

DOI: 10.38095/2181-466X-20261243-16-19

УДК 616.728.3-089.844-06:796.071-053.6

**ВАЛЬГУС КОЛЕНА В ТЕСТАХ ВОЗВРАТА В СПОРТ КАК ФАКТОР РИСКА ПОВТОРНОЙ ТРАВМЫ ПЕРЕДНЕЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ У ПОДРОСТКОВ-СПОРТСМЕНОВ****И. Г. Жураев, Ж. А. Ризаев, Д. Ш. Мансуров**

Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

**Ключевые слова:** передняя крестообразная связка; возврат в спорт; факторы риска; вальгус колена; подростки-спортсмены.

**Tayanch soʻzlar:** oldingi xochsimon boylam; sportga qaytish; xavf omillari; tizza valgusi; oʻsmir sportchilar.

**Key words:** anterior cruciate ligament; return to sport; risk factors; knee valgus; adolescent athletes.

Цель — определить факторы риска повторной травмы передней крестообразной связки (ПКС) после первичной реконструкции (РПКС) с помощью тестов возврата в спорт (ВВС), включающих качественные и количественные измерения, у молодых спортсменов. В ретроспективном исследовании «случай–контроль» подростки-спортсмены после первичной РПКС прошли тест ВВС (качественные и количественные оценки, а также шкалу кинезиофобии Тампа TSK-11); независимые связи оценивались бинарной логистической регрессией (скорректированное ОШ, 95% ДИ,  $p < 0,05$ ). Из 72 спортсменов 12 (16,7%) перенесли повторную травму ПКС; средний балл Tegner —  $8,4 \pm 1,1$ , среднее время от РПКС до теста ВВС —  $10,4 \pm 2,9$  месяца. Качественная оценка вальгуса колена при боковом приставном шаге (sidestep cut) была связана с повторной травмой ПКС (сОШ = 4,64; 95% ДИ 1,18–18,23;  $p = 0,03$ ). Спортсмены с избыточным динамическим вальгусом колена на оперированной конечности при боковом приставном шаге примерно в 4,6 раза чаще переносили повторную травму ПКС, что указывает на важность включения качественной оценки вальгуса в тесты ВВС.

**OʻSMIR SPORTCHILARDA SPORTGA QAYTISH TESTLARIDA TIZZA VALGUSI OLDINGI XOCHSIMON BOYLAMNING QAYTA SHIKASTLANISHI XAVF OMILI SIFATIDA****I. G. Juraev, J. A. Rizaev, D. Sh. Mansurov**

Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Samarqand, Oʻzbekiston

Maqsad — yosh sportchilarda sifatli va miqdoriy oʻlchovlarni oʻz ichiga olgan sportga qaytish (SQ) testlari yordamida birlamchi rekonstruksiya (BOXBR) keyin oldingi xochsimon boylam (OXB) ning qayta shikastlanishi xavf omillarini aniqlash. Retrospektiv «holat–nazorat» tadqiqotida birlamchi BOXBR dan keyin oʻsmir sportchilar SQ testidan (sifatli va miqdoriy baholashlar hamda Tampa kineziyofobiya shkalasi TSK-11) oʻtdilar; mustaqil bogʻliqliklar binar logistik regressiya bilan baholandi (tuzatilgan NK, 95% II,  $p < 0,05$ ). 72 sportchidan 12 nafari (16,7%) OXB ni qayta shikastladi; oʻrtacha Tegner bali —  $8,4 \pm 1,1$ , BOXBR dan SQ testigacha oʻrtacha vaqt —  $10,4 \pm 2,9$  oy. Yon qadam (sidestep cut) paytida tizza valgusining sifatli bahosi OXB qayta shikastlanishi bilan bogʻliq edi (tNK = 4,64; 95% II 1,18–18,23;  $p = 0,03$ ). Operatsiya qilingan oyoqda yon qadamda haddan tashqari dinamik tizza valgusi boʻlgan sportchilar OXB ni taxminan 4,6 marta koʻproq qayta shikastladilar, bu SQ testlariga valgusning sifatli bahosini kiritish muhimligini koʻrsatadi.

