

ОЦЕНКА СИЛЫ МЫШЦ СГИБАТЕЛЕЙ И РАЗГИБАТЕЛЕЙ ТУЛОВИЩА В ИЗОКИНЕТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

*Д.А. Онищенко, onischenko.da@talantiuspeh.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2534-9455>
Я.Р. Бравый, brave.yr@talantiuspeh.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8533-0428>*

*Научно-технологический университет «Сириус», ФТ «Сириус», Краснодарский край,
Россия*

Аннотация. Цель: обозначить подходы к измерению силовых возможностей мышц сгибателей и разгибателей туловища в изокинетическом режиме мышечного сокращения. **Материалы и методы.** Проведена изокинетическая оценка силы мышц сгибателей и разгибателей туловища на изокинетическом динамометре IsoMed 2000 молодых футболистов 13–17 лет, а также представлено методическое описание оценки силовых возможностей мышц СРТ. **Результаты.** Исследование показало статистически значимый рост относительной силы мышц сгибателей ($p < 0,001$, $R^2 = 0,137$) и разгибателей ($p < 0,001$, $R^2 = 0,254$) туловища с увеличением возраста участников, отношение силы мышц сгибателей к разгибателям туловища с возрастом не изменяется. **Заключение.** Результаты исследования позволяют начать формирование выборки для создания референсных значений силовых параметров мышц туловища для молодых футболистов 13–17 лет и по значению отношения сгибатели – разгибатели, которые в дальнейшем могут помочь определить дефицит мышечной силы у молодых футболистов и обосновать подходы к профилактике спортивных травм.

Ключевые слова: сила мышц туловища, мышечный дисбаланс, профилактика травм, функциональная оценка, изокинетическая динамометрия, мощность, пиковая сила

Благодарности. Финансирование проекта осуществлялось Министерством науки и высшего образования Российской Федерации (Соглашение № 075-10-2021-093; Проект ISR-RND-2252).

Для цитирования: Онищенко Д.А., Бравый Я.Р. Оценка силы мышц сгибателей и разгибателей туловища в изокинетическом режиме // Человек. Спорт. Медицина. 2024. Т. 24, № 4. С. 134–141. DOI: 10.14529/hsm240417

Original article
DOI: 10.14529/hsm240417

ASSESSMENT OF TRUNK FLEXOR AND EXTENSOR MUSCLE STRENGTH IN ISOKINETIC MODE

*D.A. Onishchenko, onischenko.da@talantiuspeh.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2534-9455>
Ya.R. Bravyu, brave.yr@talantiuspeh.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8533-0428>*

Sirius University of Science and Technology, Sirius, Krasnodar region, Russia

Abstract. Aim. This study aims to outline approaches to measuring trunk flexor and extensor muscle strength in isokinetic contractions. **Materials and methods.** Research methods consist of isokinetic assessments of trunk flexor and extensor muscle (TFEM) strength using the IsoMed 2000 dynamometer, followed by a methodological description of TFEM strength measurements. The study sample involved young soccer players (13–17 years old). **Results.** The study reveals significant increases in the relative strength of both flexor ($p < 0.001$, $R^2 = 0.137$) and extensor ($p < 0.001$, $R^2 = 0.254$) muscles with increasing age. Notably, the flexor to extensor muscle ratio remained the same across ages. **Conclusion.** The results obtained contribute to the identification of reference values for trunk muscle strength and the flexor to extensor muscle ratio. This study provides a foundation for future research in muscle strength deficiency and its relationship to sports injuries.

Keywords: trunk muscle strength, muscle imbalance, injury prevention, functional assessment, isokinetic dynamometry, power, peak force

Acknowledgments. This project was financed by the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (Agreement No. 075-10-2021-093; Project ISR-RND-2252).

