

Восстановительная и спортивная медицина Rehabilitation and sport medicine

Научная статья
УДК 61:796.342
DOI: 10.14529/hsm220121

ПРОФИЛАКТИКА ТРАВМ ОПОРНО-ДВИГАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ТЕННИСИСТОВ НА ОСНОВЕ ТЕСТА MOVEMENT EFFICIENCY СИСТЕМЫ FUSIONETICS™

О.О. Чайковская¹, olga221182@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7980-1577>
П.В. Бебенин^{2,3}, p.bebenin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5510-9893>
Р.Ф. Мифтахов², rustem.miftakhov@sportacadem.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4289-2214>

¹Федеральный научный центр физической культуры и спорта, Москва, Россия

²Поволжский Государственный университет физической культуры, спорта и туризма,
Казань, Россия

³Федерация тенниса Республики Татарстан, Казань, Россия

Аннотация. Цель исследования. Изучить особенности функционального состояния отдельных звеньев опорно-двигательного аппарата юных теннисистов (юношей, девушек) на основе теста Movement Efficiency (ME) системы Fusionetics™. **Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 30 теннисистов, правшей, из которых сформированы две группы: девушки (n = 15) и юноши (n = 15), возраст $15 \pm 2,2$ года, стаж занятий теннисом 7–10 лет. По 100-балльной шкале теста ME системы Fusionetics™ оценивались 5 зон опорно-двигательного аппарата, показатели эффективности движений в различных упражнениях, индекс симметрии между правой и левой сторонами пояса нижних конечностей. Определялись основные ошибки при выполнении физических упражнений и их частота встречаемости у теннисистов и теннисисток. **Результаты.** Получены достоверные различия по статистическому критерию Манна – Уитни между двумя группами в показателях эффективности движений в области тазобедренного и коленного суставов, индекса симметрии между правой и левой сторонами пояса нижних конечностей, а также при выполнении приседаний на одной ноге. Самым «слабым» звеном по качественной оценке движений у двух групп выявлен пояснично-тазобедренный комплекс. Определена частота встречаемости основных ошибок у теннисистов и теннисисток в движениях стоп, коленей, бедер и туловища при выполнении тестов. **Заключение.** Результаты исследования имеют прикладное значение, их учет при планировании подготовки теннисистов повысит эффективность тренировочного процесса, позволит организовать направленную профилактическую работу по предотвращению травматизма. Выявленные корреляционные связи для общих показателей движений теста ME свидетельствуют о состоятельности системы тестирования.

Ключевые слова: профилактика травм, теннис, опорно-двигательный аппарат, оценка движений, Fusionetics

Для цитирования: Чайковская О.О., Бебенин П.В., Мифтахов Р.Ф. Профилактика травм опорно-двигательного аппарата теннисистов на основе теста Movement Efficiency системы Fusionetics™ // Человек. Спорт. Медицина. 2022. Т. 22, № 1. С. 155–162. DOI: 10.14529/hsm220121

PREVENTION OF INJURIES OF THE MUSCULOSKELETAL SYSTEM IN TENNIS PLAYERS WITH THE FUSIONETICS™ MOVEMENT EFFICIENCY TEST

O.O. Chaikovskaya¹, olga221182@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-7980-1577>
P.V. Bebenin^{2,3}, p.bebenin@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5510-9893>
R.F. Miftakhov², rustem.miftakhov@sportacadem.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4289-2214>

¹Federal Scientific Center of Physical Culture and Sport, Moscow, Russia

²Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia

³Tennis Federation of Tatarstan Republic, Kazan, Russia

Abstract. Aim. The paper aims to identify the features of the individual areas of the musculoskeletal system of young tennis players (females, males) with the Fusionetics™ Movement Efficiency (ME) Test. **Materials and methods.** The study involved 30 right-handed tennis players (mean age 15 ± 2.2 years, sports experience 7–10 years). All participants were divided into two equal groups depending on gender: female ($n = 15$) and male athletes ($n = 15$). Five areas of the musculoskeletal system were evaluated in terms of movement efficiency and symmetry of the lower limbs by means of a 100-point scale Fusionetics™ ME test. The main movement errors and their frequency were analyzed. **Results.** The results obtained show significant intergroup differences in terms of movement efficiency in the hip and knee joints, symmetry of the lower limbs and single leg squat performance (the Mann – Whitney U test). A qualitative assessment of movements showed that the lumbopelvic hip complex was the weakest area in both groups. The frequency of the main movement errors among male and female tennis players was identified during feet, knee, hip and trunk movements. **Conclusion.** The results obtained are of practical importance and should be used when developing training programs to improve athletic performance and prevent injuries. The results of the ME test indicate the general status of the system under study.

