

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДИСТАЛЬНОГО СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛAVOЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОРТИКАЛЬНЫХ ПУГОВИЦ

REPAIR OF THE DISTAL BICEPS BRACHII TENDON RUPTURE WITH THE USE OF CORTICAL BUTTONS

Медведчиков А.Е. Anastasieva E.A.
Анастасиева Е.А. Prokhorenko V.M.
Прохоренко В.М. Kirilova I.A.
Кирилова И.А.

ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна»
Минздрава России,
АНО «Клиника НИИТО»,
г. Новосибирск, Россия

Novosibirsk Research Institute of Traumatology
and Orthopedics n.a. Ya.L. Tsivyan,
Clinic of Novosibirsk Research Institute
of Traumatology and Orthopedics,
Novosibirsk, Russia

Повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча (ДСДМП) составляют 3 % от всех травм сухожилий двуглавой мышцы и встречаются с частотой 1,2–5,4/100 000 населения в год. Несмотря на клинические успехи, частота развития осложнений после хирургического лечения составляет 25 %, из них повторных повреждений 5,4 %. Достижение прочной фиксации культи в современных техниках сопровождается использованием интерферентного винта, который обладает рисками внутриканальной компрессии и ишемии, а также прямой травматизации сухожилия лопастями имплантата.

Целью данного оригинального исследования является повышение эффективности хирургического лечения пациентов с полнотелым повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча способом применения комбинации из двух кортикальных пуговиц.

Материалы и методы. В серии 7 топографо-анатомических исследований проведены расчеты площади контакта сухожилия на лучевой бугристости при различных методах реинсерции. После чего проведен анализ результатов лечения 3 пациентов, оперированных комбинацией малоинвазивного доступа с фиксацией двумя кортикальными пуговицами (РДП) при помощи универсального способа персонализированной оценки по шкалам.

Результаты проведенного исследования представлены в виде расчетов индекса контакта сухожилия (ИКС) для 6 видов реинсерции: ИКС1 = 0,49 см²; ИКС2 = 0,49 см²; ИКС3 = 1,4 см²; ИКС4 = 1,13 см²; ИКС5 = 0,76 см²; ИКС6 = 2,09 см², которые отражают большую площадь прилегания культи в рационализированном способе. Динамика результатов лечения методом РДП за 12 недель составила: VAS с 7 [5; 8] до 1 [1; 1] балла ($p \leq 0,001$); DASH с 75 [49; 97] до 16 [14; 20] баллов ($p \leq 0,001$); ASES с 22 [15; 30] до 96 [94; 99] баллов ($p \leq 0,001$). Данные показывают преимущества метода в области прочности, простоты использования и функциональной результативности.

Заключение. Бикортикальная фиксация сухожилия двумя пуговицами обладает низким уровнем рисков развития послеоперационных осложнений, не требует строгой иммобилизации локтевого сустава и сокращает сроки реабилитации пациента без использования интерферентного винта.

Distal bicepsbrachii tendon rupture (DBTR) is 3 % of all biceps brachii tendon ruptures and was found with a frequency of 1.2-5.4/100,000 population per year. Despite the clinical successes, the frequency of the complications development after surgical treatment is 25 %, where 5.4 % areruptures. Achieving tendon stump strong fixation in modern techniques is accompanied by an interference screw usage, which has the risks of intrachannel compression and ischemia, as well as direct tendon trauma with implant blades.

The objective of this original study is to increase the effectiveness of surgical treatment of patients with distal biceps brachii tendon complete rupture by using a two cortical buttons combination.

Materials and methods. In a series of seven applied anatomy studies, calculations of the radial tuberosity tendon contact area were carried out with various methods of reinsertion. After that, the results of treatment of three patients, operated with a combination of minimally invasive access with two cortical buttons (DBR) fixation, using a universal method of personified scales were carried out.

The results of the study are presented in the form of calculations of the tendon contact index (TCI) for 6 types of reinsertion: TCI1 = 0.49 cm²; TCI2 = 0.49 cm²; TCI3 = 1.4 cm²; TCI4 = 1.13 cm²; TCI5 = 0.76 cm²; TCI6 = 2.09 cm², which reflect a larger stump contact area in a rationalized method. The dynamics of the results of treatment by the DBR method in 12 weeks was: VAS from 7 [5; 8] points up to 1 [1; 1] point ($p \leq 0.001$); DASH from 75 [49; 97] points up to 16 [14; 20] points ($p \leq 0.001$); ASES from 22 [15; 30] up to 96 [94; 99] points ($p \leq 0.001$). The data show the advantages of the method in strength, ease of use and functional effectiveness.

Conclusion. The bicortical fixation of the tendon with two buttons has a low level of risks of postoperative complications development; it does not require strict immobilization of the elbow joint and shortens the rehabilitation period in the patients without the use of an interference screw.

Для цитирования: Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Прохоренко В.М., Кирилова И.А. ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЯ ДИСТАЛЬНОГО СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛAVOЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА С ПРИМЕНЕНИЕМ КОРТИКАЛЬНЫХ ПУГОВИЦ //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2023. № 1, С. 6-16.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/446>

DOI: 10.24412/1819-1495-2023-1-6-16

Ключевые слова: повреждение бицепса; локтевой сустав; спортивная медицина; кортикальная пуговица; дистальное сухожилие; реинсерция; бикортикальная фиксация; площадь контакта сухожилия.

Key words: biceps injury; elbow joint; sports medicine; cortical button; distal tendon; reinsertion; bicortical fixation; tendon contact area.

Повреждения дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча (ДСДМП) составляют 3 % от всех повреждений сухожилий двуглавой мышцы и встречаются с частотой 1,2-5,4 клинических случаев на 100 000 населения в год [1]. Травме предшествует спонтанное эксцентрическое воздействие на согнутый под 90° локтевой сустав в момент его разгибания. Большинство травмированных составляют мужчины трудоспособного возраста (средний возраст при обращении 46,3 лет), задействованные в физическом труде и в среде спортсменов [1-3]. Хотя данный вид повреждений встречается относительно редко, последствия травмы могут существенно повлиять на качество жизни пациентов и привести к снижению силы супинации в среднем на 40 % и силы сгибания в среднем на 20 % [4, 5].

По данным топографо-анатомических исследований ДСДМП делится на короткую и длинную головки, его параметры колеблются в диапазоне 74-118 мм. Кроме того, распространено отсутствие заметного разделения между ними, и единообразное ДСДМП крепится к области бугристости лучевой кости в форме латинской буквы I или C [6, 7]. Размеры анатомического отпечатка сухожилия вариabельны и составляют в пределах 14-21 мм в длину и 2-10 мм в ширину. Сухожилие делит на 3 области: преапоневротическую область, в которой сухожилие отходит от мышечно-сухожильного перехода до проксимального прикрепления lacertus fibrosus, апоневротическую область, которая простирается от проксимального крепления lacertus fibrosus до его дистальной границы с ДСДМП, и постапоневротическую область, идущую до точки анатомического крепления на бугристости лучевой кости. Восстановление lacertus fibrosus во время хирургической реинсерции ДСДМП – дискутируемая тема, оно все чаще используется с целью повышения прочности

фиксации и стабилизации травмированного сухожилия [8].

