

Модуль 3. Инструменты для мониторинга внутренней нагрузки и её переменных

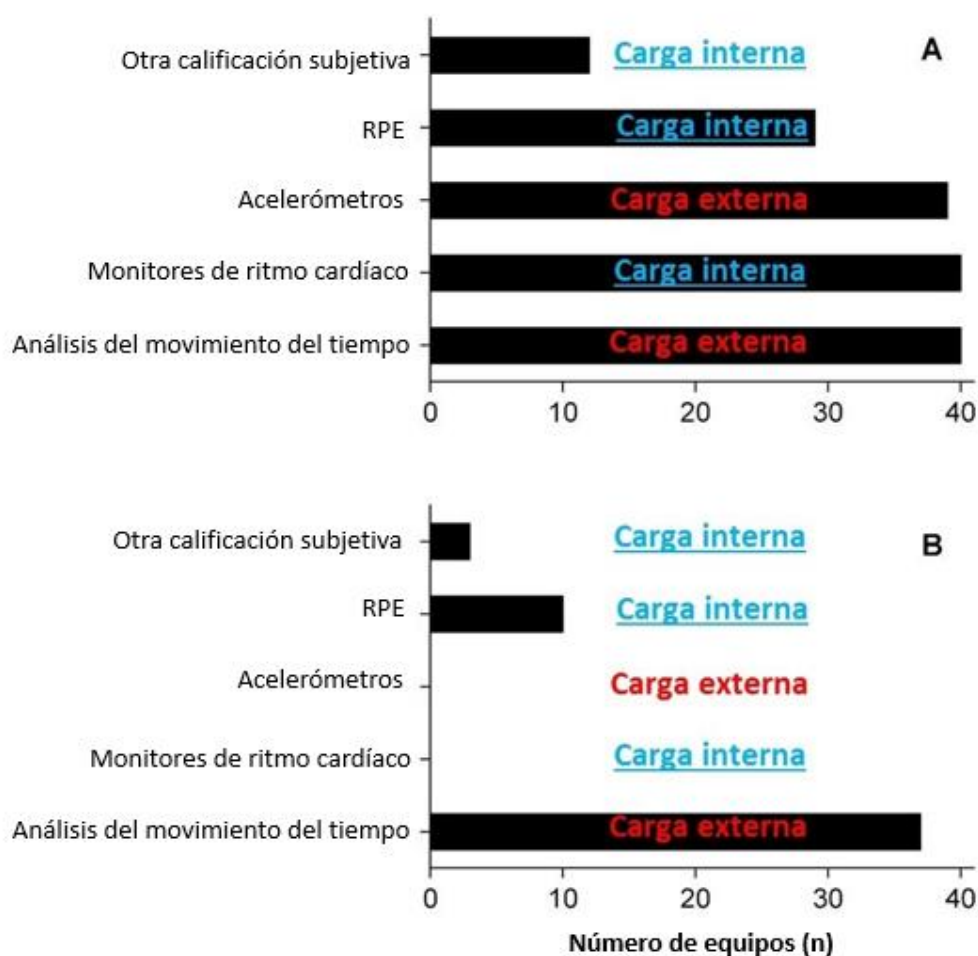
Введение

Существует большое количество методов для оценки внутренней нагрузки (Bangsbo, 1997), которой подвергаются игроки на тренировках и матчах (Dellal и др., 2012); от индикаторов лактата, которые используют измерение потребления кислорода (VO₂) от портативных анализаторов газа или мониторинг частоты сердечных сокращений (ЧСС), до вопросников по субъективному восприятию нагрузки (СВН) или rate of perceived exertion (RPE, на английском). Эти методы были собраны и сопоставлены в литературе (Borresen и Lambert, 2008) и, как правило, они также используются в групповых видах спорта в целом и в особенно в футболе.

Akenhead и Nassis (2016) после опроса 41 элитных технических специалистов по футболу (soccer), подробно описывают, что наиболее часто используемые инструменты для мониторинга внутренней нагрузки в тренировках являются контрольные устройства ЧСС (98% команд), шкала СВН (71% команд), и другие субъективные шкалы (32% команд). Однако во время матчей команды не используют контрольные устройства ЧСС, а в лучшем случае шкалы СВН. Поэтому в матчах, мониторинг внутренней нагрузки осуществляется с меньшей частотой и глубиной, чем во время тренировок (изображение 1).



Изображение 1. Количество команд, использующих различные инструменты мониторинга в тренировках (А) и матчах (Б)



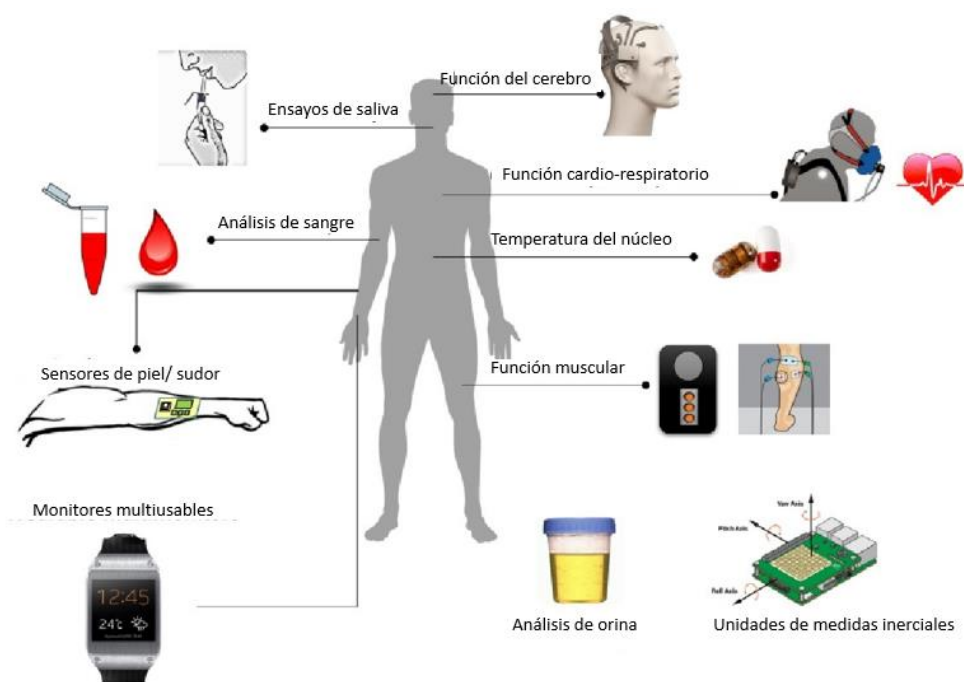
Источник: Собственная разработка, на основе Akenhead и Nassis (2016).

Número de equipos (n)	Количество команд (n)
A	A
Otra calificación subjetiva	Другая субъективная оценка
RPE	СВН
Acelerómetros	Акселерометры
Monitores de ritmo cardíaco	Контрольное устройство ЧСС
Análisis del movimiento del tiempo	Изучение движений и затрат времени
Carga interna	<u>Внутренняя нагрузка</u>
Carga interna	<u>Внутренняя нагрузка</u>
Carga externa	Внешняя нагрузка
Carga interna	<u>Внутренняя нагрузка</u>
Carga externa	Внешняя нагрузка
B	Б
Otra calificación subjetiva	Другая субъективная оценка
RPE	СВН

Acelerómetros	Акселерометры
Monitores de ritmo cardíaco	Контрольное устройство ЧСС
Análisis del movimiento del tiempo	Изучение движений и затрат времени
Carga interna	<u>Внутренняя нагрузка</u>
Carga interna	<u>Внутренняя нагрузка</u>
Carga externa	Внешняя нагрузка
Carga interna	<u>Внутренняя нагрузка</u>
Carga externa	Внешняя нагрузка

На изображении 2 показаны некоторые существующие возможности для мониторинга реакции внутренней нагрузки. Оценка мышечной температуры, функций мозга, анализ слюны, крови, кожи, пота и мышечной активности являются лишь некоторыми примерами техник и методов, используемых в сегодняшний день. Таким образом, включение новых методов измерения, связанных с гормонами или гематологическими переменными, температурой тела или остатков, производимых организмом, стали реальностью, тем самым увеличивая возможности знания состояния спортсмена.

Изображение 2. Возможности мониторинга внутренней реакции спортсмена



Función del cerebro	Анализ функций мозга
Funcion cardio-respiratorio	Кардиореспираторные функции
Temperatura del nucleo	Температура ядра
Funcion muscular	Мышечные функции
Análisis de orina	Анализ мочи
Unidades de medidas inerciales	Инерциальные измерительные модули

Ensayos de saliva	Анализ слюны
Analisis de sangre	Анализ крови
Sensores de piel/sudor	Датчики кожи/пота
Monitores multiusables	Многоразовые контрольные устройства

Источник: Cardinale & Varley (2017).

Однако, несмотря на то что существуют бесконечные возможности, технические специалисты должны ограничить использование этих инструментов, выбирая те инструменты, которые они в состоянии понять и, следовательно, годились им при принятии решений, которые активно влияют на тренировочную программу (Cardinale и Varley, 2017). В таблице 1 представлены некоторые из этих возможностей в зависимости от экономической стоимости (дешевые \$, умеренной цены \$\$ и высокой цены \$\$\$) и от уровня практичности (низкий, средний и высокий).

В этом смысле каждый технический специалист должен установить наиболее подходящую систему мониторинга и оценки в связи с контекстом применения. Другими словами, в дополнение к выбору инструментов, которые бы клуб смог рассмотреть в рамках материально-экономических условий, технические специалисты должны взвесить их применимость. Во многих случаях внедрение систем или методов оценки, неподходящих к контексту, может привести к негативному опыту в окружающей среде, вызванному скорее всего использованием систем и/или методов, чем их собственными характеристиками как таковыми. То есть, помимо наличия экономических ресурсов, необходимо иметь кадровые ресурсы для внедрения этих систем мониторинга и оценки в команду, с четкими целями, поставленными заранее. В этом смысле стоит отметить важность наличия специалистов в штате для углубленного и тщательного мониторинга и оценки спортсменов. Внедрение систем мониторинга и оценки без кадров со специфической подготовкой и временем для того, чтобы воспользоваться этим инструментом, или без четкой цели, которая бы оправдывала его внедрение вместо того, чтобы приблизить технологию к спорту, произведёт противоположный эффект. Поэтому все технические специалисты обязаны постепенно включать этот вид техники в спорт, чтобы избежать непродуктивного или контрпродуктивного опыта.

