

Дата публикации: 01.09.2021

DOI 10.51871/2588-0500_2021_05_03_16

УДК 796.332

ДВИГАТЕЛЬНАЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ КАК ФАКТОР ОГРАНИЧЕНИЯ ДВИГАТЕЛЬНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ФУТБОЛИСТОВ

Д.В. Голубев¹, Ю.А. Щедрина¹, Ю.В. Козлов², А.Р. Асенья³

¹Национальный Государственный Университет физической культуры, спорта и туризма имени П. Ф. Лесгафта, г. Санкт-Петербург, Россия

²Академия футбольного клуба «Зенит», г. Санкт-Петербург, Россия

³Футбольный клуб «Уотфорд», г. Уотфорд, Великобритания

Ключевые слова: система глобального позиционирования, параметры инерционного высокоинтенсивного движения, двигательная производительность, функциональная оценка движения, двигательные возможности, футболисты.

Аннотация. Цель исследования: изучить GPS-параметры, измеряемые инерционными единицами, двигательной производительности в качестве факторов ограничения двигательных возможностей футболистов, определяемых по тестовым значениям функциональной оценки движения (FMS). Тестировали 40 футболистов (возраст $16,8 \pm 2,1$ лет; рост $168,8 \pm 1,6$ см, вес $69,5 \pm 5,3$ кг) в тренировочных сессиях ($n=149$), используя систему глобального позиционирования Catapult (Optimeye S5; Catapult Innovations of Australia, Melbourne). Регистрировали параметры инерционного высокоинтенсивного движения (IMA High $> 3,5$ м/с¹): ускорения (IMA acceleration High), торможения (IMA deceleration High), смены направления влево (IMA Cod Left High), смены направления вправо (IMA Cod Right High), прыжки (IMA jump High). Дважды за период исследования был проведен функциональная оценка движения (FMS). Диагностика включала в себя 7 тестовых упражнений, в каждом из которых спортсмен мог получить от 0 до 3 баллов. Выявлена сильная обратная корреляция параметра ускорение с тестовыми упражнениями FMS: ротационной стабильностью правой стороны ($r=-0,917$, $P=0,018$) и общей оценкой ($r=-0,844$, $P=0,011$); сильная прямая корреляция между показателем инерционные высокоинтенсивные торможения с балловыми значениями тестов FMS: приседание ($r=0,759$, $P=0,013$), перешагивание через барьер правой ногой ($r=0,713$, $P=0,015$), выпады на левую ($0,863$, $P=0,016$) и правую ($r=0,879$, $P=0,011$) ноги, ротационная стабильность правой стороны тела спортсменов ($r=0,749$, $P=0,013$), общая оценка ($r=0,753$, $P=0,015$); инерционными высокоинтенсивными сменами направлений влево и тестовыми

упражнениями FMS: выпад на правую ногу ($r=0,713$, $P=0,014$), подъем правой прямой ноги ($r=0,935$, $P=0,011$), подвижность левой стороны плечевого пояса ($r=0,717$, $P=0,014$), общая оценка ($r=0,912$, $P=0,012$); показателем высокоинтенсивные инерционные смены направления вправо и тестом FMS выпад на левую ногу ($r=0,912$, $P=0,012$); прыжковой инерционной высокоинтенсивной активностью и тестовыми баллами в упражнениях приседание ($r=0,827$, $P=0,012$), перешагивание через барьер ($r=0,771$, $P=0,013$), подвижность плечевого пояса левой стороны ($r=0,986$, $P=0,011$). Параметры инерционного высокоинтенсивного движения (IMA High $>3,5$ м/с⁻¹) можно рассматривать в качестве факторов ограничения двигательных возможностей футболистов. Наиболее значительные функциональные недостатки проявляются в заданиях, связанных с глубоким приседанием, стабилизацией туловища и мобильностью нижних конечностей, а также большой распространенностью асимметрии правой и левой стороны тела.

MOTOR PERFORMANCE AS A FACTOR OF LIMITING MOTOR CAPABILITIES OF SOCCER PLAYERS

D.V. Golubev¹, Y.A. Shchedrina¹, Yu.V. Kozlov², A.R. Aceña³

¹P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Saint Petersburg, Russia

²Academy of the Soccer Club “Zenit”, Saint Petersburg, Russia

³Watford Football Club, Watford, Great Britain

Key words: global positioning system, parameters of inertial high-intensity movement, motor performance, functional assessment of movement, motor capabilities, soccer players.

Annotation. The purpose of the study is to study the GPS parameters, measured by inertial units, of motor performance as factors limiting the motor capabilities of soccer players, determined by the test values of the functional movement screen (FMS). 40 soccer players (age 16,8 \pm 2,.1 years; height 168,8 \pm 1,6 cm, weight 69,5 \pm 5,3 kg) were tested in training sessions (n=149) using the Catapult global positioning system (Optimeye S5; Catapult Innovations of Australia, Melbourne). The parameters of inertial high-intensity movement (IMA High $>3,5$ m/s⁻¹) were recorded: acceleration (IMA acceleration High), deceleration (IMA deceleration High), change of direction to the left (IMA Cod Left High), change of direction to the right (IMA Cod Right High), jumps (IMA jump High). Functional motion screen (FMS) was performed twice during the study period. The diagnosis included 7 test exercises, in each of which the athlete could get from 0 to 3 points. There was a strong inverse correlation between the acceleration parameter and the FMS test exercises: the rotary stability of the right side ($r=-0,917$, $P=0,018$) and the