**KNEE VALGUS DURING RETURN-TO-SPORT TESTING AS A RISK FACTOR FOR SECOND ANTERIOR CRUCIATE LIGAMENT INJURY IN ADOLESCENT ATHLETES****I. G. Juraev, J. A. Rizaev, D. Sh. Mansurov**

Samarkand State Medical University, Samarkand, Uzbekistan

The aim was to identify risk factors for a second anterior cruciate ligament (ACL) injury after primary ACL reconstruction (ACLR) using return-to-sport (RTS) tests that include qualitative and quantitative measures in young athletes. In a retrospective case–control study, adolescent athletes after primary ACLR completed RTS test (qualitative and quantitative assessments and the Tampa Scale of Kinesiophobia, TSK-11); independent associations were evaluated with binary logistic regression (adjusted OR, 95% CI,  $p < 0.05$ ). Out of 72 athletes, 12 (16.7%) sustained a second ACL injury; the mean Tegner score was  $8.4 \pm 1.1$  and the mean time from ACLR to the RTS test was  $10.4 \pm 2.9$  months. The qualitative assessment of knee valgus during a sidestep cut was associated with second ACL injury (aOR = 4.64; 95% CI 1.18–18.23;  $p = 0.03$ ). Athletes with excessive dynamic knee valgus of the operated limb during a sidestep cut were approximately 4.6 times more likely to sustain a second ACL injury, underscoring the value of including a qualitative valgus assessment in RTS testing.

**Введение.** Почти четверть молодых спортсменов, возвращающихся в спорт (ВВС) после первичной реконструкции передней крестообразной связки (РПКС), переносят повторную травму ПКС, причём 74% происходят в первые 2 года после РПКС. Тесты ВВС разработаны для определения готовности спортсмена к безопасному ВВС, однако консенсус относительно конкретных критериев отсутствует, а данные о способности батареи тестов выявлять спортсменов с повышенным риском противоречивы. Недавний систематический обзор с метаанализом не выявил снижения риска повторной травмы у прошедших критерии

ВВС; другой показал снижение риска повреждения трансплантата на 60%, но повышение риска контралатеральной травмы ПКС на 235%.

Непоследовательная прогностическая способность тестов ВВС может быть связана с недостатком учёта качества движения: большинство тестов включают только количественные оценки (сила, хор-тесты по индексу симметрии конечностей, LSI), тогда как биомеханика туловища и нижней конечности остаётся изменённой годами после РПКС, а дефициты нейромышечного контроля при приземлениях являются индикаторами риска. По качественным критериям Van Melick и соавт. сообщили о связи теста одноногого прыжка и удержания с повторной травмой, но без учёта выравнивания туловища и колена во фронтальной плоскости. Данное исследование ставило **целью** определить факторы риска повторной травмы ПКС после первичной РПКС с помощью тестов ВВС, включающих качественные и количественные измерения; мы предположили, что качественные результаты будут связаны с повышенным риском повторной травмы у подростков.

**Материалы и методы.** Исследование «случай–контроль» выполнено путём ретроспективного обзора карт подростков-спортсменов, перенёсших РПКС с 2014 по 2021 год в одном региональном детском медицинском учреждении.

**Дизайн исследования и участники.** Включались пациенты 10–18 лет на момент РПКС, прошедшие формальный тест ВВС и сообщавшие о дотравматическом уровне активности по Tegner  $\geq 6$ . Исключались лица с сопутствующими повреждениями связок, требующими вмешательства, операциями на нижних конечностях в анамнезе, Tegner  $\leq 5$ , не завершившие тестирование, а также с аллотрансплантатом при первичной РПКС (из-за повышенного риска разрыва в подростковой популяции). Исследование одобрено Western Institutional Review Board; получено освобождение от согласия ввиду ретроспективного дизайна.

