

Використання стромально-васкулярної фракції жирової тканини при відновленні розривів дистального сухожилка двоголового м'яза плеча

М. С. Лісунов ^{ID}*C,D, М. Л. Головаха ^{ID}A,E,F, М. О. Кожем'яка ^{ID}B,E

Запорізький державний медичний університет, Україна

A – концепція та дизайн дослідження; B – збір даних; C – аналіз та інтерпретація даних; D – написання статті; E – редагування статті; F – остаточне затвердження статті

Ключові слова: стромально-васкулярна фракція жирової тканини, травми сухожилків, двоголовий м'яз плеча, хірургічне лікування.

Патологія. 2023.
Т. 20, № 1(57).
С. 50-57

*E-mail:
lisunovmykhaylo@gmail.com

Розрив дистального сухожилка двоголового м'яза найчастіше діагностують у чоловіків працездатного віку, тому терміни лікування та рівень функціонального відновлення має важливе соціально-економічне значення. Сучасний науковий пошук здійснюють зокрема і для мінімізації кількості ускладнень, як-от повторних розривів. Науковий інтерес викликають сучасні технології, спрямовані на стимуляцію регенеративних процесів, а саме використання стромально-васкулярної фракції (СВФ) абдомінальної жирової тканини. У статті наведено результати практичного застосування СВФ під час хірургічного відновлення дистального сухожилка двоголового м'яза плеча.

Мета роботи – шляхом використання стромально-васкулярної фракції, що отримана з жирової тканини, покращити результати хірургічного лікування розриву дистального сухожилка двоголового м'яза плеча, скоротити терміни відновлення та зменшити питому вагу ускладнень.

Матеріали та методи. Дослідження здійснили шляхом оцінювання результатів хірургічного відновлення дистального сухожилка двоголового м'яза в 34 пацієнтів. Хворих поділили на 2 групи: з інтраопераційним введенням СВФ у місце рефіксації (група дослідження, n = 14) та без нього (група порівняння, n = 20). На контрольних оглядах через 3 дні, 2 і 6 тижнів, 3 місяці оцінили результати пацієнтів, застосувавши шкали VAS, DASH, а також визначили обсяг рухів в ураженому ліктьовому суглобі. Перед операцією та на контрольних оглядах виконали загальний аналіз крові (ЗАК), здійснили кількісне визначення С-реактивного білка.

Результати. Не зафіксували виникнення ускладнень, а також не виявили різницю за рівнем С-реактивного білка та ЗАК у пацієнтів обох груп у всі терміни дослідження. Визначили, що на 2 тижні оцінка за VAS у групі дослідження статистично значущо менша, а оцінка за DASH на контрольних оглядах на 2 і 6 тижнів в цій групі статистично значущо краща. На контрольних оглядах через 2 і 6 тижнів встановили, що обсяг просупінаційних рухів у групі дослідження є більшим.

Висновки. Використання СВФ не призвело до виникнення післяопераційних ускладнень. Застосування СВФ сприяло зменшенню больового синдрому в перші два тижні післяопераційного періоду. Введення СВФ у ділянку рефіксації та навколишні тканини дало змогу скоротити терміни реабілітації внаслідок більш раннього відновлення просупінаційних рухів у перші 6 тижнів після оперативного лікування.

Key words: stromal vascular fraction, tendon injuries, biceps brachii muscle, surgical procedures.

Pathologia
2023; 20 (1), 50-57

Stromal-vascular fraction of adipose tissue using in the repair of distal biceps tendon tears

M. S. Lisunov, M. L. Holovakha, M. O. Kozhemiaka

Distal biceps tendon rupture is most commonly found in working-age men, making the treatment terms and functional recovery level of significant socio-economic importance. Modern scientific research aims to minimize the number of complications, particularly recurrent ruptures. Attention is drawn to modern technologies aimed at stimulating regenerative processes, including the use of the stromal vascular fraction (SVF) of abdominal adipose tissue. The article presents the results of the practical application of SVF in the surgical restoration of the distal biceps tendon of the shoulder.

The aim of the study: to improve the results of surgical treatment of distal biceps tendon rupture, shorten recovery times and reduce the incidence of complications using stromal vascular fraction obtained from adipose tissue.

Materials and methods. The study was carried out by evaluating the results of surgical restoration of the distal biceps tendon in 34 patients who were divided into 2 groups – with intraoperative introduction of SVF at the reattachment site (n = 14) and without it (n = 20). At follow-up examinations after 3 days, 2 weeks, 6 weeks, and 3 months, the results of the patients were evaluated using the VAS, DASH scales and the range of motion in the affected elbow joint was measured. In addition, a general blood analysis and quantitative determination of C-reactive protein were performed before the operation and at follow-up visits.

