинг сердечного ритма в футболе: интерес и ограничения во время соревновательных матчей и тренировок, практическое применение. *Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования*, 26(8), 2890-2906.

Габбетт, Ти Джей и Домроу, Н. (2007). Отношения между тренировочной нагрузкой, травмой и фитнесом в суб-элитных спортивных спортсменах. 25, 1507- 1519 годы.

Хопкинс, В. Г. (2000). Анализ достоверности путем линейной регрессии Новый взгляд на статистику. sportsci.org: Интернет-общество спортивной науки, [Recuperado de sportsci.org/resource/stats/xvalid.xls](http://Recuperado%20de%20sportsci.org/resource/stats/xvalid.xls)

Импеллицери, Ф.М, Рампинини, Э., Куттс, А., Сасси, А., Маркора, С.М. (2004). Использование RPE основе учебной нагрузки в футболе. *Медицина и наука в спорте и физических упражнениях*, 36(6), 1042-1047.

Келли, D.M., Strudwick, A.J., Аткинсон, G., Drust, B., и Грегсон, W. (2016). Корреляция внутри участника между восприятием усилий и оценками на основе сердечного ритма тренировочной нагрузки у элитных футболистов. *Спортивный журнал*, 34(14):1328-32.



Литтл, Т., И Уильямс, Г. (2007). Меры интенсивности упражнений во время футбольных тренировок с профессиональными футболистами. Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования, 21(2), 367-371.

Лос-Аркус, А. (2014). Контроль и оценка тренировочной нагрузки для физической подготовки молодых профессиональных футболистов. Диссертации. Витория, Университет Страны Басков.

Лос-Аркус, А., Янчи, Д., Мендигутя, Д., Горостяга, Е.М. (2014). Рейтинг мышечной и дыхательной воспринимается напряжения в профессиональных футболистов. Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования, 28(11), 3280-3288.

McLaren, S.J., Macpherson, T.W., Coutts, A.J., Hurst, C., Spears, I.R., s Weston, M. (2017). Взаимоотношения между внутренними и внешними мерами тренировочной нагрузки и интенсивности в командных видах спорта: мета-анализ. Спортивная медицина. 2017 Дек 29. doi: 10.1007/s40279-017-0830-z. (Epub впереди печати)

Скотт, Б.Р., Локи, Р.Г., Найт, Ти Джей, Кларк, А.С., ИАнс де Хорхе, Х.А. (2013b). Сравнение методов квалификации в сезон тренировочной нагрузки профессиональных футболистов. Международный журнал спортивной физиологии и производительности, 8, 195-202.

Сильва,., Сантос, Е.Д., Гришин, М., Роша, J.M. (2017). Действительность индексов сердечного ритма для измерения тренировочной нагрузки и интенсивности у элитных футболистов. Научно-исследовательский журнал силы и кондиционирования. 2017 Июнь 12. doi: 10.1519/JSC.00000000000002057.

Ткачество, Д., Маршалл,., Эрл, К., Невилл, А., Абт, Г. (2014). Сочетание внутренних и внешних мер учебной нагрузки объясняет наибольшую долю дисперсии в некоторых режимах обучения в профессиональной лиге регби. Международный журнал спортивной физиологии и производительности. Recuperado де <https://hydra.hull.ac.uk/assets/hull:11665/content>

