ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРОВ ПОЛЯ ВО ВРЕМЯ ИГР НА ПОЛЯХ РАЗНОГО РАЗМЕРА С НЕБОЛЬШИМ КОЛИЧЕСТВОМ ИГРОКОВ НА ДОСТИЖЕНИЕ СООТВЕТСТВУЮЩИХ ФИЗИЧЕСКИХ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ТРЕБОВАНИЙ К ЮНЫМ ФУТБОЛИСТАМ

Alfonso Castillo-Rodríguez [1,*] , Álvaro Durán-Salas [1], Jesús Vicente Giménez [1,*], Wanesa Onetti-Onetti [2] and Luis Suárez-Arrones [3]

[1] Department of Physical Education and Sports, University of Granada, 18011 Granada, Spain

[2] Facultad de Educación, Universidad Internacional de la Rioja, 26006 Logroño, Spain

[3] Department of Sports and Computer, University of Pablo de Olavide, 41013 Seville, Spain

* Correspondence: acastillo@ugr.es (A.C.-R.); jvgimenez@ugr.es (J.V.G.); Tel.: +34-958-24-4377 (A.C.-R.)

Краткий обзор: Цели этого исследования состояли в том, чтобы (i) проанализировать физические и физиологические реакции участников соревнований в четырех матчах и (ii) исследовать взаимосвязи между тремя различными размерами поля в игре на полях разных размеров (SSG) у юных футболистов. Пятнадцать футболистов мужского пола U19 (возраст 17,3 ± 0,5 года, рост 175,7 ± 5,6 см, вес 68,5 ± 8,6 кг, игровой стаж 7,8 ± 1,4 года) были случайным образом распределены по трем игровым площадкам: малая площадка (SSG-s площадь на каждого игрока, включая вратаря 50 м^2), средняя (SSG-m, 150 м^2) и большая (SSG-l, 250 м^2). Во время 4-недельного вмешательства обе группы выполнили три подхода по 8 минут с периодом пассивного отдыха в 5 минут между играми. Различия в характеристиках перемещения игроков во времени были измерены с помощью Глобальной системы позиционирования и оценены с использованием ANOVA с повторными измерениями для сравнения трех игровых условий и вывода на основе величины для оценки эффектов попарного сравнения. Результаты показали, что только переменная пройденная дистанция в пределах 7,0–12,9 км/ч статистически значимо не различалась в зависимости от условий игры ($p < 0,05$; $h = 0,21$; небольшой) , а физиологическая реакция (т. е. скорости слышимости затраченного игрового времени 85 –89% ЧССмакс) показала различия ($p < 0,05$; $h = 0,25$; небольшие). Ответы в SSG-m и SSG-l установили, что их размеры идеально подходят для воспроизведения физических реакций во время

матча. Эти результаты могут предоставить тренерам соответствующую информацию для использования поля адекватного размера (площади 150 м^2 и 250 м^2) для реализации сценариев матчевой игры, встречающихся в игровых соревнованиях.

Ключевые слова: футбол; двусторонние игры; соревнование; физические реакции; физиологические реакции организма; GPS-устройства

1. ВВЕДЕНИЕ

Футбол — это командный вид спорта с высокоинтенсивными периодическими действиями, где результативность зависит от различных технических, тактических, биомеханических, психологических и физиологических факторов [1-3]. В предыдущем исследовании были проанализированы аспекты методологии тренировок [4] с целью понимания тренировочного процесса применительно к соревнованиям [5], где игры на полях разного размера (SSG) являются методом, широко используемым в футбольных тренировках на всех уровнях и возрастах, от элитных команд до детей. SSG одновременно позволяют улучшить физические и физиологические показатели наряду с техническими и тактическими аспектами, используя меньшее количество игроков (по сравнению 11 x 11) на поле меньшего размера [6,7]. SSG обычно используются тренерами на протяжении микроцикла (недельное планирование) [8] с различными условными и технико–тактическими целями [9].

Технологические достижения последних лет позволили отслеживать беговую активность игрока во время тренировок и соревнований с помощью технологии глобальной системы позиционирования (GPS). Внешние (т.е. общее пройденное расстояние) и внутренние нагрузки (такие как частота сердечных сокращений [ЧСС]) регистрируются надежными и действительными устройствами и, следовательно, могут быть использованы для улучшения количественной оценки и планирования тренировок [10]. На этих занятиях тренеры планировали тренировочные задания, изменяя аспекты игры (размер поля и игровая зона) [11-13], количество задействованных игроков, формат поля, тактические/технические инструкции, ограничения касаний мяча или тип тренировки (например, непрерывная, прерывистая, соотношение работы и отдыха) [9,14,15], наличие запасных мячей, присутствие вратарей, поощрение тренера [16] и, в частности,

правила. Все эти факторы могут существенно влиять на физиологические [17] и физические [18] реакции игроков.

В настоящее время во время SSG размеры футбольного поля стали предметом исследовательского интереса. Предыдущие исследования были направлены на сравнение острых требований к размеру поля [19,20], основанных на индивидуальной площади для каждого игрока (приложение) [21-23], а также на влиянии соотношения длины к ширине. Предыдущие исследования показали, что SSG при малом размере поля (на основе индивидуального приложения) индуцирует более высокую частоту сердечных сокращений и концентрацию лактата в крови [24] по сравнению с большим размером поля, поскольку поля меньшего размера требуют большего количества ускорений, торможений и изменений направления [25], в дополнение к большему количеству технических и тактические действий. Однако, поля больших размеров могли бы обеспечить более высокие общие расстояния, расстояние на высокой скорости, среди всего прочего [25].

Насколько известно авторам, физические и физиологические реакции на полях различных размеров (SSG-s), средних (SSG-m) и больших (SSG-l), индивидуальная игровая площадь (ApP) 50 м2, 150 м^2, 250 м^2, соответственно, включая вратаря с таким же количеством игроков, и их сравнение с официальными играми не были глубоко исследованы, хотя влияние размера поля было проверено и изучено у футболистов-любителей и профессионалов [26]. Используя соревнования в качестве ориентира для того, чтобы предписать футбольные упражнения для юных игроков, наша гипотеза состоит в том, чтобы считать SSG-l наиболее подходящими упражнениями для имитации требований соревнований у футболистов подросткового возраста. Эта информация может быть полезна тренерам для развития технических и тактических способностей игроков со схожими физическими и физиологическими требованиями к соревнованиям [27]. Таким образом, целью данного исследования было оценить влияние различных размеров поля (SSG-s, SSG-m и SSG-l) с размерами, пропорциональными тем, которые используются на соревнованиях, на физические и физиологические реакции юных футболистов мужского пола и сравнить их с таковыми, полученными во время официальных игр.

