

ОБЗОР ХИРУРГИЧЕСКИХ МЕТОДИК ЛЕЧЕНИЯ ПАЦИЕНТОВ С ПОВРЕЖДЕНИЕМ ДИСТАЛЬНОГО СУХОЖИЛИЯ ДВУГЛАВОЙ МЫШЦЫ ПЛЕЧА

Медведчиков А.Е.¹, Жиленко В.Ю.¹, Свешников П.Г.¹, Буров Е.В.¹, Есин Д.Ю.¹

¹ФГБУ «Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: medikea@mail.ru

Хирургические методики лечения пациентов с повреждением дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча являются актуальным предметом клинических исследований. Ведутся активные дебаты по теме оптимального хирургического доступа и техники фиксации дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча к анатомическому месту его прикрепления. Наилучшим результатом хирургического лечения при повреждениях дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча считается минимальная травматизация окружающих мягких тканей и нейроваскулярных структур, исключительная сила фиксации в зоне бугристости лучевой кости с минимальными послеоперационными осложнениями, такими как гетеротопическая оссификация, нейропатии и десмогенные контрактуры. Цель этого обзора представить современную концепцию диагностики и лечения при повреждениях двуглавой мышцы плеча на основе фундаментальных и перспективных клинических исследований, а также поделиться опытом клиники в этом вопросе. В заключении сделан вывод, что в настоящее время нет четких рекомендаций по использованию конкретного метода фиксации сухожилия двуглавой мышцы плеча, однако опытным путем были доказаны преимущества комбинированной фиксации сухожилия кортикальной пуговицей в сочетании с интерферентным винтом. Результаты анализа отечественных и зарубежных литературных источников последнего пятилетия подтверждают личный хирургический опыт авторов статьи и в то же время говорят о необходимости расширения базы собственных респондентов, накопления клинического опыта и дальнейшего изучения проблемы.

Ключевые слова: повреждение дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча, локтевой сустав, малоинвазивная хирургия, сравнение методов, кортикальная фиксация пуговицей, тенodes, реинсерция сухожилия.

AN OVERVIEW OF SURGICAL TREATMENT METHODS OF PATIENTS WITH RUPTURE OF THE DISTAL BICEPS TENDON

Medvedchikov A.E.¹, Zhilenko V.Y.¹, Svashnikov P.G.¹, Burov E.V.¹, Esin D.Y.¹

¹Novosibirsk research Institute of traumatology and orthopedics n. a. Ya. L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: medikea@mail.ru

Surgical methods of treatment of patients with rupture of the distal biceps tendon are the important subject of clinical research. There is a huge debate on the topic of optimal surgical access and techniques of fixation of the distal tendon of the biceps to the anatomic place of attachment. The best result of surgical treatment in injuries of the distal tendon of the biceps muscle of the shoulder is considered the minimum trauma to the surrounding soft tissues and neurovascular structures, the exclusive power of fixing in the area of the tuberosity of the radius with minimal postoperative complications, such as heterotopic ossification, neuropathy and contractures. The purpose of this review is to present a modern concept of diagnosis and treatment in injuries of the biceps on the basis of fundamental and prospective clinical studies, as well as to share experience in this matter. In conclusion, it is concluded that currently no clear recommendations on the use of a particular method of fixing the tendon of the biceps, however empirically, it was proven benefits of the combined fixation of the tendon to the cortical button in conjunction with the interference screw. The results of the analysis of domestic and foreign references for the last five years confirm personal surgical experience of the authors and at the same time talking about the need to broaden the base of private respondents, the accumulation of clinical experience and further study of the problem.

Keywords: distal biceps tendon injuries, elbow joint, minimally invasive surgery, revision, cortical button fixation, biceps tenodesis, ligament insertion.

Хирургическое лечение при разрывах дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча (ДМП) в настоящее время получает все более широкое распространение. Возросшая потребность в данном виде лечения среди пациентов среднего возраста и формирование

иного взгляда на регионарную анатомию обусловили развитие техники фиксации. Появилась возможность выполнять малоинвазивные вмешательства, уменьшить количество осложнений и проводить более энергичную реабилитацию.

