УДК 619:617:615.83-84:636.7

Федоровская Светлана Олеговна,
Студентка 3 курса, программа 36.05.01 «Ветеринария»,
Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии имени К.И.Скрябина
Fedorovskaia Svetlana Olegovna,
3rd-year student, program 36.05.01 "Veterinary Medicine,
K.I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary
Medicine and Biotechnology

Штукин Николай Николаевич,
Старший преподаватель, Кафедра физического воспитания,
Московская государственная академия ветеринарной
медицины и биотехнологии имени К.И.Скрябина
Shtukin Nikolai Nikolaevich,
Senior Lecturer, Department of Physical Education,
K.I. Skryabin Moscow State Academy of Veterinary
Medicine and Biotechnology

РЕАБИЛИТАЦИЯ СОБАК ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЯ КРАНИАЛЬНОЙ КРЕСТООБРАЗНОЙ СВЯЗКИ: СОВРЕМЕННАЯ ДОКАЗАТЕЛЬНАЯ БАЗА
REHABILITATION OF DOGS AFTER SURGICAL TREATMENT OF CRANIAL CRUCIATE LIGAMENT DISEASE: CURRENT EVIDENCE

Аннотация. Заболевание краниальной крестообразной связки у собак сопровождается болью, снижением опороспособности, ограничением движений и развитием остеоартрита. После хирургической стабилизации коленного сустава сохраняется необходимость восстановления мышечной функции и двигательной активности. Цель обзора – обобщить данные об эффективности основных методов послеоперационной реабилитации, преимущественно после остеотомии плато большеберцовой кости (TPLO). Рассмотрены систематические обзоры и контролируемые исследования, посвященные лечебным упражнениям, пассивной мобилизации, гидротерапии, холодовой компрессии и аппаратным методам. Наиболее последовательные положительные результаты получены для дозированных упражнений и холодовой компрессии, хотя качество исследований и продолжительность эффектов различаются. Самостоятельный вклад гидротерапии и пассивной мобилизации изучен недостаточно. Данные о фотобиомодуляции противоречивы; низкоинтенсивный импульсный ультразвук не показал преимуществ при неосложненном заживлении после TPLO. Ударно-волновая терапия может улучшать опороспособность на отдельных ранних сроках, но ускорение рентгенологического заживления не подтверждено. По результатам анализа выделены принципы поэтапного восстановления с учетом боли, переносимости нагрузки, состояния раны и результатов хирургического контроля. Подчеркнуто, что заживление остеотомии и восстановление функции конечности необходимо оценивать раздельно.

Abstract. Cranial cruciate ligament disease in dogs is associated with pain, impaired weight bearing, restricted joint motion, and osteoarthritis. Surgical stabilization does not eliminate the need to restore muscle function and physical activity. This narrative review summarizes evidence on postoperative rehabilitation, with emphasis on tibial plateau leveling osteotomy (TPLO). Systematic

reviews and controlled studies addressing therapeutic exercise, passive mobilization, aquatic therapy, cold compression, and device-based interventions were considered. Graded exercise and cold compression show the most consistent positive findings, although study quality and the duration of effects vary. The independent contributions of aquatic therapy and passive mobilization remain uncertain. Photobiomodulation findings are conflicting, while low-intensity pulsed ultrasound has not demonstrated benefits in uncomplicated TPLO healing. Extracorporeal shockwave therapy may improve early limb loading but has not been shown to accelerate radiographic healing. The review outlines principles of gradual rehabilitation based on pain, exercise tolerance, wound condition, and surgical reassessment. Osteotomy healing and recovery of limb function should be assessed as related but distinct outcomes.

Ключевые слова: Собаки, краниальная крестообразная связка, TPLO, послеоперационная реабилитация, лечебные упражнения, криокомпрессия, гидротерапия, фотобиомодуляция, ударно-волновая терапия.

Keywords: Dogs, cranial cruciate ligament, TPLO, postoperative rehabilitation, therapeutic exercise, cold compression, aquatic therapy, photobiomodulation, shockwave therapy.