Keywords: injury prevention, tennis, musculoskeletal system, movement assessment, Fusionetics

For citation: Chaikovskaya O.O., Bebenin P.V., Miftakhov R.F. Prevention of injuries of the musculoskeletal system in tennis players with the Fusionetics™ Movement Efficiency test. *Human. Sport. Medicine.* 2022;22(1):155–162. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm220121

Введение. Теннис – в значительной мере односторонний вид спорта, в котором передвижения по корту происходят с повторяющимися резкими остановками и стартами, многократно подвергая опорно-двигательный аппарат механической нагрузке, повышая риск получения травм [4, 8, 14].

Согласно статистике, за 1000 часов, проведенных теннисистом на корте, он получает в среднем от 2 до 20 повреждений [15]. Большинство теннисных травм имеют микротравматическое происхождение, развиваются с течением времени, вовлекают все суставы тела, но чаще всего приходится иметь дело с травмами нижних конечностей: 39–51 %, затем верхних конечностей: 26–31 % и туловища: 16–20 % [4, 8, 18].

Исследования указывают на необходимость внедрения в процесс подготовки российских спортсменов направленной коррекции опорно-двигательного аппарата за счет

адекватной количественно выраженной оценки, а также определения индивидуально типоспецифических рисков нарушений с учетом формирующего влияния спортивной специализации. Исследования такого характера проводятся с применением диагностических программно-аппаратных комплексов, компьютерной оптической топографии и компьютерной подометрии, доступных только в условиях медицинских организаций и лабораторий [3].

Профессиональными и университетскими иностранными спортивными командами для предотвращения травм опорно-двигательного аппарата используется функциональный скрининг движений, который позволяет оценить паттерны движения и асимметрии, дает представление о механических ограничениях и потенциальном риске получения травмы [6, 9, 12]. Предыдущие исследования выявили взаимосвязь между функциональным качеством

вом движений и риском травм опорно-двигательного аппарата [5, 11, 16, 19].

Недавно в литературе появилась новая функциональная оценка движений, известная как тест Fusionetics™ Movement Efficiency (ME). Эта оценка была разработана компанией Fusionetics (США) и связана с системой Fusionetics™ Human Performance System, направлена на распознавание качества движений, для выявления зон, предрасположенных к травмам, доступна в условиях тренировочного и соревновательного процессов [10, 17]. Проведенные ранее исследования показывают надежность и достоверность получаемых результатов с использованием теста ME системы Fusionetics™ [10].

Реализация стратегии профилактики травматизма в структуре спортивной тренировки теннисистов возможна лишь при наличии достоверной информации об особенностях функционального состояния опорно-двигательного аппарата. Для юниоров это особенно актуально, так как травмы являются одной из основных причин преждевременного завершения спортивной карьеры в возрасте 14–18 лет [1, 2, 13].

Цель исследования: изучить особенности функционального состояния отдельных звеньев опорно-двигательного аппарата юных теннисистов (юношей, девушек) на основе теста Movement Efficiency системы Fusionetics™.

Материалы и методы. В исследовании приняли участие 30 теннисистов, правшей, в возрасте $15 \pm 2,2$ года, стаж занятий теннисом 7–10 лет. Спортсмены были разделены по гендерному признаку на две группы: теннисистки ($n = 15$) и теннисисты ($n = 15$). Все участники выполняли три упражнения экспресс-варианта теста ME: приседание на двух ногах и приседание на двух ногах с подъемом пятки, приседание на одной ноге. Специалистом визуально фиксировались отклонения в движениях спортсменов при выполнении упражнений в трех проекциях. Данные заносились в систему Fusionetics™, которая на основе общепринятых компенсаций движения, связанных с каждым упражнением, обрабатывала их и выдавала отчет. Эффективность движений в тестах ME оценивалась системой Fusionetics™ по 100-бальной шкале, где 0–49,99 низкий, 50–74,99 средний, 75–100 – высокий уровни. Низкий уровень характеризует данное звено как недостаточно эффективное в выполнении

упражнений, а также предупреждает о возможности травматизма в нем.