overall score ($r=-0,844$, $P=0,011$); a strong direct correlation between the inertial high-intensity deceleration indicator and the FMS test scores: deep squat ($r=0,759$, $P=0,013$), hurdle step with the right foot ($r=0,713$, $P=0,015$), in-line lunges on the left ($0,863$, $P=0,016$) and right ($r=0,879$, $P=0,011$) legs, rotary stability of the right side of the athletes' body ($r=0,749$, $P=0,013$), overall score ($r=0,753$, $P=0,015$); between inertial high-intensity changes of directions to the left and FMS test exercises: in-line lunge on the right leg ($r=0,713$, $P=0,014$), active raise of the right straight leg ($r=0,935$, $P=0,011$), mobility of the left side of the shoulder ($r=0,717$, $P=0,014$), overall score ($r=0,912$, $P=0,012$); between the indicator of high-intensity inertial changes of direction to the right and FMS test “in-line lunge on the left leg” ($r=0,912$, $P=0,012$); between jump-based inertial high-intensity activity and test scores in the following exercises: deep squat ($r=0,827$, $P=0,012$), hurdle step ($r=0,771$, $P=0,013$), mobility of the left shoulder ($r=0,986$, $P=0,011$). The parameters of inertial high-intensity movement ($IMA\ High > 3,5\ m/s^{-1}$) can be considered as factors limiting the motor capabilities of soccer players. The most significant functional deficiencies are manifested in tasks related to deep squats, trunk stabilization and mobility of the lower limbs, as well as a large prevalence of asymmetry of the right and left sides of the body.

Введение. Движение – сложный процесс, при котором эффективность достигается за счет минимальных энергетических затрат, произвольного контроля и других расходов со стороны различных систем организма. В основе генетически обусловленной локомоции лежит гиповозбудимость мышц-агонистов. Их функциональная слабость обуславливается гиперреактивностью других мышечных групп, что является существенным фактором ограниченной двигательной реализации [1-4]. Дезорганизация движения сопровождается перераспределением нагрузок в звеньях кинематической цепи, формируется мышечный дисбаланс. В футболе нарушение симметрии движения имеет высокую корреляцию с травмами опорно-двигательного аппарата [5-6]. Ввиду этого, на первый план выходят мероприятия не только по реабилитации, но и мероприятия, позволяющие быстро и эффективно осуществлять раннюю мониторинг-диагностику, заранее выявляющую перенапряжение двигательной системы футболистов. Современные GPS-технологии позволяют осуществлять анализ двигательной производительности игроков на футбольном поле при помощи пространственно-временных характеристик [7]. Однако, изменение местоположения тела в пространстве не в полной мере отражает специфику двигательной производительности футболистов. Дополнительное оснащение GPS такими микросенсорами, как гироскопы, магнитометры и акселерометры

позволяют собирать данные, основанные не на позиционировании тела спортсмена, а на его изменяемой проекции кажущегося ускорения [8]. Одними из таких производных являются показатели инерционного движения (Inertial Movement Analysis – IMA), которые определяются как мгновенные одношаговые физические усилия разной мощности [6]. Эти движения проявляются во время ускорений, торможений и изменений направлений (Cod), распространенных в командных спортивных играх, в частности в футболе.

Цель исследования – изучить GPS-параметры, измеряемые инерционными единицами, двигательной производительности в качестве факторов ограничения двигательных возможностей футболистов, сопоставляя их с результатами функциональной оценки движения (FMS).

Методы и организация исследования. Исследовали функциональные возможности футболистов ($n=40$, возраст $16,8\pm 2,1$ лет; рост $168,8\pm 1,6$ см, вес $69,5\pm 5,3$ кг) в тренировочных сессиях ($n=149$). Устное согласие было получено от каждого участника. Мониторинг двигательной производительности футболистов проводился при помощи системы глобального позиционирования Catapult (Optimeye S5; Catapult Innovations of Australia, Melbourne). Технология включает в себя: мини устройство, оснащенное микросенсорами, акселерометром, магнитометром и гироскопом; эластичный топ-жилет; передвижной кейс, который интегрирует данные об локомоторной нагрузке с мини-устройств в облачно-аналитическую платформу OpenField для их анализа и хранения (Рис. 1). Регистрировали показатели высокоинтенсивного инерционного движения (IMA High $> 3,5$ м/с⁻¹): ускорения (IMA acceleration High), торможения (IMA deceleration High), смены направления влево (IMA Cod Left High), смены направления вправо (IMA Cod Right High), прыжки (IMA jump High). В основе анализа инерционного движения лежат запатентованные научные разработки, основанные на формировании негравитационного вектора, а также использование передовых алгоритмов фильтрации Калмана для осуществления количественной оценки частоты локального движения. Выявление IMA-движений осуществляется с применением полиномиальных кривых сглаживания между начальной и конечной точкой ускоряющих событий и вычисляется путем суммирования физических усилий, измеренных как дельта-скорости, умноженная на единицу импульса (м/с⁻¹) [9].

В начале и в конце исследования проводилась функциональная оценка движения (Functional Movement Screen, FMS), который представлен 7-ю тестами, позволяющий количественно оценить двигательные возможности футболистов [1]. Каждый спортсмен выполнял физические упражнения (Рис.