Консервативное лечение в сравнении с оперативным лечением. Консервативное лечение, согласно данным литературы, имеет ограниченное значение при разрывах дистального сухожилия ДМП. Так, в работе Dobbie R.P. были представлены успешные результаты консервативного лечения 51 пациента с повреждением дистального сухожилия ДМП и выдвинут тезис: «непрактично и неблагоприятно выбирать процедуру более сложную, опасную и трудоемкую, когда тот же самый результат может быть получен с меньшим усилием и без риска серьезных осложнений» [1; 2]. Однако это были пожилые пациенты с невысокими требованиями к физической активности, либо подверженные факторам риска, ограничивающим показания к оперативному лечению.

Более свежие исследования, проведенные Hetsroni I. и соавт., показывают, что не восстановленные авульсии дистального сухожилия ДМП часто являются причиной значительно выраженной слабости при сгибании и супинации предплечья. В литературе представлены субъективные и объективные результаты хирургического лечения, которые превысили результаты при консервативных мероприятиях по восстановлению силы сгибания в локтевом суставе на 30%, супинации – на 40% и по выносливости конечности (изокинетический тест) [3]. Эти данные также подтверждаются исследованием Baker B.E. и Bierwagen D., в котором тестирование силовых показателей системой Cybex было проведено 13 пациентам, получавшим лечение с рефиксацией сухожилия или без нее. Авторы отметили снижение силы супинации на 40%, супинационной выносливости – на 79%, силы сгибания – на 30% и выносливости на сгибание – на 30% у пациентов, получавших консервативное лечение [4]. В похожем исследовании Nesterenko S., Morrey B.F. и соавторы также отметили снижение силы супинации на 40% и сгибания на 30% после консервативного лечения по поводу разрыва дистального сухожилия ДМП [5].

Не так давно Chillemi C. и соавторы, в докладе Европейского сообщества хирургов плечевого и локтевого суставов (ESSSES) показали исключительно положительные результаты хирургического лечения данной нозологической формы в сравнении с консервативным лечением (5:1) [6].

В ретроспективном исследовании Freeman C.R.B. и соавт. была проведена оценка 18 пациентов с не восстановленной авульсией сухожилия ДМП в течение 51 месяца с момента его повреждения («консервативная» группа) и сравнение их с пациентами, которым было проведено хирургическое восстановление целостности сухожилия ДМП («хирургическая» группа) [7]. Оценка проводилась по шкале DASH (Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand).

Супинация и сгибание поврежденной конечности у пациентов «консервативной» группы составляли 74% и 88% соответственно, по сравнению с данными функциями контралатеральной руки. Только у одного пациента возникла контрактура локтевого сустава, помешавшая восстановлению, остальные в течение 12 недель смогли восстановить прежний уровень трудоспособности. Сравнение проводилось с пациентами «хирургической» группы, у которых по результатам вмешательства восстановилась супинация, но сохранялся дефицит сгибания локтевого сустава в раннем послеоперационном периоде, однако все пациенты восстановились в течение 6 недель. Стоит отметить, что уровень трудоспособности у пациентов первой группы оказался выше, чем у оперированных пациентов (результаты варьировались от 10 до 50 баллов). Это позволило авторам исследования заключить, что консервативный метод лечения при повреждении сухожилия ДМП все же может быть успешным у пациентов, обратившихся с острой травмой.

Таким образом, согласно данным литературы, консервативный метод лечения при разрыве дистального сухожилия ДМП в основном применим у пациентов интеллектуального труда и в группе пациентов, имеющих противопоказания к хирургическому лечению в связи с соматически неблагоприятным статусом. Пациенты этой группы не используют форсированное сгибание и супинацию с усилием во время трудовой активности. Консервативное лечение подразумевает временную иммобилизацию, симптоматическую терапию, физиотерапевтические и реабилитационные мероприятия. Есть вероятность остаточных явлений в виде хронического болевого синдрома, мышечной гипотрофии и десмогенных контрактур, однако с помощью вторичной реабилитации может быть достигнут удовлетворительный результат.

Анатомическая реконструкция против неанатомической реконструкции. В зарубежной литературе активно обсуждаются преимущества «анатомической» реконструкции разрыва сухожилия ДМП (реинсерция к foot-print бугристости лучевой кости) относительно «неанатомической» реконструкции (транспозиция и фиксация сухожилия ДМП к плечевой мышце).