Математико-статистическая обработка данных осуществлялась с помощью программы MS Excel и программной среды Jupyter Notebook (Python).

Для анализа данных на нормальность был применен критерий Шапиро – Уилка, на основании которого установлено, что большинство из количественных наборов данных имеют отклонение от нормального распределения. Поэтому для оценки достоверности различий данных в двух группах использовался непараметрический критерий Манна – Уитни, в качестве дополнительного метода оценки, для наборов данных, имеющих нормальное распределение, использовался Т-критерий Стьюдента для независимых выборок.

Результаты. В рамках исследования был проведен начальный корреляционный анализ, определяющий интенсивность взаимосвязи различных показателей тестирования теннисистов. Качественная оценка выявленных связей производилась в соответствии со шкалой Чеддока, где в соответствии с коэффициентом корреляции (r) вводится характеристика силы связи: слабая – от 0,1 до 0,3, умеренная – от 0,3 до 0,5, заметная – от 0,5 до 0,7, высокая – от 0,7 до 0,9, сильная – от 0,9 до 1,0 [7]. Для полученных корреляционных связей дополнительно определялась их достоверность. В данной работе приводятся только достоверные корреляции с уровнем значимости $p \leq 0,05$ и выше.

В результате попарного вычисления коэффициента корреляции Спирмена для количественных показателей тестирования была выявлена взаимосвязь для общих показателей эффективности движений опорно-двигательного аппарата теннисистов. Так, с коэффициентом корреляции $r = 0,66$ связаны показатель итоговой оценки эффективности движений и показатель эффективности приседаний на двух ногах. Аналогично, прослеживается связь итоговой оценки с эффективностью приседаний на двух ногах с подъемом пятки и приседаний на одной ноге, коэффициент корреляции в обоих случаях $r = 0,67$. Эти корреляционные связи показывают вклад каждого показателя в итоговую оценку эффективности движений и свидетельствуют о состоятельности системы тестирования.

Достоверные различия наблюдаются у теннисистов и теннисисток в показателях

индекса симметрии между правой и левой сторонами пояса нижних конечностей, а также при выполнении приседаний на одной ноге. Данные показатели у юношей значительно лучше, чем у девушек. Также у двух групп теннисистов (юношей, девушек) выявлен низкий качественный уровень эффективности движений при выполнении приседаний на одной ноге (табл. 1).

Отметим высокую корреляционную связь общих показателей эффективности движений с индексами симметрии. Наиболее отчетливо это видно во взаимосвязи индекса симметрии левой стороны пояса нижних конечностей и приседаний на одной ноге, коэффициент корреляции $r = 0,88$. Данная корреляция также подтверждает выявленную асимметрию у теннисистов обеих групп. В частности, показывает, что наиболее четко асимметрия пояса нижних конечностей проявляется при выполнении приседаний на одной ноге.

Поскольку показатели эффективности движений имеют отклонение от нормального

распределения, для характеристики центральной тенденции в выборке использовалась медиана (Me).

Исследование показало достоверные различия у теннисистов и теннисисток в показателях эффективности движений в области тазобедренного и коленного суставов. Данные показатели имеют более низкие значения с правой стороны опорно-двигательного аппарата теннисистов, особенно у девушек. Самым слабым звеном по качественной оценке движений у двух групп является пояснично-тазобедренный комплекс (табл. 2).

Отклонения фактической техники от заданного образца при выполнении теннисистами физических упражнений оценивались как ошибки, потенциально увеличивающие риск возникновения травмы.

Анализ частоты ошибок в положении стоп при выполнении приседаний выявил наличие разворота стопы наружи у 83,3 % теннисистов (юношей, девушек), при этом чаще разворот наблюдается на обеих ногах либо

Таблица 1
Table 1

Общие показатели эффективности движений опорно-двигательного аппарата теннисистов (Me) (n = 30)
General ME data in tennis players (Me) (n = 30)

Показатели эффективности движений / Movement efficiency parameters	Юноши Males (n = 15)	Девушки Females (n = 15)
Итоговая оценка эффективности движений, баллы Movement efficiency screen score, scores	61,32	56,52
Приседание на двух ногах, баллы / 2-leg squat, scores	63,33	60,00
Приседание на двух ногах с подъёмом пятки, баллы / 2-leg heel raised squat, scores	83,34	80,00
Приседание на одной ноге, баллы / 1-leg heel raised squat, scores	49,99*	25,00*
Индекс симметрии, % / Symmetry index, %	11,77*	35,16*

Примечание. Здесь и в табл. 2 * – $p < 0,05$ изменения достоверны по критерию Манна – Уитни.
Note. Here and in Table 2 * – $p < 0.05$ changes are significant (the Mann – Whitney U-test).