2): приседание (deep squat), перешагивание через барьер (hurdle step), выпад (in-line lunge), подвижность плечевого пояса (shoulder mobility), подъем прямой ноги (active straight leg raise), отжимание (trunk stability push-up), ротационная стабильность (rotary stability). Комплект оборудования FMS теста представлен: измерительной доской 150x10x3 см, бодибаром, рулеткой, барьером с меняющейся высотой (Рис. 3). Оценочная система реализовывалась по рекомендациям авторов-разработчиков [10]. Оценка 3 – абсолютно правильное двигательное выполнение, без компенсаторных движений, потери равновесия и т.д.; Оценка 2 – тест выполняется с компенсаторными движениями или в облегченном варианте; Оценка 1 – тест не выполнен или выполнен не полностью; Оценка 0 – боль при выполнении теста. Отметим, что максимально возможный балл по данной системе тестирования составляет 21. Спортсмены выполняли по три попытки в каждом тесте и записывался лучший результат. Если возникали сомнения в оценке, записывали меньший результат. В FMS тестировании есть три проверочных теста, которые оцениваются по двоичной системе «положительный/отрицательный» (+/-). Если проверочный тест положительный (спортсмен чувствует боль), соответствующий ему тест оценивается как ноль (0).



Рис. 1. Передвижной кейс с GPS-устройствами, эластичный топ-жилет, облачно-аналитическая платформа OpenField (Optimeye S5; Catapult Innovations of Australia, Melbourne)

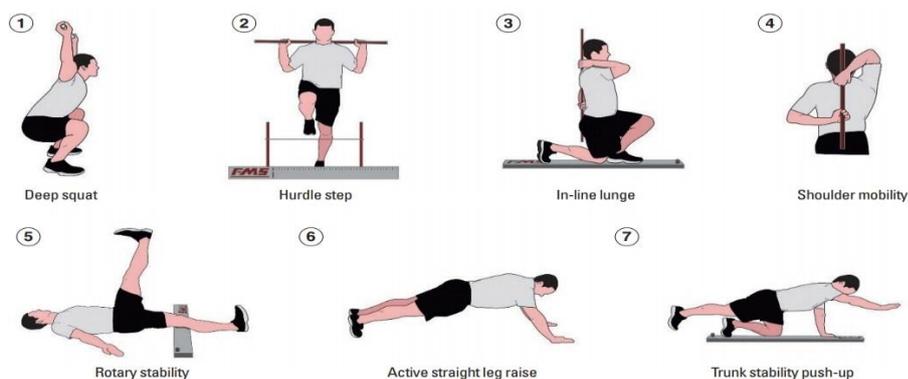


Рис. 2. Физические упражнения, используемые в функциональной оценке движения (FMS)

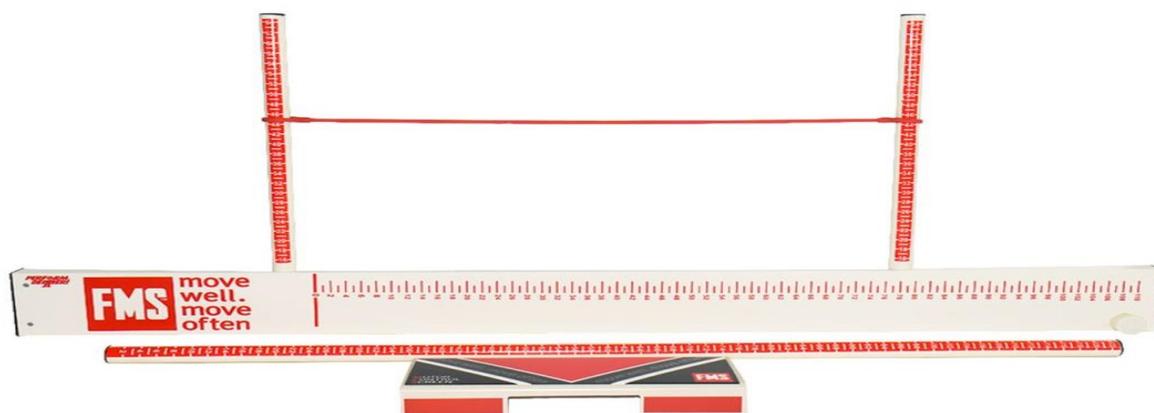


Рис. 3. Комплект оборудования FMS тестирования

Гипотезу о взаимосвязи данных проверяли при помощи корреляционного анализа по Спирмену (r). Регрессионный анализ использовали для изучения двигательной производительности, представленной инерционными высокоинтенсивными движениями, в тренировочных сессиях. Достоверность различий между балловыми значениями функциональной оценки движения (FMS) определяли с помощью t – критерия Вилкоксона. При $p < 0,05$ различия считали достоверно значимы. Статистический анализ проводился в прикладных программах “STATISTICA 12.0” и “Microsoft Office Excel 2017”.

Результаты исследования и их обсуждение. Первичная диагностика показала, что исходный фон функционального состояния опорно-двигательного аппарата исследуемой выборки отличается скоординированной подвижностью конечностей в сочетании с высоким уровнем стабильности глубоких мышц (Рис. 4). Анализ показателей функциональной оценки движения до изучения влияния внешнего фактора – двигательной производительности, оцениваемой инерционными единицами, не выявил нарушений и изменений в локомоторной функции, реализуемой суставными соединениями и мышечной системой футболистов (Таблица 2).