For citation: Onishchenko D.A., Bravyi Ya.R. Assessment of trunk flexor and extensor muscle strength in isokinetic mode. *Human. Sport. Medicine.* 2024;24(4):134–141. (In Russ.) DOI: 10.14529/hsm240417

Введение. Уровень развития силы мышц туловища и баланс силы мышц СРТ играют важную роль в стабилизации корпуса, позвоночника и таза во время повседневных движений и для успешной реализации в различных видах спортивной деятельности. Сильные и сбалансированные мышцы туловища способствуют улучшению осанки, снижают риск травм позвоночника [21, 23] и коленного сустава [1, 2, 8], а также улучшают спортивные результаты [4, 22]. В ряде исследований продемонстрировано, что ослабление мышц туловища нарушает контроль осанки и стабильность позвоночника, снижает устойчивость и равновесие, а также повышает риск травм опорно-двигательного аппарата и БНС [10–12]. Существуют экспериментально подтвержденные данные, указывающие на потенциальную связь между слабостью и дисбалансом мышц СРТ и БНС [6, 7, 16]. Эта взаимосвязь подчеркивает критическую роль адекватной физической подготовки, особенно у молодых спортсменов, в контексте все возрастающей распространенности БНС.

Исследователи отмечают, что среди молодых спортсменов распространенность БНС достигает 16 %, а риск травм спины увеличивается с возрастом [3, 25, 29]. Для профилактики травматизма в детско-юношеском спорте и повышения эффективности тренировочного процесса следует акцентировать внимание на важности исследования отношения силы мышц сгибателей к разгибателям туловища (ОСР (англ. flexion/extension ratio – f/e ratio)) [9]. В одной из обзорных работ авторы обозначили выявленные в ряде исследований существенные различия в ОСР у спортсменов и физически неактивных людей [21]. У здоровых физически неактивных людей это соотношение находится в диапазоне от 0,7 до 0,9 [5, 21], в то время как у спортсменов оно смещается к 0,5–0,7, указывая на относительное увеличение силы мышц разгибателей к сгибателям туловища [5, 19, 21]. Однако остается вопрос, справедливо ли это для молодых спортсменов

разных возрастных групп, учитывая, что данные о силовых возможностях туловища среди молодежи встречаются редко [18]. В одном из исследований авторам удалось оценить силовые возможности мышц СРТ для детей разного пола и возраста от 11 до 15 лет, ОСР составил 0,7 вне зависимости от возраста или пола детей [18]. В исследовании с юными спортсменами (каное, гребля и триатлон) 15–16 лет была предположена связь между БНС и низким уровнем момента силы мышц туловища [20].

Использование показателя ОСР позволяет определить критическое снижение отношения силовых характеристик мышц туловища не только у лиц с БНС, но и диагностировать бессимптомных людей в безболезненном состоянии, что является важным для профилактики БНС [26].

В литературе отмечается отсутствие нормативных данных о силе мышц СРТ, особенно среди молодых спортсменов и взрослых людей [21]. В отличие от конечностей, где сила одной стороны тела может быть сравнена или нормализована по отношению к противоположной стороне тела, туловище не предоставляет такой возможности для сравнения. Следовательно, при анализе силы мышц туловища индивидуального спортсмена крайне важно проводить сравнение с установленными нормативными данными или стандартными параметрами для данной популяции. Изокинетическая динамометрия считается золотым стандартом и широко признана в качестве надежного и валидизированного инструмента для оценки скоростно-силовых возможностей [14, 15, 24].

Цель работы – подчеркнуть необходимость регулярной оценки силы мышц сгибателей и разгибателей туловища для поддержания правильного баланса мышечной силы как одного из важных и недооцененных факторов спортивной подготовки и профилактики травм как профессиональных спортсменов, так и любителей, занимающихся физической культурой и спортом.

Материалы и методы. Исследование проводилось на базе ресурсного центра «Междисциплинарные исследования спорта» АНОО ВО «Университет «Сириус». В исследовании приняли участие 112 участников в возрасте от 13 до 17 лет: 97 футболистов молодежной академии ФК «Сочи» (г. Сочи) 2006, 2007, 2008 и 2009 года рождения и 15 молодых футболистов ФК «Салют» 2007 года рождения (г. Долгопрудный).