Таблица 1. Практический уровень и экономическая стоимость различных инструментов внутреннего мониторинга нагрузки, с кардиореспираторными, гуморальными и другими параметрами, связанными с нервно-мышечной системой и мышечным метаболизмом



Parámetros cardiorrespiratorios	Parámetros humorales	Parámetros del metabolismo neuromuscular y muscular.
Ritmo cardíaco: H, \$\$	Sangre venosa: L, \$\$\$	Electromiografía: M, \$\$\$
Variabilidad del ritmo cardíaco: L, \$\$	Sangre capilar: M, \$\$	Electroencefalografía: L, \$\$\$
Parámetros relacionados con la respiración: L, \$\$\$	Dulce: L, \$\$\$	Respuesta galvánica de la piel: M, \$\$
Captación de oxígeno y parámetros derivados: L, \$\$\$	Saliva: M, \$\$\$	Espectroscopia de infrarrojo cercano (NIRS): L, \$\$\$
	Marcadores urinarios: M, \$\$\$	Cerebro NIRS: L, \$\$\$

Practicidad: Alta, Media, Baja, Costo: \$,\$\$, \$\$\$

Parámetros cardiorrespiratorios	Кардиореспираторные параметры
Ritmo cardíaco	ЧСС: B, \$\$
Variabilidad del ritmo	Изменчивость ЧСС: H, \$\$
Parámetros relacionados con la respiración	Параметры, связанные с дыханием: H, \$\$\$
Captación de oxígeno y parámetros derivados	Поглощение кислорода и производные параметры: H, \$\$\$
Parámetros humorales	Гуморальные параметры
Sangre venosa	Венозная кровь: H, \$\$\$
Sangre capilar	Капиллярная кровь: C, \$\$
Dulce	Сахар: H, \$\$\$
Saliva	Слона: C, \$\$\$
Marcadores urinarios	Мочевые маркеры: C, \$\$\$
Parámetros del metabolismo neuromuscular y muscular	Параметры мышечного и нервно-мышечного метаболизма
Electromiografía	Электромиография: C, \$\$\$
Electroencefalografía	Электроэнцефалография: H, \$\$\$
Respuesta galvánica de la piel	Кожно-гальваническая реакция: C, \$\$
Espectroscopia de infrarrojo cercano NIRS	Ближняя инфракрасная спектроскопия (NIRS): H, \$\$\$
Cerebro NIRS	NIRS мозга: H, \$\$\$
Practicidad: alta, media, baja, etc.	Практичность: Высокая, Средняя, Низкая; Стоимость: \$, \$\$, \$\$\$

Ниже более подробно описаны наиболее широко используемые инструменты в групповых видах спорта для мониторинга внутренней нагрузки.



3.1 Частота сердечных сокращений

Как видно в таблице 1, мониторинг ЧСС имеет высокую применимость и умеренную экономическую стоимость. Некоторые авторы определили, что мониторинг ЧСС является подходящим показателем интенсивности упражнений из-за его тесной связи с VO_2 (Impellizzeri *et al.*, 2004), хотя эта связь поддерживается только в непрерывных действиях. В прерывистых действиях кинетическая реакция ЧСС естественно является более медленной или запоздавшей, чем профиль усилия, из-за чего этот параметр становится плохим мгновенным показателем профиля усилия. Важно отметить, что, однако, ЧСС можно считать хорошим общим показателем профиля усилий в командных видах спорта, особенно когда учитываются средние значения первого тайма по отношению ко второму, когда его ассоциируется с другими переменными (La^- , СВН) или когда выполняются субмаксимальные тесты в качестве оценки в разных периодах сезона.

Кроме того, этот параметр широко используется в качестве меры интенсивности в командных видах спорта (Coutts, Rampinini, Marcora, Castagna и Impellizzeri, 2009; Gamble, 2004), отчасти из-за точных телеметрических систем сбора данных, которые позволяют получить ЧСС из всех компонентов команды одновременно (даже в режиме реального времени), чтобы, после или во время мониторинга спортивного мероприятия, перевести данные на компьютер и обработать их с использованием специального программного обеспечения (Ali & Farrally, 1991). Для расширения знаний об интересе, ограничениях и применении мониторинга ЧСС рекомендуется читать Dellal *et al.* (2012). В этом смысле некоторые из наиболее важных аспектов, которые следует знать о возможностях использования ЧСС и её переменных и показателей при мониторинге тренировочной нагрузки, относятся к:

- В случае межличностных сравнений следует использовать концепцию резервной ЧСС (вместо ЧСС в процентах по отношению к максимуму) для оценки и назначения интенсивности и рабочей нагрузки, поскольку она, в дополнение к рассмотрению максимальной индивидуальной ЧСС, учитывает ЧСС при покое спортсмена.
- $\%ЧСС_{резервная} = (ЧСС_{средняя} - ЧСС_{покой}) / (ЧСС_{максимальная} - ЧСС_{покой}) * 100$
- Это важный показатель в аэробных упражнениях, таких как бег. Однако, если деятельность, которая будет разработана включает в себя вмешательство анаэробных систем ресинтеза АТФ или итеративных игровых ситуаций, в которых вовлечены различные энергетические системы, было бы необходимо дополнить эту информацию другими инструментами и переменными, такими как лактат, СВН или какой-то системой, которая бы делала мониторинг действий игрока, как например устройства GPS, трёхосные акселерометры или системы *видео трекинга*, среди других.
- Одной из сильных сторон использования ЧСС в мониторинге тренировочной нагрузки является высокая устойчивость мер, то есть их воспроизводимость. Hill-Naas *u др.* (2008) обнаружили в различных форматах игр неполными составами, с разным количеством игроков и в непрерывном и прерывистом формате, что ЧСС представляет типичные ошибки (выраженные как % от средней) ниже 4,5% в



ЧСС_{средней} (%) и 4% в ЧСС_{пиковая}. Однако изменчивость концентрации лактата (до 34,4%) или СВН (до 15,3%) является наиболее значительной. Что касается показателей внешней нагрузки во время действий такого вида, то обнаружены низкие значения воспроизводимости, особенно в видах деятельности, которые выполняются с высокой скоростью движения. То есть изменчивость очень велика, тем более что скорость изученных перемещений увеличивается, достигая значения до 56% в пройденном расстоянии со скоростью выше чем 18 км.ч⁻¹.

3.1.1 Переменные и показатели на основе частоты сердечных сокращений

Абсолютные (удары в минуту) или относительные значения (%)

Абсолютные значения (удары в минуту или уд/мин) могут использоваться только для сравнения одного и того же игрока в чередке задач или сессий, но они теряют полезность, когда мы хотим сравнить разных игроков между ними (таблица 2).

Таблица 2. Реакция ЧСС в футбольных матчах, выраженная в абсолютных значениях ударов в минуту (уд/мин)¹ и основанная на индивидуальном максимуме (%)

¹ Врт на английском.



Table I. Male soccer players' HR responses in competitive match-play expressed as average in absolute values (bpm) and in percent of individual maximal or peak HR (%HRmax/HRpeak).

Source	Level	N=	HR (bpm)	%HRmax/HRpeak	Number of match-play (min)
Rhode and Espersen (1988)	1st division / Denmark	6	~170	~84%	Four (90)
Klint et al. (1992)	U-11 / U12 / Germany	15	160-180		Two in competitive (90)
Florida-James and Reilly (1995)	University / UK	12	161		One (90)
Rico-Sanz et al. (1996)	Elite junior / Porto Rico	8		~83%	One (90)
Helgerud et al. (2001)	Junior elite / Norwegian	8	171	~84%	Two (90)
Capranica et al. (2001)	U12 / Italy	6	~180		One [#] (90)
Thacher and Batterham (2004)	U-20 professional / UK	6	~166	~83%	One in formation 4x4x2 (90)
Stroyer et al. (2004)	Elite beginning the puberty / Denmark	9	174	~87%	One in formation 4x4x2 (90)
Billows et al. (2005)	Academy / UK	20		~86%	Series of matches (70)
Coelho (2005)	U-17 / Brasil	26		~85%	Fourteen (90)
	Junior / Brazil	18		~85	Fifteen (90)
Mortimer et al. (2006)	U-17/ Brazil	13	168	~84%	Fourteen (90)
	Junior / Brazil	12	169	~84%	Eight (90)
Impellizzeri et al. (2006)	Junior of professional teams / Italy	29		~83%	Two of pre-season (90)
Rodrigues et al. (2007)	Elite U-17 / Brazil	8	166	~84%	Six (90)

Source	Источник
Level	Уровень
N=	Н =
HR (bpm)	ЧСС (уд/мин)
%HRmax/HRpeak	%ЧСС макс/ ЧССпик
Number of match play min	К-во матчей (мин)
Four (90)	Четыре (90)
Two in competitive 90	Два в соревновании (90)
One 90	Один (90)
One 90	Один (90)
Two 90	Два (90)
One#90	Один# (90)
One in formation 4x4x2 (90)	Один в формации 4x4x2 (90)
One in formation 4x4x2 (90)	Один в формации 4x4x2 (90)
Series of matches 70	Серии матчей (70)
Fourteen 90	Четырнадцать (90)
Fifteen 90	Пятнадцать (90)
Fourteen	Четырнадцать (90)
Eight	Восемь (90)



Two of pre-season	Два до сезона (90)
Six	Шесть (90)
Table 1. Male soccer players HR response, etc. etc. etc.	Таблица 1. Реакция ЧСС в мужских футбольных матчах, выраженная как средняя в абсолютных в абсолютных значениях ударов в минуту (уд/мин) и как процент индивидуального максимума или пиковой ЧСС (%ЧСС _{макс} /ЧСС _{пиковая})
1 st division/Denmark	1ый дивизион/Дания
U-11 /U-12/Germany	U-11 /U-12/Германия
University /UK	Университет /Великобритания
Elite Junior /Porto Rico	Джуниор Элита /Порту-Рико
Junior Elite/Norwegian	Джуниор Элита / Норвегия
U12/Italy	U12/ Италия
U-20 professional/UK	U-20 профессиональные/ Великобритания
Elite beginning the puberty/Denmark	Elite beginning the puberty/Дания
Academy/UK	Академия/ Великобритания
U-17 / Brasil Junior / Brasil	U-17 / Бразилия Джуниор / Бразилия
U-17 / Brasil Junior / Brasil	U-17 / Бразилия Джуниор / Бразилия
Junior of professional teams/Italy	Джуниор профессиональных команд/ Италия
Elite U-17/Brazil	Элита U-17/ Бразилия

Источник: Dellal et al. (2012).