Согласно показателям близких и отдаленных функциональных результатов, хирургический вариант лечения полнослойных повреждений ДСДМП на текущий момент остается наиболее распространенным. Однако частота 25 % общих послеоперационных осложнений (контрактура, мышечная гипотрофия, гетеротопическая оссификация), 4,6 % из которых серьезного характера (нейропатия заднего межкостного нерва (PIN), латерального кожного нерва предплечья (LAVCN) или синостозирование проксимального радио-ульнарного пространства (ПРУП)), позволяет продолжить поиск успешных комбинаций хирургических доступов, методов фиксации и видов используемых имплантатов [9-11].

Общий запрос на малоинвазивную хирургию, чьи постулаты меньшей травматизации мягких тканей, безопасной навигации по отношению к нейро-вазальной архитектонике fossa subitalis и сокращения сроков реабилитации, в XXI веке стал уже данностью, нашли свое воплощение в доступах Boyd-Anderson (1962 г.) и переднем малоинвазивном доступе (anterior «double incision approach» (ADIA)). Оба привычно сравниваются с наиболее популярным и воспроизводимым открытым доступом Dobbie (1941 г.). Концепции реинсерции, в свою очередь, делятся на анатомический вариант крепления к одноименной бугристости лучевой кости и неанатомический вариант с транспозицией культи на латеральную поверхность лучевой кости [12, 13]. Виды имплантатов делятся на накостные или интраканальные, тем самым определяя зону и площадь прилегания культи на анатомическом отпечатке кости (индекс контакта сухожилия, или ИКС).

В ряде сравнительных исследований хирургических техник сообщается, что частота повторных

повреждений ДСДМП составляет 0,7 %, однако при использовании комбинации имплантатов и стремлении достичь большей прочности фиксации интерферентным винтом риск повышается в семь раз (до 5,4 %) [9]. Таким образом, использование интраканального винта обладает высокими рисками компрессии и ишемии, а также приводит к прямой травматизации тканей сухожилия его лопастями. Данное явление легло в основу нулевой гипотезы нашего исследования: большая площадь контакта зоны сухожилия – кость при минимальной компрессии сухожилия в области ПРУП и внутри сформированного канала лучевой кости приводит к повышению прочности и снижению риска повторного повреждения.

В результате серии из топографо-анатомических исследований и клинических случаях мы презентуем хирургический способ анатомической реинсерции полнослойного повреждения ДСДМП с применением малоинвазивного доступа и фиксацией двумя кортикальными пуговицами (РДП). В клинических наблюдениях 3 пациентов, оперированных способом РДП, мы покажем преимущества и недостатки, определенные сроками 6 и 12 недель.

Целью данного оригинального исследования является повышение эффективности хирургического лечения пациентов с полнослойным повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча способом применения комбинации из двух кортикальных пуговиц.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для оригинального исследования послужили данные медицинских карт истории болезни 3 пациентов, прооперированных в травматолого-ортопедическом отделении № 3 ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АНО «Клиника НИИТО» с инструментально-подтвержденным полнослойным повреждением ДСДМП, а также серия из 4 топографо-ана-

томических исследований. Период обращения за специализированной помощью пациентов в клинических случаях составил февраль 2021 – ноябрь 2022 года.

Критериями включения в исследование являлись все виды повреждений ДСДМП, соответствующие градациям 2, 3, 4 степеней по классификации L. Perera (2012), 2b, 2c, 3a, 3b степеней по классификации J. Fuente (2018), возраст пациента (≥ 30 и ≤ 65 лет включительно), характер травматизма (бытовой, спортивный, производственный), типология повреждения сухожилия (100 % сечения – полнослойный и авульсионный вариант повреждения), временной интервал (1 месяц со дня травмы), половая принадлежность (мужчины), метод лечения (хирургический), осложнения интра-, пере-, постоперационные [14, 15]. Критерии невключения: возраст пациента ≤ 30 и ≥ 65 лет, эпилепсия и психические расстройства, жизнеугрожающие состояния, требующие неотложных хирургических мероприятий, отсутствие повреждения сухожилия по двум вышеуказанным классификациям.

Все пациенты обращались с жалобами на боль, экхимозы fossa cubitalis, снижение максимальной силы супинации/пронации/сгибания и деформацию мышечного брюшка (обратный синдром «Popeye»), контрактуру в локтевом суставе. Среди обратившихся пациентов были только мужчины. Ранжирование по возрасту составило от 43 до 53 лет (средний возраст – 47 лет).

Согласно предварительно определенному алгоритму выбора тактики лечения при повреждениях ДСДМП, пациентам проводились физикальные тесты: O'Driscoll, Ruland, сравнительный изокинетический (ДК-100 кистевой динамометр); из инструментальных исследований: сравнительная УЗД локтевых суставов волярным/тыльным доступами и МРТ локтевого сустава 1,5 Тл с целью измерения ПРУП, объема повреждения сухожилия, степени повреждения lacertus fibrosus и жировой дегенерации двуглавой мышцы [16]. Клинико-диагностические па-

раметры пациентов: по классификациям L. Perera 3 ст. – 1 пациент (33 %), 4 ст. – 2 пациента (67 %), J. Fuente 2c – 1 пациент (20 %), 3b – 2 пациента (80 %), бытовой травматизм – 33,3 %, спортивный – 33,3 % и производственный – 33,3 %; 100 % обратились за специализированной помощью в сроки ≤ 3 недели.

Технология хирургического лечения пациентов с полнослойным повреждением ДСДМП определена малоинвазивным передним доступом (ADIA), анатомическим способом реинсерции и бикортикальным методом внутриканальной фиксации 2 пуговицами согласно патенту на изобретение техники [17].

Все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании; исследование соответствовало требованиям Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками 2013 года, Международной конференции по гармонизации (ICF), Стандартам надлежащей клинической практики (GCP), ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» № 323-ФЗ от 21 ноября 2011 г. Обработка персональных данных пациентов осуществлялась только после получения их письменного согласия в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации. Персональные данные участников в ходе исследования были обезличены.