Оценку силы мышц сгибателей и разгибателей туловища проводили на изокINETическом динамометре IsoMed 2000 (D&R Ferstl, Германия) со скоростью 30 °/с согласно стандартному протоколу измерения с высоким уровнем валидности и надежности [24]. Перед началом тестирования испытуемые проходили общую разминку, включающую сгибание и разгибание туловища стоя, приседания и еще ряд общих разминочных упражнений под руководством сопровождающего команду тренера.

Тестирование проводили в положении сидя, фиксируя голени, бедра и плечи. Важным условием точной оценки силы мышц сгибателей и разгибателей туловища было правильное расположение оси вращения динамометра на уровне передней верхней подвздошной кости, диапазон движения туловища не более 50°, использование ремня, фиксирующего таз, и применение специализированной подушки для упора в области крестца для обеспечения изоляции движения поясницы, что значительно уменьшает вклад силы мышц сгибателей – разгибателей бедра во время тестирования [13]. Протокол измерения начинался с нескольких легких ознакомительных попыток. Каждый участник выполнил не менее трех повторений с максимальным усилием, и в зачет шла лучшая попытка. Одиночные движения начинали со сгибания туловища и последующего разгибания туловища. Интервалы отдыха между повторениями составляли не менее 20 с. Проявленный пиковый момент силы (Нм) мышц сгибателей и разгибателей туловища нормировали на вес тела и выражали в Нм/кг, рассчитывали отношение силы мышц сгибателей к разгибателям. Для дальнейшего анализа был использован метод линейной регрессии с целью выявить зависимость относительной силы мышц туловища и ОСР в зависимости от возраста участников. Статистическая обработка включала расчет описательной статистики и выполнение линейного регрессионного анализа. Статистические данные представ-

лены как среднее \pm стандартное отклонение. В качестве критерия статистической значимости был принят уровень $p < 0,05$. Анализ данных проводился с использованием программного обеспечения JASP версии 0.18.3. Исследование было одобрено комитетом по биоэтике «Университета «Сириус».

Результаты. В таблице приведены результаты расчета описательной статистики антропометрических и силовых параметров участников исследования.

Зависимость относительных моментов силы мышц сгибателей и разгибателей туловища с возрастом у молодых футболистов отражена на рис. 1 и 2 соответственно. Для оценки эффекта изменения силы с возрастом применили метод линейной регрессии. Линейная модель показывает статистически значимое увеличение силы мышц разгибателей туловища с возрастом ($p < 0,001$, $R^2 = 0,254$), а также силы мышц сгибателей туловища с возрастом ($p < 0,001$, $R^2 = 0,137$), что согласуется с работами зарубежных авторов [18, 27].

Прирост относительной силы с возрастом у юных футболистов может быть связан с увеличением мышечной массы и физическим развитием на фоне нарастающего объема и интенсивности тренировочных нагрузок в период пубертата.

На рис. 3 представлен график линейной регрессии, отражающий динамику отношения силы сгибателей к разгибателям туловища среди молодых футболистов. Линейная модель показывает предполагаемую тенденцию, не достигающую статистической значимости ($p = 0,095$, $R^2 = 0,025$), которая может потребовать дальнейшего исследования с увеличенной выборкой.

Сила мышц разгибателей значительно превосходит силу мышц сгибателей [21]. У спортсменов ОСР обычно снижен за счет более высокого момента силы разгибания туловища [17] и остается неизменным у здоровых молодых спортсменов в разных возрастных группах [24]. В литературе отмечают дефицит данных по ОСР для юных спортсменов [21, 30]. Исследователи активно работают в направлении механизмов возникновения БНС и возможной связи с низким значением ОСР как отражение дисбаланса силы мышц туловища. Например, Victoria R. и Vieira [28] в обзоре сделали вывод, что дисбаланс в силе мышц сгибателей – разгибателей туловища может быть связан с БНС.