Результаты исследования взаимосвязи изучаемых показателей представлены в таблице 1. Величина и темпы снижения динамики высокоинтенсивных инерционных ускорений (Рис. 5) обуславливают сильную обратную корреляцию с тестовыми упражнениями FMS: ротационной стабильностью правой стороны ($r=-0,917$, $P=0,018$) и общей оценкой ($r=-0,844$, $P=0,011$). Физические усилия снижались на 0,014 у.е. при реализации локомоторной функции максимальной мощности относительно каждой тренировочной сессии. Регрессионное уравнение получило вид: инерционные высокоинтенсивные ускорения $= -0,014 * 149 + 11,652$. Сильная прямая корреляция обнаружена между показателем «инерционные высокоинтенсивные торможения» и балловыми значениями тестов FMS: приседание ($r=0,759$, $P=0,013$), перешагивание через барьер правой ногой ($r=0,713$, $P=0,015$), выпады на левую ($r=0,863$, $P=0,016$) и правую ($r=0,879$, $P=0,011$) ноги, ротационная стабильность правой стороны тела спортсменов ($r=0,749$, $P=0,013$), общая оценка ($r=0,753$, $P=0,015$). Регрессионное уравнение имело вид: инерционные высокоинтенсивные торможения $= 0,0276 * 149 + 9,8263$. Рис. 6 показывает более устойчивую и стабильную динамику показателей инерционных высокоинтенсивных смен направлений в левую и правую сторону в тренировочной деятельности футболистов.



Рис. 4. Исходные значения функциональной оценки движения футболистов

Анализ данных демонстрирует тенденцию роста механической нагрузки на 0,1091 у.е. при двигательной реализации с изменением вектора направления влево (Рис. 6). Данная характеристика имеет сильную прямую корреляционную связь с тестовыми упражнениями FMS: выпад на правую ногу ($r=0,713$, $P=0,014$), подъем правой прямой ноги ($r=0,935$, $P=0,011$), подвижность левой стороны плечевого пояса ($r=0,717$, $P=0,014$) и общая

оценка ($r=0,861$, $P=0,012$). Регрессионное уравнение получило вид: инерционные высокоинтенсивные смены направления влево $=0,0133*149+2,7051$. Сильная прямая корреляция показана между показателем высокоинтенсивные инерционные смены направления вправо и тестом FMS выпад на левую ногу ($r=0,912$, $P=0,012$). Регрессионное уравнение представлено формулой: инерционные высокоинтенсивные смены направления вправо $=0,002*149+2,3588$. Тренд прыжковой инерционной активности нарастал на 0,0359 единиц относительно каждой тренировочной сессии (Рис. 7). Сильная прямая корреляция данного показателя была обнаружена с тестовыми упражнениями: приседание ($r=0,827$, $P=0,012$), перешагивание через барьер ($r=0,771$, $P=0,013$) и подвижностью плечевого пояса левой стороны ($r=0,986$, $P=0,011$). Регрессионное уравнение имело вид: инерционные высокоинтенсивные прыжки $=0,0359*149+6,0916$.

Таблица 1

Взаимосвязь между тестовыми баллами, полученными по FMS и GPS-параметрами во втором обследовании

Тесты FMS		Показатели GPS				Прыжки
		Ускорения	Торможения	Смены направления		
				влево	вправо	
Приседание		0,344 P=0,117	0,759* P=0,013	0,119 P=0,325	0,514 P=0,344	0,827* P=0,012
Перешагивание через барьер	правая нога	0,363 P=0,766	0,713* P=0,015	0,683 P=0,288	0,242 P=0,214	0,771* P=0,013
	левая нога	-0,677 P=0,711	0,754 P=0,123	0,442 P=0,641	-0,278 P=0,103	0,603 P=0,277
Выпады	правая нога	0,242 P=0,851	0,879* P=0,011	0,713* P=0,014	0,344 P=0,435	0,278 P=0,662
	левая нога	0,223 P=0,241	0,863 P=0,016	0,491 P=0,753	0,912* P=0,012	0,177 P=0,373
Подвижность плечевого пояса	правая сторона	-0,118 P=0,112	0,431 P=0,231	0,212 P=0,101	-0,214 P=0,301	0,311 P=0,114
	левая сторона	0,345 P=0,198	0,818 P=0,031	0,717* P=0,014	0,638 P=0,642	0,986* P=0,011
Подъем прямой ноги	правая	-0,429 P=0,499	0,529 P=0,439	0,935* P=0,011	0,333 P=0,296	0,486 P=0,129
	левая	-0,111 P=0,217	0,231 P=0,315	0,442 P=0,316	-0,466 P=0,208	0,571 P=0,166
Отжимание		-0,655 P=0,144	0,779 P=0,134	0,598 P=0,239	-0,388 P=0,178	0,198 P=0,229
Ротационная стабильность	правая сторона	-0,917* P=0,018	0,749* P=0,013	0,073 P=0,187	-0,145 P=0,739	0,733 P=0,628
	левая сторона	-0,216 P=0,337	0,347 P=0,451	0,512 P=0,213	-0,411 P=0,172	0,464 P=0,192
Общая оценка		-0,844* P=0,011	0,753* P=0,015	0,861* P=0,012	-0,028 P=0,476	0,786 P=0,331

Примечание: *- различия статистически достоверны ($p<0,05$)