Behun M.A. и Geeslin A.G. представили результаты лечения 19 пациентов, 9 из которых лечили консервативно, 10 – оперативно, при этом у 6 пациентов была выполнена анатомическая реконструкция, у 4 – неанатомическая реконструкция разрыва сухожилия ДМП. Авторы описали низкий уровень восстановления биомеханики сустава у пациентов, получивших консервативное лечение, в сравнении с результатами восстановления биомеханики сустава у пациентов, получивших оперативное лечение. При этом у пациентов, которым была выполнена анатомическая реконструкция разрыва сухожилия ДМП, и у пациентов, которым была выполнена неанатомическая реконструкция, результаты не

отличались [8].

Rantanen J.B. и Orava S. также представили результаты хирургического лечения 19 пациентов с травмой сухожилия ДМП, которым была выполнена анатомическая реконструкция. У 18 был констатирован хороший уровень восстановления функции сустава. Эти же авторы опубликовали результаты ретроспективного 3-летнего наблюдения 147 пациентов, которым было проведено хирургическое лечение по поводу данной нозологической формы, причем 90% пациентов была выполнена анатомическая реконструкция. У всех было отмечено хорошее восстановление функции сустава в ранние сроки, и только у 14% пациентов контрольной группы, получивших консервативное лечение, был получен хороший результат [9].

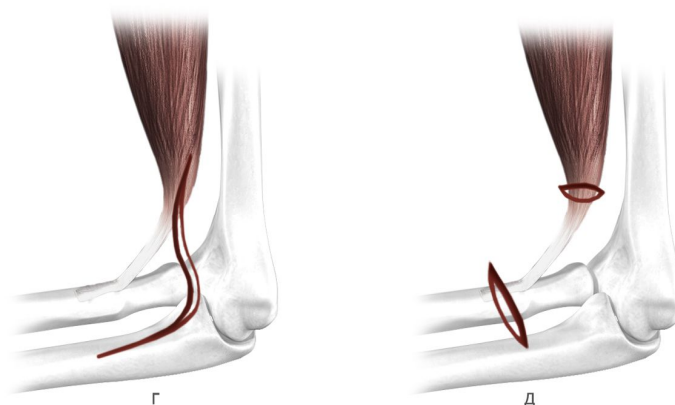
В исследовании Klönz A. и соавт. 14 пациентам, которым была выполнена анатомическая и неанатомическая реконструкция сухожилия ДМП, для оценки функциональных результатов лечения было проведено изокинетическое тестирование мышц. У 6 пациентов, которым была проведена анатомическая реконструкция, сгибание и сила восстановились в сравнении с контралатеральной конечностью на 96%, супинация – на 91%. У 8 пациентов, которым была проведена неанатомическая реконструкция, также на 96% восстановились сгибание и сила, на 42% – супинация. Авторы не столкнулись с осложнениями нейроваскулярных структур и радиоульнарным синостозированием, однако у 4 пациентов, которым была проведена анатомическая реконструкция, развилась гетеротопическая оссификация [10].

В 2009 году Gregory T. и соавт. описали комбинированный метод восстановления разрыва сухожилия ДМП, который объединяет и анатомическую, и неанатомическую фиксацию. Анатомическая фиксация включает прикрепление сухожилия ДМП к лучевой кости, при этом сухожилие предварительно просверливается и прикрепляется к кости с помощью шовного фиксатора (анкерные швы), неанатомическая фиксация – крепление сухожилия ДМП к плечевой мышце. Данный метод был применен у 14 пациентов, которые в ранний послеоперационный период получили высокие баллы по шкале DASH и при проведении изокинетического тестирования мышц показали полное восстановление силы и диапазона движений [11].

Таким образом, можно сделать вывод, что в настоящее время нет четких рекомендаций по выбору конкретного метода реконструкции сухожилия ДМП.

Малоинвазивный доступ против «классического» доступа. С 1961 года идут дискуссии относительно использования малоинвазивного (два разреза) и стандартного (один разрез), «классического», доступа в хирургической технике реконструкции сухожилия ДМП. Стандартный доступ, предложенный Dobbie R.P. и Meherin J.M., подразумевает обширную

инцизию области локтевого сгиба с хорошей визуализацией мягкотканых образований предплечья, в то время как малоинвазивный доступ, предложенный Boyd H.B. и Anderson L.D. [12], позволяет выполнить основные этапы манипуляции через два небольших доступа в проекции отрыва сухожилия и месте его прикрепления (рис. 1).