Таблица 2
Table 2

Показатели эффективности движений в отдельных звеньях опорно-двигательного аппарата теннисистов (Me) (n = 30)
ME of individual areas of the musculoskeletal system of tennis players (Me) (n = 30)

Контрольные точки опорно-двигательного аппарата Area of the musculoskeletal system	Правая сторона тела, балл Right side, score		Левая сторона тела, балл Left side, score	
	Юноши Males	Девушки Females	Юноши Males	Девушки Females
Плечевой пояс / Shoulder girdle	70,48	63,81	70,48	63,81
Туловище / Trunk	75,98	76,79	64,14	67,31
Пояснично-тазобедренный комплекс Lumbopelvic hip complex	46,67*	24,45*	57,78	48,89
Колено / Кнее	71,69*	61,41*	73,94*	63,65*
Стопа / Лодыжка / Foot / Ankle	79,67	78,21	80,00	72,03

Таблица 3
Table 3

Частота встречаемости основных ошибок в движениях теннисистов
при выполнении упражнений (n = 30)
Frequency of movement errors in tennis players under exercise (n = 30)

Наименование ошибок Description	Юноши / Males (n = 15), %				Девушки / Females (n = 15), %			
	Справа Right	Слева Left	Справа и слева Right and left	Всего Total	Всего Total	Справа и слева Right and Left	Слева Left	Справа Right
Разворот стопы наружу Out-toeing	20,0	26,67	33,33	80,0	86,67	33,33	33,33	20,0
Уплотнение стопы Flat feet	13,33	20,0	20,0	53,33	86,67	53,33	13,33	20,0
Приподнятая пятка Raised heel	0	6,67	0	6,67	13,33	6,67	6,67	0
Движение коленного сустава внутрь Internal knee rotation	20,0	0	40,0	60,0	93,33	73,33	0,0	20,0
Движение коленного сустава наружу External knee rotation	0	6,67	46,67	53,33	26,67	0	20,0	6,67
Асимметрия центра тяжести Center of pressure asymmetry	13,33	66,67	0	80,0	86,67	6,67	53,33	26,67
Сгибание, ротация туловища и/или смещение бедра Trunk flexion, trunk rotation and/or hip displacement	26,67	6,67	40,0	73,33	93,33	60,0	0	33,33
Потеря баланса Loss of balance	13,33	20,0	13,33	46,67	53,33	20,0	13,33	20,0

только левой ногой (табл. 3). При излишнем развороте стоп наружу крестообразные связки перестают стабилизировать коленный сустав, также точки крепления большеберцовой кости и ахиллова сухожилия смещаются, уменьшается эффективность движения и повышается его травмоопасность, создаются предпосылки для вальгусной деформации стоп.

Уплотнение стоп, которое оценивалось по движению лодыжки внутрь, преобладает у девушек (86,67 %), при этом у 53,33 % теннисисток уплотнение наблюдается на обеих стопах (см. табл. 3). Для подъема свода стопы необходимо стимулировать подошвенный апоневроз.

Движение коленного сустава внутрь при выполнении упражнений теннисистами преобладает по сравнению с движением колена наружу. При этом оно выявлено у 93 % теннисисток и 60 % теннисистов, в основном с двух сторон опорно-двигательного аппарата.

Положение коленного сустава наружу при тестировании чаще наблюдается у юношей (53,33 %), при этом у 46,67 % оба колена двигаются наружу. Для коррекции данных ошибок необходимо обратить внимание в тренировочном процессе на приводящую и отводящую мышцы бедра.

Асимметрия центра тяжести пояса нижних конечностей оценивалась по компенсации движений за счет смещения бедра во время приседаний на двух ногах. Ее диагностировали у 83,33 % теннисистов, при этом у 66,7 % юношей и 53,33 % девушек компенсация преобладает на левую сторону, что свидетельствует о различном участии в двигательной активности теннисистов правой и левой сторон опорно-двигательного аппарата.

Чрезмерный наклон вперед во время приседаний на двух ногах наблюдается у 80 % теннисистов и 60 % теннисисток. Прогиб поясницы – у 40 % теннисистов как юношей,

так и девушек. Округление поясницы имеют 20 % девушек и 33,33 % юношей, руки опускают 60 % и 40 % соответственно.