Results. There was no difference in the level of C-reactive protein and the general blood analysis score between patients in both groups at all study time points. It was found that after 2 weeks, the VAS score was significantly lower in the study group. The DASH score on follow-up examinations after 2 and 6 weeks was significantly better in the study group. Also, at follow-up examinations after 2 and 6 weeks, a greater volume of supination movements was observed in the study group.

Conclusions. The using of SVF did not lead to the development of postoperative complications. The using of SVF allowed the reduction of the recovery time and decreased in the incidence of complications, as well as improved functional outcomes.

Розрив дистального сухожилка двоголового м'яза діагностують із частотою 1,25 випадку на 100 000 пацієнтів за рік [1,3,4]. Найчастіше виникає у чоловіків середнього (найбільш працездатного) віку [2,5–7] за класифікацією ВООЗ [8]. Здебільшого відрив спричинений дегенеративно-дистрофічним ураженням дистального сухожилка двоголового м'яза в місці прикріплення до горбистості променевої кістки, виникає під час розгинання передпліччя під дією вантажу або внаслідок насильного перерозгинання в ліктьовому суглобі.

Відомо, що консервативне лікування призводить до неповного відновлення функції ліктьового суглоба, тому оперативне лікування є варіантом вибору для забезпечення повноцінного відновлення працездатності в найкоротші терміни. Чимало уваги приділяють вибору методу оперативного лікування, з-поміж них розрізняють анкерну фіксацію, фіксацію з використанням кортикального гудзикового фіксатора овальної форми, фіксацію інтерферентним гвинтом тощо. Втім, незалежно від методу, визначають певний відсоток ускладнень: втрату стабільності фіксатора, повторний розрив, гетеротопічну осифікацію, контрактуру ліктьового суглоба, ушкодження заднього міжкісткового нерва й інфекційні ускладнення [9,10].

Сучасний науковий пошук спрямований на мінімізацію кількості ускладнень і покращення функціональних результатів. Варто розрізняти ускладнення, що пов'язані з пацієнтом, та ускладнення, асоційовані з технікою оперативного втручання. Науковий пошук, спрямований на зменшення ускладнень, триває. Зокрема, вдосконалюють методики оперативного втручання [11,12], розробляють нові фіксатори, визначають безпечні в аспекті анатомії напрями свердлення [13], оцінюють вплив точки рефіксації на відновлення функції ліктьового суглоба. Питання щодо того, як вплинути на фактори, пов'язані з пацієнтом, залишається актуальним. Варто звернути увагу на втрату стабільності фіксаторів і повторні розриви дистального сухожилка двоголового м'яза.

Актуальними є сучасні технології, що спрямовані на стимуляцію регенеративних процесів у місці ушкодження, як-от використання стромально-васкулярної фракції жирової тканини (СВФ) і мезенхімальних стовбурових клітин у підтримці регенеративних процесів. Поліпотентні клітини, введені в місце ушкодження, під впливом біологічно активних речовин диференціюються в заданому напрямі та сприяють відновленню тканин із необхідними властивостями. Polly S. S. et al. довели, що вони експресують фактори росту, важливі для відновлення сухожилка. Експресія та продукція SDF-1 α мають виражений хемоатракційний ефект і спричиняють міграцію клітин. Сумісне культивування з теноцитами дало додаткові докази анаболічного впливу СВФ [14].

Джерелом таких клітин може бути кістковий мозок і жирова тканина. Процес отримання мезенхімальних стовбурових клітин із кісткового мозку більш інвазивний і складніший технічно, потребує селекції клітин *in vitro* та характеризується низькою кількістю мезенхімальних стовбурових клітин у субстраті. Отримання СВФ із жирової тканини технічно

простіше, має менші ризики виникнення ускладнень; концентрація мезенхімальних стовбурових клітин є достатньою, а процес є швидшим, супроводжується меншою кількістю технічних складнощів і потребує меншої кількості обладнання. За даними сучасних досліджень, фізіологічні властивості мезенхімальних стовбурових клітин, що одержані з кісткового мозку, та в СВФ жирової тканини є ідентичними [15]. За результатами дослідження, такі поліпотентні клітини, розміщені біля сухожилка, сприяють його відновленню, а це може скоротити тривалість регенерації, позитивно вплинути на відновлення структури та покращити його біомеханічні властивості [16].