НОВОСИБИРСКИЙ НИИТО 2016

Рис. 1. Виды хирургических доступов при подкожном разрыве дистального сухожилия двуглавой мышцы плеча: г – стандартный доступ; д – малоинвазивный доступ

Малоинвазивный доступ был предложен в ответ на высокий процент осложнений в виде повреждения нерва при стандартном доступе. Boyd H.B. и Anderson L.D. показали, что проведение оперативного вмешательства малоинвазивным доступом (два разреза) снижает вероятность контакта с нейровасальными структурами и позволяет выполнить реинсерцию точно в соответствии с анатомией. Эта техника подразумевает рассечение участка межкостной мембраны и формирование костного канала в лучевой кости, для безопасной фиксации.

После ряда сообщений, что малоинвазивный доступ приводит к гетеротопической оссификации и радиоульнарному синостозированию, Failla J.M. описал модификацию доступа Boyd H.B. и Anderson L.D. Его техника отличалась меньшим разволокнением мышц разгибателей и ограниченным скелетированием зоны foot-print [13].

Последующие исследования по применению малоинвазивного доступа показали многообещающие результаты. Так, Anakwenze O.A., Kancherla V.K. наблюдали пациентов, перенесших хирургическое лечение малоинвазивным доступом (основная группа) в сравнении с пациентами, которых лечили консервативно (контрольная группа). 15 месяцев спустя все пациенты вернулись к прежнему уровню нагрузок, сгибанию локтевого сустава и ротации предплечья [14].

Fenton P. и соавторы представили результаты наблюдения 10 спортсменов, которым проводилось анатомическое восстановление разорванного сухожилия ДМП малоинвазивным

доступом. Каждый из пациентов в течение 15 месяцев вернулся к прежним спортивным нагрузкам. Оценка функциональных результатов лечения проводилась по шкале DASH. Также было проведено изокинетическое тестирование мышц. Субъективная средняя оценка спортсменов составила 9,75 балла по десятибалльной шкале. Однако выносливость оперированной конечности в среднем оказалась ниже во время изокинетического тестирования на 20% в сравнении с контралатеральной конечностью [15]. Fogg Q.A. провел схожее исследование, в ходе которого отметил снижение супинации у абсолютного большинства пациентов, однако в дальнейшем супинация восстановилась до прежнего уровня [16]. Похожие результаты были получены и в исследовании I.F. Kodde, M. van den Bekerom [17].

Таким образом, в большом количестве работ отражены положительные результаты применения малоинвазивного доступа, однако в некоторых публикациях отражены осложнения, подтверждающие тезис, что доступ не является идеальным.

Так, Katzman B.M. описал парез заднего межкостного нерва, который развился после хирургического вмешательства [18; 19]. Roukoz S. и Naccache N. отметили послеоперационный компартмент ущемленного мягкими тканями мышечно-кожного и лучевого нервов [20].

Cain R.A. и Nydick J.A. опубликовали результаты наблюдения 74 пациентов, оперированных малоинвазивным доступом, за 7-летний период. Осложнения были отмечены у 31% пациентов и ранжированы по виду. У 6 пациентов это была хроническая боль в области локтевого сгиба, у 5 пациентов – сенсорная парестезия ладонной поверхности предплечья (из них у 3 выявлено повреждение кожного плечевого нерва, у 2 – заднего межкостного нерва). У 4 пациентов наблюдалась гетеротопическая оссификация, у 3 пациентов были ограничены вращательные движения предплечья, и у 3 пациентов послеоперационный период осложнился специфической инфекцией области хирургического вмешательства. Другие осложнения были связаны с повторным отрывом сухожилия. Процент развития осложнений был выше у больных с застарелым повреждением (41%) и, соответственно, ниже у тех, кто обратился за помощью в ранние сроки (24%) [21].

Chavan P.R. и соавт. представили систематический обзор литературы по результатам хирургического лечения 142 пациентов с разрывом сухожилия ДМП малоинвазивным доступом. У 16% были выявлены осложнения, лидирующее место среди которых занимала механическая составляющая – ограничение ротационных движений, в частности супинации, и снижение силы мышц предплечья. Интересно, что гетеротопическая оссификация расценивалась авторами как осложнение только при наличии болевых ощущений или дефицита движений более чем в 30° [22; 23].