2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

2.1. Испытуемые

Пятнадцать футболистов U19 добровольно приняли участие в этом исследовании (возраст 17,3 ± 0,5 года, рост 175,7 ± 5,6 см, вес 68,5 ± 8,6 кг). Все набранные игроки были членами одной команды, выступавшей на уровне региональной лиги на юге Испании, со средним опытом игры в футбол 8,4 (±2,1) года. У них было в среднем 5,9 (±3,5) сезонов опыта выступлений на высоком соревновательном уровне. Кроме того, они тренировались в среднем по 8,2 (±1,7) часов в неделю 5 дней в неделю (не включая день соревнований). Все игроки (или наставник для игроков младше 18 лет) были тщательно проинформированы о процедурах эксперимента и о потенциальном риске и преимуществах, связанных с участием в исследовании, и подписали документ об информированном согласии, прежде чем быть включенными в исследование. Это исследование было одобрено Комитетом по этике Университета Гранады (номер 471/CEIH/2018) и проводилось в соответствии с руководящими принципами, изложенными в Хельсинкской декларации (2013 Declaration of Helsinki). Критериями включения были участие в соревнованиях в течение последних четырех лет и возможность посещать регулярные тренировки. Эти критерии были разработаны для того, чтобы участники обладали достаточным опытом и обеспечивали его однородность.

2.2. Экспериментальный порядок действий

Для изучения внутренних и внешних нагрузок юных футболистов во время SSG и соревновательных матчей с использованием технологии GPS и ответа ЧСС был использован метод наблюдений. Исследование проводилось в течение 5 недель с Декабря по Январь соревновательного сезона 2017-2018. В общей сложности было зарегистрировано четыре тренировки (по одной в неделю) и четыре официальных матча. Перед этими оценочными неделями две тренировки (в первую неделю) были посвящены ознакомлению игроков с устройствами GPS и упражнениями для на полях разного размера. В этом исследовании авторы посчитали, что оцениваемые упражнения эквивалентны терминам SSG. Эти упражнения имели характеристики, аналогичные тем, которые были обнаружены в процессе оценки (тренировочные упражнения были аналогичны тем, которые выполнялись в

течение 4 недель оценки (они содержали задания из SSG-s, SSG-m и SSG-l)). Оценка тренировочных занятий и соревновательных матчей проводилась в одно и то же время, им предшествовала стандартная 15-минутная разминка. Все SSG, выполненные во время одной и той же сессии, были сыграны одним и тем же составом игроков в каждой команде, и игроки с разными игровыми позициями и ролями объединили команды. Во время каждой тренировки разыгрывались три упражнения, соответствующие трем ситуациям SSG-s, т.е. SSGs, SSG-m и SSG-l. Тренировки длились 8 минут с 5-минутным пассивным перерывом между упражнениями, аналогично протоколу, установленному Casamichana и Castellano [25]. Порядок выполнения различных тренировок менялся от занятия к занятию, чтобы гарантировать отсутствие влияния усталости. В перерывах между соревнованиями разрешалось пить воду. Во время оценки каждый из четырех игроков носил устройства GPS. Одни и те же данные были собраны для всех игровых позиций: внешних защитников (ED), внутренних защитников (ID), внешних полузащитников (EM), внутренних полузащитников (IM) и нападающих (FO) [28].

Чтобы избежать любого потенциального дисбаланса среди участвующих игроков, при создании этого исследования были приняты во внимание определенные индивидуальные и коллективные аспекты: технико-тактический уровень, участие в матчевых соревнованиях и игровая позиция. Следуя процедуре, использованной в предыдущем исследовании [25], технико-тактический уровень игрока был установлен в соответствии с субъективной оценкой тренера, который оценил игрока от 1 (самый низкий уровень) до 5 (самый высокий уровень). Количество минут, сыгранных в матчах соревнований (до их включения в исследование), также использовалось для классификации игроков. Регистрировалась обычная игровая позиция участников (ED, ID, EM, IM и FO) [28]. Наконец, были созданы две сопоставимые команды с точки зрения субъективности тренера, количества сыгранных минут и игровой позиции [29].

2.3. Индивидуальная игровая площадь (ApP)

Все матчи SSG проводились на открытом воздухе, на футбольном поле с искусственной травой. Технико-тактический характер SSG всегда был схож с соревновательным матчем. Это были матчи на небольших площадках, но с одинаковыми правилами игры. Во время каждого SSG две команды соперников,

состоящие из игроков 5 x 5 и вратарей, встречались друг с другом. Размер поля был переменным, но соотношение размеров (длина/ширина) сохранялись. Эти расчеты проводились с помощью уравнений второй степени. У SSG-l была та же ApP, что и во время домашних матчей, однако основное отличие заключается в том, что в официальных матчах (11 x 11) они играли на 102 x 54 м, а в SSG-l (5 x 5) - на 75 x 40 м. Для других используемых форматов (SSG-MSSG-m и SSG-s) индивидуальная игровая площадь была уменьшена на ~100 м^2 и ~200 м^2 соответственно [25]. При расчете приложения учитывались вратари. Характеристики SSG приведены в таблице 1.

Таблица 1. Установлены характеристики трех форматов игр на полях разных размеров (SSG-l = большой, SSG-m = средний, SSG-s = маленький) и официальных матчей.