Клинические случаи

Пациент Д. 52 лет (интеллектуальный труд) поступил в ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России 17.03.2022 с повреждением ДСДМП тип 3 по L. Perera и 2c по классификации J. Fuente. Травма бытовая, давность < 3 недель, рука недоминантная. Клинические тесты: Ruland «+», O'Driscoll «+». Инструментальный метод: МРТ 1,5 Тл: повреждение полнослойное ДСДМП + lacertus fibrosus, ретракция 1 см. Анкетирование при поступлении: VAS – 8, ASES – 15 и DASH – 97. Хирургическое лечение: реинсерция методом РДП, сочетанная со швом lacertus fibrosus. Первый клинический осмотр

(6 недель): сгибание/разгибание – 0/140, ротация – 80/90. Иммобилизация кинезиотейпом. Второй контрольный осмотр (12 недель): VAS – 1, ASES – 95 и DASH – 14, ДК-100: Dex. 50; Sin. 50. Пациент вернулся к бытовым нагрузкам с 5-й недели.

Пациент К. 42 лет (военнослужащий) поступил 29.03.2022 с повреждением ДСДМП тип 4 по L. Perera и 3b по классификации J. Fuente. Травма спортивная неорганизованная, давность > 3 недель, рука доминантная. Клинические тесты: Ruland «+», O'Driscoll «+». Инструментальный метод: МРТ 1,5 Тл: повреждение полнослойное ДСДМП с провокацией lacertus fibrosus, ретракция – 5 см. Анкетирование при поступлении: VAS – 7, ASES – 22 и DASH – 79. Хирургическое лечение: реинсерция методом РДП, сочетанная со швом lacertus fibrosus. Первый клинический осмотр (6 недель): сгибание/разгибание – 5/150, ротация – 90/90. Иммобилизация кинезиотейпом. Второй контрольный осмотр (12 недель): VAS – 1, ASES – 94 и DASH – 20, ДК-100: Dex. 75; Sin. 65. Пациент вернулся к бытовым нагрузкам с 6-й недели, к профессиональным – с 9-й недели.

Пациент М. 44 лет (физический профиль труда) поступил 24.10.2022 с повреждением ДСДМП тип 3 по L. Perera и 3a по классификации J. Fuente. Травма производственная, давность < 3 недель, рука доминантная. Клинические тесты: Ruland «+», O'Driscoll «+». Инструментальный метод: МРТ 1,5 Тл: повреждение полнослойное ДСДМП без провокации lacertus fibrosus, ретракция – 2 см. Анкетирование при поступлении: VAS – 5, ASES – 30 и DASH – 49. Хирургическое лечение: изолированная реинсерция методом РДП. Первый клинический осмотр (6 недель): сгибание/разгибание – 10/120, ротация – 80/70. Иммобилизация косыночной повязкой, затем кинезиотейпом. Второй контрольный осмотр (12 недель): VAS – 1, ASES – 99 и DASH – 15, ДК-100: Dex. 90; Sin. 95. Пациент вернулся к бытовым и профессиональным нагрузкам с 6-й недели.

Техника хирургического вмешательства.

Лечение подразумевало нахождение пациента в стационаре 2 суток после амбулаторного клинко-диагностического обследования. Хирургическое вмешательство осуществлялось под комбинированным наркозом: регионарная межлестничная анестезия (блокада плечевого сплетения из надключичного доступа ропивакаином 0,5 % – 20 мл) в сочетании с интубационным наркозом. Пациента располагали на ортопедическом столе в положении лежа на спине. Рука отводилась на приставной полке под 90° в плечевом суставе, оперируемая конечность находилась в положении строгой супинации предплечья и при полном разгибании локтевого сустава. Перед использованием инцизионной пленки производилась маркировка анатомических ориентиров: культя сухожилия, проксимальный «поисковый» и дистальный «основной» доступ (ADIA), головка лучевой кости и ориентир *n. radialis*. На ладонной поверхности в месте маркировки производили поперечный кожный разрез 4 см в проекции бугристости лучевой кости. Рассекалась кожа, подкожно-жировая клетчатка, общая фасция предплечья. Тупо между брюшками *m. brachioradialis* и *m. pronator teres*, визуализируя и отводя в латеральную сторону *n. radialis*, осуществляли доступ к анатомическому отisku. При помощи медицинской дрели засверливалась спица-направитель (Киршнера 2 мм) в верхний край бугристости лучевой кости насквозь и не глубже 1 мм тыльного кортикального слоя. Затем по спице-направителю костным буром диаметром 4,5 мм выполнялось засверливание в верхнем крае бугристости лучевой кости с формированием сквозного канала. Отступив дистально на 2 см, что соответствует нижнему краю бугристости лучевой кости, засверливали вторую спицу-направитель аналогичным способом, с последовательным формированием сквозного канала 4,5 мм. Не удаляя спицы-направителя, сменяли костный бур на диаметр 7 ± 2 мм и рассверливали ладонный кортикальный слой лучевой кости с фор-

мированием несквозного овального отверстия. Следом в нижней трети плеча над зоной ретрагированной культы ДСДМП выполняли продольный кожный разрез длиной 2 см и выделяли сухожилие. Культю прошивали нерассасывающейся нитью (вариант: плетеная лента) по методу Krackow на протяжении 3-4 см, оставляя при этом концы свободными после прошивания. Затем свободные концы нерассасывающейся нити вводили в первую кортикальную пуговицу с формированием самозатягивающейся петли. Зажимом Микулича формировали межмышечный канал из проксимального в сторону дистального «окна» доступа ADIA. Культю проводили за свободные концы нерассасывающейся нити по сформированному каналу до анатомического отиска. Затем брали вторую кортикальную пуговицу и вводили в нее свободную нерассасывающуюся нить с формированием самозатягивающейся петли. Через дистальный кожный разрез с помощью медицинского инструмента (пример: зажим Москит) вводили в вертикальном положении первую кортикальную пуговицу через дистальный сквозной канал в кортикальном слое лучевой кости, при этом свободные концы оставляли снаружи. Аналогичным способом вводили вторую кортикальную пуговицу через проксимальный сквозной канал. Обе кортикальные пуговицы методом разворота переводили из вертикального в горизонтальное положение с обязательным контролем при помощи электронно-оптического преобразователя. Локтевой сустав оперируемой конечности приводили в положение сгибания 60-90° через дистальный кожный разрез, низводили самозатягивающиеся петли на кортикальных пуговицах путем натяжения свободных концов и соответственно фиксировали полученное натяжение выполнением 3-4 запирающих узлов. При этом отмечалось равномерное погружение культы ДСДМП в несквозное овальное отверстие бугристости лучевой кости, повторяющее точку анатомического отиска, с высокой степенью прочности фиксации и большей площадью контакта сухожилия с костью

в сравнении с известными нам способами. Хирургические раны зашивали и накладывали асептические повязки. Оперированная конечность иммобилизовалась косыночной повязкой.