Liang-Yu Lu et al. дослідили процес регенерації ротаторної манжети плеча кролів із використанням СВФ жирової тканини та без неї. За результатами дослідження, в місці рефіксації сухожилка в разі застосування СВФ визначили чотиришарову структуру, що включала сухожилок, волокнистий хрящ, кальцифікований хрящ і кісткову тканину. У контрольній групі місце рефіксації здебільшого складалося з колагенових волокон із незначною кількістю схожих на хондроцити клітин [16]. Крім того, в групі СВФ визначили переважання колагену саме I типу та посиленний синтез BMP-2 (Bone Morphogenetic Protein), що також позитивно вплинуло на структуру місця прикріплення. Про це свідчать і результати оцінювання максимального навантаження та жорсткості місця рефіксації манжети, які досягали найбільших значень на 8 тижні після операції [16].

Під час аналізу результатів використання СВФ жирової тканини та мезенхімальних стовбурових клітин визначили, що певна кількість робіт присвячена їх використанню під час лікування розриву ахілового сухожилка, пошкодження ротаторної манжети, латерального й медіального епіконділітів, тендинопатії власної зв'язки надколінка тощо [17]. Показано перспективність і дієвість застосування СВФ у терапії ушкодження скелетно-м'язової системи, але в доступній фаховій літературі не виявили дослідження, що присвячені впливу мезенхімальних стовбурових клітин на відновлення пацієнтів із рефіксацією дистального сухожилка двоголового м'яза плеча.

Мета роботи

Шляхом використання стромально-васкулярної фракції, що отримана з жирової тканини, покращити результати хірургічного лікування розриву дистального сухожилка двоголового м'яза плеча, скоротити терміни відновлення та зменшити питому вагу ускладнень.

Матеріали і методи дослідження

У дослідженні взяли участь 34 пацієнти зі свіжим розривом дистального сухожилка двоголового м'яза плеча, з-поміж них 33 (97,05 %) чоловіки. Середній вік хворих становив 49,5 року (від 34 до 62 років). Критерії залучення – наявність свіжого (до 7 діб) відриву дистального сухожилка двоголового м'яза плеча, відсутність в анамнезі травм і захворювань травмованої верхньої кінцівки, що можуть впливати на її функцію.

Оперативне лікування та контрольні огляди здійснили на базі травматологічного відділення КНП «Запорізька обласна клінічна лікарня» ЗОР, травматологічного відділення ООО «КЛІНІКА МОТОР-СІЧ», ортопедо-травматологічного відділення з ліжками політравми КНП «Міська лікарня екстреної та швидкої медичної допомоги» ЗМР (м. Запоріжжя). Пацієнтів поінформували про участь у клінічному дослідженні, ознайомили з його дизайном; вони надали письмову інформовану згоду на участь.

Усі 34 пацієнти прооперовані за однаковою методикою – модифікованим способом фіксації дистального сухожилка двоголового м'яза з використанням кортикального гудзикового фіксатора овальної форми. Хворих поділили на дві групи: група порівняння – 20 пацієнтів, яким здійснили оперативне втручання без введення біологічно активних речовин у місце ушкодження; у групу дослідження залучили 14 осіб, яких оперували за такою самою хірургічною технікою, але з введенням СВФ у кукусу дистального сухожилка двоголового м'яза та в місце рефіксації. Пацієнтів проінформували щодо особливостей обох методів хірургічних втручань, можливих ускладнень, після цього вони самостійно обирали метод лікування.

Хірургічне втручання з використанням кортикального гудзикового фіксатора овальної форми здійснили модифікованим способом [18,19]. В обох групах застосували кортикальний гудзиковий фіксатор виробництва ТОВ «НВП ІНТРАМЕД-СЕРВІС», виготовлений зі сплаву титану ВТ-6, і шовний матеріал, що не розсмоктується #2 FiberWire Suture. У післяопераційному періоді в пацієнтів обох груп здійснили іммобілізацію косинковою пов'язкою терміном 2 тижні.

Обидві вибірки проаналізували за віком, статтю, ІМТ, періодом від виникнення травми до оперативного лікування. Встановили, що групи пацієнтів статистично не відрізняються за віком ($p = 0,74$), статтю ($p = 0,23$), ІМТ ($p = 0,50$) і терміном після травми ($p = 0,82$).

Діагноз розриву дистального сухожилка двоголового м'яза встановили клінічно: на підставі характерних скарг на біль у ліктьовому суглобі та дистальній третині плеча з порушенням функції (ослаблення згинання та супінації передпліччя, болісність під час виконання цих рухів), виникнення яких пов'язане з розгинанням передпліччя під впливом ваги або під час підняття вантажу. Об'єктивно в пацієнтів визначали позитивний hook-тест, пальпаторно виявили скорочення черевця двоголового м'яза в дистальній третині плеча та западання в місці анатомічного прикріплення дистального сухожилка. За необхідності здійснили УЗД або МРТ ліктьового суглоба, що дало підстави остаточно встановити діагноз.