Переменные	**Официальные матчи**	**Размеры полей для игр**		
		SSG-l	**SSG-m**	**SSG-s**
Продолжительность	2 x 40 min	8 min	8 min	8 min
Размер поля	102 x 54 m	75.3 x 39.9	58.4 x 30.9 m	33.8 x 17.9 m
Игровая зона	5508 m^2	3004.5 m^2	1804.6 m^2	605 m^2
Соотношение тех.сетки (Grid ratio)	1.9:1	1.9:1	1.9:1	1.9:1
Доля на одного игрока	250.4 m^2	250.4 m^2	150.4 m^2	50.4 m^2
Голкиперы	Да	Да	Да	Да
Правила	Правила = футбол 11		Правила = футбол 11	
Тренер отдает приказы	Да	Да	Да	Да
Доступность мячей		Да	Да	Да

2.4. Интенсивность упражнений

Интенсивность физических упражнений определялась количественно путем мониторинга ЧСС с помощью устройств Polar S610i (Polar Electro OY, Финляндия) во время тренировок SSG и игр. Были установлены четыре зоны интенсивности упражнений в соответствии с индивидуальным ЧССмакс (HRmax) (<75% HRmax, 75-84% HRmax, 85-89% HRmax, >90% HRmax) [30]. Максимальное значение ЧСС игроков было получено в ходе дополнительного полевого теста (наивысшее среднее значение за 5 секунд, зафиксированное во время теста) [31]. Кроме того, был зафиксирован процент времени, которое игроки провели в каждой зоне интенсивности во время SSG. Анализируемыми переменными были минимальная

ЧСС (HR min), средняя ЧСС (HR mean) и максимальная ЧССмакс (HRmax) для каждого SSG.

2.5. Анализ требований к бегу

Скорость и пройденное расстояние измерялись с использованием технологии GPS (SPI-PRO, GPSports, Canberra,, Австралия) с помощью программного обеспечения Team AMS 1.2. Эти GPS-устройства работают на частоте 5 Гц. Их надежность была ранее протестирована [32], результаты варьировались от 2% до 13% во время спринта с занижением на 4% для этих дистанций. GPS регистрировал общее расстояние (TD) и дистанции, пройденные с разной скоростью во время SSG и официальных игр. Действия игроков были классифицированы по 5 категориям и пороговым значениям скорости [29]: ходьба (0,1-6,9 км/ч), бег низкой интенсивности (7,0-12,9 км/ч), бег средней интенсивности (13,0-17,9 км/ч), высокоинтенсивный бег (18,0-20,9 км/ч) и спринтерский бег (>21,0 км/ч). Среднее число спутников, зарегистрированных во время SSG, составило 8 ± 1.

2.6. Статистический анализ

Данные приведены в виде средних значений и стандартных отклонений с доверительным интервалом 95%. Тест Levene (Levene test) был проведен для оценки однородности дисперсии, и был проведен односторонний анализ ANOVA для определения различий в зависимых переменных (физических и физиологических реакциях), а независимой переменной был размер поля (с тремя различными размерами), соответствующий SSG (SSG-s, SSG-m и SSG-l). Значения eta в квадрате были рассчитаны для оценки величины эффекта ANOVA. Впоследствии, если данные удовлетворяли требованиям гомоскедастичности, проводилась коррекция Bonferroni для проведения сравнений между парами; если нет, проводился тест Games-Howell. Величины эффектов были рассчитаны для всех сравнений с использованием следующих критериев [33]: для тестов ANOVA эти значения (η^2) составили 0,10 для малых эффектов, 0,25 для умеренных эффектов и 0,40 для больших эффектов. Впоследствии был проведен линейный регрессионный анализ (пошаговый метод) между физиологическими реакциями и пройденным расстоянием в минуту. Использовалось статистическое программное обеспечение SPSS для Windows версии 23.0. Уровень значимости был установлен на уровне $p < 0,05$.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ

В таблице 2 показаны физиологические реакции игроков при различном размере поля SSG (SSG-s, SSG-m и SSG-l) и официальной игре (первый [H1] и второй таймы [H2]). Не было выявлено существенных различий между SSG-s и официальной игрой, за исключением времени, затраченного на игру в диапазоне 75-84% HRmax, где были обнаружены различия между SSG-l и H2 ($p < 0,05$). Время игры, затраченное в диапазоне 85-89% HRmax, было лучшей физиологической переменной, объясняющей расстояние, пройденное игроками за минуту (R^2: 19,2%; SEE: 17,311; $p < 0,0001$).

Таблица 2. Односторонний анализ физиологических реакций футболистов в разных группах SSG и соревновательном матче а. В последнем столбце показан коэффициент регрессии между расстоянием в минуту и физиологическими показателями.

	SSG-s (n = 15)	**SSG-m (n = 15)**	**SSG-l (n = 15)**	**H1 (n = 15)**	**H2 (n = 15)**	***F* (4,65)**	***p***	***П2***	**Effect Size Quality**	***R*² with TD/Min**
HRmin (%HRmax)	53 ± 6	54 ± 7	55 ± 7	48 ± 14	48 ± 16	1.497	0.215	0.15	Small	-
HRmean (%HRmax)	73 ± 7	78 ± 7	77 ± 8	75 ± 3	73 ± 5	1.627	0.179	0.16	Small	0.160 **
HRmax (%HRmax)	88 ± 8	90 ± 8	91 ± 8	96 ± 8	93 ± 9	1.782	0.144	0.16	Small	0.076 *
HR1	51 ± 33	31 ± 33	33 ± 31	43 ± 14	55 ± 18	1.786	0.144	0.16	Small	0.146 **
HR2	35 ± 24	33 ± 22	28 ± 18	40 ± 10	34 ± 13	0.566	0.689	0.09	Small	-
HR3	10 ± 14	22 ± 16	23 ± 14	11 ± 7	7±8[a]	4.294	0.004	0.25	Moderate	0.192 **
HR4	4±2	14±7	14±7	6±3	4±2	2.118	0.090	0.18	Small	0.167 **

[a] данные представлены в виде среднего значения ± стандартного отклонения (95% доверительный интервал). HR min: минимальная частота сердечных сокращений; HR mean: средняя частота сердечных сокращений; HRmax: максимальная частота сердечных сокращений. HR 1: % проведённое игровое время <75%HRmax; HR 2: % проведённое игровое время в диапазоне 75-84%HRmax; HR3: % проведённое игровое время 85-89%HRmax; HR4: % проведённое игровое время >90%HRmax. SSG-L: игра на поле большого размера; SSG-m: игра на поле среднего размера; SSG-s: игра на поле

малого размера; H1: Первый тайм; H2: Второй тайм. a: Существенная разница по сравнению с H1. Коэффициенты линейной регрессии (R^2): * p < 0,05; ** p < 0,01.