Описательная статистика антропометрических и силовых параметров (n = 112)
Descriptive statistics for anthropometric measurements and strength parameters (n = 112)

Показатели Parameter	Возрастные группы, лет Age group, years					
	13–17 (n = 112)	13 (n = 16)	14 (n = 29)	15 (n = 35)	16 (n = 24)	17 (n = 8)
Длина тела, см Body length, cm	173,1 ± 7,9	166,4 ± 7,5	171,0 ± 8,1	171,9 ± 7,8	173,1 ± 8,0	178,4 ± 6,2
Масса тела, кг Body mass, kg	61,8 ± 10,3	52,5 ± 8,8	55,8 ± 8,4	65,1 ± 8,6	68,1 ± 8,7	68,1 ± 7,7
Возраст, лет Age, y.o.	15,2 ± 1,1	13,6 ± 0,2	14,4 ± 0,3	15,5 ± 0,3	16,4 ± 0,3	17,1 ± 0,1
Индекс массы тела, кг/м ² Body mass index, kg/m ²	20,3 ± 2,1	18,8 ± 1,8	19,3 ± 1,8	20,7 ± 1,9	21,6 ± 2,1	21,3 ± 1,8
Отношение силы мышц сгибателей к разгибателям Flexor to extensor muscle ratio	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,1	0,6 ± 0,2	0,6 ± 0,1	0,5 ± 0,2	0,5 ± 0,04
Относительный пиковый момент силы мышц разгибателей, Нм/кг Normalized peak torque – extensors, Nm/kg	3,6 ± 0,7	3,3 ± 0,5	3,2 ± 0,7	3,5 ± 0,6	4,0 ± 0,7	4,5 ± 0,7
Относительный пиковый момент силы мышц сгибателей, Нм/кг Normalized peak torque – flexors, Nm/kg	2,0 ± 0,4	1,9 ± 0,4	1,8 ± 0,3	2,0 ± 0,4	2,1 ± 0,4	2,2 ± 0,3
Пиковый момент силы мышц разгибателей, Нм Peak torque – extensors, Nm	222,2 ± 67,6	173,2 ± 36,1	185,8 ± 51,9	224,4 ± 52,8	267,7 ± 67,4	305,2 ± 66,2
Пиковый момент силы мышц сгибателей, Нм Peak torque – flexors, Nm	122,9 ± 33,0	99,4 ± 26,8	105,3 ± 24,5	129,2 ± 30,2	142,1 ± 32,3	148,2 ± 25,7

Одними из ограничений нашего исследования является отсутствие учета тренировочного стажа, данных о перенесенных травмах и эпизодах болей в нижней части спины среди

участников. В будущем для получения более полной картины взаимосвязи между силой мышц туловища, стажем, БНС и травмами предлагается использовать опросник.