СВФ одержали перед оперативним втручанням за методикою, що наведена нижче. Як донорську ділянку обрали передню черевну стінку. В умовах операційної здійснили інфільтрацію місця взяття розчином 100 мл 0,9 % NaCl, 5 мл 2 % розчину лідокаїну з додаванням 0,05 мг адреналіну гідрохлориду. Жирову тканину отримали методом мікроліпосакції. Для взяття застосували набір Microlyzer SVF Kit (виробник – T-Biotechnology Ltd.). Використовуючи шприц і довгу голку для ліпосакції, здійснили забір жирової

тканини; після цього матеріал помістили в пробірки, центрифугували при 2400 обертах впродовж 5 хвилин. Здійснили забір середньої фракції в шприц і шляхом повторного переміщення отриманого матеріалу через фільтр 100 мк виконали подрібнення фракції, цей субстрат повторно центрифугували. Здійснили забір найнижчої фракції за допомогою шприца 5,0 мл, яка й становила СВФ. Приблизний час отримання препарату відповідав початку оперативного втручання, аби мінімізувати період від приготування препарату до його введення – близько 20–30 хвилин.

До СВФ додавали отриману за класичною методикою [20] та збагачену тромбоцитами плазму (PRP) в об'ємі 2–4 мл. Цей препарат вводили в зону прикріплення й інфільтрували дистальну частину сухожилка двоголового м'яза плеча після виконання хірургічної рефіксації сухожилка.

Під час огляду через 3 дні, 2 і 6 тижнів, 3 місяці після втручання пацієнт оцінював свій больовий синдром, застосовуючи шкалу ВАШ [21]. На 3 день після операції пацієнту пропонували оцінити больовий синдром у спокої. На оглядах через 2 і 6 тижнів, 3 місяці після оперативного втручання оцінювали активні рухи в ліктьовому суглобі та больові відчуття за ВАШ. Звертали увагу на болісність пронації та супінації передпліччя, розгинання.

Оцінювання функціональних результатів здійснили за шкалою DASH через 3 дні, 2 і 6 тижнів після операції. Цей опитувальник включає 30 запитань щодо проблем у повсякденному житті, вираженості симптомів і соціальних обмежень, що зумовлені травмою верхньої кінцівки. Відповіді наводять у балах (від 1 до 5 для кожного запитання). Інтерпретують за 100-бальною шкалою, за допомогою якої можна кількісно оцінити обмеження життєвої активності через дисфункцію травмованої верхньої кінцівки (0 – немає обмежень, 100 – надзвичайно виражені обмеження) [22].

Крім того, для оцінювання функції ліктьового суглоба виміряли обсяг активних рухів, використавши гоніометр.

Для визначення можливого системного запалення в результаті впливу СВФ на організм пацієнта до операції, на 3 день, через 2 і 6 тижнів виконали загальний аналіз крові, а також кількісне визначення С-реактивного білка.

Статистичне опрацювання числових значень здійснили за допомогою програми Statistica 13.0 Tlco Software Inc. (ліцензія № Jpz8041382130ARCN10-J). Для аналізу оцінок за DASH і ВАШ (ординальний тип шкали) використали медіану та довірчий інтервал для медіани. Аналіз віку, терміну після травми до оперативного лікування, ІМТ, результатів аналізів крові та обсягу рухів (інтервальний тип шкали) здійснили за середнім арифметичним і стандартною похибкою. Під час аналізу оцінок за DASH, ВАШ, обсягу рухів і результатів аналізу крові (дві непов'язані сукупності з розподілом, що відрізнявся від нормального) використали методи непараметричної варіаційної статистики – U-критерій Манна-Вітні. Для порівняння вибірок за статтю пацієнтів застосували χ^2 -квдрат Пірсона. Різницю між вибірками вважали достовірною, якщо значення $p < 0,05$.

Таблиця 1. Оцінки за шкалою ВАШ через 3 дні, 2 і 6 тижнів після оперативного втручання

Група	3 дні	2 тижні	6 тижнів
Група дослідження	4,0 (95 % CI = 4,0–5,0)	5,0 (95 % CI = 3,0–5,0)*	2,0 (95 % CI = 1,0–2,0)
Група контролю	5,0 (95 % CI = 5,0–6,0)	6,0 (95 % CI = 6,0–6,0)	2,0 (95 % CI = 1,0–2,0)

*: статистично значуща різниця для групи дослідження та порівняння, $p = 0,0006$.