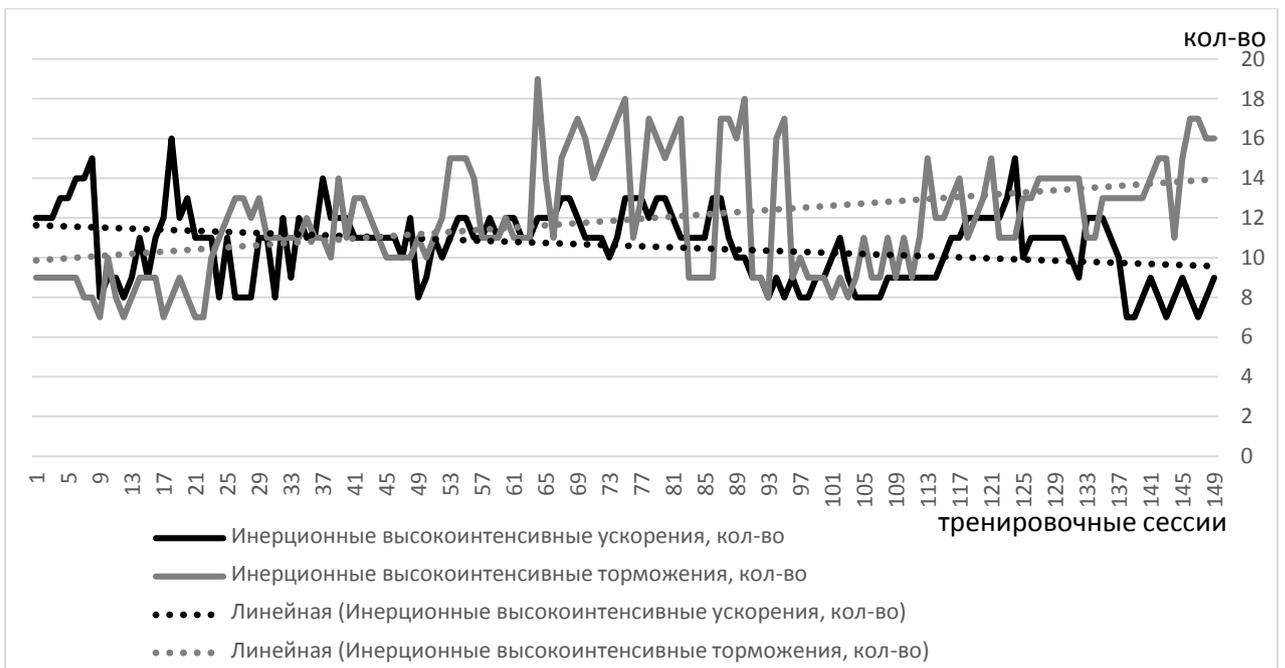


Рис. 5. Изменения показателей инерционных высокоинтенсивных ускорений и торможений в тренировочных сессиях

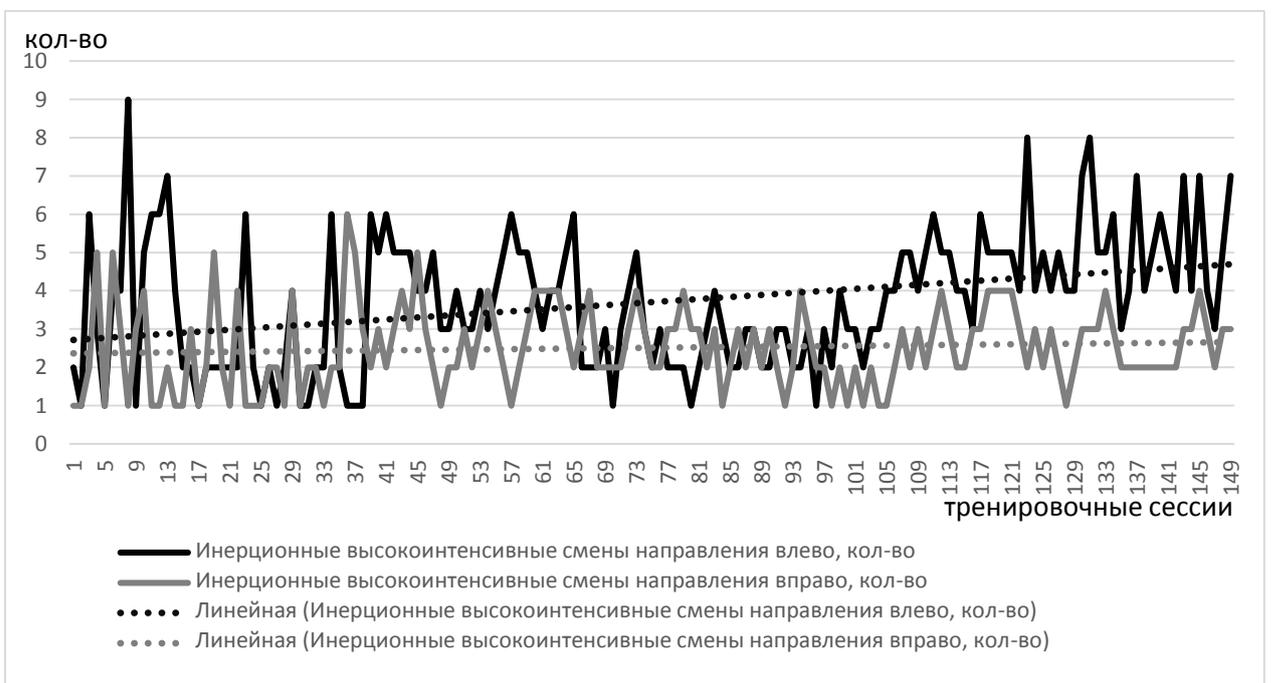


Рис. 6. Изменения показателей инерционных высокоинтенсивных смен направлений в левую и в правую сторону в тренировочных сессиях