**Тест возврата в спорт.** После допуска хирургом спортсмены проходили тест ВВС из трёх одноногих хор-тестов (одиночный, тройной и тройной перекрёстный прыжок на дистанцию), оцениваемых дихотомическим инструментом качества движения, адаптированным из QASLS (выравнивание туловища, позиция колена при отталкивании и приземлении на вальгус, жёсткое приземление, стратегия рук, устойчивая стойка, тазовая плоскость; для тройных прыжков — пауза между прыжками). Прохождение по качеству — суммарный балл  $\leq 2$  по каждому тесту; количественно — LSI  $\geq 95\%$  (по Ebert и соавт.). Дополнительно выполнялись боковой приставной шаг под  $45^\circ$  (sidestep cut, SSC; чек-лист по Butler и соавт., протокол по McLean и соавт.; критерии E-CAST, тазовая плоскость по Almangoush и соавт., инверсия/эверсия стопы по Kristianslund и соавт.; прохождение — балл  $\leq 1$ ), боковой спуск со ступени (LSD; прохождение — балл  $\leq 1$ ) и Tuck Jump Assessment (прохождение — балл  $< 6$ ), а также психологическая оценка TSK-11. Тестирование проводили семь физиотерапевтов в семи центрах; видео (фронтальный ракурс) оценивал один из трёх старших физиотерапевтов. Повторная травма ПКС выявлялась по записям наблюдения в течение первых 3 лет и подтверждалась МРТ.

**Статистический анализ.** Потенциальные факторы риска сравнивались между перенёсшими и не перенёсшими повторную травму ПКС (t-критерий или U-критерий Манна–Уитни для непрерывных, хи-квадрат для категориальных). Переменные с  $p < 0,20$  в предварительном анализе идентифицировались; переменная с наименьшим  $p$  включалась в бинарную логистическую регрессию (сОШ, 95% ДИ). Переменные со значениями 0% или 100% исключались. Значимость — 95% ДИ сОШ, не пересекающий единицу. Анализ мощности не проводился ввиду ретроспективного характера. Анализ выполнен в SPSS V.28.

**Результаты.** Из 180 спортсменов, прошедших тест ВВС, после исключений (отсутствие ключевых данных — 20; сопутствующие травмы — 3; аллотрансплантат — 85) осталось 72 спортсмена. Средний возраст —  $16,1 \pm 1,6$  года. Наиболее частый трансплантат — аутоотрансплантат сухожилия четырёхглавой мышцы (41,7%), затем подколенных сухожилий (36,1%); наиболее частый вид спорта — футбол/соккер (41,7%). Средний дотравматический балл Tegner —  $8,4 \pm 1,1$ , среднее время от РПКС до ВВС —  $10,4 \pm 2,9$  месяца. Повторную травму ПКС перенесли 12 спортсменов (16,7%): разрыв трансплантата ( $n = 8$ ) и контралатеральную травму ( $n = 4$ ); десять — в течение 24 месяцев, двое — в

Таблица 1.

## Демография спортсменов (n = 72).

| Показатель                                   | Всего, n = 72  |
|----------------------------------------------|----------------|
| <b>Физические характеристики</b>             |                |
| Возраст, лет (среднее $\pm$ СО)              | 16,1 $\pm$ 1,6 |
| ИМТ, кг/м <sup>2</sup> (среднее $\pm$ СО)    | 23,6 $\pm$ 4,0 |
| <b>Пол</b>                                   |                |
| Мужчины                                      | 58 (80,6%)     |
| Женщины                                      | 14 (19,4%)     |
| <b>Уровень активности</b>                    |                |
| Балл Tegner (среднее $\pm$ СО)               | 8,4 $\pm$ 1,1  |
| <b>Тип трансплантата</b>                     |                |
| Аутооттрансплантат сухожилия четырёхглавой   | 30 (41,7%)     |
| Аутооттрансплантат подколенных сухожилий     | 26 (36,1%)     |
| ВТВ-аутооттрансплантат                       | 6 (8,3%)       |
| Другое                                       | 10 (13,9%)     |
| <b>Сроки после РПКС</b>                      |                |
| Время от РПКС до ВВС, мес (среднее $\pm$ СО) | 10,4 $\pm$ 2,9 |
| <b>Основные виды спорта</b>                  |                |
| Футбол (соккер)                              | 30 (41,7%)     |
| Американский футбол                          | 17 (23,6%)     |
| Баскетбол                                    | 14 (19,4%)     |
| Волейбол                                     | 6 (8,3%)       |
| Бейсбол                                      | 2 (2,8%)       |
| Борьба                                       | 1 (1,4%)       |
| Рекреация/физкультура                        | 1 (1,4%)       |
| Другое                                       | 1 (1,4%)       |

Таблица 2.