Относительное значение, т. е. процент по отношению к максимуму игрока (%ЧСС_{макс}), превращает эту информацию в оперативную для сравнения нескольких игроков или задач. Есть два способа для того, чтобы рассчитать относительные значения ЧСС_{макс}, либо исходя из абсолютного значения ЧСС, с простым перекрестным умножением, или с учетом резервной ЧСС (Karvonen, Kentala и Mustala, 1957, цитируемые в Dellal и др., 2012) со следующей формулой, где, в дополнение к самым высоким значениям игрока, рассматриваются значения при покое спортсмена и, следовательно, диапазон ударов, доступных для каждого игрока:

%ЧСС _{макс}	$\%ЧСС_{макс} = (ЧСС_{средняя} / ЧСС_{максимальная}) * 100$
%ЧСС _{резерв} Karvonen	$\%ЧСС_{резерв} = (ЧСС_{средняя} - ЧСС_{покой}) / (ЧСС_{макс} - ЧСС_{покой}) * 100$

Пиковая частота сердечных сокращений



ЧСС_{пиковая} является переменной, которая указывает на самое высокое значение ЧСС, достигнутое игроком на протяжении упражнения. Таким образом, она представляет собой самое высокое зарегистрированное значение, но не является репрезентативным значением выполненного упражнения, поскольку представляет собой лишь мгновенное значение. Именно поэтому её мониторинг в процессе тренировки в основном не является приоритетной переменной.

Средняя частота сердечных сокращений

По этой же линии ЧСС_{средняя} является переменной, которая представляет среднее значение, поддержанное игроком на протяжении задачи. Опять же, когда вы собираетесь воспользоваться значениями, которые будут сравниваться между игроками или задачами, возможность релятивизировать его до индивидуального максимума кажется рекомендуемой (%ЧСС_{средняя}). В этом случае также необходимо знать, включает ли принятое решение покой в формулу ЧСС или нет. В принципе, кажется, что рекомендуется его включить (Dellal *и др.*, 2012).

Время в разных диапазонах или зонах сердечной интенсивности

В дополнение к %ЧСС_{пиковой} и %ЧСС_{средней}, и с целью измерения различных уровней требований тренировки, некоторые авторы посоветовали создание диапазонов или зон сердечной интенсивности, предлагая для этого различные критерии.

В некоторых случаях выбираются «ключевые» переходные зоны, такие как аэробные и анаэробные пороги (Eniseler, 2005), которые связаны с физиологическими показателями, совместимыми с практикой на игровом поле, такими как ЧСС или концентрация лактата (Fernández-Castanys, Chiroso и Chiroso, 2002). Что касается этого вопроса, то Eniseler (2005) связал концентрацию лактата (La^-) с рабочей нагрузкой и с ЧСС для того, чтобы оценить энергетические потребности во время матчей и тренировок, такие как показатели физиологической нагрузки футболистов во время различных видов тренировок: товарищеский матч (ТМ), модифицированная игра, тактическая тренировка и техническая тренировка. Для этого он определил пороги La^- (на 2 и 4 мМ) во время инкрементного тестирования на игровом поле. После этого ЧСС была оценена на значениях 2 и 4 мМ. Результаты показали, что процент времени, на протяжении которого игроки достигали ЧСС выше, чем 4 мМ в ТМ и в модифицированных играх составил $49,6 \pm 27,1\%$ и $23,9 \pm 24,5\%$, соответственно. Однако техническая и тактическая тренировка в большинстве случаев оставалась ниже порога 4 мМ. По словам автора, используя пороги La^- , спортивные специалисты смогут структурировать зоны ЧСС, которые, в свою очередь, могут помочь определить интенсивность упражнения индивидуальным образом для игроков, а также оценить интенсивность во время тренировки.

В других случаях для определения зон ЧСС принимаются произвольные критерии, т. е. устанавливаются диапазоны исходя из %ЧСС_{макс} (включая резервную ЧСС в расчетах) для всех игроков в равной степени.



Один из вариантов настройки диапазонов вводит 4 диапазона сердечно-сосудистой интенсивности разного интервала, предложенный Castellano и др. (2013 г.):

- $<75\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $75-84\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $84-90\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $>90\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$

Другое предложение устанавливает 6 диапазонов сердечно-сосудистой интенсивности с 10% интервала каждого из них начиная с 50% $\text{ЧСС}_{\text{макс}}$, предложение используемое Casamichana, Кастеллано и Dellal (2013):

- $<50\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $50-60\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $60-70\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $70-80\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $80-90\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$
- $>90\% \text{ЧСС}_{\text{макс}}$

Эти диапазоны, хотя и произвольные, служат более или менее различным аэробным и анаэробным порогам, что может позволить описать, какой из процессов производства энергии требуется в большей или меньшей степени.

Взвешивание времени, затраченного в различных диапазонах или зонах сердечной интенсивности

Еще одна очень практическая альтернатива, которая направлена на упрощение количественной оценки внутренней нагрузки является реализация математических формул, таких как *ТРИМП Банистера*, *Люсияса*, *Эдвардса* и *Стагноса*, которые уже были использованы в различных исследованиях для количественной оценки футбольных тренировочных задач (Alexiou и Coutts, 2008; Campos-Vazquez и др., 2014; Coutts, и др., 2009; Impellizzeri et al., 2004). Процедура расчета значений этих показателей (Banister, 1991; Edwards, 1993; Lucia, Hoyos, Santalla, Earnest и Chicharro, 2003; Stagno, Thatcher и Van Someren, 2007) следует аналогичной схеме, которая состоит из умножения времени эффективного нахождения в каком-то диапазоне ЧСС на установленное взвешенное значение:

- *ТРИМП Банистера* = Эффективное время (мин) * $\text{ЧСС}_{\text{средняя}} * 0,64E^{1,92 * \text{ЧСС}_{\text{средняя}}}$
- (для расчёта $\text{ЧСС}_{\text{средняя}}$ используется $\text{ЧСС}_{\text{резервная}}$). Этот индикатор нагрузки получается через умножение продолжительности на относительную интенсивность и на множитель.
- *ТРИМП Люсияса* = (мин в ЧСС1*1) + (мин в ЧСС2*2) + (мин в ЧСС3*3)
- (ЧСС1 относится к частоте ниже аэробного порога, ЧСС2 между аэробным и анаэробным порогом, и ЧСС3 выше анаэробного порога).



- $Эдвардс = (\text{мин в } 90-100\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 5) + (\text{мин в } 80-90\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 4) + (\text{мин в } 70-80\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 3) + (\text{мин в } 60-70\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 2) + (\text{мин в } 50-60\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 1).$
- $ТРИМП \text{ Стагноса} = (\text{мин в } 93-100\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 5,16) + (\text{мин в } 86-92\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 3,61) + (\text{мин в } 79-85\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 2,54) + (\text{мин в } 72-78\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 1,71) + (\text{мин в } 65-71\% \text{ ЧСС}_{\text{макс}} * 1,25).$

Чтобы больше узнать о вариантах, предложенных для оценки тренировочных импульсов индивидуальным образом, вы можете проконсультироваться «Индивидуальная тренировочная нагрузка и аэробные-фитнес переменные в футболистах премьер-лиги во время пред-соревновательного сезона» (Manzi, Bovenzi, Franco Impellizzeri, Carminati и Castagna, 2013). Также предлагается зайти на: <http://www.trainingimpulse.com/>.

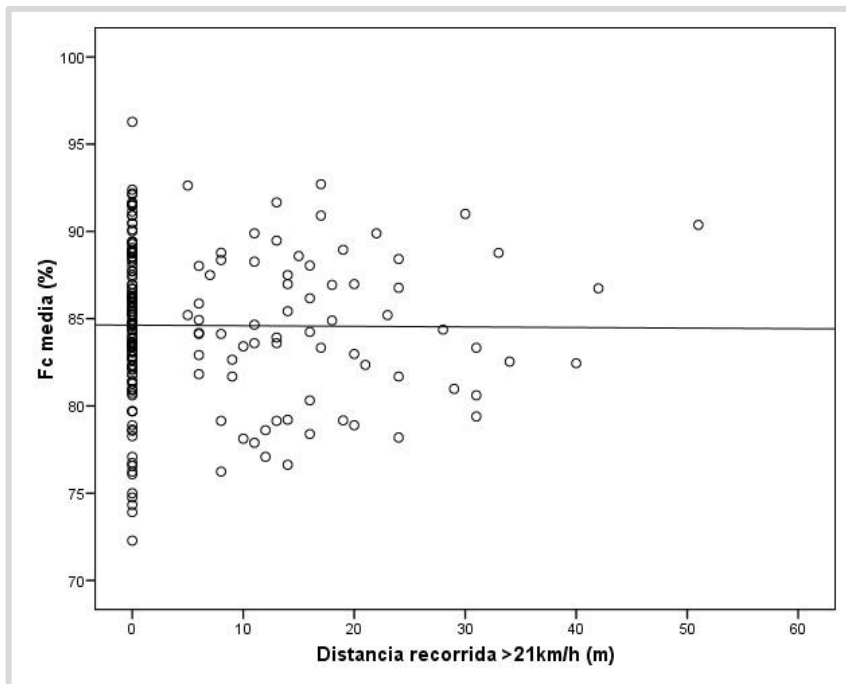
Наконец, ЧСС также начала использоваться в качестве целевого метра усталости спортсмена (Buchheit, 2014) и в профессиональных командах (Thorpe *et al.*, 2015), где измерение изменчивости контролируемой ЧСС в состоянии отдыха может дать информацию о сердечной парасимпатической активности. Тем не менее, измерения ЧСС не могут сообщать обо всех аспектах состояния здоровья, усталости или производительности, поэтому представляется целесообразным объединить её с вышеупомянутыми вопросниками и даже с эффективными и неинвазивными тестами производительности, такими как прыжки с движением в противоположное направление (Gathercole, Sporer, Stellingwerff и Sleivert, 2015; Thorpe *и др.*, 2015) для измерения нервно-мышечной усталости.