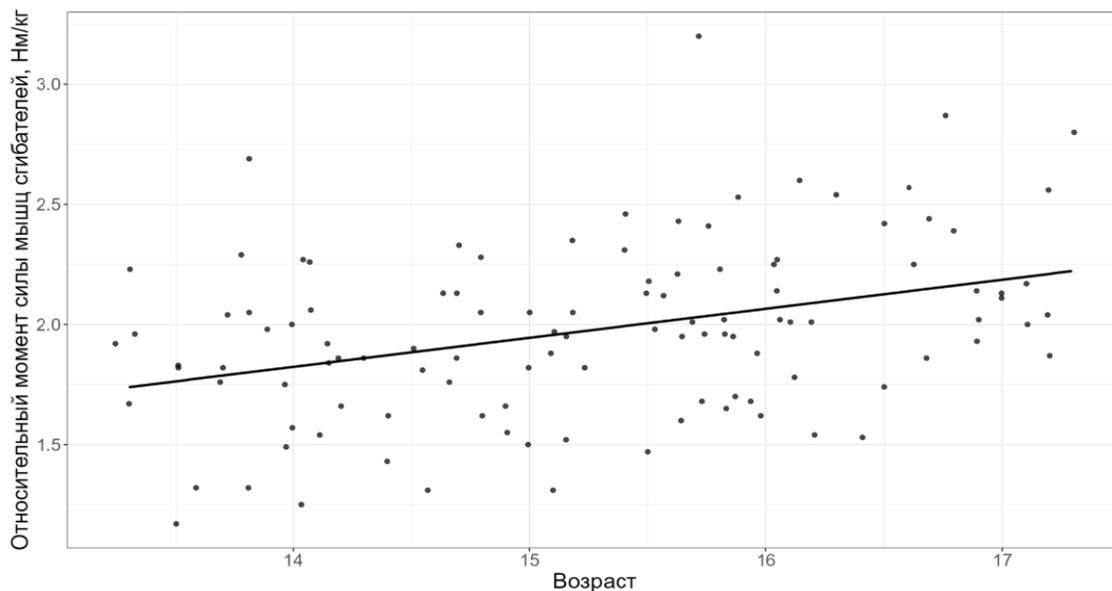


Рис. 1. Зависимость силы сгибателей туловища от возраста у юных футболистов 13–17 лет.
Линия – линейная регрессия
Fig. 1. Age-dependent variations in normalized trunk flexor strength in football players
aged 13–17 years. Linear regression

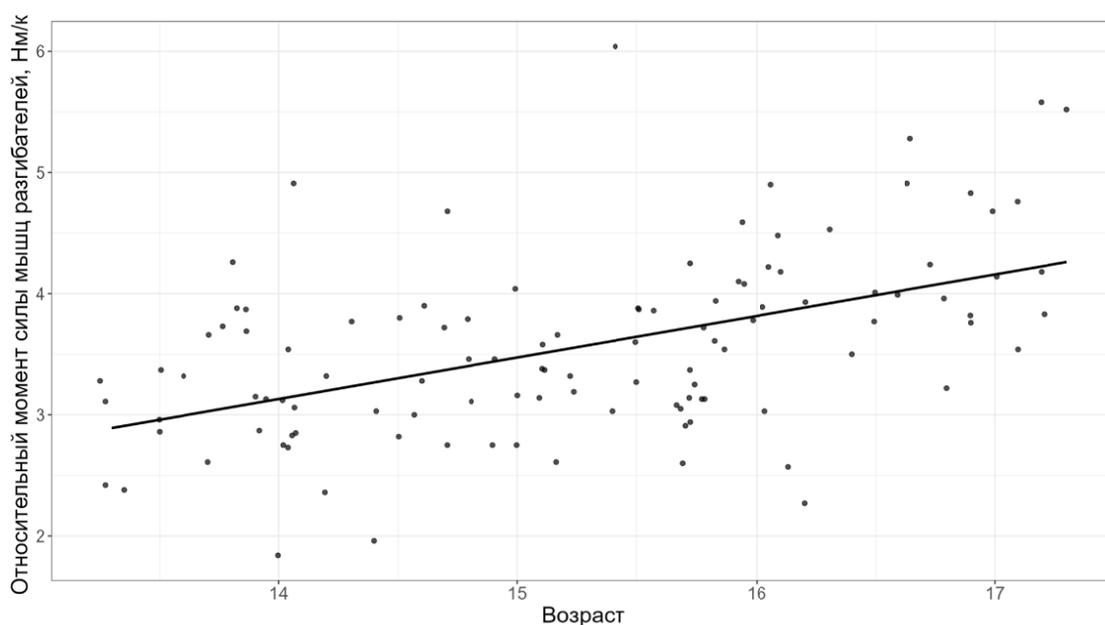


Рис. 2. Зависимость силы разгибателей туловища от возраста у юных футболистов 13–17 лет.
Линия – линейная регрессия
Fig. 2. Age-dependent variations in normalized trunk extensor strength in football players
aged 13–17 years. Linear regression