## Результаты бинарной логистической регрессии переменных ВВС и повторной травмы ПКС.

| Предиктор                                                                              | сОШ (95% ДИ)      | p     |
|----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|-------|
| Статический/динамический вальгус на опорной конечности при SSC (оперированная сторона) | 4,64 (1,18–18,23) | 0,03* |

Примечание: \* Статистически значимо,  $p < 0,05$ . Полная модель была статистически значима (тест Омнибуса,  $p = 0,03$ ), объясняла 6,2% ( $R^2$  Кокса–Снелла) и 10,4% ( $R^2$  Нэйджелкерке) дисперсии и корректно классифицировала 83,3% случаев.

течение 36 месяцев. В предварительном анализе семь переменных были значимы при  $p < 0,20$ ; избыточный вальгус колена при SSC имел наименьшее  $p$  (0,020) и был включён в регрессию. Статический/динамический вальгус колена на опорной (оперированной) конечности при SSC был связан с повторной травмой ПКС: спортсмены с таким вальгусом примерно в 4,6 раза чаще переносили повторную травму (сОШ = 4,64; 95% ДИ 1,18–18,23;  $p = 0,03$ ).

**Обсуждение.** Мы выявили статический/динамический вальгус колена на опорной (оперированной) конечности при SSC как фактор риска повторной травмы ПКС, что поддерживает гипотезу о прогностической ценности качественных мер ВВС. Спортсмены с таким вальгусом были примерно в 4,6 раза более склонны к повторной травме, что согласуется с данными о вальгусе колена как факторе риска первичной травмы ПКС при прыжках и срезках.

**Клиническое значение.** Динамический вальгус на оперированной конечности при SSC был предиктором и разрыва трансплантата, и контралатеральных травм. Нативная ПКС содержит механорецептор, и после разрыва снижение эфферентной обратной связи способствует увеличению вальгуса на оперированной конечности, что может изменять нагрузку на обе конечности и повышать риск обоих типов травм. Фронтальные компенсации туловища не предсказывали повторную травму, вероятно, из-за высокой доли мужчин в выборке. Возраст на момент операции показал второе наименьшее  $p$  (перенёсшие повторную травму были моложе), что согласуется со снижением шансов разрыва трансплантата с возрастом. Балл TSK-11 был ниже у перенёсших повторную травму, что

контрастирует с данными Paterno и соавт. (более высокий страх ассоциировался с разрывом трансплантата); различия могут объясняться объединением ипси- и контралатеральных травм в одну категорию и требуют дальнейшего изучения.

**Ограничения.** Физиотерапия до теста ВВС не контролировалась (многие получали её во внешних учреждениях); тестирование проводили семь физиотерапевтов, что могло повлиять на межэкспертную надёжность (хотя видео оценивали лишь трое). Отсутствуют исследования надёжности ряда качественных переменных ВВС. Ретроспективный характер не позволял подтвердить отсутствие повторной травмы в контрольной группе и оценить фактический возврат в спорт и его уровень, что могло повлиять на результаты.

**Заключение.** Исследование выявило качественный вальгус колена во время задачи с резкой сменой направления как фактор риска повторной травмы ПКС после первичной РПКС у подростков-спортсменов: такие спортсмены были примерно в 4,6 раза более склонны к повторной травме. Рекомендуется включать качественную оценку вальгуса колена при задачах на срез в тесты ВВС и внедрять тренировку для улучшения этой механики в ходе реабилитации. Будущие исследования должны продолжить изучение качественных критериев теста ВВС, предсказывающих риск повторной травмы ПКС.

