

ПРИМЕНЕНИЕ РОБОТИЗИРОВАННОГО КОМПЛЕКСА CON-TREX В ВОССТАНОВЛЕНИИ ВЕРХНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ СПОРТСМЕНОВ: АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР

О.С. Збицкая¹, Ю.В. Корягина¹, И.Р. Цечоев²

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Северо-Кавказский федеральный научно-клинический центр Федерального медико-биологического агентства», г. Ессентуки, Россия

²Автономная некоммерческая медицинская организация «Ставропольский краевой клинический консультативно-диагностический центр», г. Ставрополь, Россия

Аннотация. Введение. Цель работы – провести анализ научной литературы о возможности применения роботизированного комплекса CON-TREX с целью восстановления и повышения функционального состояния верхних конечностей у спортсменов игровых видов спорта. **Методы.** Проведен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов. Для сбора информации были использованы электронные базы данных: eLibrary, PubMed, Google Scholar. **Результаты.** Выявлено, что комплекс CON-TREX широко используется в спортивной медицине для восстановления функционального состояния нижних конечностей, диагностики мышечных дисбалансов, а также в реабилитации верхних и нижних конечностей вследствие перенесенных травм опорно-двигательного аппарата. **Заключение.** Исследований с применением комплекса CON-TREX, направленных на оценку и повышение функционального состояния верхних конечностей у спортсменов, не найдено. Вопрос разработки методики восстановления верхних конечностей в период интенсивной тренировочной деятельности с использованием комплекса CON-TREX остается актуальным.

Ключевые слова: CON-TREX, верхние конечности, механотерапия, биологическая обратная связь, восстановительная медицина, спортивная медицина, игровые виды спорта.

APPLICATION OF THE CON-TREX ROBOTIC SYSTEM IN UPPER LIMB RECOVERY FOR ATHLETES: AN ANALYTICAL REVIEW

O.S. Zbitskaya¹, Yu.V. Koryagina¹, I.R. Tsechoev²

¹North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, Russia

²Stavropol Regional Clinical Consultation and Diagnostics Center, Stavropol, Russia

Abstract. Introduction. Objective of the study – to analyze the scientific literature on the possibility of applying the CON-TREX robotic system for restore and improve the functional state of the upper limbs in team sports athletes. **Methods.** We have conducted an analysis of Russian and foreign scientific literature on the aforementioned topic in the following electronic databases: eLibrary, PubMed, Google Scholar. **Results.** We have found that the CON-TREX system is frequently used in sports medicine to restore the functional state of the lower limbs, diagnose muscle imbalances, and rehabilitate the upper and lower limbs after musculoskeletal system injuries. **Conclusion.** No studies on the application of the CON-TREX system aimed at assessing and improving the functional state of the upper limbs in athletes were found. The issue of developing a methodology for restoring the upper limbs using the CON-TREX system during intense training activity remains relevant.

Keywords: CON-TREX, upper limbs, mechanotherapy, restorative medicine, biofeedback, sports medicine, team sports.

Введение. В игровых видах спорта от высококвалифицированных спортсменов, помимо физических качеств, требуется точное и уверенное владение специфическими сложнокоординационными техническими прие-

мами [1]. Ациклический характер движений, их непредсказуемость, отсутствие размеренного чередования нагрузки и восстановления предрасполагают к возникновению асимметричной перегрузки опорно-двигательного

аппарата, травмам мышц, суставов и внутрисуставных структур, что повышает риск развития локального синдрома перетренированности [2, 3]. В условиях противоборства активное применение атакующих и оборонительных приемов значительно повышает риск спортивного травматизма, в том числе травм верхних конечностей [4-6]. Разработка эффективных методов восстановления является одним из наиболее актуальных направлений спортивной медицины. Для этой цели потенциально эффективными являются методики с применением роботизированной механотерапии с биологической обратной связью (БОС). В связи с этим целью настоящего исследования является анализ отечественной и зарубежной научной литературы о применении роботизированного комплекса (РБК) CON-TREX в практике спортивной медицины. Новые методики восстановления функционального состояния верхних конечностей будут способствовать более качественному восстановлению в периоды интенсивных тренировочных нагрузок, а также помогут предотвратить развитие усталостных травм у спортсменов игровых видов спорта.