В противовес малоинвазивному доступу Lintner S. и Fischer T. опубликовали результаты исследования, в котором 5 пациентам с разрывом сухожилия ДМП оперативное лечение было выполнено с использованием классического доступа и фиксацией сухожилия анкерным швом [24]. При последующем наблюдении за пациентами в течение 2 лет было установлено, что у всех восстановился объем движений в сравнении с контралатеральной конечностью, не было каких-либо признаков нейропатии, а также не было определено признаков гетеротопической оссификации на рентгенограммах. Все пациенты вернулись к нагрузкам в течение пяти месяцев после проведенного им оперативного лечения.

Khan A.D. и Penna S., также представили результаты наблюдения 16 пациентов с повреждением сухожилия ДМП, которые были оперированы с применением классического доступа и анкерной фиксации [25]. У 8 из них повреждения были острыми (менее 6 недель с момента травмы, первая группа), у 8 – хроническими (более 6 недель с момента травмы, вторая группа). У всех пациентов первой группы объем движений и сила в оперированной конечности восстановились в короткий срок, у пациентов второй группы было выявлено снижение сгибания на 14% и супинации на 16%. В обеих группах не было зафиксировано случаев радиоульнарного синостозирования, пlegии заднего межкостного нерва, вторичного повреждения сухожилия.

McKee M.D. и коллеги опубликовали результаты наблюдения 53 пациентов за 8-летний период, которых оперировали «классическим» доступом с анкерной фиксацией сухожилия ДМП. В среднем наблюдение за одним пациентом продолжалось в течение 29 месяцев [26]. Ни у одного из пациентов не было выявлено дефицита амплитуды движений больше 5° при ротации, сгибании и разгибании локтевого сустава. Средняя оценка по шкале DASH приравнивалась к 8,2 балла. Авторы отметили четыре вида осложнений, выявленных у оперированных больных: у 2 пациентов это были парестезии латеральной ветви плечевого нерва, у 1 пациента имела пlegия заднего межкостного нерва, и у 1 пациента – инфекция области хирургического вмешательства.

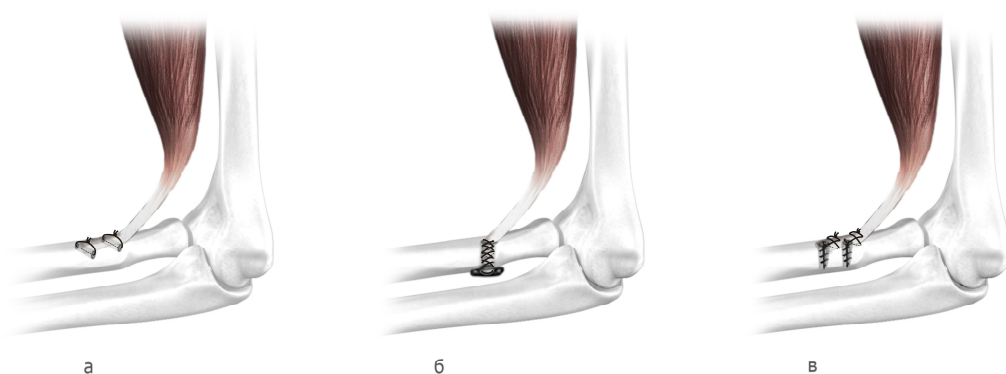
В исследовании El-Hawary R. и соавт. выполнено сравнение техники стандартного доступа и малоинвазивного доступа [27]. Авторы провели проспективное исследование, в котором сравнили результаты хирургического лечения 9 пациентов, которым был выполнен анкерный шов сухожилия через стандартный доступ (первая группа), с результатами хирургического лечения 10 пациентов, которым операция выполнялась через модифицированный доступ Boyd H.B. и Anderson L.D. из двух разрезов с доступами к сухожилию и бугристости лучевой кости (вторая группа). За 1-й год наблюдения было показано, что у пациентов из первой группы угол сгибания в локте был больше на 11°, чем у пациентов из второй группы (142° и 131° соответственно), хотя и не было замечено значимой

разницы в супинации и мышечной силе. Авторы не заметили более стремительных темпов восстановления у пациентов второй группы. У 4 пациентов первой группы наблюдались осложнения: у 1 пациента – нейропатия кожного нерва плеча, у 3 пациентов – гетеротопическая оссификация. Во второй группе осложнение в виде нейропатии поверхностного лучевого нерва возникло только у 1 пациента.