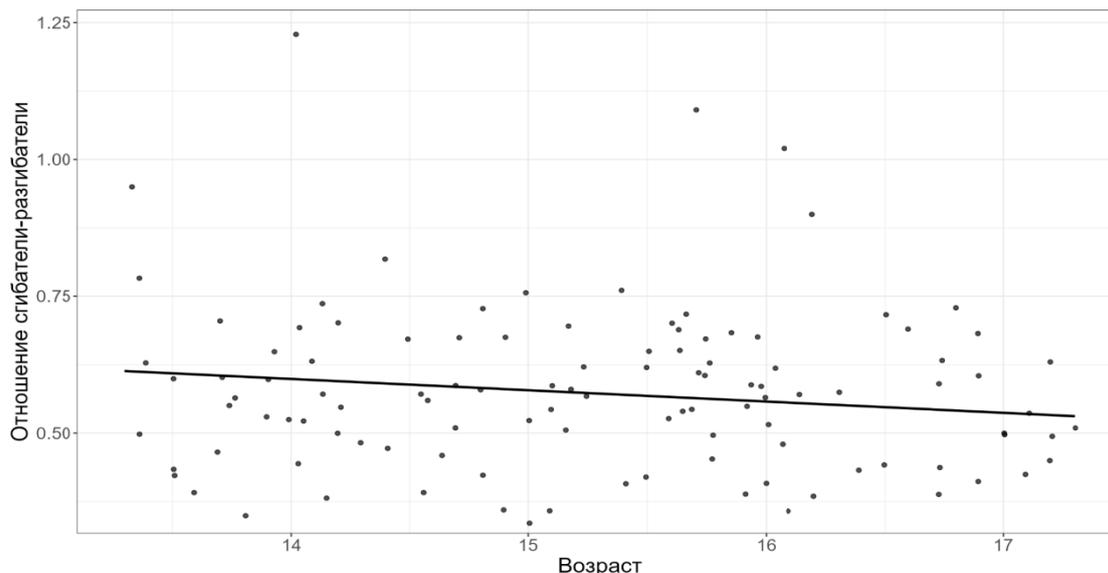


Рис. 3. Зависимость отношения силы сгибателей к разгибателям туловища от возраста у юных футболистов 13–17 лет. Линия – линейная регрессия
Fig. 3. Relationship between flexor to extensor muscle ratio and age in football players aged 13–17 years. Linear regression

Заключение. В данном исследовании представлены силовые возможности мышц разгибателей и сгибателей туловища 112 молодых футболистов в возрасте 13–17 лет, что позволяет начать формирование выборки для создания референсных значений с нормированием на вес тела и по значению ОСР. ОСР для футболистов может отражать уровень адекватного развития отношения силы мышц

брюшного пресса и спины для успешного выполнения сложнокоординационных действий при резких сменах направления движения и являться одним из первичных методов обследования при жалобах на БНС. При оценке силы мышц разгибателей и сгибателей туловища важно эффективно изолировать мышцы ног, способные помогать мышцам спины и существенно влиять на результаты тестирования.

Список литературы / References

1. Akebi T., Saeki S., Hieda H. et al. Factors Affecting the Variability of the Torque Curves at Isokinetic Trunk Strength Testing. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1998, vol. 79, no. 1, pp. 33–35. DOI: 10.1016/s0003-9993(98)90204-0
2. Araujo S., Cohen D., Hayes L. Six Weeks of Core Stability Training Improves Landing Kinetics Among Female Capoeira Athletes: A Pilot Study. *Journal of Human Kinetics*, 2015, vol. 45, no. 1, pp. 27–37. DOI: 10.1515/hukin-2015-0004
3. Babayeva N., Torğutalp Ş.Ş., Dönmez G. Spondylolysis in an Adolescent Soccer Player. *Austin Sports Medicine*, 2017, vol. 2 (1), 1013.
4. Barbado D., Lopez-Valenciano A., Juan-Recio C. et al. Trunk Stability, Trunk Strength and Sport Performance Level in Judo. *PLOS ONE*, 2016, vol. 11, no. 5, e0156267. DOI: 10.1371/journal.pone.0156267
5. Baur H., Müller S., Pilz F. et al. Trunk Extensor and Flexor Strength of Long-distance Race Car Drivers and Physically Active Controls. *Journal of Sports Sciences*, 2010, vol. 28, no. 11, pp. 1183–1187. DOI: 10.1080/02640414.2010.484066
6. Chang W.-D., Lin H.-Y., Lai P.-T. Core Strength Training for Patients with Chronic Low Back Pain. *Journal of Physical Therapy Science*, 2015, vol. 27, no. 3, pp. 619–622. DOI: 10.1589/jpts.27.619
7. Cho K.H., Beom J.W., Lee T.S. et al. Trunk Muscles Strength as a Risk Factor for Nonspecific Low Back Pain: A Pilot Study. *Annals of Rehabilitation Medicine*, 2014, vol. 38, no. 2, p. 234. DOI: 10.5535/arm.2014.38.2.234
8. Cronström A., Creaby M.W., Nae J. et al. Modifiable Factors Associated with Knee Abduction During Weight-Bearing Activities: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 2016, vol. 46, no. 11, pp. 1647–1662. DOI: 10.1007/s40279-016-0519-8