Таблица 3. Односторонний дисперсионный анализ физических реакций футболистов в различных SSG и соревновательных матчах.

	SSG-s (n = 15)	**SSG-m (n = 15)**	**SSG-l (n = 15)**	**H1 (n = 15)**	**H2 (n = 15)**	***F* (4,65)**	***p***	***n*²**	**Effect Size Quality**
TD/min (m/min)	82 ± 12 [all]	113 ± 13 [a,e]	119 ± 17 [a,d,e]	103± 11 [a,c]	98 ± 8 [a,b,c]	20.237	0.000	0.49	Large
Vmax (km/h)	18 ± 2[all]	24 ± 3 [a,d]	26 ± 4 [a]	29 ± 4 [a,b]	28 ± 5 [a]	21.467	0.000	0.50	Large
TD (m)	653 ± 95 [d,e]	906 ± 101	953 ± 138	4255 ± 798	2839 ± 744 [all]	159.746	0.000	0.84	Large
Walking (m)	394 ± 26 [d,e]	354 ± 38 [d,e]	352 ± 53 [d,e]	1935 ± 339 [all]	1398 ± 461 [all]	131.523	0.000	0.82	Large
LIR (m)	204 ± 75 [d,e]	328 ± 87	343 ± 101	1339 ± 318	829 ± 158 [all]	111.892	0.000	0.80	Large
MIR (m)	50 ± 28 [all]	157 ± 45	169 ± 55	633 ± 186 [all]	383 ± 115 [all]	77.602	0.000	0.76	Large
HIR (m)	5 ± 9[d,e]	46 ± 26	43 ± 23	180± 86 [all]	110 ± 68 [all]	27.851	0.000	0.56	Large
Sprinting (m)	0.4 ± 1.5 [d,e]	24 ± 18	47 ± 46	168 ± 105	121 ± 104 [a,b,c]	15.892	0.000	0.44	Large
Walking (%)	62 ± 10 [all]	40 ± 8	3 8 ± 11	46 ± 5 [a]	49 ± 5 [a,c]	18.070	0.000	0.47	Large
LIR (%)	30 ± 7	36 ± 7	35 ± 7	31 ± 3	30 ± 5	2.924	0.028	0.21	Small
MIR (%)	7±3[all]	17±4[a]	17±4[a,e]	15 ± 2 [a]	13 ± 2 [a,c]	23.474	0.000	0.59	Large
HIR (%)	0.7 ± 1.2 [all]	4.7 ± 2.1 [a]	4.4±2[a]	4.2 ± 1.4[a]	3.7±1.7[a]	14.306	0.000	0.42	Large
Sprinting (%)	0.4 ± 0.2 [c,d,e]	2.6 ± 1.9	4.6 ± 4.3 [a]	4.0 ± 2.2 [a]	4.2 ± 3.9 [a]	6.285	0.000	0.30	Moderate

Данные приведены в виде среднего значения ± стандартного отклонения (95% доверительный интервал). TD: Общее расстояние, Vmax: максимальная скорость. Walking: расстояние, пройденное в пределах 0,1–6,9 км/ч; LIR: бег низкой интенсивности: расстояние, пройденное в пределах 7,0-12,9 км/ч; MIR: бег средней интенсивности: расстояние, пройденное в пределах 13-17,9км/ч; HIR: пройденная дистанция, бег высокой интенсивности между 18-20,9 км/ч; Спринт: пройденная дистанция >21 км/ч. SSG-SSG-l: игры на поле большого размера; : SSG-m (игры на полях среднего размера), SSG-s (игры на полях малого размера). H1: Первый тайм; H2: Второй тайм. a: Существенная разница по сравнению с SSG-s; b: Существенная разница по сравнению с SSG-m; c: Существенная разница по сравнению с SSG-l; d: Существенная разница по сравнению с H1; e: Существенная разница по сравнению с H2; все: Существенная разница по сравнению со всеми ситуациями.

В таблице 3 и на рисунке 1 показаны схемы передвижения игроков во время различных форматов SSG (SSG-s, SSG-m и SSG-l) и официальных игр (H1 и H2). Абсолютное общее расстояние и дистанция, пройденная с разной скоростью в течение каждого тайма, были значительно выше по сравнению с SSG.

Относительное общее расстояние, пройденное во время SSG-l, было значительно выше по сравнению с SSG-s и официальным тестом Джеймса ($p < 0,01$). SSGs. Относительное общее расстояние, пройденное во время SSG-l, было значительно выше по сравнению с SSG и официальной игрой ($p < 0,01$). Относительное общее пройденное расстояние и максимальная скорость, достигнутая во время SSG, были значительно ниже по сравнению с SSG-m, SSG-l и официальными играми ($p < 0,01$). Максимальная скорость, достигнутая в первой половине игры, была значительно выше по сравнению с SSG-s и SSG-m ($p < 0,01$ соответственно), но без различий с SSG-l. Процент игрового времени бега с высокой интенсивностью и спринта в течение каждого тайма был достоверно выше только по сравнению с SSG-s ($p <0,01$), без различий по сравнению с SSG-m и SSG-l.