#### Использованная литература:

1. Agüero, A., Dietrich, J. W., Colgan, K., Said, J. Z., Fitzgerald, G. K., VonVille, H. M., & Irrgang, J. J. (2024). Factors associated with return to sport and reinjury in athletes after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review with meta-analysis. *JOSPT Open*, 2(1), 8–19. doi:10.2519/josptopen.2023.0503.
2. Ueda, Y., Matsushita, T., Shibata, Y., Takiguchi, K., Ono, K., Kida, A., Nishida, K., Nagai, K., Hoshino, Y., Matsumoto, T., Sakai, Y., & Kuroda, R. (2024). Association between psychological readiness to return to sports at 3 months postoperatively and risk of second ACL injury. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 12(4), 23259671241239325. doi:10.1177/23259671241239325.
3. Mengis, N., Höher, J., Ellermann, A., Eberle, C., Hartner, C., Keller, M., Rippke, J.-N., Sprenger, N., Stein, T., Stoffels, T., Egloff, C., & Niederer, D. (2025). A guideline for validated return-to-sport testing in everyday clinical practice: a focused review on the validity, reliability, and feasibility of tests estimating the risk of reinjury after anterior cruciate ligament reconstruction. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 13(2), 23259671251317208. doi:10.1177/23259671251317208.
4. Mausehund, L., & Krosshaug, T. (2024). Knee biomechanics during cutting maneuvers and secondary ACL injury risk: a prospective cohort study of knee biomechanics in 756 female elite handball and soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*, 52(6), 1502–1512. doi:10.1177/03635465241234255.
5. Kamatsuki, Y., Qvale, M. S., Steffen, K., Wangenstein, A., & Krosshaug, T. (2025). Anatomic risk factors for initial and secondary noncontact anterior cruciate ligament injury: a prospective cohort study in 880 female elite handball and soccer players. *The American Journal of Sports Medicine*. doi:10.1177/03635465241292755.
6. Taketomi, S., Kawaguchi, K., Mizutani, Y., Takei, S., Yamagami, R., Kono, K., Murakami, R., Arakawa, T., Kage, T., Kobayashi, T., Furukawa, Y., Arino, Y., Fujiwara, S., Tanaka, S., & Ogata, T. (2024). Intrinsic risk factors for noncontact anterior cruciate ligament injury in young female soccer players: a prospective cohort study. *The American Journal of Sports Medicine*. doi:10.1177/03635465241278745.
7. McAleese, T., Mactier, L., Bryan, K., King, E., Moran, K. A., Jackson, M., Withers, D., Moran, R., & Devitt, B. M. (2026). Postoperative ACL–Return to Sport after Injury scores predict reinjury in adolescent athletes. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 14(1), 23259671251410107.
8. D'Ambrosi, R., Meena, A., Raj, A., Ursino, N., Formica, M., Herbolt, M., & Fink, C. (2024). The majority of elite and professional athletes return to the preinjury level of activity after anterior cruciate ligament reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. doi:10.1002/ksa.70020.
9. Paschos, N. K., et al. (2025). Revision anterior cruciate ligament reconstruction in pediatric and adolescent patients yields low rates of graft failure and good functional scores, but low rates of return to sport: a systematic review. *Arthroscopy*. doi:10.1016/j.arthro.2024.08.014.
10. Sun, R., et al. (2024). Approximately half of pediatric or adolescent patients undergoing revision anterior cruciate ligament reconstruction return to the same level of sport or higher: a systematic review. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. doi:10.1002/ksa.12030.
11. Leppänen, M., et al. (2026). No association between anatomic factors and non-contact ACL injury risk in 217 female team sport players: a prospective 4.5-year study. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*. doi:10.1111/sms.70290.
12. Hamrin Senorski, E., et al. (2026). Current concepts and future perspective of muscle function tests to inform return-to-sport decision-making after ACLR: a narrative review. *Journal of Experimental Orthopaedics*. doi:10.1002/jeo2.70643.