ВВЕДЕНИЕ

Заболевание краниальной крестообразной связки (ЗККС) – одна из основных причин хромоты на тазовую конечность и остеоартрита коленного сустава у собак. Для хирургической коррекции применяют остеотомию плато большеберцовой кости (tibial plateau leveling osteotomy, TPLO), выдвижение бугристости большеберцовой кости (tibial tuberosity advancement, TTA) и экстракапсулярные методы стабилизации. Согласно систематическому обзору, TPLO и TTA позволяют улучшить функцию конечности, однако результаты по отдельным показателям могут различаться [1]. Поэтому при анализе реабилитации необходимо учитывать вид операции, сроки наблюдения и способ оценки восстановления.

Хирургическое вмешательство направлено на устранение или компенсацию нестабильности коленного сустава. Однако восстановление его подвижности, мышечной массы и равномерной нагрузки на конечности требует отдельного внимания. В систематический обзор послеоперационной реабилитации включены 19 исследований; положительные результаты наиболее последовательно получены для лечебных упражнений и холодовой компрессии. При этом в 9 работах выявлен высокий риск систематической ошибки, то есть влияния особенностей исследования на достоверность результата [2]. Дополнительно интерес представляет опубликованное в 2025 г. исследование ударно-волновой терапии после TPLO [3]. Эти данные позволяют сопоставить традиционные и аппаратные методы без предположения об их одинаковой эффективности.

Цель работы – обобщить данные об эффективности реабилитации собак после хирургического лечения ЗККС, сопоставить основные методы и выделить принципы их включения в поэтапную программу восстановления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Работа выполнена в форме нарративного, то есть описательного, обзора научной литературы. Основой анализа послужил систематический обзор послеоперационной реабилитации при ЗККС [2], дополненный клиническими исследованиями отдельных методов [3, 7–12]. Публикации рассматривали по следующим направлениям: лечебные упражнения, пассивная мобилизация, гидротерапия, холодовая компрессия, фотобиомодуляция, экстракорпоральная ударно-волновая терапия и низкоинтенсивный импульсный ультразвук. При сопоставлении результатов учитывали число животных, вид операции, состав программы, сроки наблюдения и наличие контрольной группы.

Показатели эффективности разделяли на структурные (состояние остеотомии, имплантатов и раны), функциональные (нагрузка на конечность, амплитуда движений, характеристики походки) и связанные с повседневным состоянием животного (боль, бытовая активность, оценки владельца). Такое разделение позволяет не отождествлять заживление тканей с полным восстановлением двигательной функции. При оформлении статьи и библиографических ссылок использованы ГОСТ Р 7.0.7–2021, ГОСТ Р 7.0.100–2018 и ГОСТ Р 7.0.5–2008 [4–6]. Обзор не предполагает исчерпывающего охвата литературы: независимый отбор публикаций двумя исследователями и метаанализ не проводились. Собственные клинические наблюдения в работе не представлены.

РЕЗУЛЬТАТЫ ОБЗОРА

При сравнении методов обнаружены различия как в полученных результатах, так и в надежности их подтверждения (табл. 1). Для холодовой компрессии наиболее убедительны данные о краткосрочном уменьшении послеоперационной боли и отека. Лечебным упражнениям посвящено больше работ с положительными результатами, однако программы существенно различаются, а часть исследований имеет методологические ограничения [2].

Таблица 1

Сравнительная оценка реабилитационных вмешательств после операций по поводу ЗККС

Метод	**Наиболее значимый результат**	**Ограничение**	**Практическая позиция**
Лечебные упражнения	Улучшение отдельных показателей нагрузки, активности, окружности бедра и амплитуды движений [2, 7, 8]	Разные программы; малые выборки; невозможность ослепления	Базовый компонент с индивидуальной прогрессией
Холодовая компрессия	Снижение боли и отека, улучшение амплитуды движений в первые 24 ч [2, 9]	Эффект не всегда сохраняется после 10–14 сут	Обоснованное дополнение в раннем периоде
Гидротерапия/ Рамплитуды движений	Благоприятная кинематика и результаты в составе комплексных программ [2, 7]	Самостоятельный эффект не выделен	По показаниям, не как обязательная процедура
Фотобиомодуляция	Результаты неоднородны; в рандомизированном исследовании 2024 г. значимых различий по основным исходам не было [10]	Разные длины волн, дозы и режимы	Не заменяет активную реабилитацию
Ударно-волновая терапия (ESWT)	Улучшение опороспособности на отдельных ранних сроках [3, 11]	Нет устойчивого эффекта на костное заживление; малые выборки	Возможный дополнительный метод
Импульсный ультразвук (LIPUS)	Преимущества по заживлению и функции не выявлено [12]	Стабильная, неосложненная модель TPLO	Рутинное применение не обосновано