3.1.2 Ограничения частоты сердечных сокращений

Футбол, как командный вид спорта, представляет собой особенность, что игроки для решения моторной ситуации, объединяют, без заранее установленного порядка, гонки с различными интенсивностями, продолжительностями и расстояниями, вперемежку с нелинейными действиями, такие как прыжки, погрузка, дриблинг или бросаться на землю (Espósito *и др.*, 2004). Эта ациклическая, нелинейная и прерывистая структура игры, в сочетании с ситуациями теплового или эмоционального стресса, которые могут возникнуть во время соревнований, может изменить прямую связь между ЧСС/ VO_2 (Dellal *et al.*, 2012). Кроме этого, ЧСС может не быть истинным отражением требований действий, выполненных на высокой скорости (Anderson, Randers, Heiner-Moller, Krstrup и Mohr, 2010) или действий очень недолгого ускорения-замедления (2-3 секунды). Именно поэтому ЧСС, взятая изолированным образом в качестве единственного индикатора нагрузки, могла бы скрывать другие требования, представляющие интерес для такого вида упражнений. На изображении 3 показаны низкие корреляции между переменной ЧСС (% $ЧСС_{\text{средняя}}$) и теми, что связаны с высокой скоростью передвижения (в данном конкретном случае, расстояние, пройденное выше, чем за $21 \text{ км}\cdot\text{ч}^{-1}$).



Изображение 3. Взаимосвязь между средней ЧСС (%ЧСС_{средняя}) и пройденным расстоянием спринтом в футбольных играх неполными составами



Источник: Казамицана и Каstellано (2015).

Distancia recorrida > 21 km/h m	Пройденное расстояние >21км/ч (m)
FC media (%)	Средняя ЧСС (%)

3.2 Субъективное восприятие нагрузки

3.2.1 Предыстория использования шкалы субъективного восприятия нагрузки

Использование шкалы субъективного восприятия нагрузки (СВН) не является новым инструментом, она была разработана и использована в 1980-х годах (Borg, 1982). Однако, главным образом из-за её простоты и низкой стоимости, за последние годы распространились научные исследования для определения её надежности и действительности, в качестве предыдущего шага до её использования в количественной оценке задач или полных тренировочных сессий.

Хотя этот метод количественной оценки возник для определения нагрузки индивидуальных циклических - или непрерывного выполнения - видов спорта (Foster, 1998), его применение распространилось на различные ациклические или ситуационные виды спорта, как индивидуальные, так и коллективные, включая футбол (Impellizzeri, Rampinini, Coutts, Sassi и Marcora, 2004). Это связано с простотой, гибкостью (Alexiou и Coutts, 2008), высокими значениями воспроизводимости, низкой изменчивостью (Hill-Haas, Coutts, Rowsell, и Dawson, 2008; Manzi, et al., 2001; Rampinini, et al., 2007), и его действительностью для определения интенсивности сессии как в ситуациях стабильного состояния, где сохраняется интенсивность упражнений (Foster, и др., 1995; Foster, и др., 2001), как и в ситуациях не стабильного состояния с изменениями в интенсивности физических упражнений, что является характерной особенностью командных видов спорта (Impellizzeri и др., 2004; Manzi и др., 2010). Кроме этого, его применение позволит свести к минимуму травматизм спортсменов, особенно в периоды высокой нагрузки, как в первой части предсезона (Killen, Gabbet и Jenkins, 2010).

Шкалы СВН (Borg, 1973) основаны на идее, что спортсмены могут по своей сути контролировать физиологический стресс, который они испытывают во время физических упражнений, что позволяет регулировать интенсивность тренировок, используя их собственное восприятие усилий или нагрузки (Robinson, Robinson, Hume, и Hopkins, 1991). Хотя тренировочный стимул, выполняемый спортсменами (внешняя нагрузка), является определяющим фактором, который вызывает реакцию в организме (внутренняя нагрузка), также могут повлиять другие факторы, такие как уровень предыдущей тренировки, вне-спортивные факторы, климатологические, медицинские или психологические, среди других (Bouchard и Rankinen, 2001). СВН предоставляет нам действительную альтернативу дорогостоящим и традиционным методам, используемых для мониторинга физических упражнений, как непрерывных, так и прерывистых (Foster и др., 2001).

В отличие от других показателей внутренней нагрузки, СВН является субъективным индикатором, который позволяет контролировать нагрузку, заявленную игроками о том, что они воспринимают в тренировочных задачах, полных сессиях или матчах соревнований (Casamichana и Castellano, 2013). Согласно шкале, спрашивается у игрока, в течение 30 минут сразу в после тренировки (Los Arcos, 2014; Singh, Foster, Tod и



McGuigan., 2007; Uchida и др., 2014), насколько интенсивной была задача, предоставляя численную оценку, связанную с прилагательным или описательным словом (хотя есть номера, с которыми нет прилагательного или связанного с ним описательного слова). Множество шкал СВН (Scott, Black, Quinn и Coutts, 2013a), которые появлялись на протяжении более полувека, основаны на идее, что спортсмены могут выразить воспринимаемые усилия номером (Los Arcos, 2014). Это предоставляет действительную альтернативу дорогостоящим и традиционным методам, используемым для мониторинга физических упражнений, конечно только если они будут использоваться и администрироваться должным образом (Borg, 1998).

3.2.2 Расчёт показателя нагрузки сессии- субъективного восприятия усилия

В целях упрощения количественной оценки тренировки был разработан метод сессии-субъективного восприятия нагрузки (сессия-СВН), с учетом объема (минуты) и интенсивности (оценка) всей сессии. Этот метод количественной оценки был предложен Фостером и др. (1996) в качестве альтернативы методам, основанных на ЧСС. Что касается использования шкалы СВН для назначения оценки интенсивности, то она считается репрезентативной мерой интенсивности и, поскольку она определяется сложным взаимодействием многих факторов, способствующих индивидуальному восприятию физического усилия, только многомерная перспектива восприятия позволит понять этот процесс (Tenenbaum и Hutchinson, 2007).

В этом смысле такие факторы, как воспринятые усилия и терпимость, а также влияние характеристик спортсмена, условий окружающей среды, характеристик сессии и стратегий преодоления в обеих (воспринятого усилия и терпимости) влияют на ответ игрока, оправдывая многомерность этой меры.

С помощью метода СВН или RPE тренировочная нагрузка может быть легко рассчитана, умножая объем сессии (в минутах) на объявленное восприятие нагрузки с использованием одного из вариантов шкал Борга, например CR-10 (Foster и др., 2001). Таким образом получается показатель сессия-СВН, который измеряется в умеренных единицах (у. е.). Альтернативы предлагают использовать индикатор СВН в качестве абсолютного значения (Los Arcos, 2014), то есть не умножая его на продолжительность сессии, утверждая, что в оценки спортсмена также включена продолжительность сессии. Поэтому, возможности этого инструмента очень широки, будучи в состоянии количественно оценивать интенсивность и нагрузку различных типов тренировки, моменты сессии, или тренировочные задачи. Однако, может быть что самая значительная полезность этой шкалы СВН является количественная оценка интенсивности и нагрузки всей реализованной сессии, в которой все и каждая задача сессии, поскольку все они в той или иной степени способствовали достижению нынешнего состояния спортсмена.

Изображение 4. Определение субъективного восприятия нагрузки



Escala	Descripción
0	Recuperación
1	Sumamente fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Algo duro
5	Duro
6	
7	Muy duro
8	
9	
10	Máximo



Источник: собственная разработка

Escala	Шкала
Descripción	Описание
Recuperación	Восстановление
Sumamente fácil	Очень легко
Fácil	Легко
Moderado	По среднему
Algo duro	Немого трудно
Duro	Трудно
Muy duro	Очень трудно
Máximo	Максимально

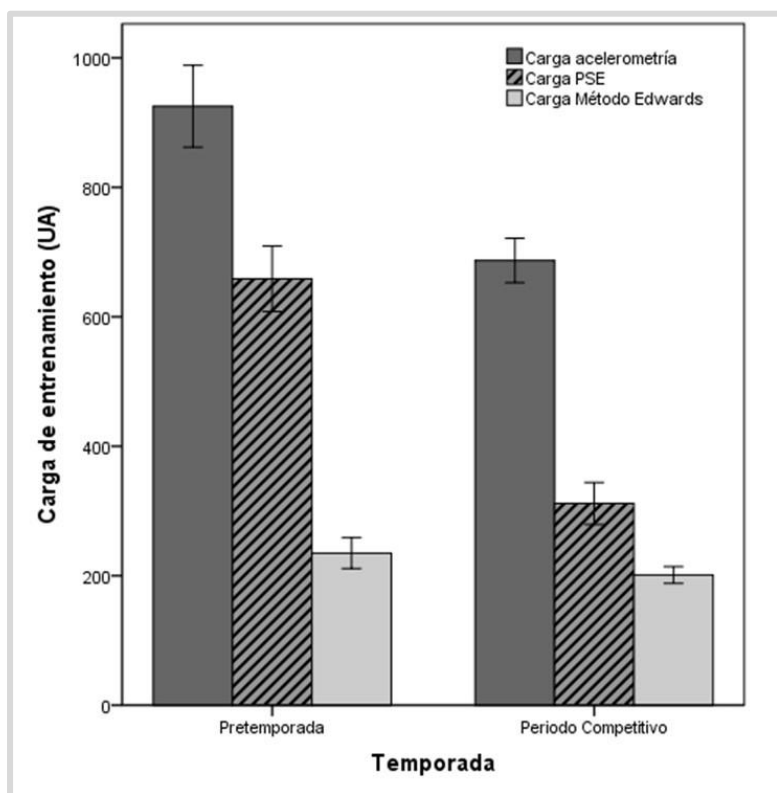
Примечание: слева шкала CBH (Foster, 1996) и, справа видно, как собирается информация о CBH членом технического персонала спортсменов.