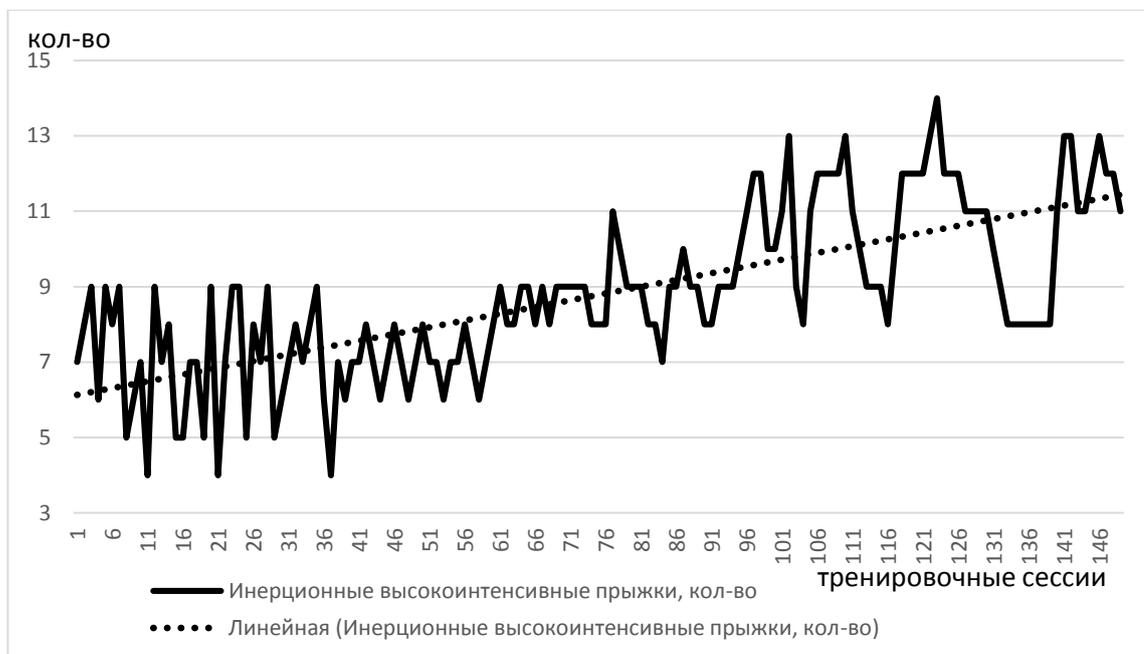


Рис. 7. Изменения показателя «инерционные высокоинтенсивные прыжки» в тренировочных сессиях

В Таблице 2 представлены достоверно ($p < 0,05$) значимые различия между тестовыми значениями FMS. Механическая нагрузка оказала достоверное ($p = 0,021$) влияние на снижение баллов в тесте «приседание». Нескоординированная подвижность конечностей в сочетании с нестабильной устойчивостью визуализировало ограниченную амплитуду оценочного движения. Слабая стабильность опорной ноги и неоптимальная мобильность двигательной функции в тазобедренном суставе в момент перешагивания через барьер (правая сторона) являлись существенными признаками достоверной ($p = 0,037$) низкой оценки. При выполнении тестового упражнения «выпад (правая сторона)» наблюдали тремор в поддержании устойчивости заданной позы и во время разгибания в коленном и тазобедренном суставах. Различия достоверны ($p = 0,023$) между первым и вторым измерением. Уровень подвижности плечевого пояса (левая сторона) достоверно ($p = 0,033$) снизился и сопровождался ограниченностью движения в грудном отделе и плечевом поясе у спортсменов данной выборки. Предполагаем, что низкие баллы, полученные в данном тесте связаны с дисфункцией лопаточно-грудного сустава и укорочением мышц данной области. Тестовое упражнение «подъем прямой ноги (правая)» показалось сложным спортсменам, специализирующихся в футболе. Ощущаемый дискомфорт при выполнении данного движения, низкая степень упругости мягких тканей задней поверхности бедра и асимметрия тазобедренного сустава послужили признаками достоверных ($p = 0,019$) низких баллов FMS. Ограниченные двигательные возможности по всей цепочке кинематической цепи суставов

опорно-двигательного аппарата затрудняли функциональную реализацию заданного теста «ротационная стабильность (правая сторона)» ($p=0,012$).

Таблица 2

Результаты функционального скрининга (FMS) футболистов ($n=40$)

Тест	1 диагностика M±SD	2 диагностика M±SD	Z	P
Приседание	2,74±0,16	2,29±0,22	-1,201	0,021
Перешагивание через барьер (правая нога)	2,87±0,23	2,48±0,14	2,047	0,037
Перешагивание через барьер (левая нога)	2,39±0,09	1,67±0,84	1,028	0,563
Выпады (правая нога)	2,58±0,44	2,13±0,07	2,064	0,023
Выпады (левая нога)	2,62±0,16	2,18±0,04	2,201	0,087
Подвижность плечевого пояса (правая сторона)	2,89±0,33	2,86±0,19	-1,991	0,312
Подвижность плечевого пояса (левая сторона)	2,77±0,31	1,92±0,23	2,302	0,033
Подъем прямой ноги (правая)	2,76±0,13	1,63±0,18	1,087	0,019
Подъем прямой ноги (левая)	2,65±0,11	2,51±0,23	3,076	0,111
Отжимание	2,74±0,24	2,62±0,12	1,539	0,347
Ротационная стабильность (правая сторона)	2,47±0,37	2,37±0,51	3,098	0,012
Ротационная стабильность (левая сторона)	2,39±0,06	2,29±0,05	2,045	0,331
Общая оценка	17,20±2,12	14,09±1,72	-1,121	0,023