Сгибание, ротация туловища и/или смещение бедра во время приседаний на одной ноге диагностировали у 93,33 % девушек и 73,33 % юношей, из которых доля ошибок с двух сторон опорно-двигательного аппарата в общей доли ошибок составляет 64,3 и 54,5 %, а правосторонних – 35,6 и 36,4 % соответственно.

В зависимости от ошибок, совершаемых теннисистами при тестировании, система Fusionetics™ подбирает комплексы упражнений, направленных на устранение выявленных отклонений, оказывая профилактику травматизма.

Заключение. На основе оценки движений теста МЕ системы Fusionetics™ были определены «слабые» звенья опорно-двигательного аппарата теннисистов (юношей, девушек), а также основные ошибки при выполнении физических упражнений и их частота встречаемости у теннисистов и теннисисток. Выявленные корреляционные связи для общих по-

казателей теста МЕ могут свидетельствовать о состоятельности системы тестирования.

Результаты исследования имеют прикладное значение, их учет при планировании подготовки теннисистов повысит эффективность тренировочного процесса, поможет организовать направленную профилактическую работу по предотвращению травматизма.

Внедрение в практику подготовки теннисистов доступных прикладных диагностических программ позволит регулярно оценивать функциональное состояние их опорно-двигательного аппарата, предоставлять тренеру и спортсмену наглядный отчет получаемых результатов, своевременно корректировать тренировочный процесс, уменьшая риск возникновения травм.

В дальнейших исследованиях для более детального изучения функционального состояния пояса верхних конечностей теннисистов необходимо включить полный блок тестов МЕ, а также определить взаимосвязь имеющихся у теннисистов микротравм с полученными результатами на основе теста МЕ системы Fusionetics™.

Список литературы

1. Джумок, А.А. Особенности нарушения опорно-двигательного аппарата у детей, занимающихся теннисом / А.А. Джумок, А.А. Павлова, Е.А. Шагова // *Проблемы совершенствования физ. культуры, спорта и олимпизма.* – 2018. – № 1. – С. 130–133.
2. Коган, О.С. Характеристика состояния здоровья спортсменов-профессионалов по показателям хронической заболеваемости / О.С. Коган // *Теория и практика физической культуры.* – 2009. – № 4. – С. 26–32.
3. Особенности пространственного положения туловища, таза и стоп у высококвалифицированных спортсменов-мужчин различных видов спорта / Т.Ф. Абрамова, Т.М. Никитина, Н.И. Кочеткова, В.А. Красников // *Вестник спортивной науки.* – 2013. – № 5. – С. 58–65.
4. Роутерт, П. Анатомия тенниса / П. Роутерт, М. Ковач; пер. с англ. П.А. Самсонов. – Минск: Попурри, 2012. – 224 с.
5. Armstrong, R. Injury identification: the efficacy of the functional movement screen™ in female and male rugby union players / R. Armstrong, M. Greig // *International journal of sports physical therapy.* – 2018. – Vol. 13. (4). – P. 605–617.
6. Beardsley, C., Contreras, B. The Functional Movement Screen. / C. Beardsley, B. Contreras // *Strength and Conditioning Journal.* – 2014. – Vol. 36, no. 5. – P. 72–80. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000000
7. Chaddock, R.E. Principles and methods of statistics / R.E. Chaddock // *Journal of the American Statistical Association.* – 1926. – Vol. 21, no. 153. – P. 96–99.
8. Colvin, A.C. Tennis Injuries of the Hip and Knee / A.C. Colvin, S.M. Andelman – https://www.researchgate.net/publication/300077176_Tennis_Injuries_of_the_Hip_and_Knee (accessed 18.02.2020).
9. Cook, G. Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function – Part 1 / G. Cook, L. Burton // *North American Journal of Sports Physical Therapy.* – 2006. – Vol. 1. – P. 62–72.
10. Cornell, D. Intra-rater test-retest reliability and response stability of the Fusionetics™ Movement Efficiency test / D. Cornell, K. Ebersole // *International journal of sports physical therapy.* – 2018. – Vol. 13, no. 4. – P. 618–632. DOI: 10.26603/ijsp20180618