Таким образом, осложнения сопровождают оба доступа и включают широкий спектр последствий повреждения нерва, от парестезии до пlegии, локальный болевой синдром, гетеротопическую оссификацию, радиоульнарное синостозирование, потерю ротационных движений предплечья и раневую инфекцию. Осложнения, связанные с обоими доступами, ранжируются приблизительно поровну.

Методы фиксации сухожилия двуглавой мышцы плеча. Наряду с активным обсуждением оптимального хирургического доступа к поврежденному сухожилию ДМП, обсуждаются и методы его фиксации.

Костные туннели для фиксации поврежденного сухожилия ДМП используются при вышеописанном классическом доступе Boyd H.B. и Anderson L.D., иногда для фиксации применяется анкерный шов, интерферентные винты, трансоссальный шов или кортикальная пуговица (рис. 2).



НОВОСИБИРСКИЙ НИИТО 2016

Рис. 2. Методики анатомического восстановления подкожного разрыва сухожилия ДМП:

а – трансоссальный шов сухожилия; б – метод фиксации кортикальной пуговицей;

в – анкерный шов

Было проведено несколько исследований биомеханики локтевого сустава для определения оптимального метода фиксации сухожилия ДМП при его повреждении. Впервые технику фиксации сухожилия ДМП кортикальной пуговицей описали Bain G.I. и соавт. Авторы представили результаты наблюдения 12 пациентов, которым фиксация сухожилия ДМП была выполнена с применением данной техники. Наблюдение проводилось в течение 17 месяцев. У всех пациентов амплитуда движений локтевого сустава в

послеоперационном периоде колебалась в пределах 5° разгибания и 146° сгибания, супинации – около 81° и пронации – 80°. Все пациенты восстановили полную мышечную силу, не было отмечено радиоульнарного синостозирования или других осложнений. Все пациенты вернулись к привычному уровню бытовых нагрузок. Вторая часть исследования включала секцию на 5 кадаверах с измерением расстояния от зоны реинсерции до различных анатомических образований локтевого сустава. Cusick M.C. и соавторы рационализировали метод Bain'a, введя использование направляющей спицы и канюлированного сверла, чтобы избежать травматизации нейроваскулярных структур, таких как локтевая артерия, межкостный и кожный плечевые, и срединный нервы [28].

Siebenlist S., Lenich A. и соавт. провели исследование, в котором сравнили прочность фиксации сухожилия ДМП анкерными швами, трансоссальным швом и кортикальной пуговицей на предплечье трупа [29]. Не было отмечено значимой разницы при циклическом (до 3600 циклов) тестировании с нагрузкой от 50 N. Однако было показано, что осевая нагрузка может привести к вторичному повреждению чаще при фиксации сухожилия трансоссальным швом (307 ± 142 N), чем при различных анкерных и кортикальных вариантах фиксации (пуговица или интерферентный винт) (220 ± 54 и 187 ± 64 N).

Recordon J.A. и соавт. также сравнили метод фиксации кортикальной пуговицей с вариантом фиксации сухожилия анкерным швом и констатировали большую прочность первого варианта [30].

Hasan S.A., Cordell C.L. и соавторы провели биомеханическое сравнение интактного сухожилия ДМП с оперированным сухожилием ДМП двумя методами фиксации: интерферентным винтом и трансоссальным швом на трупном материале. Не было установлено значимых отличий по критериям силы и прочности фиксации интактного сухожилия с фиксированным интерферентным винтом, в то время как трансоссальный шов оказался менее прочным в месте реинсерции [31; 32].

И, наконец, анализ данных, приведенных Chavan P.R. и соавт., показал наибольшую прочность при нагрузках на сухожилие ДМП, фиксированное кортикальной пуговицей.

Заключение. Оптимальный срок выполнения хирургического вмешательства при повреждении дистального сухожилия ДМП – в течение нескольких недель после травмы, поскольку отсрочка может помешать первичному восстановлению. При застарелых разрывах, для выделения ретрагированного и запаянного в рубцы сухожилия ДМП может понадобиться более широкий доступ или выполнение дополнительного разреза.