Этот индикатор нагрузки (сессия-CBH) обычно рассчитывается по 10-балльной шкале (CR-10) в качестве измерения интенсивности (хотя мы можем использовать другие шкалы 7, 15, 20 или даже 100 пунктов; Scott *и др.*, 2013), умножая это значение на количество минут, выполненных во время тренировки. Традиционно распределение значения интенсивности сессии составляет через 30 минут после завершения тренировки в индивидуальном порядке для того, чтобы спортсмены указали значение CBH полной сессии (Alexiou и Coutts, 2008; Foster *и др.*, 2001 г.; Impellizzeri *и др.*, 2004).

На изображении 5 показано, что существуют значительные различия между нагрузкой, наложенной на спортсменов (средняя сессии) во время предсезона и во время соревновательного сезона. Таким образом, в предсезоне наблюдаются значения 600 у. е., в то время как в соревновательный период нагрузка, наложенная на спортсменов, снижается до значений, близких к половине (300 у. е.). Мы должны также учитывать, что монотонность во время предсезона, как правило, бывает больше, чем во время соревновательного сезона, где есть большее количество сессий отдыха в дополнение к

большей изменчивости в нагрузке, наложенной на спортсменов (сессии восстановления, развития и активации).

Изображение 5. Средняя нагрузка сессии во время предсезона и сезона, полученная с помощью акселерометрии, метода сессии-СВН и метода Эдвардса с мониторингом частоты сердечных сокращений



Источник: Casamichana и Castellano (неопубликованные данные).

Carga de entrenamiento (UA)	Тренировочная нагрузка (у. е.)
Temporada	Сезон
Pretemporada	Предсезон
Periodo competitivo	Соревновательный период
Carga acelerometría	Нагрузка акселерометр
Carga PSE	Нагрузка СВН
Carga Método Edwards	Нагрузка Метод Эдвардса

3.2.3 Надежность и действительность меры

Надежность меры относится к последовательности или повторяемости меры, то есть она отвечает на вопрос о том, являются ли такие шкалы надежными. Haddad *и др.* (2013) нашли коэффициенты вариации 0,19% при её использовании в сериях гонок при умеренной интенсивности (75%ЧСС_{резервная}), внутриклассовыми коэффициентами корреляции 0,77 (95% ДИ=0,46-0,91). То есть игроки - при выполнении одного и того же

действия - сообщают о подобных интенсивностях по шкале, что, несомненно, является одним из столпов любого инструмента оценки: воспроизводимость результатов при аналогичных условиях.

Вариативность измерения СВН изучалась как в тренировочных ситуациях в футболе без оппозиции, так и в коллективных дуэлях, выполняемых в пяти отдельных сессиях (Los Arcos, Martínez-Santos, Yanci, Martín, и Castagna, 2013). В этом смысле было установлено, что может быть интересно отличить восприятие нагрузки на сердечно-сосудистом уровне от мышечного. В этом направлении, Los Arcos и др. (2013) обнаружили коэффициенты вариации в задачах $22,6 \pm 3,3$ и $37,3 \pm 3,5$ при оценке без оппозиции по общей шкале и в другой, где рассматривается только нервно-мышечная интенсивность, и $12,0 \pm 2,1$ и $24,9 \pm 8,2$ в обеих шкалах, соответственно, когда оцениваемая задача выполняется при противодействии противников. С другой стороны, коэффициент внутрикласовой корреляции, который будет относиться к изучению надежности между-сессиями (изменчивость измерения между двумя или более изолированными сессиями), показывает значения 0,37 и 0,72 для задач без оппозиции (только сотрудничество) и 0,41 и 0,63 в задачах коллективного дуэля с оппозицией, соответственно, для общей шкалы и нервно-мышечной шкалы соответственно. Хотя могло бы быть интересно иметь шкалы, которые бы информировали нас о влиянии нагрузки физических упражнений на сердечно-сосудистую и нервно-мышечную систему, необходимы дополнительные исследования.

Недавно также было изучено отношение между СВН арбитров в течение футбольных матчей (Costa, и др., 2013) с измерением внутренней и внешней нагрузки в течение официальных футбольных матчей. Таким образом, авторы обнаружили, что показатель нагрузки, полученный с помощью шкалы СВН, значительно коррелирует ($r=0.61$; $p<0.05$) с нагрузкой, полученной методом ЧСС (метод Эдвардса). Однако никаких существенных корреляций с пройденным расстоянием арбитрами во время матча, обнаружено не было.

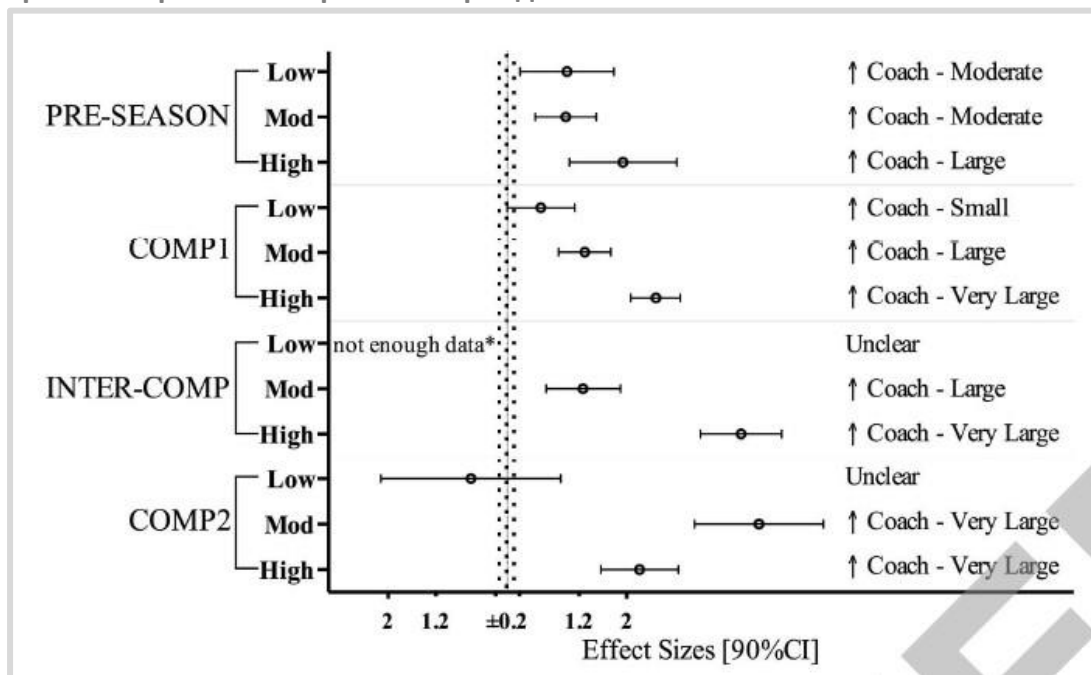
Методологически интересный аспект относится к знанию отношения между СВН тренеров и игроков (Rodríguez-Marroyo, Medina, García-López, García-Tormo, и Foster, 2013). Этот новый способ применения может упростить сбор данных, в дополнение к расширению его использования, когда невозможно получить СВН непосредственно от спортсменов. Rodríguez-Marroyo и др. (2013) провели работу по мониторингу и количественной оценке тренировки волейболистов и обнаружили, что СВН, предоставленная тренерами, значительно коррелирует с СВН спортсменов, что может еще больше упростить процесс количественной оценки тренировочной нагрузки. Тем не менее, во время «физических» тренировок игроки оценивали тренировки с более высоким уровнем интенсивности чем уровень, указанный тренером, что влияет на более высокую нагрузку во время этого вида тренировок при использовании нагрузки, полученной через СВН игроков.

Наконец, когда объединяются моменты и люди, результаты, кажутся разными. Например, Rabelo и др. (2015) сравнили в профессиональных спортсменов мини-футбола, намерение нагрузки тренеров с воспринятой нагрузкой игроками проявленной после окончания сессии. Таким образом, исследовательский вопрос этой работы



представляет собой высокое практическое применение: передается ли намерение технических специалистов в восприятие спортсменов? Когда специалисты планируют определенную нагрузку, например, низкую нагрузку, достигается ли этот эффект на спортсменах?

Изображение 6. Размер эффекта для соотношения восприятия нагрузки тренерами против спортсменов в разные периоды сезона.



Источник: Rabelo и др. (2015).