Методы и организация исследования. Проведен анализ научной литературы российских и зарубежных авторов. Для сбора информации были использованы электронные базы данных: eLibrary, PubMed, Google Scholar. Ключевые поисковые слова: CON-TREX, верхние конечности, биоуправляемая механотерапия, восстановительная медицина, спортивная медицина, игровые виды спорта.

Результаты исследования и их обсуждение. Анализ данных показал, что РБК CON-TREX используют для диагностики опорно-двигательного аппарата спортсменов, для реабилитации после перенесенных травм и оперативных вмешательств, а также для оценки эффективности применяемых методик восстановления.

Диагностика опорно-двигательного аппарата. Исследования отечественных и зарубежных ученых показывают, что РБК CON-TREX эффективно применяют в диагностике мышечного дисбаланса нижних конечностей. Своевременное выявление данного нарушения помогает на ранних этапах скорректировать план тренировок и выработать правильные двигательные стереотипы, что предотвращает развитие травм мышц, суставов и сухожилий.

Е.В. Костюк и Ю.В. Корягина (2018) при помощи РБК CON-TREX исследовали функциональное состояние ахиллово сухожилия и мышц голени у спортсменов-легкоатлетов. Диагностика на РБК CON-TREX помогла достоверно определить дисбаланс мышц-сгибателей и разгибателей нижних конечностей у высококвалифицированных легкоатлетов, разницу крутящего момента отдельных групп мышц, а также разницу силы мышц ведущей и неведущей ног [7]. Н.Д. Алексеева с соавт. (2019) в ходе своего исследования выявили характерный мышечный дисбаланс у спортсменов-горнолыжников – преобладание задней поверхности бедра на обеих ногах (более 50%) [8]. С. Hildebrandt и его коллеги (2017) также проводили оценку опорно-двигательного аппарата спортсменов-горнолыжников [9]. N. Gerdijan и др. (2025) проанализировали силу мышц задней поверхности бедра левой и правой ноги, а также четырехглавой мышцы бедра у профессиональных гандболистов: сила четырехглавой мышцы бедра и мышц задней поверхности бедра левой и правой ног показала минимальные колебания, без признаков мышечного дисбаланса [10].

Для многих исследований критерием включения является занятие определенным видом спорта [11, 12]. Так возможно выявить особенности силы мышц, характерные для конкретного вида спортивной деятельности. Подобные исследования имеют большое значение для спорта.

Восстановление и реабилитация спортсменов. Данным направлением применения РБК CON-TREX занимается большое количество специалистов и ученых [13-15]. М.К. Moussa и соавт. (2024) предположили, что изокинетический крутящий момент при внутренней и внешней ротации плеча может рассматриваться как потенциальный индикатор динамической стабильности плечевого сустава. Согласно полученным результатам, изокинетическое тестирование может выступать в качестве независимого предиктора успешного возвращения к спортивной деятельности после операции Латарже [16]. V.A. Kolyshenkov с соавт. (2024) с помощью компьютеризированного изокинетического динамометра CON-TREX MJ провели оценку степени изменения функциональных и биомеханических характеристик плечевого сустава у пациентов с повреждением вращательной манжеты плеча. По результатам исследования авторы установили, что у

пациентов с повреждением вращательной манжеты плеча отмечались высокий уровень боли в плече по визуально-аналоговой шкале, выраженная степень функциональных ограничений по опроснику DASH (Disability of the Arm, Shoulder and Hand outcome measure – Опросник исходов и неспособности руки и кисти), разработанному P.L. Hudak, P.C. Amadio и C. Bombardier, значительное снижение амплитуды движений в плечевом суставе, а также существенный дефицит показателей динамической силы и выносливости и мышечной работоспособности [17]. А. Zotin с соавт. (2020) опубликовали результаты исследования об использовании роботизированной механотерапии на медицинской системе CON-TREX при реабилитационном лечении пациентов после артроскопической реконструктивной хирургии плечевого сустава [18].