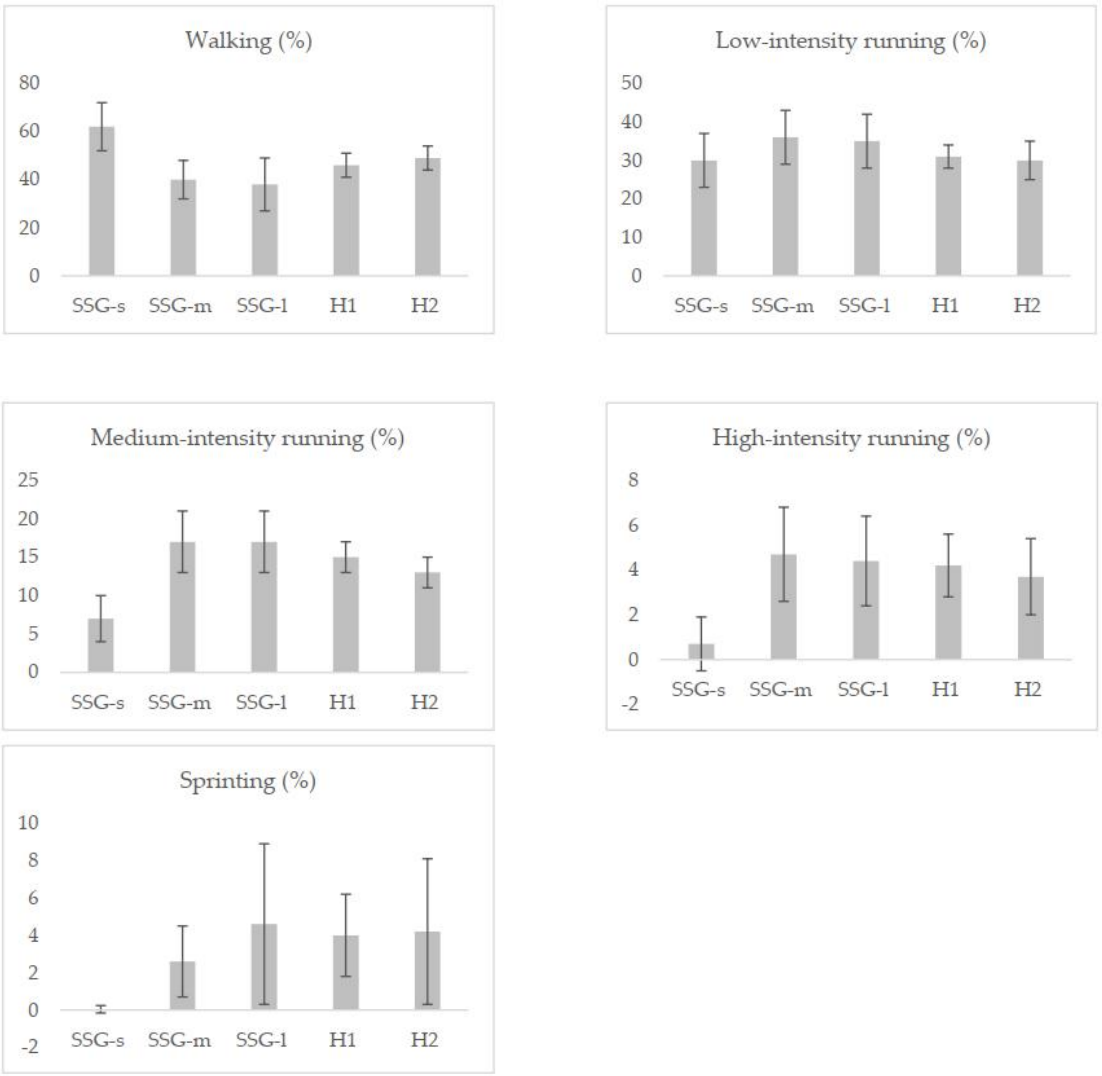

Рисунок 1. Дистанции, пройденные в 5 диапазонах скоростей в различных соревнованиях SSG и соревновательном матче. Ходьба: расстояние, пройденное в пределах 0,1–6,9 км/ч; Бег низкой

интенсивности: расстояние, пройденное в пределах 7,0-12,9 км/ч; Бег средней интенсивности: расстояние, пройденное в пределах 13-17,9 км/ч; Бег высокой интенсивности: расстояние, пройденное в пределах 18-20,9 км/ч; Спринт: пройденная дистанция >21 км/ч. SSG-l: игры на полях большого размера; SSG -m (игры на полях среднего размера), SSG -s (игры на полях малых размеров). H1: Первый тайм; H2: Второй тайм.

4. ОБСУЖДЕНИЕ

Цели этого исследования состояли в том, чтобы оценить влияние различного размера поля (SSG-s, SSG-m и SSG-l) на физические и физиологические реакции юных футболистов мужского пола и сравнить эти показатели с показателями, полученными во время официальных игр. Первоначальная гипотеза состояла в том, чтобы предположить, что SSG-l с аналогичными характеристиками и правилами соревнований может представлять аналогичную внешнюю и внутреннюю нагрузку по сравнению с официальными матчами. Результаты настоящего исследования показали различные схемы движения в рамках различных форматов размера поля. Результаты, полученные в этих SSG, могут быть перенесены и обсуждены в отношении требований в исследовании соревнований, поскольку они являются относительными данными, зависящими от времени игры. Однако, также была приведена информация об абсолютных значениях, чтобы читатели могли знать реальные значения требований как в SSG, так и в соревновании. Аналогичные физиологические реакции были также показаны в предыдущем исследовании, в котором сравнивались реакции ЧСС во время SSG и соревнований [11]. Наши результаты показали, что требования к бегу во время SSG-s были ниже по сравнению с SSG-m, SSG-l и официальными матчами, в то время как схемы передвижения относительно игрового времени между SSG-m и SSG-l были аналогичны соревновательным или даже наиболее требовательными по некоторым оцениваемым параметрам в случай SSG-l (т.е. относительное общее расстояние). Этот факт также имел место в предыдущем исследовании, в котором сравнивались SSG с 60 и 80 $м^2$ ApP, ясно показывая, что второй SSG предъявлял более высокие требования со стороны игроков и был ближе к соревнованиям [6]. В этом направлении предыдущие исследования показали, что физические и физиологические реакции, полученные во время форматов SSG-m и SSG-l, соответствовали тем, которые были получены во время соревновательных матчей [12,34]. Напротив, предыдущее исследование выявило схожую реакцию во всех контекстах [13]. Наши результаты показали, что SSG-l и SSG-m были

специфическими альтернативами выполнению общих упражнений для тренировки с реальными требованиями, основанными на соревновании. Кроме того, предыдущее исследование продемонстрировало, что семинедельный разминочный тренировочный период с использованием SSG улучшил производительность футболистов [30].

Предыдущие исследования показали, что SSG-m и SSG-l были упражнениями с более схожими требованиями к бегу по сравнению с соревнованиями [12,34,35]. Наиболее репрезентативной переменной общей интенсивности упражнений была пройденная дистанция в минуту (относительная пройденная дистанция) [25]. Наше исследование показало, что относительные пройденные расстояния составляют от 82 до 119 м/мин для SSG-s и SSG-l соответственно. Эти результаты были сопоставимы с результатами, показанными Casamicha и др. [[25], при этом относительные пройденные расстояния варьировались от 87 до 125 м/мин для SSG -s и SSG-l. В нашем случае SSG-m показал аналогичное относительное расстояние, преодолеваемое за минуту, по сравнению с официальными матчами (первый тайм), с более высокими относительными требованиями к бегу для SSG-l по сравнению с соревнованиями (119 и 103 м/мин соответственно).