11. Filipcic, A. *The Functional Movement Screen's Relation to Young Tennis Players' Injury Severity* / A. Filipcic, T. Filipcic // *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*. – 2019. – Vol. 59, no. 16. – P. 1–11.
12. *Functional Movement Screen™ Factorial Validity and Measurement Invariance Across Sex Among Collegiate Student-Athletes* / S.L. Gnacinski, D.J. Cornell, B.B. Meyer et al. // *The Journal of Strength & Conditioning Research*. – 2016. – Vol. 30, no. 12. – P. 3388–3395. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001448
13. Huxley, D.J. *An examination of the training profiles and injuries in elite youth track and field athletes* / D.J. Huxley, D. O'Connor, P.A. Healey // *European Journal of Sport Science*. – 2014. – Vol. 14, no. 2. – P. 185–192. DOI: 10.1080/17461391.2013.809153
14. Kachanathu, S.J. *Relevance and Incidence of Musculoskeletal Injuries in Indian Tennis Players; an Epidemiological Study* / S.J. Kachanathu, P. Kumar, M. Malhotra // *American Journal of Sports Science and Medicine*. – 2014. – Vol. 2, no. 5a. – P. 1–5. DOI: 10.12691/ajssm-2-5A-1
15. Kibler, W.B. *Tennis Injuries; Individual sports* / W.B. Kibler, M. Safran // *Med Sports Sci*. – 2005. – Vol. 48. – P. 120–137.
16. *Reliability, validity, and injury predictive value of the Functional Movement Screen* / N.A. Bonazza, D. Smuin, C.A. Onks et al. // *Am J Sports Med*. – 2017. – Vol. 45, no. 3. – P. 725–732.
17. Ressaan, J. *Visual assessment of movement quality in the single leg squat test: a review and meta-analysis of inter-rater and intrarater reliability* / J. Ressaan, W.J.A. Grooten, E. Rasmussen-Barr // *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*. – 2019. – Vol. 5, no. 1. – P. 1–10.
18. *Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention* / B.M. Pluim, J.B. Staal, G.E. Windler, N. Jayanthi // *Br J Sports Med*. – 2006. – Vol. 40, no. 5. – P. 415–423.
19. *Use of a functional movement screening tool to determine injury risk in female collegiate athletes* / R.S. Chorba, D.J. Chorba, L.E. Bouillon et al. // *North American Journal of Sports Physical Therapy*. – 2010. – Vol. 5, no. 2. – P. 47–54.

References

1. Dzhumok A.A., Pavlova A.A., Shagova E.A. [Features of the Violation of the Musculoskeletal System in Children Involved in Tennis]. *Problemy sovershenstvovaniya fizicheskoy kul'tury, sporta i olimpizma* [Problems of Improvement of Physical Culture, Sports and Olympism], 2018, no. 1, pp. 130–133. (in Russ.)
2. Kogan O.S. [Characteristic of State of Health of Professional Athletes by Parameters of Chronic Sickness Rate]. *Teoriya i praktika fizicheskoy kul'tury* [Theory and Practice of Physical Education], 2009, no. 4, pp. 26–32. (in Russ.)
3. Abramova T.F., Nikitina T.M., Kochetkova N.I., Krasnikov V.A. [Features of the Spatial Position of the Trunk, Pelvis and Feet in Highly Skilled Male Athletes of Various Sports]. *Vestnik sportivnoy nauki* [Bulletin of Sports Science], 2013, no. 5, pp. 58–65. (in Russ.)
4. Roetert P., Kovacs M. *Anatomiya tennisa* [Tennis Anatomy]. Transl. from Engl. P.A. Samsonov. Minsk, Popuri Publ., 2012. 224 p.
5. Armstrong R., Greig M. Injury Identification: the Efficacy of the Functional Movement Screen™ in Female and Male Rugby Union Players. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2018, vol. 13 (4), pp. 605–617. DOI: 10.26603/ijsp20180605
6. Beardsley C., Contreras B. The Functional Movement Screen. *Strength and Conditioning Journal*, 2014, vol. 36 (5), pp. 72–80. DOI: 10.1519/SSC.0000000000000074
7. Chaddock R.E. Principles and Methods of Statistics. *Journal of the American Statistical Association*, 1926, vol. 21 (153), pp. 96–99. DOI: 10.2307/2965508
8. Colvin A.C., Andelman S.M. *Tennis Injuries of the Hip and Knee*. Available at: https://www.researchgate.net/publication/300077176_Tennis_Injuries_of_the_Hip_and_Knee (accessed 18.02.2020).
9. Cook G., Burton L. Pre-Participation Screening: The Use of Fundamental Movements as an Assessment of Function – Part 1. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 2006, vol. 1, pp. 62–72.
10. Cornell D. Intra-Rater Test-Retest Reliability and Response Stability of the Fusionetics™ Movement Efficiency Test. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2018, vol. 13 (4), pp. 618–632. DOI: 10.26603/ijsp20180618