А.Ш. Абуталимов (2023) и соавт. изучили влияние курса лечебной гимнастики на РБК CON-TREX на состояние коленного сустава легкоатлетов. Согласно результатам, полученным в ходе исследования, у спортсменов, которым был проведен курс из семи процедур, отмечаются статистически достоверное повышение М-ответа, увеличение мышечной силы, снижение утомления, улучшение периферического кровообращения мышц, нормализация баланса мышц-сгибателей и разгибателей. Автор сделал заключение, что лечебная гимнастика на РБК CON-TREX является эффективной процедурой для восстановления функционального состояния нижних конечностей у высококвалифицированных спортсменов [19].

Е.В. Портнягин с соавт. (2018) в своем исследовании проверили эффективность разработанной методики реабилитации с РБК CON-TREX Multi Joint. Программа назначалась пациентам, перенесшим артроскопическую реконструкцию передней крестообразной связки. В послеоперационный восстановительный период пациентам проводили занятия лечебной физической культурой в сочетании с физиотерапевтическим лечением, механотерапию в режиме CPM (Continuous Passive Motion – непрерывная пассивная мобилизация), механотерапию на аппарате с БОС CON-TREX Multi Joint. Согласно опубликованным данным, у пациентов основной группы в три раза быстрее восстанавливается окружность голени и бедра, они реже испытывают болевые ощущения, быстрее восстанавливается

объем активных и пассивных движений, пиковое усилие сгибания/разгибания коленного сустава на 35-40% выше по сравнению с контрольной группой [20].

Согласно проведенным исследованиям, курс механотерапии на РБК CON-TREX способствует улучшению функционального состояния опорно-двигательного аппарата и сокращает время реабилитации в послеоперационном периоде [21, 22]. В. Guerrier с соавт. (2017) провели исследование, цель которого заключалась в определении процента пациентов с удовлетворительным послеоперационным функциональным восстановлением коленного сустава [23].

С. Brunner-Althaus и E.D. de Bruin (2006) провели оценку надежности результатов повторного тестирования, стандартизированного изокинетического протокола у здоровых испытуемых и у пациентов с заменой передней крестообразной связки. Также была измерена воспроизводимость настроек устройства, выбранных тестирующим. Коэффициенты внутриклассовой корреляции для всех скоростей в группе здоровых людей составили $\geq 0,92$ ($p < 0,05$), а в группе с повреждением передней крестообразной связки – $\geq 0,93$ ($p < 0,05$). Выбранные настройки прибора показали хорошую воспроизводимость, что наглядно показывает эффективность РБК CON-TREX Multi Joint в диагностике опорно-двигательного аппарата [24].

N.A. Maffiuletti с соавт. (2007) провели оценку надежности изокинетических и изометрических оценок функции мышц-разгибателей и сгибателей коленного сустава с использованием изокинетического динамометра CON-TREX. Для обеих групп мышц-разгибателей и сгибателей коленного сустава все данные о силе, за исключением угла пикового крутящего момента, продемонстрировали умеренную и высокую надежность с коэффициентами внутриклассовой корреляции $> 0,86$. Эти результаты подтверждают надежность изокинетических и изометрических измерений с использованием аппарата CON-TREX [25].

Заключение. Анализ литературы показал, что РБК CON-TREX широко используется в практике спортивной медицины. Данные проведенных исследований подтверждают его высокую эффективность в качестве аппарата для диагностики, а также как метод восстановления функционального состояния опорно-двигательного аппарата. Однако

подавляющее большинство исследований посвящены использованию РБК CON-TREX для нижних конечностей, и очень мало исследований было проведено для верхних, что делает актуальным направление,