Примечание: *- различия статистически достоверны ($p<0,05$)

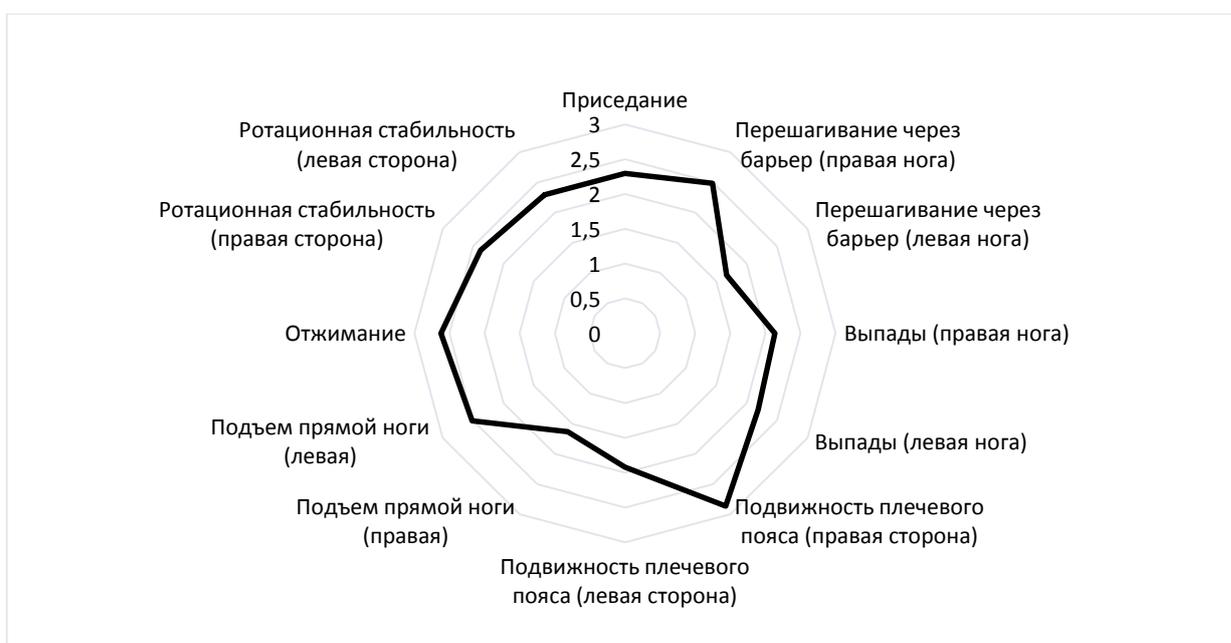


Рис. 8. Результаты повторного функционального скрининга футболистов

Ящичные диаграммы на Рис. 9 и достоверные ($p=0,023$) данные в таблице 2 показывают существенные различия в общей оценке FMS после изучения отдельного влияния внешних факторов (инерционная высокоинтенсивная двигательная активность). Функциональные недостатки двигательных возможностей футболистов представлены совокупными признаками, прежде всего ограниченной подвижностью корпуса, плечевого пояса и грудного отдела позвоночника. Установлено снижение функциональной мобильности нижних конечностей, ввиду ограниченной сгибательной и разгибательной функции тазобедренного сустава. Наблюдалась ассиметричная позиция ног.