9. Czaprowski D., Kolwicz A., Afeltowicz A. et al. Reliability of Measurements of the Extension-flexion Ratio with Surface EMG. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2015, vol. 28, no. 4, pp. 827–832. DOI: 10.3233/bmr-150590
10. Danneskiold-Samsøe B., Bartels E.M., Bülow P.M. et al. Isokinetic and Isometric Muscle Strength in a Healthy Population with Special Reference to Age and Gender. *Acta Physiologica (Oxford, England)*, 197, suppl. 673, pp. 1–68. DOI: 10.1111/j.1748-1716.2009.02022.x
11. De Blaiser C., Roosen P., Willems T. et al. Is Core Stability a Risk Factor for Lower Extremity Injuries in an Athletic Population? A Systematic Review. *Physical Therapy in Sport*, 2018, vol. 30, pp. 48–56. DOI: 10.1016/j.ptsp.2017.08.076
12. Estrázulas J.A., Estrázulas J.A., de Jesus K. et al. Evaluation Isometric and Isokinetic of Trunk Flexor and Extensor Muscles with Isokinetic Dynamometer: A Systematic Review. *Physical Therapy in Sport*, 2020, vol. 45, pp. 93–102. DOI: 10.1016/j.ptsp.2020.06.008
13. Grabiner M.D., Jeziorowski J.J. Isokinetic Trunk Extension and Flexion Strength-endurance Relationships. *Clinical Biomechanics (Bristol, Avon)*, 1991, vol. 6 (2), pp. 118–122. DOI: 10.1016/0268-0033(91)90009-F
14. Guilhem G., Giroux C., Couturier A. et al. Validity of Trunk Extensor and Flexor Torque Measurements Using Isokinetic Dynamometry. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 2014, vol. 24, no. 6, pp. 986–993. DOI: 10.1016/j.jelekin.2014.07.006
15. Harding A.T., Weeks B.K., Horan S.A. et al. Validity and Test-retest Reliability of a Novel Simple Back Extensor Muscle Strength Test. *SAGE Open Medicine*, 2017, vol. 5, 205031211668884. DOI: 10.1177/2050312116688842
16. Lim E.C.W., Poh R.L.C., Low A.Y. et al. Effects of Pilates-Based Exercises on Pain and Disability in Individuals With Persistent Nonspecific Low Back Pain: A Systematic Review With Meta-analysis. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2011, vol. 41, no. 2, pp. 70–80. DOI: 10.2519/jospt.2011.3393
17. McGregor A., Hill A., Grewar J. Trunk Strength Patterns in Elite Rowers. *Isokinetics and Exercise Science*, 2004, vol. 12, no. 4, pp. 253–261. DOI: 10.3233/IES-2004-0183
18. Mueller J., Mueller S., Stoll J. et al. Trunk Extensor and Flexor Strength Capacity in Healthy Young Elite Athletes Aged 11–15 Years. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 2014, vol. 28, no. 5, pp. 1328–1334. DOI: 10.1519/jsc.0000000000000280
19. Mueller S., Mayer P., Baur H. et al. Higher Velocities in Isokinetic Dynamometry: A Pilot Study of New Test Mode with Active Compensation of Inertia. *Isokinetics and Exercise Science*, 2011, vol. 19, no. 2, pp. 63–70. DOI: 10.3233/IES-2011-0398
20. Mueller S., Stoll J., Cassel M. et al. Trunk Peak Torque, Muscle Activation Pattern and Sudden Loading Compensation in Adolescent Athletes with Back Pain. *Journal of Back and Musculoskeletal Rehabilitation*, 2019, vol. 32, no. 3, pp. 379–388. DOI: 10.3233/bmr-181215
21. Mueller S., Stoll J., Mueller J. et al. Validity of Isokinetic Trunk Measurements with Respect to Healthy Adults, Athletes and Low Back Pain Patients. *Isokinetics and Exercise Science*, 2012, vol. 20, no. 4, pp. 255–266. DOI: 10.3233/IES-2012-00482
22. Prieske O., Muehlbauer T., Granacher U. The Role of Trunk Muscle Strength for Physical Fitness and Athletic Performance in Trained Individuals: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 2016, vol. 46, no. 3, pp. 401–419. DOI: 10.1007/s40279-015-0426-4
23. Rossi D.M., Morcelli M.H., Cardozo A.C. et al. Rate of Force Development and Muscle Activation of Trunk Muscles in Women with and without Low Back Pain: A Case-control Study. *Physical Therapy in Sport*, 2017, vol. 26, pp. 41–48. DOI: 10.1016/j.ptsp.2016.12.007
24. Roth R., Donath L., Kurz E. et al. Absolute and Relative Reliability of Isokinetic and Isometric Trunk Strength Testing Using the IsoMed-2000 Dynamometer. *Physical Therapy in Sport*, 2017, vol. 24, pp. 26–31. DOI: 10.1016/j.ptsp.2016.11.005
25. Shah T., Cloke D.J., Rushton S. et al. Lower Back Symptoms in Adolescent Soccer Players: Predictors of Functional Recovery. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2014, vol. 2, no. 4, 232596711452970. DOI: 10.1177/2325967114529703
26. Sihvonen T., Partanen J., Hänninen O. et al. Electric behavior of Low Back Muscles During Lumbar Pelvic Rhythm in Low Back Pain Patients and Healthy Controls. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 1991, vol. 72, no. 13, pp. 1080–1087.