связанное с разработкой методики восстановления и повышения функционального состояния верхних конечностей с РБК CON-TREX у высококвалифицированных спортсменов.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Показатели аэробной работоспособности у спортсменов игровых видов спорта / Ф.А. Мавлиев, А.Х. Валиахметов, Ш.Р. Еникеев [и др.] // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2018. – № 1(155). – С. 150-153.
2. Оперативный контроль текущего утомления в ситуативных видах спорта / М.В. Жийяр, В.А. Бадтиева, В.Д. Выборнов, М.Ю. Баландин // Спортмед-2018. – М., 2018. – С. 47-49.
3. Диагностика и коррекция декомпенсированных поструральных асимметрий у спортсменов высокого класса / В.В. Кармазин, Е.А. Анисимов, М.А. Попогребский, А.В. Жолинский // Спортмед-2018. – М., 2018. – С. 56-57.
4. Современные подходы к дифференциальной диагностике переутомления (синдрома перетренированности) у спортсменов высокого класса / Е.А. Анисимов, С.А. Парастаев, А.В. Жолинский [и др.] // Спортмед-2018. – М., 2018. – С. 14-16.
5. Ясюкевич А.С. Анализ уровня и структуры случаев спортивного травматизма в отдельных видах спорта / А.С. Ясюкевич, Н.П. Гулевич, П.Г. Муха // Прикладная спортивная наука. – 2016. – № 1(3). – С. 89-99.
6. Орлова Е.В. Эффективность применения роботизированной механотерапии в комплексной реабилитации пациентов с остеоартритом / Е.В. Орлова, И.В. Погонченкова // Современная ревматология. – 2022 – Т. 16. – № S1. – С. 17-18.
7. Костюк, Е.В. Особенности исследования функционального состояния ахиллова сухожилия и мышц голени с помощью комплекса CON-TREX MJ у спортсменов с признаками ахиллотендопатии / Е.В. Костюк, Ю.В. Корягина // Современные вопросы биомедицины. – 2018. – Т. 2. – № 1. – С. 70.
8. Диагностика мышечного дисбаланса у спортсменов-горнолыжников / Н.Д. Алексеева, П.Б. Святченко, А.Н. Зиновьев, М.В. Давыдов // Ученые записки университета им. П.Ф. Лесгафта. – 2019. – № 9(175). – С. 6-10.
9. Trunk strength characteristics of elite alpine skiers – a comparison with physically active controls / C. Hildebrandt, L. Müller, C. Heisse, C. Raschner // Journal of human kinetics. – 2017. – Vol. 57. – P. 51.
10. Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings in professional handball players / N. Gerdijan, T. Karalić, I. Balać [et al.] // SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences. – 2025. – Vol. 14. – P. 161.
11. Cao, F. Isokinetic testing and analysis of flexor-extensor muscle of the knee joint of women field hockey athletes / F. Cao, L. Zou, S. Peng // Chinese Journal of Tissue Engineering Research. – 2011. – Vol. 15. – No. 37. – P. 6891.
12. Bliss, A. Reciprocal versus nonreciprocal assessment of knee flexors and extensors in concentric actions using the CON-TREX multijoint isokinetic dynamometer: A reliability study / A. Bliss, J. Dekerle // Measurement in Physical Education and Exercise Science. – 2019. – Vol. 23(2). – P. 112-123.
13. Кабаев, Е.М. Возможности применения диагностическо-тренажерного комплекса с биологической обратной связью Con-trex в послеоперационной реабилитации при травмах плечевого сустава / Е.М. Кабаев, В.И. Трубников, А.Б. Малков // Медицина экстремальных ситуаций. – 2017. – № 4 (62). – С. 56-62.
14. Анализ экспериментальных данных послеоперационного ремоделирования плечевого сустава посредством CON-TREX / Е.В. Тицкая, Е.М. Кабаев, А.Н. Мацулев, К.В. Симонов // Медицина и высокие технологии. – 2018. – № 4. – С. 56-64.
15. Биомеханическая роботизированная механотерапия и ремоделирование в комплексной послеоперационной реабилитации травм плечевого сустава / В.В. Уйба, Б.В. Баранкин, Е.М. Кабаев, К.В. Симонов // Медицина экстремальных ситуаций. – 2020. – Т. 22. – № 1. – С. 28-38.
16. Isokinetic Strength and Balance Analyses for Predicting Return to Sports After the Latarjet Procedure: A Prospective Cross-sectional Study / M.K. Moussa, B.E. Hariri, N. Lefèvre [et al.] // The American Journal of Sports Medicine. – 2024. – Vol. 52. – No. 11. – P. 2850-2859.
17. Kolyshenkov V.A. Evaluation of Functional and Biomechanical Deficiency in the Shoulder Joint: a Prospective Cohort Study of 119 Patients with Rotator Cuff Injury / V.A. Kolyshenkov, A.D. Fesyun, M.Y. Yakovlev // Bulletin of Rehabilitation Medicine. – 2022. – Vol. 21(4). – P. 148-158.
18. Evaluation of Shoulder Joint Data Obtained from CON-TREX Medical System / A. Zotin, K. Simonov, E. Kabaev [et al.] // International Conference on Intelligent Decision Technologies. – Singapore: Springer Singapore, 2020. – P. 155-165.