Effect Sizes [90%CI]	Размеры Эффекта [90%ДИ]
Pre-season	Предсезон
Comp 1	Сравнение 1
Inter-comp	Между сравнениями
Comp 2	Сравнение 2
Low	Низкое
Mod	Среднее
High	Высокое
not enough data	недостаточно данных
↑ Coach – Moderate	↑ Тренер – Средний
↑ Coach – Large	↑ Тренер – Высокий
↑ Coach – Small	↑ Тренер – Маленький
↑ Coach – Very Large	↑ Тренер – Очень Большой
Unclear	Непонятно

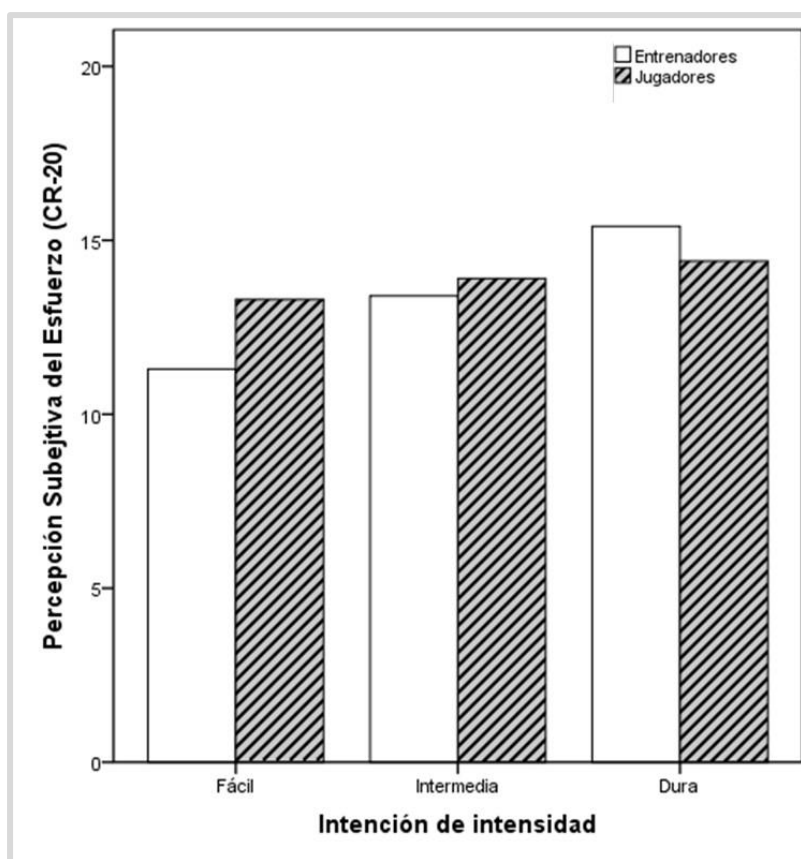
Примечание: Намерения тренеров по нагрузке были выше, чем воспринятая нагрузка игроками, особенно в интенсивных сессиях.



Результаты исследования Rabelo и др. (2015) указывают на то, что намерение нагрузки тренеров было выше, чем воспринятая нагрузка игроками, особенно в интенсивных сессиях. Поэтому в таких видах сессий тренеры переоценивают игроков, или наоборот, игроки недооценивают тренеров (Rabelo и др.), 2015).

Используя шкалу в качестве показателя интенсивности тренировки, тренер может планировать и назначать нагрузку на основе сложности матча, о чем свидетельствует исследование, проведенное Kelly и Coutts (2007) (изображение 7).

Изображение 7. Уровень сложности матча и еженедельная тренировочная нагрузка



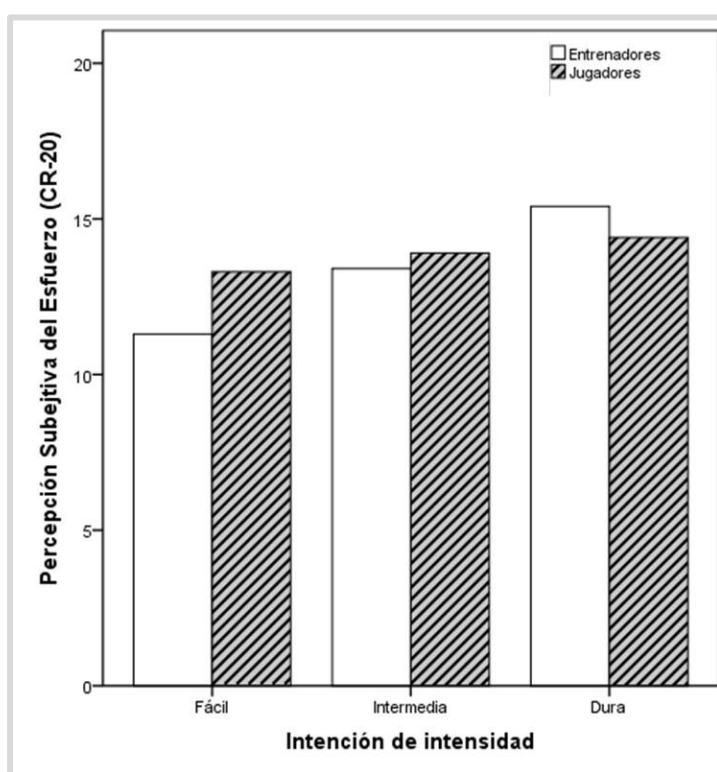
Intención de intensidad	Намерение интенсивности
Fácil	Лёгкая
Intermedia	Средняя
Dura	Тяжёлая
Percepción Subjetiva del Esfuerzo (CR-20)	Субъективное Восприятие Нагрузки (CR-20)
Entrenadores	Тренеры
Jugadores	Игроки

Источник: Kelly и Coutts (2017).

Примечание: наблюдается обратная связь между этими двумя измерениями. Матчи с высокой сложностью сталкиваются с более низким уровнем нагрузки, в то время как матчи с более низкой сложностью сталкиваются с более высокими тренировочными нагрузками.

Другим интересным аспектом является корреляция между предписанной нагрузкой и настоящей нагрузкой, выполненной игроками (изображение 8). Таким образом, когда эта шкала передается тренерам перед тренировкой, т. е. когда они консультируются об интенсивности, ожидаемой для предстоящей сессии, и которая потом будет заполнена футболистами после завершения тренировки (Brink, Frenchen, Jordet, и Lemmink, 2014), эти значения также, кажется, не слишком коррелируют, так как игроки сообщают о значительно более высокой интенсивности и нагрузке сессии от значений, предусмотренных тренерами.

Изображение 8. СВН тренеров перед тренировкой и спортсменов после тренировки, в сессиях различной интенсивности



Intención de intensidad	Намерение интенсивности
Fácil	Лёгкая
Intermedia	Средняя
Dura	Тяжёлая
Percepción Subjetiva del Esfuerzo (CR-20)	Субъективное Восприятие Нагрузки (CR-20)
Entrenadores	Тренеры
Jugadores	Игроки

Источник: Brink и др. (2014).

В зависимости от интенсивности сессий, игроки и тренеры по-разному оценивают восприятие нагрузки. Игроки дают слабым и промежуточным сессиям значительно более высокие значения, в то время как в тяжелых сессиях интенсивность, которую сообщают тренеры, бывает значительно выше (а также нагрузка, полученная методом сессии-СВН). Новая перспектива анализирует связь между СВН недели с физической производительностью в матче (Gómez- Díaz, Pallarés, Díaz, и Bradley, 2013), находя значительную корреляцию между СВН недели и с пройденным расстоянием с высокой интенсивностью во время матча ($>19,8 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$, $r=0,43$), предполагая, что игроки имеют более высокую физическую производительность в матче, если в течение предыдущей недели, тренировки являются высокоинтенсивными (высокое СВН) – аспект, который не оказывает негативного влияния, как можно было ожидать.

3.2.4 Аспекты, которые следует учитывать при реализации

Comyns и Flanagan (2013) указывают на ряд обычных ошибок, которые следует избегать при выполнении правильного мониторинга с этой шкалой, и которые главным образом связаны с обеспечением устойчивости данных посредством стандартизированного протокола. Первый аспект, на который они указывают как важный, относится к времени сбора информации. Традиционно игроки должны оценивать уровень интенсивности по шкале через 30 минут после завершения тренировки, чтобы обеспечить общую оценку тренировки, а не только её последней части. Хотя имеются свидетельства того, что это не "оправдывает" такое утверждение с научной точки зрения, представляется очевидным, что мы должны проявлять крайнюю осторожность при использовании этой шкалы. С другой стороны, следует учитывать, что такие переменные, как возраст, пол, когнитивные способности, психологические факторы, вид физических упражнений или условия окружающей среды, могут влиять на их надежность и действительность (Borg, 1982). Кроме этого, нужно тщательно следить за игроками, которых мы тренируем, так как могут быть «переоценивающие» и «недооценивающие» игроки тренировочной нагрузки (Comyns и Flanagan, 2013). По этой причине следует избегать сравнений между игроками, потому что, если один конкретный игрок сообщает более высокие значения, чем другой, это не означает, что они накопили больше нагрузки, но, возможно, что он обычно высоко оценивает. Несмотря на это, низкая стоимость СВН и её простота делают её рекомендуемой для использования независимо от того, доступен ли какой-либо другой инструмент для мониторинга тренировочной нагрузки, так как это показатель интенсивности и нагрузки, применимой в любом контексте.

Другой аспект, который следует рассмотреть, относится к продолжительности (минуты), что будет использоваться для расчета тренировочной нагрузки. Как уже упоминалось, индикатор нагрузки СВН получен путем умножения минут сессии на значение интенсивности, зарегистрированного в шкале СВН. Этот процесс должен быть стандартизирован для получения устойчивой информации, с которой можно было бы принимать решения и/или иметь возможность устанавливать причинно-следственные связи или сопоставлениями между тренировочными сессиями или соревнованиями. Мы должны решить, будет ли считаться время тренировки или нетто/брутто матча (эффективное время практики или общая продолжительность сессии), и четко



определить каждую из этих концепций. Мы могли бы даже рассмотреть решение о том, следует ли включать работу всей сессии или только основную часть (будь то тренировка или матч), так как в матчах продолжительность разминки, около 30 минут (Towlson, Midgley и Lovell, 2013), как правило, превышает продолжительность разминки тренировок, и если умножить его на значение интенсивности игрока после сессии, то нагрузка матча будет переоценена (Comyns и Flanagan, 2013). Одним из возможных решений является мониторинг, с одной стороны, задачи до и после главной части; и, с другой стороны, той, которая проводилась в главной части, тем самым получая нагрузку сессии, которая будет сводкой различных частей сессии. Недостатком этого является то, что, с одной стороны, спортсмены должны быть опрошены о каждой из частей в конце тренировки, или, с другой стороны, после завершения каждой из частей, не зная в настоящее время надежность и действительность этой процедуры.