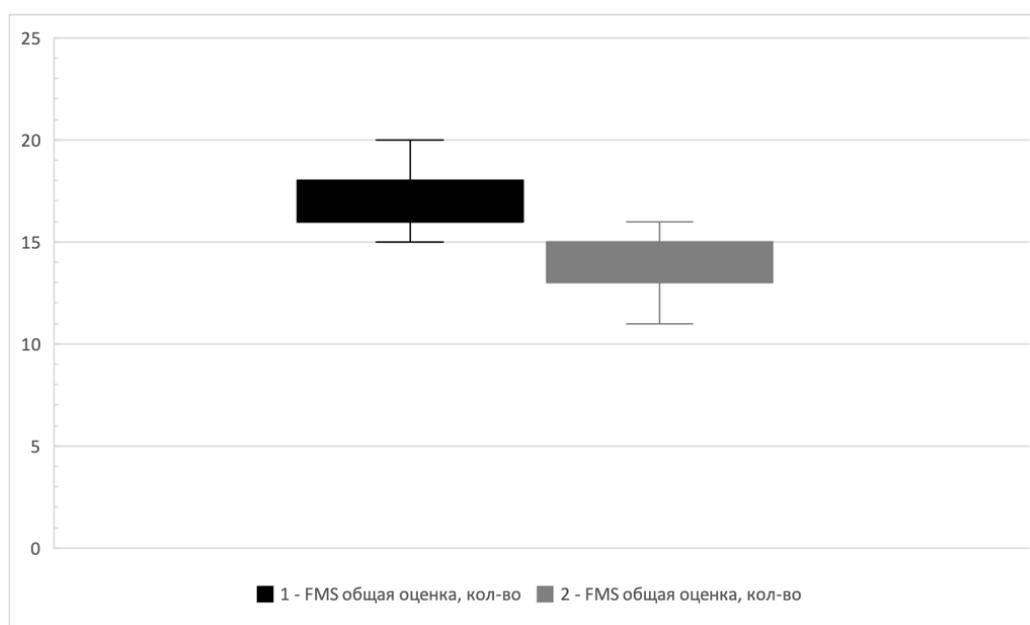


Рис. 9. Соотношение общих оценок функционального скрининга футболистов

Заключение. Проведенное исследование позволяет рекомендовать использование параметров инерционного высокоинтенсивного движения ($ИМА_{High} > 3,5 м/с^{-1}$) в качестве индикаторов двигательной производительности футболистов. Динамический мониторинг параметров ИМА, а также сопоставление их с баллами тестовых упражнений FMS выявило, что рост торможений, прыжков и смен направлений влево и снижение ускорений и смен направлений вправо могут рассматриваться как отдельные факторы, ограничивающие двигательные возможности футболистов. Дополнительно установлено, что наибольшие функциональные ограничения проявляются в задачах, связанных с выполнением глубоких приседаний, стабилизацией туловища и мобильностью нижних конечностей, а также наличием моторной ассиметрии правой и левой стороны тела

Список литературы

1. Armstrong R. The Functional Movement Screen and modified Star Excursion Balance Test as predictors of T-test agility performance in university rugby union and netball players / R. Armstrong, M. Greig // *Physical Therapy in Sport*. – 2018. – Vol. 31. – P. 15-21.
2. Chimera N.J. Use of clinical movement screening tests to predict injury in sport / N. J. Chimera, M. Warren // *World journal of orthopedics*. – 2016. – Vol. 7. – №. 4. – P. 202-207.
3. Parenteau G.E. Functional movement screen test: a reliable screening test for young elite ice hockey players / G.E. Parenteau, N. Gaudreault, S. Chambers, C. Boisvert, A. Grenier, G. Gagné, F. Balg // *Phys Ther Sport*. – 2014. – Vol. 1. – № 53. – P. 169-75. doi: 10.1016/j.ptsp.2013.10.001.
4. Shi J. Application Analysis of Functional Motion Screening (FMS) in Sports / J. Shi, Z. Xie // *International Journal of New Developments in Engineering and Society*. – 2020. – Vol. 4, №. 2. – P. 121-126.
5. Chang W.D. Sport-Specific Functional Tests and Related Sport Injury Risk and Occurrences in Junior Basketball and Soccer Athletes / W.D. Chang, C.C. Lu // *Biomed Res Int*. – 2020. – Vol 1. – P. 153-158. D: 10.1155/2020/8750231.
6. Spangler R. Inertial Sensors are a Valid Tool to Detect and Consistently Quantify Jumping / R. Spangler, T. Rantalainen, P.B. Gastin, D. Wundersitz // *International Journal of Sports Medicine*. – 2018. – Vol. 39. – № 10. – P. 802-808.
7. Principe V.A. A systematic review of load control in football using a Global Navigation Satellite System (GNSS) / V.A. Principe, R.G. Vale, R.D. Motriz & Nunes // *Revista de Educação Física*. – 2020. – Vol 26. – № 4. – P. 121-126.
8. Nicolella D.P. Validity and reliability of an accelerometer – based player tracking device / D.P. Nicolella, L. Torres-Ronda, K.J. Saylor, X. Schelling // *Journal PLoS ONE*. - 2018. – Vol. 13. – № 2. – P. 153-158.
9. Holme B. Wearable microsensor technology to measure physical activity demands in handball. (Master's thesis) / B. Holme // *Norwegian School of Sport Sciences, Oslo*. – 2020. – № 55. – P. 68-77.
10. Официальный сайт компании Functional Movement Screen [Электронный ресурс] <https://www.functionalmovement.com/> (Дата обращения: 1.05.2021) (Рус.) – Official website of the company Functional Movement Screen [Electronic resource] <https://www.functionalmovement.com/> (Accessed on: 1.05.2021) (Eng.)

Сведения об авторах: Денис Вячеславович Голубев - Аспирант кафедры физиологии, Национальный Государственный Университет физической культуры, спорта и туризма имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-

Петербург, e-mail: dengolubev@inbox.ru; **Юлия Александровна Щедрина** - д.б.н., профессор кафедры физиологии, Национальный Государственный Университет физической культуры, спорта и туризма имени П. Ф. Лесгафта, Санкт-Петербург, e-mail: p_j_a@mail.ru; **Юрий Владимирович Козлов** - главный врач академии футбольного клуба «Зенит», Санкт-Петербург; **Анхель Родригес Асенья** – фитнес-тренер футбольного клуба «Уотфорд», Уотфорд, Великобритания.

Information about the authors: Denis Vyacheslavovich Golubev - Post-graduate student of the Department of Physiology, P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Saint Petersburg, e-mail: dengolubev@inbox.ru; **Yulia Aleksandrovna Shchedrina** - Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Physiology, P.F. Lesgaft National State University of Physical Culture, Sports and Tourism, Saint Petersburg, e-mail: p_j_a@mail.ru; **Yurij Vladimirovich Kozlov** – Chief Physician of the Academy of the Soccer Club “Zenit”, Saint Petersburg; **Angel Rodriguez Aceña** – Fitness Coach of the Watford Football Club, Watford, Great Britain.