19. Срочные эффекты применения роботизированной механотерапии в период восстановления после интенсивных физических нагрузок у легкоатлетов / А.Ш. Абуталимов, С.М. Абуталимова, Г.Н. Тер-Акопов [и др.] // Человек. Спорт. Медицина. – 2023. – Т. 23. – № 2. – С. 193-199.

20. Применение аппаратной механотерапии с биологической обратной связью в комплексном восстановительном лечении пациентов после артроскопической реконструкции передней крестообразной связки / Е.В. Портнягин, А.О. Павлов, Д.М. Козик, Л.А. Жиганова // Спортмед-2018. – М., 2018. – С. 163-164.

21. Влияние современных методов реабилитации на восстановление спортсменов после пластики ПКС / В.Ю. Преображенский, Е.В. Сидоренко, О.В. Зиновьев [и др.] // Академический журнал Западной Сибири. – 2011. – № 6. – С. 26-27.

22. Сравнительная оценка эффективности консервативной и оперативной тактики лечения пациентов после травмы ПКС с использованием роботизированной механотерапевтической системы «CON-TREX» / Д.В. Разваляева, А.С. Разваляев, М.А. Еремушкин, Е.М. Стяжкина // Вестник восстановительной медицины. – 2019. – № 5 (93). – С. 35-39.

23. Évaluation fonctionnelle isocinétique et proprioceptive du genou et retour au sport après reconstruction primaire du ligament croisé antérieur. Étude prospective chez 234 sportifs au recul moyen de 6 mois / B. Guerrier, S. Klouche, B. El Elhariri [et al.] // Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique. – 2017. – Vol. 103. – No. 7. – P. S113.

24. Brunner-Althaus, C. Die Zuverlässigkeit des isokinetischen Knie Kurzprotokolls von Swiss Olympic / C. Brunner-Althaus, E.D. de Bruin // Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumatol. – 2006. – Vol. 54. – No. 3. – P. 96.

25. Reliability of knee extension and flexion measurements using the Con-Trex isokinetic dynamometer / N.A. Maffiuletti, M. Bizzini, K. Desbrosses [et al.] // Clinical physiology and functional imaging. – 2007. – Vol. 27. – No. 6. – P. 346-353.

REFERENCES

1. Mavliev F.A., Valiakhmetov A.Kh., Enikeev Sh.R., Nazarenko A.S., Konovalov I.E. Indicators of aerobic capacity of organism for sportsmen of playing types of sport. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2018, no. 1(155), pp. 150-153. (in Russ.)

2. Zhiyjar M.V., Badtieva V.A., Vybornov V.D., Balandin M.Yu. Operational control of current fatigue in situational sports. *Sportmed-2018: collection of abstracts*. Moscow, 2018. pp. 47-49. (in Russ.)

3. Karmazin V.V., Anisimov E.A., Popogrebskij M.A., Zholinskij A.V. Diagnosis and correction of decompensated postural asymmetries in elite athletes. *Sportmed-2018: collection of abstracts*. Moscow, 2018. pp. 56-57. (in Russ.)