Кроме этого, Comyns и Flanagan (2013) отмечают, что, если желается выполнять производные расчеты, такие как монотонность и усталость тренировки должны, то нетренировочные дни должны контролироваться как сессии нагрузки 0 и, следовательно, должны учитываться для того, чтобы получить значения монотонности и усталости, так как их исключение вызовет слишком высокие значения монотонности. Показатель монотонности получается через деление между средней ежедневной нагрузкой (одной недели) и стандартным отклонением этого измерения, так что, если неделя имеет чередование уровней нагрузки, ее отклонение будет больше одной недели, в которой все сессии имели бы аналогичное значения нагрузки, что повлияет на расчет монотонности, где, в первом случае, полученное значение будет меньше, меньше монотонности. Усталость или *напряжение* получается путем умножения средней еженедельной нагрузки на среднюю монотонность, и поэтому высокие еженедельные нагрузки с высокими монотонными уровнями увеличат это значение усталости или *напряжения*.

В этот момент мы должны помнить, что одним из ограничений использования этой шкалы является ее низкая чувствительность к выявлению небольших изменений интенсивности упражнений, особенно в краткосрочных и прерывистых гонках. Scott *и др.* (2013) обнаружили вариации около 30% в коротких прерывистых гонках, повышая надежность, когда прерывистые гонки увеличились в интенсивности, в то время как в игровых ситуациях (Rampinini *и др.*, 2007), значения надежности являются аналогичными показанным значениям в этих задачах. Еще одно ограничение использования этой шкалы относится к тому факту, что в тех случаях, когда выполненное действие имеет высокий процент времени в низких зонах ЧСС, нагрузка, полученная с помощью метода сессии-СВН, кажется что превышает тренировочную нагрузку по сравнению с объективными показателями нагрузки, полученными в ходе мониторинга ЧСС; в то время как, когда тренировка имеет большой высокоинтенсивный компонент, происходит противоположное, и нагрузка, полученная с помощью метода сессии-СВН, недооценивает нагрузку (Borresen и Lambert, 2008).

Наконец, желательно отслеживать достоверность данных, полученных командой, и поэтому рекомендуется проводить регулярные проверки путем изучения взаимосвязи между пунктуацией СВН в аналогичных условиях. Кроме Этого, может быть интересно делать триангуляцию значений СВН с другими переменными (внешней и внутренней



нагрузки) для достижения различных целей, например: а) проверить, если игроки "правы" в их восприятии по сравнению с другими зарегистрированными переменными (СВН по сравнению с % времени выше 90% ЧСС или пройденных метров за минуту), принимая во внимание тип физического профиля команды или определенные демаркации; б) оценить в какой степени накопление сессий в один и тот же день или неделю влияет на более высокое или более низкое значение корреляции между переменными; или, в) предвидеть возможное существование отсутствия стимула или перетренировки у некоторых игроков, которые по-разному реагируют на, по-видимому, те же внешние стимулы.

Подводя итог, независимо от каких-либо решений, принятых по критериям регистрации и оценки нагрузки игроков и команды, они должны быть последовательными на протяжении всего сезона, то есть соблюдать установленные критерии. Это приведет к стабильности (качеству) собранных данных, и поэтому продольный анализ будет осуществимым, при этом позволяя выполнять сравнительные исследования между неделями, мезо циклами или другими периодами времени. Также, по возможности целесообразно противопоставлять значения, данные игроками с более объективными мониторингами (ЧСС, акселерометры, GPS устройства, наблюдения), которые служат в качестве *обратной связи* о реальной нагрузке, вынесенной игроками для того, чтобы точно настроить их количественную оценку.

В заключении, метод количественной оценки нагрузки, полученный с помощью СВН, является простым для использования, надежным, недорогим и коррелирует с объективными физиологическими показателями, связанными с интенсивностью тренировок и товарищеских матчей, даже в прерывистых видах спорта. Требуется дополнительная информация о возможности проведения оценок различных аспектов нагрузки, выдержанной спортсменами, как задачи, которые оказывают больше влияния на сердечно-сосудистый фактор и/или нервно-мышечный фактор (Los Arcos *и др.*, 2014), что, вероятно, даст более четкую или более точную информацию о требованиях, предъявляемых к игрокам, поскольку обе меры не полностью связаны в играх неполными составами. И наконец, следует принимать во внимание некоторые аспекты, связанные с этим методом измерения. Во-первых, этот метод не может быть достаточно чувствительным для обнаружения небольших изменений в интенсивности упражнений (Scott *и др.*, 2013) и, с другой стороны, кажется, что, когда выполненная задача имеет высокий процент времени в низких зонах ЧСС, нагрузка, полученная с помощью метода сессии-СВН может переоценить тренировочную нагрузку, в то время как, когда тренировка имеет большой компонент высокой интенсивности, происходит противоположное, СВН недооценивает нагрузку (Borresen и Lambert, 2008).

Концентрация лактата

Интенсивность упражнений также может быть выражена на основе концентрации лактата в крови (Mujika, 2006), измеренной с помощью различных моделей портативных анализаторов, которые дали возможность оценить этот параметр в полевых условиях (Swart и Jennings, 2004). Несмотря на это, анализ лактата является сложным явлением, так как ряд факторов, таких как показатель ошибок портативных анализаторов,



истощение гликогена, тип физических упражнений, температура окружающей среды, повреждение мышц или состояние перетренированности, могут изменить результаты и помешать их интерпретации (Swart и Jennings, 2004).

В футболе, концентрация лактата в крови в качестве конечного продукта анаэробного гликолиза (Hill-Haas *и др.*, 2011) широко используется в качестве индикатора интенсивности упражнений во время соревнований или товарищеских матчей (Krustrup *и др.*, 2006), предполагая, что это значение, которое представляет собой общее накопление лактата в крови, производимого во время конкретных футбольных упражнений (Krustrup *и др.*, 2006). Однако это измерение является плохим показателем концентрации мышечного лактата во время футбольных матчей (Krustrup *и др.*, 2006) и, кроме того, полученные значения тесно связаны с выполненной задачей за 5 минут до извлечения крови (Stølen, Chamari, Castagna и Wisløff, *и др.* 2005).

В связи с этим вопросом, различные исследования использовали этот физиологический показатель для количественной оценки внутренней нагрузки во время различных игр сокращенными составами. Таким образом, Hill-Haas *и др.* (2008) проанализировали воспроизводимость различных форматов игр сокращенными составами (2 против 2 и 4 против 4) с различным тренировочным режимом (непрерывным и прерывистым), оценивая, среди прочих параметров, концентрацию лактата крови, сделав вывод, что воспроизводимость этого параметра внутри и между сессиями, возможно, была низкой, потому, что ее значения сильно зависели от интенсивности упражнения до извлечения крови. По этой же линии, эти авторы рассмотрели изменчивость физических, физиологических и перцептивных реакций в различных играх неполными составами (2 против 2, 4 против 4 и 6 против 6), применяемых в различных форматах (прерывистых и непрерывных). Среди изученных физиологических измерений они проанализировали концентрацию лактата в крови. Результаты показали, что, за исключением концентрации лактата, изменение формата игр неполными составами не меняет надежность острой физиологической или перцептивной реакции. Наибольшая изменчивость концентраций лактата может быть обусловлена изменчивостью измерений или стоическим характером игр неполными составами (Casamichana, Castellano, Blanco- Villaseñor и Usabiaga, 2012).

Поэтому кажется, что знание значений лактата не дает точной и непосредственной информации о воздействии рабочей нагрузки (Fernández- Castanys, Chiroso, L. J., y Chiroso, I., 2002), из-за медленной кинетики его клиренса, как в его обнаружении и в клиренсе (McLellan, 1985), что делает его несовместимым с динамическим характером тренировки (Fernández-Castanys *и др.*, 2002). Все эти данные ограничивают использование этого параметра в качестве индикатора внутренней тренировочной нагрузки во время игр неполными составами (Impellizzeri *и др.*, 2005), поскольку он не может быть репрезентативным интенсивности выполненных задач (Hill-Haas *и др.*, 2011).



Ссылки

Akenhead, R. & Nassis, G.P. (2016). Training Load and Player Monitoring in High Level Football: Current Practice and Perceptions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 11(5), 587-93. doi: 10.1123/ijsp.2015-0331.

Alexiou, H. & Coutts, A. J. (2008). A comparison of methods used for quantifying internal training load in women soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 3(3), 320–330.

Ali, A. & Farrally, M. (1991). Recording soccer players' heart rates during matches. *Journal of Sports Sciences*, 9(2), 183-189.

Anderson, H., Randers, M. B., Heiner-Moller, A., Krstrup, P., & Mohr, M. (2010). Elite female soccer players perform more high-intensity running when playing in international games compared with domestic league games. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 912-919.

Bangsbo, J. (1997). *Entrenamiento de la condición física en el fútbol*. Barcelona: Paidotribo.

Banister, E. W. (1991). Modeling elite athletic performance. In H. Green, J. McDougal, and H. Wenger (Eds.), *Physiological Testing of Elite Athletes, Champaign: Human Kinetics*, 403–424.

Borg, G. A. (1982). Psychophysical bases of perceived exertion. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 14(5), 377-381.

Borresen, J., & Lambert, M. (2008). Quantifying training load: a comparison of subjective and objective methods. *International Journal of Sports and Performance*, 3(1), 16-30.

Bouchard, C., & Rankinen, T. (2001). Individual differences in response to regular physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 33(6), 446-451.

Brink, M. S., Frenchen, W. G. P., Jordet, G., y Lemmink, K. A. (2014). “Coaches” and “players” perceptions of training dose; not a perfect match. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, Ahead of print.