Анализ результатов послеоперационного периода пациентов ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, АНО «Клиника НИИТО» проводился с помощью универсального способа персонифицированной оценки результатов лечения методом анкетирования, первое из которых проводилось в предоперационном периоде, второе – через 12 недель после операции (DASH, ASES). Отсутствие повторного повреждения ДСДМП и мышечной ретракции расценивалось как положительный результат лечения. Послеоперационные осложнения были структурированы в 4 показателя: гетеротопическая оссификация, нейропатия, контрактура, гипотрофия мышц. При этом относительные величины, характеризующие частоту встречаемости, или доли, выражали в процентах.

В сентябре 2022 г. произведено топографо-анатомическое изучение нейровазальной архитектоники *fossa cubiti*, изометрии ДСДМП для безопасной навигации при выполнении хирургических доступов на базе АНО ДПО «Научно-образовательный медицинский центр» Екатеринбурга (лицензия на образовательную деятельность № 17947 от 30.10.2015 г.). На двух кадаверах (мужчины К*1 56 лет и К*2 60 лет) правого и левого локтевого суставов были выполнены 3 доступа (Dobbie, Boyd-Anderson и ADIA), 2 способа реинсерции (анатомический и неанатомический) и использованы 4 типа имплантатов для изучения параметров ДСДМП и ИКС в области бугристости лучевой кости. Изменялась площадь прилегания культы в 3 зонах: анатомического отиска, костно-мозговом канале и к латеральному кортикальному слою лучевой кости. Полученные результаты сравнивались с разработанным методом хирургического лечения РДП.

В клинических наблюдениях и топографо-анатомических исследо-

ваниях проводились замеры: длина и ширина ДСДМП, размеры ПРУП, степень мышечной ретракции (при наличии), параметры анатомического оттиска бугристости лучевой кости (площадь сухожильного контакта на костного и внутриканального варианта реинсерции в см²) (табл. 1).

Расчет параметров ИКС для анатомического и неанатомического способа реинсерции с применением трансоссального шва, 1- и 2-якорными фиксаторами, внутриканальной фиксации кортикальной пуговицей, сочетанием кортикальной пуговицы и интреферентного винта и сочетанием 2 кортикальных пуговиц по технике РДП производился по общепринятым формулам: $S_1 = a \times b$, где a – ширина, b – длина; $S_2 = a \times b$; $S_3 = a1 \times b$, где $a1$ – длина анатомического оттиска, b – ширина; $S_{4a} = r^2/\pi$, где r – длина окружности круга, а π – это константа, которая равна отношению длины окружности круга (p) к диаметру (d), она всегда равна 3,14; $P = \pi \times d$, где d – диаметр рассверливания канала лучевой бугристости; $S_{4b} = 1/4 \times 1$ см (глубина рассверленного канала лучевой бугристости); $S_4 = S_{4a} + S_{4b}$; $S_5 =$

$S_{4a/4} + S_{4b}$; $S_{6c} = 2 \times S_{6a} + S_{6b}$, где S_{6a} – это половина диаметра дистального несквозного канала при рассверливании овального «ложа» анатомического оттиска лучевой бугристости, а S_{6b} , соответственно, половина проксимального несквозного диаметра при рассверливании для метода РДП; $S_{6a} = 1/2 \times S_{4a}$; $S_{6b} = L_2 \times d$, где L_2 – это расстояние от центров проксимального и дистального рассверливания несквозных каналов, а d – диаметр круга; $S_6 = S_{6c} + S_{4b}$.

Статистический анализ

Эмпирические распределения непрерывных показателей баллов по VAS, DASH и ASES исследовались на согласие с законом нормального распределения критерием Шапиро-Уилка, сопоставимость дисперсий проверялась F-критерием Фишера. Нормально распределенные показатели описывались как среднее \pm стандартное отклонение – $S \pm SD$, ненормальные – в виде медианы – Me (Q1; Q3). Проверка статистических гипотез проводилась при критическом уровне значимости $p = 0,05$, т.е. различие считалось статистически значимым при $p < 0,05$. Все статистические

расчеты проводились в программе RStudio (версия 2021.09.2 Build 382 – © 2009-2022 RStudio, Inc., США) на языке R (версии 4.0.2).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

По результатам проведенного топографо-анатомического исследования на 4 локтевых суставах и клинических исследованиях из практики пациентов с полнослойным повреждением ДСДМП произведены расчеты (рис. 1-4, табл. 2):

1. Трансоссальный шов: ИКС₁ = $0,7 \times 0,7 = 0,49$ см².

2. Один якорный фиксатор: ИКС₂ = $0,7 \times 0,7 = 0,49$ см².

3. Два якорных фиксатора: ИКС₃ = $2 \times 0,7 = 1,4$ см².

4. Внутриканальная фиксация одной пуговицей: ИКС₄ = $0,5$ см² + $0,63$ см² = $1,13$ см²; P (длина окружности круга) = $3,14 \times 0,8 = 2,25$ см. $S_{4a} = 0,5$ см²; $S_{4b} = 0,63$ см² × 1 см = $0,63$ см²; $1/4 P = 2,51/4 = 0,63$ см.

5. Внутриканальная фиксация одной пуговицей и винтом: ИКС₅ = $0,5/4 + 0,63 = 0,76$ см².

6. Внутриканальная фиксация двумя пуговицами (РДП): ИКС₆ = $1,46 + 0,63 = 2,09$ см²; $S_{6a} = 1/2 \times 0,5$ см² = $0,25$ см²;

Таблица 1

Параметры дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча в исследовании

Table 1

Parameters of the distal tendon of the biceps brachii in the study

Тип наблюдения Follow-up type	Сторона локтевого сустава Elbow joint side	Сужение ПРУП PRUS narrowing	Мышечная ретракция Muscular retraction	Параметры ДСДМП Parameters of DBBT	
				длина (см) length (cm)	ширина (см) width (cm)
К* 1	правый right	–	–	11	0.8
	левый left	–	–	9.5	0.7
К* 2	правый right	+	–	6.5	0.6
	левый left	–	–	7.5	0.7
Пациент Д* Patient D*	правый right	+	+	7	0.8
Пациент К* Patient K*	левый left	+	+	6	0.6
Пациент М* Patient M*	правый right	+	+	8	1

Примечание: * – кадавер при топографо-анатомическом исследовании, ** – средние размеры длины $79,3 \pm 2,5$ мм, ширины $0,8 \pm 0,2$ см. ПРУП – проксимальное радио-ульнарное пространство, ДСДМП – дистальное сухожилие двуглавой мышцы плеча.

Note: * – cadaver during topographic and anatomical examination, ** – mean sizes of length 79.3 ± 2.5 mm and width cm.