4. Anisimov E.A., Parastaev S.A., Zholinskij A.V. et al. Modern approaches to the differential diagnosis of overwork (overtraining syndrome) in elite athletes. *Sportmed-2018: collection of abstracts*. Moscow, 2018. pp. 14-16. (in Russ.)

5. Yasyukevich A.S., Gulevich N.P., Mukha P.G. The analysis of degree and structure of examples of sports traumatism in various sports. *Prikladnaya sportivnaya nauka*, 2016, no. 1(3), pp. 89-99. (in Russ.)

6. Orlova E.V., Pogonchekova I.V. The effectiveness of the use of robotic mechanotherapy in the complex rehabilitation of patients with osteoarthritis. *Modern Rheumatology Journal*, 2022, vol. 16, no. S1, pp. 17-18. (in Russ.)

7. Kostyuk E.V., Koryagina Yu.V. Peculiarities research of functional state of achilla tendon and shin muscles with CONTREX MJ complex at athletes with symptoms of achillotendopathy. *Modern Issues of Biomedicine*, 2018, vol. 2, no. 1, p. 70. (in Russ.)

8. Alekseeva N.D., Svyatchenko P.B., Zinoviev A.N., Davydov M.V. Diagnosis of alpine skiers' muscle imbalances. *Scientific Notes of the P.F. Lesgaft University*, 2019, no. 9(175), pp. 6-10. (in Russ.)

9. Hildebrandt C., Müller L., Heisse C., Raschner C. Trunk strength characteristics of elite alpine skiers – a comparison with physically active controls. *Journal of human kinetics*, 2017, vol. 57, p. 51.

10. Gerdijan N., Karalić T., Balać I. et al. Isokinetic strength of the quadriceps and hamstrings in professional handball players. *SPORT TK-EuroAmerican Journal of Sport Sciences*, 2025, vol. 14, p. 161.

11. Cao F., Zou L., Peng S. Isokinetic testing and analysis of flexor-extensor muscle of the knee joint of women field hockey athletes. *Chinese Journal of Tissue Engineering Research*, 2011, vol. 15, no. 37, p. 6891.

12. Bliss A., Dekerle J. Reciprocal versus nonreciprocal assessment of knee flexors and extensors in concentric actions using the CON-TREX multijoint isokinetic dynamometer: A reliability study. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 2019, vol. 23(2), pp. 112-123.

13. Kabaev E.M., Troubnikov V.I., Malkov A.B. Application for the CON-TREX diagnostic and training unit with biological feedback in injured shoulder joint post-operative rehabilitation. *Extreme medicine*, 2017, no. 4 (62), pp. 56-62. (in Russ.)

14. Titskaya E.V., Kabaev E.M., Matsulev A.N., Simonov K.V. Analysis of the experimental data of postoperative remodeling of the shoulder by CON-TREX. *Medsitina i vysokie tekhnologii*, 2018, no. 4, pp. 56-64. (in Russ.)

15. Uiba V.V., Barankin B.V., Kabaev E.M., Simonov K.V. Biomechanical robotic mechanotherapy and remodeling in integrated post-operative rehabilitation of injuries of the shoulder joint. *Extreme medicine*, 2020, vol. 22, no. 1, pp. 28-38. (in Russ.)