Buchheit, M. (2014). Monitoring training status with HR measures: do all roads lead to Rome? *Frontiers in Physiology*, 27, doi: 10.3389/fphys.2014.00073

Campos-Vázquez, M. A., Méndez-Villanueva, A., González- Jurado, J. A., León-Prados, J. A., Santalla, A., & Suarez-Arrones, L. (2014). Relationships between RPE- and HR-derived measures of internal training load in professional soccer players: a comparison of on-field integrated training sessions. *International Journal of Sports Physiology and Performance*.



Cardinale, M., & Varley, M.C. (2017). Wearable Training-Monitoring Technology: Applications, Challenges, and Opportunities. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 12(2), S255-S262. doi: 10.1123/ijsp.2016-0423.

Casamichana, D., Castellano, J., & Dellal, A. (2013). Influence of different training regimes on physical and physiological demands during small-sided soccer games: continuous vs. Intermittent format. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27(3), 690–697.

Casamichana, D., Castellano, J., Blanco-Villaseñor, A. y Usabiaga, O. (2012). Estudio de la percepción subjetiva del esfuerzo en tareas de entrenamiento en fútbol a través de la teoría de la TG. *Revista de Psicología del Deporte*, 21(1), 35-40.

Casamichana, D., y Castellano, J. (2013). Utilidad de la escala de percepción subjetiva del esfuerzo Para cuantificar la carga de entrenamiento en fútbol. *Revista de Preparación Física en el Fútbol*, 8, 53-70.

Castellano, J., & Casamichana, D., (2013). Differences in the number of accelerations between small-Sided games and friendly matches in soccer. *Journal of sports science and medicine*, 12(1), 209-210.

Comyns, T., & Flanagan, E.P. (2013). Applications of the session rating of perceived exertion system in professional rugby union. *Strength and Conditioning Journal*, 35(6), 78-85.

Costa, E. C., Vieira, C. M., Moreira, A., Ugrinowitsch, C., Castagna, C., y Aoki, M.S. (2013). Monitoring external and internal loads of brazilian soccer referees during official matches. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12(3), 559- 64.

Coutts, A., Rampinini, E., Marcora, S., Castagna, C., e Impellizzeri, F. (2009). Heart rate and blood lactate correlates of perceived exertion during small-sided soccer games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 79-84.

Dellal, A., Da Silva, C. D., Hill-Haas, S., Wong, D. P., Natali, A. J., De Lima, J. R. P., Marins, J. C. B., Garcia, E. S., & Chamari, K. (2012). Heart rate monitoring in soccer: interest and limits during competitive match play and training, practical application. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(8), 2890- 2906.

Edwards, S. (1993). High performance training and racing. In S. Edwards (Ed.), *The heart rate monitor book* (pp. 113 – 123). Sacramento, CA: Feet Fleet Press.

Eniseler, N. (2005). Heart rate and blood lactate concentrations as predictors of physiological load on elite soccer players during various soccer training activities. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(4), 799-804.

Fernández-Castanys, B. Chiroso, L. J., y Chiroso, I. (2002). Validez del uso de la RPE en el control de la intensidad de entrenamiento en balonmano. *Archivos de Medicina del Deporte*, 19(91), 377-383.



Foster, C. (1998). Monitoring training in athletes with reference to overtraining syndrome. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 30(7), 1164-1168.

Foster, C., Daines, E., Hector, L., Snyder, A. C. y Welsh, R. (1996). Athletic performance in relation to training load. *Wisconsin Medical Journal*, 95(6), 370-374.

Foster, C., Florhaug, J. A., Franklin, J., Gottschal, L., Hrovatin, L. A., Parker, S., Doleshal, P. y Dodge, C. (2001). A new approach to monitoring exercise training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(1), 109-115.

Foster, C., Hector, J. L., Welsh, R., Schragger, M., Green, M. A. y Snyder, A. C. (1995). Effects of specific versus cross-training on running performance, *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 70(4), 367-372.

Gamble, P. (2004). A skill-based conditioning games approach to metabolic conditioning for elite rugby football players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 18(3), 491-497.

Gathercole, R., Sporer, B., Stellingwerff, T., & Sleivert G. (2015). Alternative countermovement-jump analysis to quantify acute neuromuscular fatigue. *International Journal Sports Physiology Performance*, 10(1), 84-92.

Gómez-Díaz, A.J., Pallarés, J.G., Díaz, A. y Bradley, P.S. (2013). Cuantificación de la carga física y psicológica en fútbol profesional: diferencias según el nivel competitivo y efectos sobre el resultado en competición oficial. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(2), 463-469.

Haddad, M., Chaouachi, A., Wong del, P., Castagna, C., Hambli, M., Hue, O., y Chamari, K. (2013). Influence of fatigue, stress, muscle soreness and sleep on perceived exertion during submaximal effort. *Physiol Behav*, 2, 119, 185-189.

Hill-Haas, S., Coutts, A., Rowsell, G., & Dawson, B. (2008). Variability of acute physiological responses and performance profiles of youth soccer players in small-sided games. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 11(5), 487-490.

Hill-Haas, S., Dawson, B., Impellizzeri, F. M., & Coutts, A. (2011). Physiology of small sided games training in football. *A systematic review. Sports Medicine* 41(3), 199-200.

Impellizzeri, F. M, Rampinini, E., Coutts, A., Sassi, A., & Marcora, S. M. (2004). Use of RPE-Based Training Load in Soccer. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 36(6), 1042-1047.

Kelly, V. G., & Coutts, A. J. (2007). Planning and monitoring training loads during the competition phase in team sports. *Strength and Conditioning Journal*, 29(4), 32-37.

Killen, N. M., Gabbett, T. J., & Jenkins, D. G. (2010). Training loads and incidence of injury during the preseason in professional rugby league players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(8), 2079-84.



Krustrup, P., Mohr, M., Steensberg, A., Bencke, J., Kjaer, M., & Bangsbo, J. (2006). Muscle and Blood Metabolites during a Soccer Game: Implications for Sprint Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(6), 1165-1174.

Los Arcos, A. (2014). *Control y evaluación de la carga de entrenamiento para la preparación física de jóvenes futbolistas profesionales*. Vitoria: Universidad del País Vasco.

Los Arcos, A., Martínez-Santos, R., Yanci, J., Martín, J., y Castagna, C. (2013). Variability of objective and subjective intensities during ball drills in youth soccer players. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub ahead of print.

Lucia, A., Hoyos, J., Santalla, A., Earnest, C., & Chicharro, J. L. (2003). Tour de France versus Vuelta a Espana: which is harder? *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35, 872–878.

Manzi, V., Bovenzi, A., Franco Impellizzeri, M., Carminati, I., & Castagna, C. (2013). Individual training-load and aerobic-fitness variables in premiership soccer players during the precompetitive season. *Journal Strength and Conditioning Research*, 27, 631– 636.

McLellan, T. M. (1985). Ventilatory and plasma lactate response with different exercise protocols: a comparison of methods. *International Journal of Sports Medicine*, 6, 30-5.

Mujika, I. (2006). Métodos de cuantificación de las cargas de entrenamiento y competición. *Kronos: La Revista Científica de Actividad Física y Deporte*, 10(5), 1-10.

Rabelo, F.N, Pasquarelli, B.N, Gonçalves, B, Matzenbacher, F, Campos, F. A., Sampaio, J, & Nakamura, F. Y. (2015). Monitoring the intended and perceived training load of a professional futsal team over 45 weeks: a case study. *Journal of Strength and Conditioning Research*, jul 11. Epub ahead of print.

Rampinini, E., Coutts, A., Castagna, C., Sassi, R., & Impellizzeri, F. M. (2007). Variation in top level soccer match performance. *International Journal of Sports Medicine*, 28(12), 1018-1024.

Rodríguez-Marroyo, J. A., Medina, J., García-López, J., García-Tormo, J. V., y Foster, C. (2013). Correspondence between training load executed by volleyball players and the one observed by coaches. *Journal of Strength and Conditioning Research*, Epub ahead of print.

Scott, T.J., Black, C., Quinn, J., & Coutts, A. (2013a). Validity and reliability of the session RPE method for quantifying training in Australian Football: A comparison of the CR10 and CR100 scales. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 27, 270-276.

Scott, B. R., Lockie, R. G., Knight, T. J., Clark, A. C., & Jance de Jorge, X. A. (2013b). A comparison of methods to quantify the inseason training load of professional soccer players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 8, 195-202.

Singh, F., Foster, C., Tod, D., & McGuigan, M. R. (2007). Monitoring different types of resistance training using sesión rating of perceived exertion. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 2(1), 34–45.



- Stagno, K. M., Thatcher, R., & Van Someren, K. A.** (2007). A modified TRIMP to quantify the in-season training load of team sport players. *Journal of Sports Sciences*, 25(6), 629-634.
- Stølen, T., Chamari, K., Castagna, C., & Wisløff, U.** (2005). Physiology of Soccer: An update. *Sports Medicine*, 35(6), 501-36.
- Swart, J., & Jennings, C. L.** (2004). Use of blood lactate concentration as a marker of training status: review article. *South African Journal of Sports Medicine*, 16(3), 1-5.
- Tenenbaum, G., & Hutchinson, J. C.** (2007). A social cognitive perspective of perceived sustained effort. En G. Tenenbaum y R. C. Eklund (Eds.) *Handbook of sport psychology*, (3rd Edition, pp. 560-577). New York: Wiley.
- Thorpe, R. T., Strudwick, A. J., Buchheit, M., Atkinson, G., Drust, B., & Gregson, W.** (2015). Monitoring Fatigue During the In- Season Competitive Phase in Elite Soccer Players. *International Journal of Sports Physiology and Performance*, 10(8), 958-64.
- Towlson, C., Midgley, A. W., y Lovell, R.** (2013). Warm-up strategies of professional soccer players: practitioners' perspectives. *Journal of Sports Sciences*, 31(13), 1393-1401.
- Uchida, M. C., Teixeira, L. F. M., Godoi, V. J., Marchetti, P. H., Conte, M., Coutts, A. J., & Bacurau, R. F. P.** (2014). Does The Timing of Measurement Alter Session-RPE in Boxers? *Journal of Sports Science and Medicine*, 13.