Физиологические реакции, показанные на различных этапах настоящего исследования, были аналогичны предыдущим исследованиям [10,27,34] и без статистических различий по сравнению с официальными матчами. В связи с этим SSG, использованные в этом исследовании, были полезными упражнениями для повышения удельной выносливости у молодых футболистов мужского пола с HRmax от 88% для SSG-s до 91% для SSG-l. Предыдущие исследования показали аналогичные результаты с HRmax от 86-89% [25,34], 89-91% [11,36], и 91% [37]. Интенсивность тренировок на уровне анаэробного порога или немного выше него (85-90% HRmax), по-видимому, эффективна для улучшения аэробных показателей футболистов [36]. Кроме того, другие исследования продемонстрировали способность SSG улучшать физическое и физиологическое состояние после периода детренировки (периода отдыха после соревновательного сезона) [38]. Тренеры должны тщательно разрабатывать свои SSG тренировки, поскольку эти результаты показали, что различные форматы SSG влияют на внутренние и внешние нагрузки, испытываемые игроками. Исходя из этого, мы должны учитывать, что если мы хотим имитировать требования соревнований, то

физическая и физиологическая реакция во время SSG-s не является наиболее подходящей, а вот SSG-m и SSG-l. больше подходят к тренировкам приближённым к соревнованиям. В этом отношении предыдущее исследование уже описывало, что игроки высокого уровня не тренируются так, как они соревнуются, с большими различиями (и высокими величинами эффекта) в количественной оценке тренировочных и соревновательных нагрузок [39].

Одним из ограничений этого исследования был размер выборки, в основном из-за относительной недоступности для футболистов высокого уровня U19. Кроме того, наличие четырех портативных устройств затрудняло получение большего объема данных, в то время как количество дней оценки и анализируемых матчей увеличилось. Таким образом, собранные данные являются точными, хотя и не поддаются обобщению из-за ограниченного размера выборки. Несмотря на это ограничение, авторам данного исследования удалось собрать и обработать ряд данных, которые могут помочь тренерам планировать более эффективные тренировки, направленные на оптимальную подготовку к соревновательным матчам. С другой стороны, субъективное восприятие усилий могло бы быть оценено для того, чтобы сравнить или соотнести его с объективными переменными исследования, оцениваемыми с помощью устройств GPS. Кроме того, в свете результатов этого исследования необходимо побудить будущих исследователей проводить аналогичные исследования с использованием большего количества тренировочных сессий, чтобы более точно оценить коэффициент вариации физических и физиологических реакций в связи с соревнованиями. В качестве сильных сторон в исследовании было рассмотрено, что в SSG-s игроки выполняли более высокоинтенсивные упражнения (т.е. ускорения и торможения) и могли быть полезны для повышения нервно-мышечной адаптации во время тренировки SSG [5]. Кроме того, это установлено для формирующего футбола, поскольку в методике обучения указано, что решение задач, выполняемое в SSG со средним и большим размером поля, было аналогично тем, которые воспроизводятся на соревнованиях, и могло открыть для воспроизведения большое количество задач, не давая футболисту больше времени на принятие решения.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной вывод этого исследования показал, что при выполнении тренировочных упражнений по футболу следует учитывать ApP, чтобы получить физические и

физиологические реакции, аналогичные тем, которые возникают во время официальных игр. SSG должны включать конкретные аспекты ApP, чтобы соответствовать требованиям соревновательных матчей. Если индивидуальная игровая площадь 50 м^2 (SSG-s), достигается лишь низкий уровень физической подготовки. ApP, наиболее подходящая для стимулирования физических и физиологических реакций, требуемых во время соревновательных матчей, составляла 150 м^2 и 250 м^2 (SSG-m и SSG-l соответственно). С помощью этих упражнений футболисты могут потренироваться в том, как они собираются соревноваться, и отработать сценарии проведения матчей, которые используются во время официальных игр.

В качестве практического применения тренерам и инструкторам по физической подготовке в футболе рекомендуется проектировать SSG площадью не менее 150 м^2, чтобы игроки предъявляли более высокие физические требования, с целью оптимизации их реакции во время соревнований. С другой стороны, согласно результатам этого исследования, физиологические потребности игроков учитываются в трех изученных SSG (50 м^2, 150 м^2 и 250 м^2) по отношению к требованиям, предъявляемым к официальным матчам. Хотя физические и физиологические требования во время SSG-m и SSG-l ближе к соревновательным, все SSG могут привести к улучшению физической формы на техническом и тактическом уровне. Однако, чтобы адаптироваться к игре, необходимо выполнять упражнения, которые, в дополнение к техническому и тактическому совершенствованию, отвечают тем требованиям, которые будут предъявляться на соревнованиях. По этим причинам размер поля является очень полезным и уместным фактором для тренеров и технического персонала при увеличении или уменьшении внешней нагрузки на футболистов.

Вклад авторов: Концептуализация, A.C.-R., W.O.-O. и L.S.-A.; методология, W.O.-O. и J.V.G.; программное обеспечение, W.O.-O. и Á.D.-S.; валидация, L.S.-A., J.V.G. и L.S.-A.; формальный анализ, A.C.-R. и W.O.-O.; расследование, W.O.-O. и A.C.-R.; ресурсы, Á.D.-S.; обработка данных, J.V.G.; написание — подготовка первоначального проекта, L.S.-A. и A.C.-R.; написание—рецензирование и редактирование, A.D.-S., A.C.-R. и L.S.-A.; визуализация, J.V.G.; авторский надзор, A.C.-R.; администрация проекта, A.D.-S. Все авторы прочитали опубликованную версию рукописи и согласились с ней.

Финансирование: Эта работа была поддержана контрактом Хунты Андалусии - Совета по преобразованию экономики, промышленности, Общества и университетов (POSTDOC_21_00904) и проектом FEDER (P20_00194) программы помощи в рамках проекта R+D+i, осуществляемого тем же учреждением.