16. Moussa M.K., Hariri B.E., Lefèvre N. et al. Isokinetic Strength and Balance Analyses for Predicting Return to Sports After the Latarjet Procedure: A Prospective Cross-sectional Study. *The American Journal of Sports Medicine*, 2024, vol. 52, no. 11, pp. 2850-2859.
17. Kolyshenkov V.A., Fesyun A.D., Yakovlev M.Y. Evaluation of Functional and Biomechanical Deficiency in the Shoulder Joint: a Prospective Cohort Study of 119 Patients with Rotator Cuff Injury. *Bulletin of Rehabilitation Medicine*. 2022, vol. 21(4), pp. 148-158.
18. Zotin A., Simonov K., Kabaev E. et al. Evaluation of Shoulder Joint Data Obtained from CON-TREX Medical System. International Conference on Intelligent Decision Technologies. Singapore: Springer Singapore, 2020. pp. 155-165. (in Russ.)
19. Abutalimov A.Sh., Abutalimova S.M., Ter-Akopov G.N. et al. Immediate effects of the robot-assisted therapy on track-and-field athletes during recovery from intense exercise. *Human. Sport. Medicine*, 2023, vol. 23, no. 2, pp. 193-199. (in Russ.)
20. Portnyagin E.V., Pavlov A.O., Kozik D.M., Zhiganova L.A. Application of robot-assisted biofeedback mechanotherapy in the complex rehabilitation treatment of patients after arthroscopic reconstruction of the anterior cruciate ligament. Sportmed-2018: collection of abstracts. Moscow, 2018. pp. 163-164. (in Russ.)
21. Preobrazhenskij V.Yu., Sidorenko E.V., Zinoviev O.V. et al. The influence of modern rehabilitation methods on athletes' recovery after anterior cruciate ligament surgery. *Academic Journal of West Siberia*, 2011, no. 6, pp. 26-27. (in Russ.)
22. Razvalyaeva D.V., Razvalyaev A.S., Eremushkin M.A., Styazhkina E.M. Comparative evaluation of the effectiveness of conservative and surgical tactics of the patients treatment after an anterior cruciate ligament injury using the robotic mechanic-therapeutic system "CON-TREX". *Bulletin of Rehabilitation Medicine*, 2019, no. 5 (93), pp. 35-39. (in Russ.)
23. Guerrier B., Klouche S., El Elhariri B. et al. Évaluation fonctionnelle isocinétique et proprioceptive du genou et retour au sport après reconstruction primaire du ligament croisé antérieur. Étude prospective chez 234 sportifs au recul moyen de 6 mois. *Revue de Chirurgie Orthopédique et Traumatologique*, 2017, vol. 103, no. 7, p. S113. (in French)
24. Brunner-Althaus C., de Bruin E.D. Die Zuverlässigkeit des isokinetischen Knie Kurzprotokolls von Swiss Olympic. *Schweiz. Z. Sportmed. Sporttraumatol*, 2006, vol. 54, no. 3, p. 96. (in German)
25. Maffiuletti N.A., Bizzini M., Desbrosses K. et al. Reliability of knee extension and flexion measurements using the CON-TREX isokinetic dynamometer. *Clinical physiology and functional imaging*, 2007, vol. 27, no. 6, pp. 346-353.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ольга Сергеевна Збицкая – научный сотрудник центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки.

Юлия Владиславовна Корягина – доктор биологических наук, профессор, руководитель центра медико-биологических технологий, ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России, Ессентуки, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Ильяс Русланович Цечоев – врач травматолог-ортопед, АНМО «СКККДЦ», Ставрополь, e-mail: Cechoev1993@mail.ru

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS:

Olga S. Zbitskaya – Researcher of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki.

Yulia V. Koryagina – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Center of Biomedical Technologies, North-Caucasian Federal Research-Clinical Center of Federal Medical and Biological Agency, Essentuki, e-mail: nauka@skfmba.ru.

Ilyas R. Tsechoev – Trauma Orthopaedist, Stavropol Regional Clinical Consultation and Diagnostics Center, Stavropol, e-mail: Cechoev1993@mail.ru

Для цитирования: Збицкая, О.С. Применение роботизированного комплекса CON-TREX в восстановлении верхних конечностей спортсменов: аналитический обзор / О.С. Збицкая, Ю.В. Корягина, И.Р. Цечоев // Российский журнал спортивной науки: медицина, физиология, тренировка. – 2026. – Т. 5. – № 2(18). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_02_2

For citation: Zbitskaya O.S., Koryagina Yu.V., Tsechoev I.R. Application of the CON-TREX robotic system in upper limb recovery for athletes: an analytical review. *Russian Journal of Sports Science: Medicine, Physiology, Training*, 2026, vol. 5, no. 2(18). DOI: 10.24412/2782-6570-2026_05_02_2