Лечебные упражнения и пассивная мобилизация. В исследовании Monk и соавт. восемь собак после TPLO распределили между интенсивной физиотерапией и домашней ходьбой. Комплекс включал пассивные движения, массаж, водную беговую дорожку и упражнения с переносом массы три раза в неделю в течение шести недель. В группе реабилитации зарегистрировали большую окружность бедра и амплитуду движений, но не получили межгрупповых различий по хромоте и опороспособности [7]. Малый объем выборки, отсутствие рандомизации и многокомпонентность вмешательства не позволяют определить вклад отдельной процедуры.

В рандомизированном исследовании 48 собак после TPLO физическая реабилитация была связана с большей пиковой вертикальной силой, активностью и улучшением ряда клинических показателей; однако вмешательство сочеталось с факториальным исследованием диеты, а ослепление исполнителей упражнений было невозможно [8]. Совокупно эти данные поддерживают активную программу, но не задают универсальную дозировку. Пассивные движения целесообразно использовать для сохранения доступной амплитуды, тогда как восстановление силы и моторного контроля требует активной нагрузки.

Гидротерапия. Плавание и водная беговая дорожка не являются взаимозаменяемыми: они создают разные паттерны движений и контроля опоры. Исследования, включенные в обзор Alvarez и соавт., показали увеличение сгибания коленного и скакательного суставов при плавании по сравнению с ходьбой, а водная дорожка входила в успешные комплексные программы [2]. Однако доказательство эффективности комплекса нельзя переносить на конкретное оборудование. Начало водных занятий зависит от заживления раны, контроля инфекции и разрешенного хирургом уровня нагрузки.

Холодовая компрессия. В рандомизированном слепом исследовании 34 собак после TPLO четыре 30-минутных сеанса с интервалом 6 ч уменьшали боль, отек и хромоту и увеличивали амплитуду движений в первые 24 ч; через 14 суток межгрупповых различий не было [9]. Следовательно, метод наиболее обоснован в острой фазе как часть мультимодального обезболивания. Результаты аппаратной криокомпрессии нельзя без проверки экстраполировать на любые бытовые холодовые пакеты, поскольку температура, давление и продолжительность воздействия различаются.

Фотобиомодуляция. В опубликованных ранее исследованиях встречались как положительные, так и отрицательные результаты, а протоколы различались по мощности, длине волны, дозе и времени воздействия [2]. В рандомизированном исследовании 54 собак после односторонней TPLO фотобиомодуляция не обеспечила статистически значимых преимуществ по С-реактивному белку, распределению массы тела и шкалам боли. Инфекции области вмешательства отмечены только в контрольной группе (5 из 30), однако различие не достигло статистической значимости, поэтому профилактический эффект не доказан [10].

Экстракорпоральная ударно-волновая терапия. В исследовании 2019 г. у 16 собак после TPLO применение 1000 импульсов непосредственно после операции и через две недели сопровождалось более быстрым восстановлением пиковой вертикальной силы и вертикального импульса, но не влияло на боль, окружность бедра и гониометрию [11]. В слепом sham-контролируемом исследовании 2025 г. 30 собак получили три сеанса пьезоэлектрической ESWT либо имитацию. На четвертой неделе группа ESWT переносила больше массы на конечность при рыси; к восьмой неделе различие исчезло, а оценки владельцев, толщина связки надколенника и рентгенологическое заживление не различались [3]. Процедуры выполнялись без седации и без связанных с устройством нежелательных явлений, но исследование финансировал изготовитель, что требует независимого воспроизведения.