Заявление Наблюдательного совета учреждения: Исследование было проведено в соответствии с Хельсинкской декларацией и одобрено Комитетом по этике человека Университета Гранады (номер утверждения 471/CEIH/2018).

Заявление об информированном согласии: Информированное согласие было получено от всех субъектов, участвовавших в исследовании.

Заявление о доступности данных: Данные, представленные в этом исследовании, доступны по запросу соответствующего автора любому квалифицированному исследователю, если он получил этическое разрешение на вторичное использование существующих данных путем отказа от согласия.

Благодарность: Авторы хотели бы поблагодарить технический персонал и игроков обеих команд, которые участвовали в текущем расследовании. Авторы не сообщали о возможном конфликте интересов.

Конфликты интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Stølen, T.; Chamari, K.; Castagna, C.; Wisløff, U. Physiology of Soccer. *Sport. Med.* **2005**, *35*, 501–536. [CrossRef] [PubMed]
2. Reina Gómez, A.; Hernández Mendo, A. Revisión de Indicadores de Rendimiento En Fútbol. *Rev. Iberoam. Cienc. Act. Física Deporte* **2012**, *1*, 1–14. [CrossRef]
3. Martín-López, Á.; Mendes, R.S.; Castillo-Rodríguez, A. Internal and External Loads in Training Week Before the Competition in U19 High-Level Soccer Players. *J. Strength Cond. Res.* **2021**, *35*, 1766–1772. [CrossRef] [PubMed]
4. Clemente, F.M.; Lourenço Martins, F.M.; Mendes, R.S. Developing Aerobic and Anaerobic Fitness Using Small-Sided Soccer Games. *Strength Cond. J.* **2014**, *36*, 76–87. [CrossRef]
5. Giménez, J.V.; Jiménez-Linares, L.; Leicht, A.S.; Gómez, M.A. Predictive Modelling of the Physical Demands during Training and Competition in Professional Soccer Players. *J.*

Sci. Med. Sport **2020**, *23*, 603–608. [CrossRef]
6. Panteli´c, S.; Rada, A.; Erceg, M.; Milanovi´c, Z.; Trajkovi´c, N.; Stojanovi´c, E.; Krustrup, P.; Randers, M.B. Relative Pitch Area Plays ¯ an Important Role in Movement Pattern and Intensity in Recreational Male Football. *Biol. Sport* **2019**, *36*, 119–124. [CrossRef]
7. Halouani, J.; Chtourou, H.; Gabbett, T.; Chaouachi, A.; Chamari, K. Small-Sided Games in Team Sports Training. *J. Strength Cond. Res.* **2014**, *28*, 3594–3618. [CrossRef]
8. Jeong, T.-S.; Reilly, T.; Morton, J.; Bae, S.-W.; Drust, B. Quantification of the Physiological Loading of One Week of "Pre-Season" and One Week of "in-Season" Training in Professional Soccer Players. *J. Sport. Sci.* **2011**, *29*, 1161–1166. [CrossRef]
9. Sarmento, H.; Clemente, F.M.; Harper, L.D.; da Costa, I.T.; Owen, A.; Figueiredo, A.J. Small Sided Games in Soccer—A Systematic Review. *Int. J. Perform. Anal. Sport* **2018**, *18*, 693–749. [CrossRef]
10. Owen, A.L.; Wong, D.P.; McKenna, M.; Dellal, A. Heart Rate Responses and Technical Comparison Between Small- vs. Large-Sided Games in Elite Professional Soccer. *J. Strength Cond. Res.* **2011**, *25*, 2104–2110. [CrossRef]
11. Kelly, D.M.; Drust, B. The Effect of Pitch Dimensions on Heart Rate Responses and Technical Demands of Small-Sided Soccer Games in Elite Players. *J. Sci. Med. Sport* **2009**, *12*, 475–479. [CrossRef]
12. Owen, A.; Twist, C.; Ford, P. Small-Sided Games: The Physiological and Technical Effect of Altering Pitch Size and Player Numbers. *Insight* **2004**, *7*, 50–53.
13. Tessitore, A.; Meeusen, R.; Piacentini, M.F.; Demarie, S.; Capranica, L. Physiological and Technical Aspects of "'6-a-Side'" Soccer Drills. *J. Sport. Med. Phys. Fit.* **2006**, *46*, 36–43.
14. Ometto, L.; Vasconcellos, F.V.; Cunha, F.A.; Teoldo, I.; Souza, C.R.B.; Dutra, M.B.; O'Sullivan, M.; Davids, K. How Manipulating Task Constraints in Small-Sided and Conditioned Games Shapes Emergence of Individual and Collective Tactical Behaviours in Football: A Systematic Review. *Int. J. Sport. Sci. Coach* **2018**, *13*, 1200–1214. [CrossRef]
15. Arslan, E.; Alemdaroglu, U.; Koklu, Y.; Hazir, T.; Muniroglu, S.; Karakoc, B. Effects of Passive and Active Rest on Physiological Responses and Time Motion Characteristics in Different Small Sided Soccer Games. *J. Hum. Kinet.* **2017**, *60*, 123–132. [CrossRef]
16. Martínez de Santos, R.; Blanco-Villaseñor, A.; Sánchez, F.J.; Los Arcos, A. Heart Rate Recording Optimization in Soccer. In *Science and Football VI*; Reilly, T., Korkusuz,