Существует разница в исходах и осложнениях после малоинвазивного и классического доступа при хирургическом восстановлении разрыва сухожилия ДМП, поэтому выбор методики зависит от опытности хирурга. Анализируя возможные риски

хирургического лечения, следует обратить внимание, что классический доступ чаще сопровождается повреждением нейровасальных структур в зоне хирургического вмешательства, в то время как при малоинвазивном доступе чаще встречается гетеротопическая оссификация и дефицит ротационной амплитуды локтевого сустава.

В настоящее время нет четких рекомендаций по использованию конкретного метода фиксации сухожилия ДМП, однако опытным путем были доказаны преимущества комбинированной фиксации сухожилия кортикальной пуговицей в сочетании с интерферентным винтом.

Результаты анализа отечественных и зарубежных литературных источников последнего десятилетия подтверждают личный хирургический опыт авторов статьи и в то же время говорят о необходимости расширения базы собственных респондентов, накопления клинического опыта и дальнейшего изучения проблемы.

Список литературы

1. Dobbie R.P. Avulsion of the lower biceps brachii tendon: analysis of fifty-one previously unreported cases. Am J. Surg, 1941, Vol. 51, P. 662-683.
2. Ruptures of the Distal Biceps Tendon, James P. Ward, M.D., Mark C. Shreve, M.D., Thomas Youm, M.D., and Eric J. Strauss, M.D. Bulletin of the Hospital for Joint Diseases, 2014, 72 (1):110-9.
3. Hetsroni I., Pilz-Burstein R., Nyska M. et al. Avulsion of the distal biceps brachii tendon in middle-aged population: is surgical repair advisable? A comparative study of 22 patients treated with either nonoperative management or early anatomical repair. Injury, 2008, Vol. 39, P. 753-760.
4. Baker B.E., Bierwagen D. Rupture of the distal tendon of the biceps brachii. Operative versus non-operative treatment. J. Bone Joint Surg Am, 1985, Vol. 67, P. 414-417.
5. Nesterenko S., Domire Z.J., Morrey B.F., Sanchez-Sotelo J. Elbow strength and endurance in patients with a ruptured distal biceps tendon. J. Shoulder Elbow Surg, 2010, 19:184-9.
6. Chillemi C., Marinelli M., De Cupis V. Rupture of the distal biceps brachii tendon: conservative treatment versus anatomic reinsertion – clinical and radiological evaluation after 2 years. Arch Orthop Trauma Surg, 2007, Vol. 127, P. 705-708.
7. Freeman C.R., McCormick K.R., Mahoney D. et al. Nonoperative treatment of distal biceps tendon ruptures compared with a historical control group. J. Bone Joint Surg Am, 2009, Vol. 91, P. 2329-2334.
8. Behun M.A., Geeslin A.G., O'Hagan E.C., King J.C. Partial Tears of the Distal Biceps Brachii Tendon: A Systematic Review of Surgical Outcomes. J. Hand Surg Am, 2016, Jul. 41

(7):e175-89.