PRUS – proximal radio-ulnar space, DBBT – distal biceps brachii tendon.

$$S_{6b} = 1,2 \times 0,8 = 0,96 \text{ см}^2; S_{6c} = 2 \times 0,25 \text{ см}^2 + 0,96 \text{ см}^2 = 1,46 \text{ см}^2.$$

При изучении топографических ориентиров реинсерции области анатомического оттиска были определены точки максимального соприкосновения сухожилия с костью. Так, при фиксации трансоссальными швами имеется 1 точка на латеральном кортикальном слое диафиза лучевой кости, а при использовании 1- или 2-якорных фиксаторов эта точка располагается строго в центральной части лучевой бугристости (рис. 1 и 4).

Внутриканальные виды реинсерции обладают 2 и 3 подобными точками – на проксимальном крае кортикального слоя (: радиуса) и дне костно-мозгового канала, как это видно на рисунках 4 и 5. Это дает представление о большей степени костной интеграции сухожилия после формирования первичного соединительнотканного рубца через 3-4 недели, а следовательно, и прочностных преимуществах метода РДП.

Динамика результатов хирургического лечения полнослойного по-

вреждения ДСДМП методом РДП к срокам 12 недель составила: снижение показателей шкалы VAS с 7 [5; 8] до 1 [1; 1] балла ($p \leq 0,001$); снижение показателей шкалы DASH с 75 [49;97] до 16 [14; 20] баллов ($p \leq 0,001$); рост показателей шкалы ASES с 22 [15; 30] до 96 [94; 99] баллов ($p \leq 0,001$). Данные показывают преимущества метода в области прочности, простоты использования и функциональной результативности. Наличие осложнений у пациентов, прошедших лечения методом РДП, оценивалось через 6 и

Рисунок 1

Топографо-анатомическое исследование точки прикрепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов S_1 , (б) для расчетов S_2 и S_3 , * – точки максимального соприкосновения сухожилия с костью

Figure 1

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of tendon contact index (TCI): (a) for calculations of S_1 , (b) for calculations of S_2 and S_3 , * – points of maximum contact between the tendon and the bone

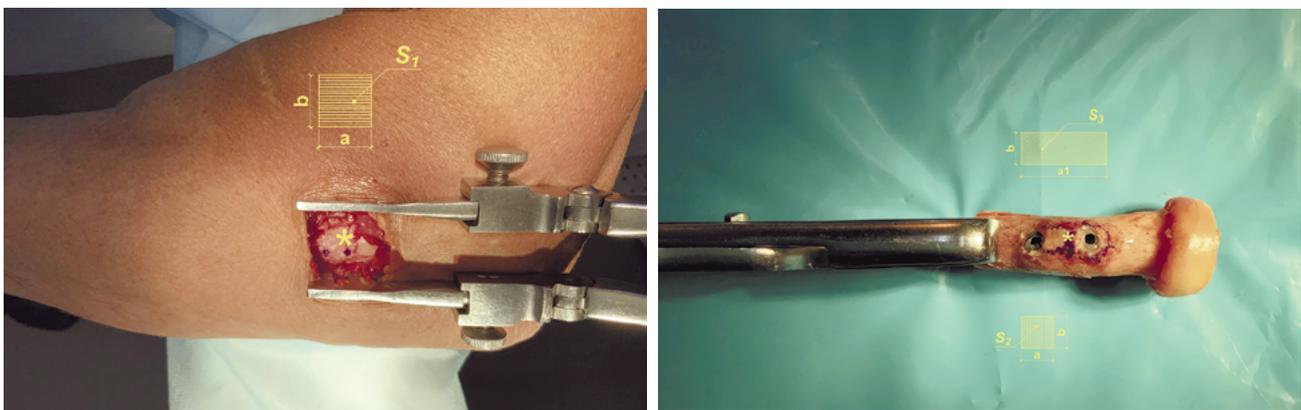


Рисунок 2

Топографо-анатомическое исследование крепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов S_4 и S_5 , (б) S_6

Figure 2

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of TCI: (a) for calculations of S_4 and S_5 , (b) S_6

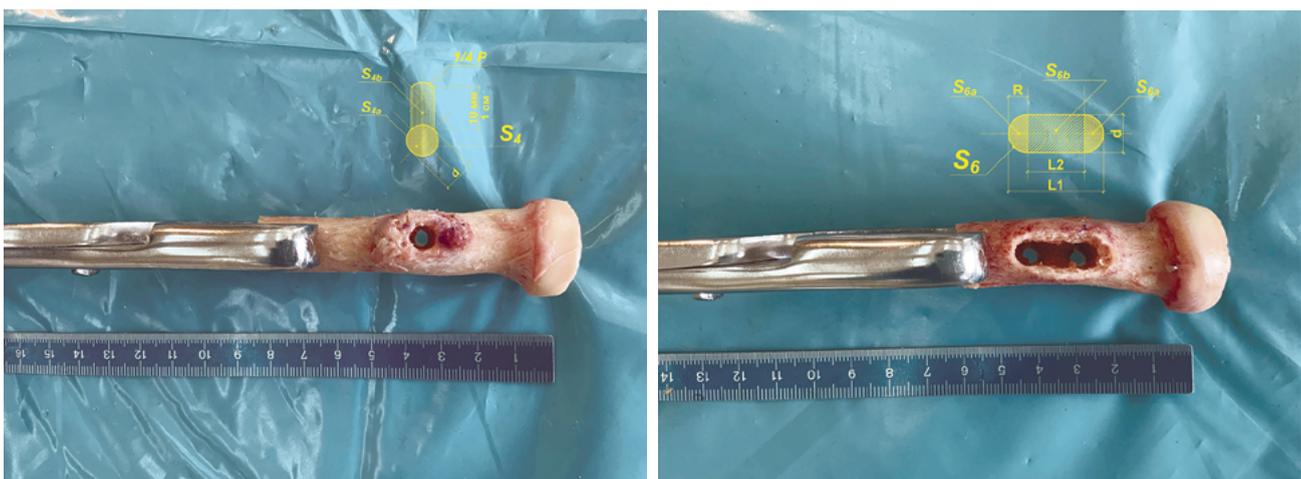


Рисунок 3

Топографо-анатомическое исследование крепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов S_1 , (б) S_2

Figure 3

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of TCI: (a) for calculations of S_1 , (b) S_2