Низкоинтенсивный импульсный ультразвук. В двойном слепом плацебо-контролируемом исследовании 50 собак ежедневное 20-минутное воздействие в течение 12

недель не улучшило рентгенологическое заживление стабильной TPLO и объективные параметры походки по сравнению с sham-процедурой [12]. При отсутствии доказанного преимущества метод не следует назначать рутинно для ускорения неосложненного сращения.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ПРОГРАММЫ

По результатам рассмотренных работ можно выделить несколько общих принципов построения программы. Увеличение нагрузки целесообразно связывать не только со сроком после операции, но и с состоянием животного. На раннем этапе основными задачами являются уменьшение боли и отека, защита операционной раны и безопасное использование конечности. По мере восстановления могут расширяться контролируемая ходьба и упражнения с переносом массы тела; при ограничении подвижности рассматривается пассивная мобилизация. На последующих этапах внимание уделяют силе, выносливости и координации. Такая последовательность представляет собой обобщение литературы, а не универсальный лечебный протокол: конкретные упражнения и сроки определяют лечащий врач и специалист по реабилитации.

При оценке готовности к следующему этапу важно учитывать, не усиливаются ли боль и хромота после текущей нагрузки, а также состояние раны и признаки возможных осложнений. Внезапное снижение опороспособности требует повторного осмотра, а не автоматического увеличения количества процедур. Возможными причинами ухудшения могут быть повреждение мениска, инфекция, проблемы с имплантатами или новая травма. Возвращение к свободному бегу и спортивным занятиям должно опираться на совокупную оценку функции и результаты хирургического контроля. Рентгенологическое заживление остеотомии само по себе не означает полного восстановления конечности.

Для наблюдения за восстановлением в рассмотренных работах использовали оценку боли, амплитуды движений, походки, окружности бедра и активности со слов владельца. Пиковая вертикальная сила отражает максимальную вертикальную нагрузку на конечность во время опоры, а вертикальный импульс учитывает также продолжительность действия этой силы. Эти показатели необходимо отличать от распределения массы тела в неподвижной стойке. Окружность бедра может характеризовать динамику состояния мягких тканей, но не является прямым измерением мышечной силы и зависит от техники измерения. Опросники владельца дополняют объективные методы сведениями о повседневной активности, хотя на ответы могут влиять ожидания от лечения. Поэтому наиболее содержательно сопоставление нескольких показателей [2, 7–10].

ОБСУЖДЕНИЕ

Рассмотренные публикации в целом согласуются с выводами систематического обзора 2022 г.: дозированные упражнения занимают основное место в восстановлении функции, а холодовая компрессия имеет наиболее убедительное подтверждение в раннем послеоперационном периоде [2]. Исследование пьезоэлектрической ударно-волновой терапии дополняет эти сведения: улучшение нагрузки на конечность выявлено на отдельном раннем сроке, но ускорения рентгенологического заживления не установлено [3]. Следовательно, положительный результат по одному показателю нельзя распространять на все стороны восстановления.

Главное ограничение доказательной базы – клиническая и методическая неоднородность. Исследования различаются по операции, состоянию мениска, размеру собак, срокам начала вмешательства, дозировкам и исходам. В многокомпонентных программах нельзя отделить эффект упражнений от массажа, пассивной мобилизации или водной дорожки. Кроме того, владельцы, согласившиеся на формальную реабилитацию, могут точнее соблюдать ограничения активности и назначения, что создает систематическое смещение.

Практическое значение обзора состоит в необходимости соотносить метод с конкретной задачей: уменьшением боли, восстановлением подвижности или улучшением опоры. Наличие оборудования не является самостоятельным основанием для назначения процедуры. Вместе с тем отсутствие статистически значимого различия в небольшой выборке не всегда позволяет окончательно исключить полезный эффект. Обратная ситуация также требует осторожности: положительная тенденция без достаточного подтверждения не должна описываться как доказанная польза. Для более определенных выводов необходимы исследования с сопоставимыми программами и едиными критериями результата.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ литературы показывает, что реабилитация собак после хирургического лечения ЗККС должна быть поэтапной и учитывать индивидуальную динамику восстановления. Наиболее последовательные положительные данные получены для дозированных лечебных упражнений и холодовой компрессии. Гидротерапия и пассивная мобилизация могут дополнять программу, однако их самостоятельная эффективность изучена недостаточно. Результаты фотобиомодуляции противоречивы, а низкоинтенсивный импульсный ультразвук не показал преимуществ при неосложненном заживлении после TPLO. Ударно-волновая терапия представляет интерес как дополнительный метод раннего восстановления опоры, но требует дальнейшего изучения. Основной вывод обзора заключается в необходимости оценивать не количество процедур, а изменение боли, функции конечности и переносимости нагрузки, сопоставляя их с результатами хирургического контроля.