9. Rantanen J., Orava S. Rupture of the distal biceps tendon. A report of 19 patients treated with anatomic reinsertion, and a meta-analysis of 147 cases found in the literature. *Am J. Sports Med*, 1999, Vol. 27, P. 128-132.
10. Klönz A., Loitz D., Wöhler P., Reilmann H. Rupture of the distal biceps brachii tendon: isokinetic power analysis and complications after anatomic reinsertion compared with fixation to the brachialis muscle. *J. Shoulder Elbow Surg*, 2003, Vol. 12, P. 607-611.
11. Gregory T., Roure P., Fontes D. Repair of distal biceps tendon rupture using a suture anchor: description of a new endoscopic procedure. *Am J. Sports Med*, 2009, Mar. 37 (3):506-11.
12. Boyd H.B., Anderson L.D. A method for reinsertion of the distal biceps brachii tendon. *J. Bone Joint Surg Am*, 1961, Vol. 43, P. 1041-1043.
13. Failla J.M., Amadio P.C., Morrey B.F., Beckenbaugh R.D. Proximal radioulnar synostosis after repair of distal biceps brachii rupture by the two-incision technique. Report of four cases. *Clin Orthop Relat Res*, 1990, Vol. 253, P. 133-136.
14. Anakwenze O.A., Kancherla V.K., Warrender W., Abboud J.A. Outcomes of modified 2-incision technique with use of indomethacin in treatment of distal biceps tendon rupture. *Orthopedics*, 2011, Nov 9; 34(11):e724-9.
15. Fenton P., Qureshi F., Ali A. et al. Distal biceps tendon rupture: a new repair technique in 14 patients using the biotenodesis screw. *Am J Sports Med*, 2009, Jun 22.
16. Fogg Q.A., Hess B.R., Rodgers K.G. et al. Distal biceps brachii tendon anatomy revisited from a surgical perspective. *Clin Anat*, 2009, Apr. 22 (3):346-51.
17. Best approach for the repair of distal biceps tendon ruptures. Izaäk F. Kodde, Michel P. J. van den Bekerom, Denise Eygendaal. *World J. Orthop*, 2013, April 18; 4 (2): 98-99.
18. Katzman B.M., Caligiuri D.A., Klein D.M., Gorup J.M. Delayed onset of posterior interosseous nerve palsy after distal biceps tendon repair. *J. Shoulder Elbow Surg*, 1997, Vol. 6, P. 393-395.
19. Bain G.I., Johnson L.J., Turner P.C. Treatment of partial distal biceps tendon tears. *Sports Med Arthrosc*, 2008, 16:154-61.
20. Roukoz S., Naccache N., Sleilaty G. The role of the musculocutaneous and radial nerves in elbow flexion and forearm supination: a biomechanical study. *J. Hand Surg Eur Vol*, 2008, Apr. 33(2):201-4.
21. Cain R.A., Nydick J.A., Stein M.I. et al. Complications Following Distal Biceps Repair, *JHS*, 2012, 37A, 2112-2117.
22. Chavan P.R., Duquin T.R., Bisson L.J. Repair of the ruptured distal biceps tendon: a systematic review. *Am J. Sports Med*, 2008, Vol. 36, P. 1618-1624.

23. Frazier M.S., Boardman M.J., Westland M., Imbriglia J.E. Surgical treatment of partial distal biceps tendon ruptures. *J. Hand Surg [Am]*, 2010, 35:1111-14.
24. Lintner S., Fischer T. Repair of the distal biceps tendon using suture anchors and an anterior approach. *Clin Orthop Relat Res*, 1996, Vol. 322, P. 116-119.
25. Khan A.D., Penna S., Yin Q. et al. Repair of distal biceps tendon ruptures using suture anchors through a single anterior incision. *Arthroscopy*, 2008, Jan. 24 (1):39-45.
26. McKee M.D., Hirji R., Schemitsch E.H. et al. Patient-oriented functional outcome after repair of distal biceps tendon ruptures using a single incision technique. *J. Shoulder Elbow Surg*, 2005, Vol. 14, P. 302-306.
27. El-Hawary R., Macdermid J.C., Faber K.J. et al. Distal biceps tendon repair: comparison of surgical techniques. *J. Hand Surg Am*, 2003, Vol. 28, P. 496-502.
28. Cusick M.C., Cottrell B.J., Cain R.A. et al. Low incidence of tendon rerupture after distal biceps repair by cortical button and interference screw. *J. Shoulder Elbow Surg*, 2014, Oct. 23 (10):1532-6.
29. Siebenlist S., Lenich A., Buchholz A. et al. Biomechanical in vitro validation of intramedullary cortical button fixation for distal biceps tendon repair: a new technique. *Am J. Sports Med*, 2011, Aug, 39 (8):1762-8.
30. Recordon J.A., Misur P.N., Isaksson F., Poon P.C. Endobutton versus transosseous suture repair of distal biceps rupture using the two-incision technique: a comparison series. *J. Shoulder Elbow Surg*, 2015, Jun. 24 (6):928-33.
31. Hasan S.A., Cordell C.L., Rauls R.B. et al. Two-incision versus one-incision repair for distal biceps tendon rupture: a cadaveric study. *J. Shoulder Elbow Surg*, 2012, Jul, 21 (7):935-41. Epub 2011 Aug 3.
32. Miyamoto R.G., Elser F. and Millett P.J. Distal Biceps Tendon Injuries. *The Journal of Bone and Joint Surgery*, 2010, 92, 2128-2138.