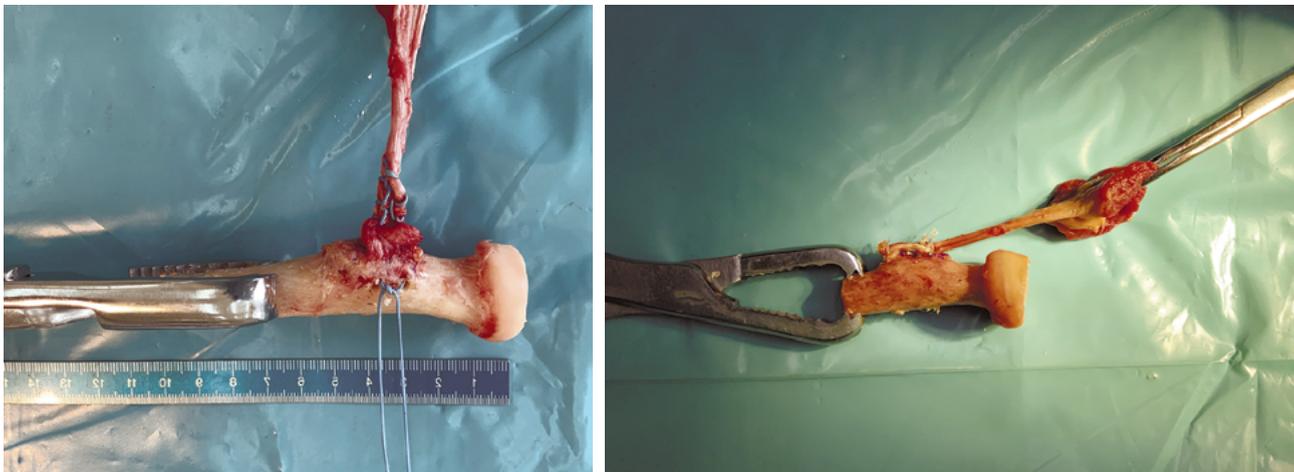
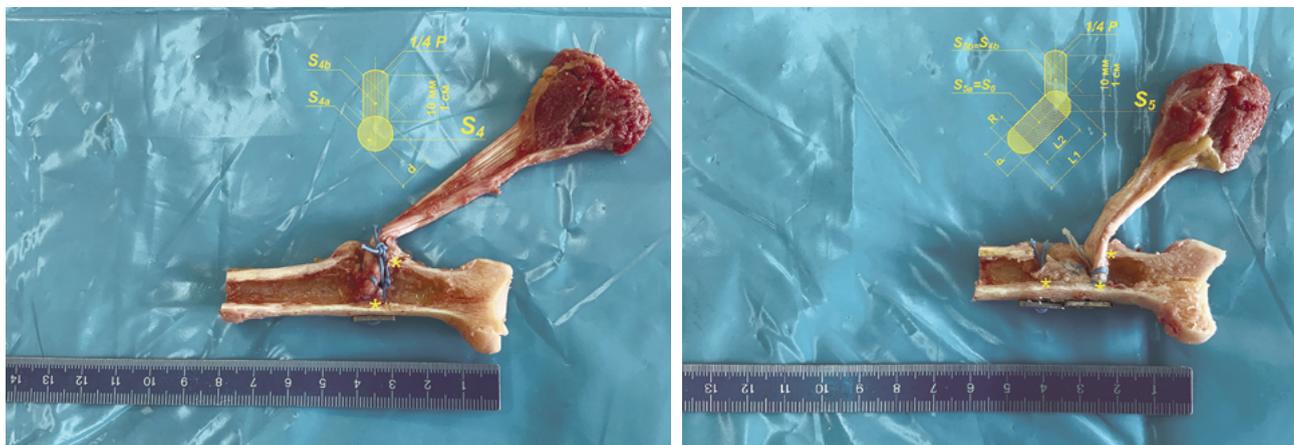


Рисунок 4

Топографо-анатомическое исследование крепления дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча на лучевой бугристости при проведении замеров ИКС: (а) для расчетов $S_{4,5}$, (б) S_6 , * – точки максимального соприкосновения сухожилия с костью

Figure 4

Topographic and anatomical study of the point of attachment of the distal tendon of the biceps brachii on the radial tuberosity during measurements of TCI: (a) for calculations of $S_{4,5}$, (b) S_6 , * – points of maximum contact between the tendon and the bone



12 недель после операции, результаты представлены в таблице 3.

Гипотрофия двуглавой и трехглавой мышц у всех 3 (100 %) наблюдаемых пациентов определялась способом сравнительной морфометрии, динамометрии ДК-100 и разрешена применением элетростимуляции по истечении > 12 недель. В то время как контрактура локтевого сустава наблюдалась у 2 (67 %) пациентов, у которых производилась реинсерция, сочетанная со швом lacertus fibrosus. Оценка проводилась гониометрией и была

устранена последовательным применением аппаратной механотерапии (Kinetic Centura), а затем методом ручной кинезиотерапии до 12 недель \pm 7 дней.

Через 12 недель после лечения 3 (100 %) пациентам был выполнен метод сравнительной УЗД локтевых суставов (волярным и тыльным доступами), на которых отсутствовали мышечная ретракция, признаки тендиноза, мукоидной дегенерации сухожилия. Также выполнялись МРТ 1,5 Тл и МСКТ с 3D-реконструкцией для оценки от-

ношения сформированного канала в положении супинации и пронации предплечья в области ПРУП (рис. 5).

Рецидивов разрыва ДСДМП после хирургического лечения методом РДП в период наблюдения зарегистрировано не было.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Использование кортикальных пуговиц, размещенных через сквозной разнодиаметральный канал лучевой бугристости в качестве «яко-

Таблица 2
Замеры индекса контакта сухожилие кость в области анатомического оттиска
Table 2
Tendon-bone contact index measurements in the anatomical impression area

Тип фиксации Fixation type	Количество Number		Параметры анатомического оттиска Anatomical impression parameters	
	Абс. Abs.	%	Площадь контакта (a, b, c)* Contact square (a, b, c)*	ИКС (см ²) TCI (cm ²)
Транссосальный шов Transosseous seam	1	12.5	0.7 × 0.7	0.49 ± 0.2
1-якорный фиксатор 1 anchor lock	1	12.5	0.7 × 0.7	0.49 ± 0.2
2-якорных фиксатора 2 anchor locks	1	12.5	0.7 × 2	1.4 ± 0.2
Внутриканальная фиксация 1 пуговицей Intracanal fixation with 1 button	1	12.5	0.8 × 0.8 × 1	1.13 ± 0.2
Внутриканальная фиксация 1 пуговицей + винт Intracanal fixation with 1 button + screw	1	12.5	0.8 × 0.8 × 1	0.76 ± 0.2
Внутриканальная фиксация 2 пуговицами (РДП) Intracanal fixation with 2 buttons (DBR)	3	37.5	0.8 × 2 × 1	2.09 ± 0.2

Примечание: * a – длина, b – ширина, c – глубина сформированного канала в см

Note: * a – length, b – width, c – depth of the formed channel in cm

Таблица 3
Послеоперационные осложнения у пациентов, оперированных методикой РДП
Table 3
Postoperative complications in patients operated by DBR