A.F., Eds.; Routledge: London, UK, 2009; pp. 267–271.
17. Hill-Haas, S.V.; Dawson, B.; Impellizzeri, F.M.; Coutts, A.J. Physiology of Small-Sided Games Training in Football. *Sport. Med.* **2011**, *41*, 199–220. [CrossRef]
18. Bujalance-Moreno, P.; Latorre-Román, P.Á.; García-Pinillos, F. A Systematic Review on Small-Sided Games in Football Players: Acute and Chronic Adaptations. *J. Sport. Sci.* **2019**, *37*, 921–949. [CrossRef]
19. Castillo, D.; Raya-González, J.; Yanci, J.; Manuel Clemente, F. Influence of Pitch Size on Short-Term High Intensity Actions and Body Impacts in Soccer Sided Games. *J. Hum. Kinet.* **2021**, *78*, 187–196. [CrossRef]
20. Gaudino, P.; Alberti, G.; Iaia, F.M. Estimated Metabolic and Mechanical Demands during Different Small-Sided Games in Elite Soccer Players. *Hum. Mov. Sci.* **2014**, *36*, 123–133. [CrossRef]
21. Riboli, A.; Esposito, F.; Coratella, G. Small-Sided Games in Elite Football: Practical Solutions to Replicate the 4-Min Match-Derived Maximal Intensities. *J. Strength Cond. Res.* 2022; *ahead of print*. [CrossRef]
22. Riboli, A.; Olthof, S.B.H.; Esposito, F.; Coratella, G. Training Elite Youth Soccer Players: Area per Player in Small-Sided Games to Replicate the Match Demands. *Biol. Sport* **2022**, *39*, 579–598. [CrossRef]
23. Riboli, A.; Coratella, G.; Rampichini, S.; Cé, E.; Esposito, F. Area per Player in Small-Sided Games to Replicate the External Load and Estimated Physiological Match Demands in Elite Soccer Players. *PLoS ONE* **2020**, *15*, e0229194. [CrossRef] [PubMed]
24. Sampaio, J.E.; Lago, C.; Goncalves, B.; Macas, V.M.; Leite, N. Effects of Pacing, Status and Unbalance in Time Motion Variables, Heart Rate and Tactical Behaviour When Playing 5-a-Side Football Small-Sided Games. *J. Sci. Med. Sport* **2014**, *17*, 229–233. [CrossRef] [PubMed]
25. Casamichana, D.; Castellano, J. Time–Motion, Heart Rate, Perceptual and Motor Behaviour Demands in Small-Sides Soccer Games: Effects of Pitch Size. *J. Sport. Sci.* **2010**, *28*, 1615–1623. [CrossRef] [PubMed]
26. Clemente, F.M.; Afonso, J.; Sarmento, H. Small-Sided Games: An Umbrella Review of Systematic Reviews and Meta-Analyses. *PLoS ONE* **2021**, *16*, e0247067. [CrossRef]
27. Hill-Haas, S.V.; Coutts, A.J.; Dawson, B.T.; Rowsell, G.J. Time-Motion Characteristics and Physiological Responses of Small-Sided Games in Elite Youth Players: The Influence of Player Number and Rule Changes. *J. Strength Cond. Res.* **2010**, *24*, 2149–2156. [CrossRef]
28. Cárdenas-Fernández, V.; Chinchilla-Minguet, J.L.; Castillo-Rodríguez, A.

Somatotype and Body Composition in Young Soccer Players According to the Playing Position and Sport Success. *J. Strength Cond. Res.* **2019**, *33*, 1904–1911. [CrossRef]
29. Casamichana, D.; Castellano, J.; Castagna, C. Comparing the Physical Demands of Friendly Matches and Small-Sided Games in Semiprofessional Soccer Players. *J. Strength Cond. Res.* **2012**, *26*, 837–843. [CrossRef]
30. Hill-Haas, S.V.; Dawson, B.T.; Coutts, A.J.; Rowsell, G.J. Physiological Responses and Time-Motion Characteristics of Various Small-Sided Soccer Games in Youth Players. *J. Sport. Sci.* **2009**, *27*, 1–8. [CrossRef]
31. Krustrup, P.; Mohr, M.; Amstrup, T.; Rysgaard, T.; Johansen, J.; Steensberg, A.; Pedersen, P.K.; Bangsbo, J. The Yo-Yo Intermittent Recovery Test: Physiological Response, Reliability, and Validity. *Med. Sci. Sport. Exerc.* **2003**, *35*, 697–705. [CrossRef]
32. Petersen, C.; Pyne, D.; Portus, M.; Dawson, B. Validity and Reliability of GPS Units to Monitor Cricket-Specific Movement Patterns. *Int. J. Sport. Physiol. Perform.* **2009**, *4*, 381–393. [CrossRef]
33. Cohen, J. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 2nd ed.; Lawrence Erlbaum Associates: Mahwah, NJ, USA, 1988.
34. Rampinini, E.; Coutts, A.J.; Castagna, C.; Sassi, R.; Impellizzeri, F. Variation in Top Level Soccer Match Performance. *Int. J. Sport. Med.* **2007**, *28*, 1018–1024. [CrossRef]
35. Clemente, F.M.; Sarmento, H.; Rabbani, A.; Van Der Linden, C.N.; Kargarfard, M.; Costa, I.T. Variations of External Load Variables between Medium- and Large-Sided Soccer Games in Professional Players. *Res. Sport. Med.* **2019**, *27*, 50–59. [CrossRef]
36. Little, T.; Williams, A.G. Measures of Exercise Intensity during Soccer Training Drills with Professional Soccer Players. *J. Strength Cond. Res.* **2007**, *21*, 367–371. [CrossRef]
37. Hoff, J.; Wisloff, U.; Engen, L.C.; Kemi, O.J.; Helgerud, J. Soccer Specific Aerobic Endurance Training. *Br. J. Sport. Med.* **2002**, *36*, 218–221. [CrossRef]
38. Clemente, F.M.; Soylu, Y.; Arslan, E.; Kilit, B.; Garrett, J.; van den Hoek, D.; Badicu, G.; Filipa Silva, A. Can High-Intensity Interval Training and Small-Sided Games Be Effective for Improving Physical Fitness after Detraining? A Parallel Study Design in Youth Male Soccer Players. *PeerJ* **2022**, *10*, e13514. [CrossRef]
39. Castillo-Rodríguez, A.; Cano-Cáceres, F.J.; Figueiredo, A.; Fernández-García, J.C. Train Like You Compete? Physical and Physiological Responses on Semi-Professional Soccer Players. *Int. J. Environ. Res. Public Health* **2020**, *17*, 756. [CrossRef]

Отказ от ответственности/Примечание издателя: Заявления, мнения и данные, содержащиеся во всех публикациях, принадлежат исключительно отдельным авторам и соавторам, а не MDPI и/или редактору (ам). MDPI и/или редактор(ы) снимают с себя ответственность за любой ущерб людям или имуществу, причиненный в результате любых идей, методов, инструкций или продуктов, упомянутых в содержании.