11. Filipcic A., Filipcic T. The Functional Movement Screen's Relation to Young Tennis Players' Injury Severity. *RICYDE. Revista Internacional de Ciencias del Deporte*, 2019, vol. 59 (16), pp. 1–11. DOI: 10.5232/ricyde2020.05901
12. Gnacinski S.L., Cornell D.J., Meyer B.B. et al. Functional Movement Screen™ Factorial Validity and Measurement Invariance Across Sex Among Collegiate Student-Athletes. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2016, vol. 30 (12), pp. 3388–3395. DOI: 10.1519/JSC.0000000000001448
13. Huxley D.J., O'Connor D., Healey P.A. An Examination of the Training Profiles and Injuries in Elite Youth Track and Field Athletes. *European Journal of Sport Science*, 2014, vol. 14 (2), pp. 185–192. DOI: 10.1080/17461391.2013.809153
14. Kachanathu S.J., Kumar P., Malhotra M. Relevance and Incidence of Musculoskeletal Injuries in Indian Tennis Players; an Epidemiological Study. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2014, vol. 2 (5a), pp. 1–5. DOI: 10.12691/ajssm-2-5A-1
15. Kibler W.B., Safran M. Tennis Injuries; Individual Sports. *Med Sports Sci.*, 2005, vol. 48, pp. 120–137. DOI: 10.1159/000084285
16. Bonazza N.A., Smuin D., Onks C.A. et al. Reliability, Validity, and Injury Predictive Value of the Functional Movement Screen. *Am J Sports Med*, 2017, vol. 45 (3), pp. 725–732. DOI: 10.1177/0363546516641937
17. Resson J., Grooten W.J.A., Rasmussen-Barr E. Visual Assessment of Movement Quality in the Single Leg Squat Test: a Review and Meta-Analysis of Inter-Rater and Intrarater Reliability. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 2019, vol. 5 (1), pp. 1–10. DOI: 10.1136/bmjsem-2019-000541
18. Pluim B.M., Staal J.B., Windler G.E., Jayanthi N. Tennis Injuries: Occurrence, Aetiology, and Prevention. *Br J Sports Med*, 2006, vol. 40 (5), pp. 415–423. DOI: 10.1136/bjsem.2005.023184
19. Chorba R.S., Chorba D.J., Bouillon L.E. et al. Use of a Functional Movement Screening Tool to Determine Injury Risk in Female Collegiate Athletes. *North American Journal of Sports Physical Therapy*, 2010, vol. 5 (2), pp. 47–54.

Информация об авторах

Чайковская Ольга Олеговна, кандидат педагогических наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем спортивной подготовки, Федеральный научный центр физической культуры и спорта. Россия, 105005, Москва, Елизаветинский пер., д. 10, стр. 1.

Бобенин Павел Васильевич, магистрант кафедры физико-математических дисциплин и информационных технологий, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35; аналитик по спортивной работе, Федерация тенниса Республики Татарстан. Республика Татарстан, 420059, Казань, Оренбургский тракт, д. 101.

Мифтахов Рустем Фаридович, кандидат физико-математических наук, доцент кафедры физико-математических дисциплин и информационных технологий, Поволжский государственный университет физической культуры, спорта и туризма. Республика Татарстан, 420010, Казань, Деревня Универсиады, д. 35.

Information about the authors

Ol'ga O. Chaikovskaya, Candidate of Pedagogical Sciences, Senior Researcher, Laboratory of the Problems of Sports Training, Federal Scientific Center of Physical Culture and Sport, Moscow, Russia.

Pavel V. Bebenin, Master Student, Department of Physical and Mathematical Disciplines and Information Technologies, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia; Sports Analyst, Tennis Federation of Tatarstan Republic, Kazan, Russia.

Rustem F. Miftakhov, Candidate of Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor of the Department of Physical and Mathematical Disciplines and Information Technologies, Volga Region State Academy of Physical Culture, Sport and Tourism, Kazan, Russia.

Статья поступила в редакцию 15.01.2022

The article was submitted 15.01.2022