27. Sinaki M., Limburg P.J., Wollan P.C. et al. Correlation of Trunk Muscle Strength with Age in Children 5 to 18 Years Old. *Mayo Clinic Proceedings*, 1996, vol. 71, no. 11, pp. 1047–1054. DOI: 10.4065/71.11.1047

28. Victora R.C., Vieira A. Do Muscle Strength Imbalances and Low Flexibility Levels Lead to Low Back Pain? A Brief Review. *Journal of Functional Morphology and Kinesiology*, 2017, vol. 2, no. 3, p. 29. DOI: 10.3390/jfmk2030029

29. Wall J., Meehan W.P., Trompeter K. et al. Incidence, Prevalence and Risk Factors for Low Back Pain in Adolescent Athletes: a Systematic Review and Meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 2022, vol. 56, no. 22, pp. 1299–1306. DOI: 10.1136/bjsports-2021-104749

30. Zouita Ben Moussa A., Zouita S., Ben Salah F. et al. Isokinetic Trunk Strength, Validity, Reliability, Normative Data and Relation to Physical Performance and Low Back Pain: a Review of the Literature. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 2020, vol. 15, no. 1, pp. 160–174.

Информация об авторах

Онищенко Дмитрий Александрович, кандидат биологических наук, научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», ФТ «Сириус», Краснодарский край, Россия.

Бравый Ян Робертович, старший научный сотрудник, Научно-технологический университет «Сириус», ФТ «Сириус», Краснодарский край, Россия.

Information about the authors

Dmitry A. Onishchenko, Candidate of Biological Sciences, Research Fellow, Sirius University of Science and Technology, FT Sirius, Krasnodar Krai, Russia.

Yan R. Bravyu, Senior Research Fellow, Sirius University of Science and Technology, FT Sirius, Krasnodar Krai, Russia.

Вклад авторов:

Онищенко Д.А. – научный руководитель, концепция исследования, итоговые выводы.

Бравый Я.Р. – развитие методологии, аналитика, доработка.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors:

Dmitry A. Onishchenko – scientific supervision, research concept, final conclusions.

Yan R. Bravyu – study design, data processing, and revision.

The authors declare no conflict of interest.

Статья поступила в редакцию 10.03.2024

The article was submitted 10.03.2024