Список литературы:

1. Wemmers A. C., Charalambous M., Harms O., Volk H. A. Surgical treatment of cranial cruciate ligament disease in dogs using tibial plateau leveling osteotomy or tibial tuberosity advancement: a systematic review with a meta-analytic approach // Frontiers in Veterinary Science. 2022. Vol. 9. Art. 1004637. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2022.1004637.

2. Alvarez L. X., Repac J. A., Kirkby Shaw K., Compton N. Systematic review of postoperative rehabilitation interventions after cranial cruciate ligament surgery in dogs // Veterinary Surgery. 2022. Vol. 51, no. 2. P. 233–243. DOI: https://doi.org/10.1111/vsu.13755.

3. Campbell S. L., Franklin A. L., Franklin S. P. Blinded, randomized, sham-controlled clinical trial assessing the efficacy of a novel piezoelectric extracorporeal shockwave device following TPLO // Frontiers in Veterinary Science. 2025. Vol. 12. Art. 1600116. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2025.1600116.

4. ГОСТ Р 7.0.7–2021. СИБИД. Статьи в журналах и сборниках. Издательское оформление. М.: Стандартинформ, 2021. DOI: https://docs.cntd.ru/document/1200180621.

5. ГОСТ Р 7.0.100–2018. СИБИД. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2018. DOI: https://docs.cntd.ru/document/1200161674.

6. ГОСТ Р 7.0.5–2008. СИБИД. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления. М.: Стандартинформ, 2008. URL: https://docs.cntd.ru/document/1200063713.

7. Monk M. L., Preston C. A., McGowan C. M. Effects of early intensive postoperative physiotherapy on limb function after tibial plateau leveling osteotomy in dogs with deficiency of the cranial cruciate ligament // American Journal of Veterinary Research. 2006. Vol. 67, no. 3. P. 529–536. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.67.3.529.

8. Baltzer W. I., Smith-Ostrin S., Warnock J. J., Ruaux C. G. Evaluation of the clinical effects of diet and physical rehabilitation in dogs following tibial plateau leveling osteotomy // Journal of the American Veterinary Medical Association. 2018. Vol. 252, no. 6. P. 686–700. DOI: https://doi.org/10.2460/javma.252.6.686.

9. Drygas K. A., McClure S. R., Goring R. L. et al. Effect of cold compression therapy on postoperative pain, swelling, range of motion, and lameness after tibial plateau leveling osteotomy in dogs // Journal of the American Veterinary Medical Association. 2011. Vol. 238, no. 10. P. 1284–1291. DOI: https://doi.org/10.2460/javma.238.10.1284.

10. Chavez O. A., Renberg W., Cernicchiaro N. Photobiomodulation therapy in dogs undergoing TPLO after cranial cruciate ligament rupture shows promise but no statistically significant difference in a randomized trial // American Journal of Veterinary Research. 2024. Vol. 85, no. 2. Art. ajvr.23.06.0138. DOI: https://doi.org/10.2460/ajvr.23.06.0138.

11. Barnes K., Faludi A., Takawira C. et al. Extracorporeal shock wave therapy improves short-term limb use after canine tibial plateau leveling osteotomy // Veterinary Surgery. 2019. Vol. 48, no. 8. P. 1382–1390. DOI: https://doi.org/10.1111/vsu.13320.

12. Kieves N. R., Canapp S. O., Lotsikas P. J. et al. Effects of low-intensity pulsed ultrasound on radiographic healing of tibial plateau leveling osteotomies in dogs: a prospective, randomized, double-blinded study // Veterinary Surgery. 2018. Vol. 47, no. 5. P. 614–622. DOI: https://doi.org/10.1111/vsu.12798.