Вид осложнения Complication type	Срок наблюдения (кол-во / %) Follow-up period (amount / %)	
	6 недель 6 weeks	12 недель 12 weeks
Транзиторная нейропатия (PIN, LABCN) Transient neuropathy (PIN, LABCN)	0 (0 %)	0 (0 %)
Гипотрофия мышц Muscle hypotrophy	3 (100 %)	1 (33.3 %)
Контрактура сустава Joint contracture	2 (67 %)	1 (33.3 %)
Гетеротопическая оссификация Heterotopic ossification	0 (0%)	0 (0 %)

ря» для фиксации сухожильной культы к нативной области анатомического оттиска – эффективный и популярный способ реинсерции повреждения ДСДМП [18]. Биомеханические исследования показали, что при реинсерции кортикальной пуговицей достигается наибольшая прочность фиксации в сравнении с другими способами, однако повторные повреждения встречаются нередко и требуют комбинации имплантатов [4, 7]. Также технические особенности воспроизведения этого метода подразумевают вариативность хирургических доступов

(Dobbie, Boyd-Anderson, ADIA), накостное и внутриканальное позиционирование культы. Эффективная комбинация имплантатов и позиционирование сухожильной культы ДСДМП по отношению бугристости лучевой кости было определяющим в перспективной разработке способа лечения (РДП), описанного в данном исследовании.

Спортивные упражнения и весовые нагрузки, обусловленные физическим трудом, гипертрофируют ДСДМП, что приводит к увеличению площади поперечного сухожильного сечения и формирует дис-

баланс между ПРУП и утолщенным сухожилием. Эти физиологические и послеоперационные увеличения размеров ДСДМП гипотетически предрасполагают к динамическому импинджменту внутри ПРУП при перемещении предплечья из супинации в пронацию. Преимущества предложенного способа по сравнению с уже существующими заключаются в том, что риск повторного повреждения сухожилия снижается внутриканальным позиционированием культы и критически снижает его механический импинджмент [7, 19]. Площадь контакта

зоны сухожилие — кость двукратно увеличена за счет формы и глубины овального отверстия бугристой лучевой кости, что повышает межтканевую регенерацию на стенках костно-мозгового канала. Высокая степень прочности фиксации ДСДМП достигается за счет применения двух кортикальных пуговиц, дистальная из которых натягивает культю, в то время как проксимальная удерживает в сформированном костном ложе, распределяя нагрузку между фиксаторами и исключая возможность их миграции. Способ малотравматичен, так как выполняется через доступ ADIA с минимальной вероятностью травмирования рядом проходящих нейро-вазальных структур, мягких тканей, тем самым снижая риск развития осложнений и приводя к уменьшению времени, затрачиваемого на восстановление в послеоперационном периоде. Данный вид реинсерции не требует строгой иммобилизации локтевого сустава и приводит к сокращению сроков реабилитации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Достижение большей прочности фиксации дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча в современных техниках сопровождается использованием интерферентного винта и обладает рисками высокой внутриканальной компрессии и ишемии, а также прямой травматизации тканей сухожилия лопастями имплантата. Пользуясь логикой бережного отношения к сухожилию при реинсерции и по возможности устранения любых травмирующих факторов, мы предлагаем мето-

Рисунок 5

МРТ- и МСКТ-контроль поврежденного дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча ДСДМП методом РДП с применением малоинвазивного доступа и фиксации двумя кортикальными пуговицами через 12 недель: (а) МРТ T1 WI сагиттальная проекция — изометрия и натяжение сухожилия к точке анатомического оттиска, (б) 3D-реконструкция позиционирования имплантатов на тыльной поверхности лучевой кости

Figure 5

MRI and MSCT control of the injured distal tendon of the biceps brachii of proximal radio-ulnar space with use of DBR technique with low invasive approach and fixation with two cortical buttons after 12 weeks: (a) MRI T1 WI sagittal view — isometry and tension of the tendon to the point of the anatomical impression, (b) 3D reconstruction of implant positioning on the dorsal surface of the radius



дику погружения культы в сформированный овальный канал анатомического оттиска и фиксации двумя кортикальными пуговицами, которая отвечает поставленным задачам и увеличивает площадь контакта сухожилия с костью. Серия из 4 топографо-анатомических исследований на кадаверном материале и 3 клинических случаев дает возможность первичной оценки результатов лечения. Большее количество случаев и длительные сроки

наблюдения сформирует в будущем полное представление о перспективном методе.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа выполнена в рамках государственного задания № 122032200266-8. Авторы данной статьи сообщают об отсутствии явных и потенциальных конфликтных интересов, связанных с публикацией материалов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Kelly MP, Perkinson SG, Ablove RH, Tueting JL. Distal biceps tendon ruptures: an epidemiological analysis using a large population database. *The American journal of sports medicine*. 2015; 43(8): 2012-2017. <https://doi.org/10.1177%2F0363546515587738>
2. Albishi W, Agenor A, Lam JJ, Elmaraghy A. Distal biceps tendon tears: diagnosis and treatment algorithm. *JBJS reviews*. 2021; 9(7): e20. <https://doi.org/10.2106/jbjs.rvwm.20.00151>
3. Shulepov DA, Salikhov MR, Zlobin OV, Kogan PG. Results of anatomical reinsertion of the distal tendon of the biceps brachii using a minimally invasive fixation system Biceps Repair System. Modern achievements of traumatology and orthopedics: collection of scientific articles. St. Petersburg: Russian Order of the Red Banner of Labor Research Institute of Traumatology and Orthopedics n. a. R.R. Vreden, 2018; 298-302. Russian (Шулепов Д.А., Салихов М.Р., Злобин О.В., Коган П.Г. Результаты анатомической реинсерции дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча с использованием малоинвазивной системы фиксации Biceps Repair System // Современные достижения травматологии и ортопедии: сборник научных статей. Санкт-Петербург: Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, 2018. С. 298-302.)
4. Tomizuka Y, Schmidt CC, Davidson AJ, Spicer CS, Smolinski MP, Mauro RJ, et al. Partial distal biceps avulsion results in a significant loss of supination force. *JBJS*. 2021; 103(9): 812-819. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.20.00445>

5. Rubinger L, Solow M, Johal H, Al-Asiri J. Return to work following a distal biceps repair: a systematic review of the literature. *J Shoulder Elbow Surg.* 2020; 29: 1002-1009. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2019.12.006>
6. Bhatia DN, Kandhari V, DasGupta B. Cadaveric study of insertional anatomy of distal biceps tendon and its relationship to the dynamic proximal radioulnar space. *The Journal of hand surgery.* 2017; 42(1): 15-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jhssa.2016.11.004>
7. Rausch V, Krieter JP, Leschinger T, Hackl M, Scaal M, Müller LP, et al. The radioulnar distance at the level of the radial tuberosity. *Clinical Anatomy.* 2020; 33(5): 661-666. <https://doi.org/10.1002/ca.23483>
8. Midtgaard KS, Hallgren HB, Frånlund K, Gidmark F, Søreide E, Johansson T, et al. An intact lacertus fibrosus improves strength after reinsertion of the distal biceps tendon. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2020; 28(7): 2279-2284. <https://doi.org/10.1007/s00167-019-05673-2>
9. Bajwa A, Simon MJ, Leith JM, Moola FO, Goetz TJ, Lodhia P. Surgical results of chronic distal biceps ruptures: a systematic review. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2022; 10(1): 23259671211065772. <https://doi.org/10.1177/23259671211065772>
10. Goedderz C, Plantz MA, Gerlach EB, Arpey NC, Swiatek PR, Cantrell CK, et al. Determining the incidence and risk factors for short-term complications following distal biceps tendon repair. *Clin Shoulder Elbow.* 2022; 25(1): 36-41. <https://doi.org/10.5397/cise.2021.00472>
11. Amarasooriya M, Bain GI, Roper T, Bryant K, Iqbal K, Phadnis J. Complications after distal biceps tendon repair: a systematic review. *The American Journal of Sports Medicine.* 2020; 48(12): 3103-3111. <https://doi.org/10.1177/0363546519899933>
12. Shedzko SE. The effectiveness of the standard distal biceps tendon refixation techniques. *Medical journal (Minsk).* 2020; 72(2): 117-122. Russian (Шедзько С.Е. Эффективность хирургического лечения повреждений дистального сухожилия бицепса плеча с использованием стандартных методик // Медицинский журнал (Минск). 2020. № 2(72). С. 117-122.)
13. Razaiean S, Zhang D, Harb A, Meller R, Krettek C, Hawi N. Distal biceps tendon repair using a modified double-incision technique: patient-reported outcomes with 10-year follow-up. *Orthopaedic journal of sports medicine.* 2020; 8(8): 2325967120944812. doi.org/10.1177/2325967120944812
14. Perera L, Watts AC, Bain GI. Distal biceps and triceps tendon ruptures. In: *Operative Elbow Surgery.* Editor(s): Stanley D, Trail IA. Churchill Livingstone, Elsevier, 2012. P. 555-572. <https://doi.org/10.1016/b978-0-7020-3099-4.00037-0>
15. de la Fuente J, Blasi M, Martínez S, Barceló P, Cachán C, Miguel M, et al. Ultrasound classification of traumatic distal biceps brachii tendon injuries. *Skeletal Radiology.* 2018; 47(4): 519-532. <https://doi.org/10.1007/s00256-017-2816-1>
16. Medvedchikov AE, Anastasieva EA, Korytkin AA, Kirylova IA. Providing specialized care to patients with a rupture of the distal tendon of the biceps brachii: diagnosis and treatment algorithm. *Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal).* 2022; 7(5-2): 193-206. Russian (Медведчиков А.Е., Анастасиева Е.А., Корыткин А.А., Кирилова И.А. Оказание специализированной помощи пациентам с разрывом дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: диагностика и алгоритм лечения // Acta Biomedica Scientifica (East Siberian Biomedical Journal). 2022. Т. 7, № 5-2. С. 193-206.) <https://doi.org/10.29413/ABS.2022-7.5-2.1>
17. Method for repairing a complete rupture of the distal tendon of the biceps brachii: pat. 2785858 C1 Russian Federation, МПК А61В 17/00, А61В 17/56 /Medvedchikov AA, Kirylova IA. No. 2022110344; sent: 15.04.2022; publ. on 14.12.2022, Bul. No. 35. Russian (Способ восстановления полного разрыва дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: пат. 2785858 C1 Российская Федерация, МПК А61В 17/00, А61В 17/56 /Медведчиков А.Е., Кирилова И.А.; № 2022110344; заявл. 15.04.2022; опубл. от 14.12.2022, Бюл.№35.)
18. Kaplunov OA, Nekrasov EYu, Khusainov KhKh. Mini-invasive reinsertion of the distal biceps tendon of the shoulder by the endo-button technology (preliminary report). *Medicine of extreme situations.* 2018; 20(4): 527-32. Russian (Каплунов О.А., Некрасов Е.Ю., Хусайнов Х.Х. Миниинвазивная реинсерция дистального сухожилия бицепса плеча методикой endo-button (предварительное сообщение) // Медицина экстремальных ситуаций. 2018. 20(4). С. 527-32.)
19. Gritsyuk AA, Kokorin AV, Smetanin SM. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii: current concepts of etiopathogenesis and treatment. *Department Traumatology and Orthopedics.* 2016; (2): 42-48. Russian (Грицюк А.А., Кокорин А.В., Сметанин С.М. Разрыв дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: современные представления об этиопатогенезе и лечении // Кафедра травматологии и ортопедии. 2016. № 2. С. 42-48.)

Сведения об авторах:

Медведчиков А.Е., младший научный сотрудник, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, АНО «Клиника НИИТО», г. Новосибирск, Россия.

Анастасиева Е.А., аспирант, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России; врач травматолог-ортопед, АНО «Клиника НИИТО», г. Новосибирск, Россия.

Прохоренко В.М., д.м.н., профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии, ФГБОУ ВО НГМУ Минздрава России; главный научный сотрудник, старший преподаватель, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

Information about authors:

Medvedchikov A.E., junior researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan; traumatologist-orthopedist, Clinic of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia.

Anastasieva E.A., postgraduate student, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan; traumatologist-orthopedist, Clinic of Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia.

Prokhorenko V.M., MD, PhD, professor, chief of department of traumatology and orthopedics, Novosibirsk State Medical University; chief researcher, chief lecturer, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

Кирилова И.А., д.м.н., заместитель директора по научной работе, ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, г. Новосибирск, Россия.

Адрес для переписки:

Анастасиева Евгения Андреевна, ул. Фрунзе, д. 17, г. Новосибирск, Россия, 630091
E-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Статья поступила в редакцию: 25.02.2023

Рецензирование пройдено: 28.02.2023

Подписано в печать: 01.03.2023

Kirilova I.A., MD, PhD, deputy director for science, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics named after Ya. L. Tsivyan, Novosibirsk, Russia.

Address for correspondence:

Anastasieva Evgenia Andreevna, Frunze St., 17, Novosibirsk, Russia, 630091
E-mail: evgeniya.anastasieva@gmail.com

Received: 25.02.2023

Review completed: 28.02.2023

Passed for printing: 01.03.2023