Таблиця 2. Оцінки за шкалою DASH через 3 дні, 2 і 6 тижнів, 3 місяці після оперативного втручання

Група	3 дні	2 тижні	6 тижнів	3 місяці
Група дослідження	81,0 (95 % CI = 76,0–84,0)	48,0 (95 % CI = 40,0–50,0)* ($p = 0,0043$)	28,0 (95 % CI = 23,0–32,0)* ($p = 0,0086$)	20,5 (95 % CI = 17,0–24,0)
Група порівняння	78,0 (95 % CI = 74,0–80,0)	54,0 (95 % CI = 53,0–55,0)	33,0 (95 % CI = 31,0–34,0)	22,5 (95 % CI = 21,0–24,0)

*: позначено статистично значуща різниця для групи дослідження та порівняння.

Таблиця 3. Результати вимірювання обсягу рухів на контрольних оглядах у групі використання СВФ і в групі контролю

Показник	3 день		2 тижні		6 тижнів	
	СВФ	Контроль	СВФ	Контроль	СВФ	Контроль
Згинання	98,50 ± 1,93° $p = 0,411$	101,00 ± 1,87°	85,79 ± 1,71° $p = 0,382$	87,70 ± 1,35°	58,00 ± 2,27° $p = 0,637$	56,25 ± 2,13°
Розгинання	128,14 ± 1,52° $p = 0,806$	127,05 ± 1,89°	142,36 ± 1,28° $p = 0,637$	143,55 ± 1,36°	172,43 ± 0,98° $p = 0,861$	172,75 ± 1,03°
Супінація	34,71 ± 0,97° $p = 0,944$	34,90 ± 0,63°	55,64 ± 0,64° $p = 0,041^*$	53,5 ± 0,62°	76,14 ± 1,05° $p = 0,037^*$	73,00 ± 0,91°
Пронація	34,50 ± 1,05° $p = 0,726$	35,05 ± 0,74°	56,21 ± 0,97° $p = 0,044^*$	53,25 ± 0,82°	76,78 ± 0,98° $p = 0,003^*$	73,10 ± 0,54°

*: статистично значуща різниця.

Результати

Усі хірургічні втручання здійснили в період 3–7 день після травми. У ранньому післяопераційному періоді ускладнення не зафіксували. За результатами загального аналізу крові, в пацієнтів обох груп визначали підвищення вмісту лейкоцитів у крові на 3 доби після операції, але без перевищення референтних значень. Патологічний зсув лейкоцитарної формули вліво в пацієнтів групи дослідження та групи контролю не виявили. У всіх хворих до втручання показники С-реактивного білка – в межах референтних значень: $1,70 \pm 0,17$ мг/л і $1,89 \pm 0,14$ мг/л у групі використання СВФ і групі контролю відповідно ($p = 0,46$).

Надалі спостерігали підвищення рівня С-реактивного білка у відповідь на оперативне втручання, але на жодному з контрольних досліджень не встановили статистично значущу різницю в групі використання СВФ і групі порівняння: на третій день після показники становили $49,40 \pm 3,02$ мг/мл і $50,20 \pm 1,73$ мг/мл ($p = 0,90$), через 2 тижні після операції – $16,80 \pm 1,38$ мг/мл і $18,87 \pm 1,25$ мг/мл ($p = 0,51$), через 6 тижнів – $6,00 \pm 1,01$ мг/мл і $7,30 \pm 0,77$ мг/мл ($p = 0,19$) у групі застосування СВФ і групі порівняння відповідно. Не діагностували інфекційні ускладнення в пацієнтів обох груп. Ускладнення, що пов'язані із втратою стабільності фіксатора, не виявили.

Медіана оцінки за ВАШ у групі дослідження через 3 дні після втручання становила 4,0 (95 % CI = 4,0–5,0) бала, у групі контролю – 5,0 (95 % CI = 5,0–6,0), що статистично вірогідно не відрізняється ($p = 0,146$) (табл. 1). Медіана оцінки за ВАШ у групі дослідження через 2 тижні після втручання дорівнювала 5,0 (95 % CI = 3,0–5,0) бала. Це статистично значущо менше ($p = 0,0006$), ніж показник у групі порівняння, де меді-

ана оцінок за ВАШ становила 6,0 (95 % CI = 6,0–6,0) бала. Через 6 тижнів після операції медіана оцінки за ВАШ у групі дослідження становила 2,0 (95 % CI = 1,0–2,0) бала, в групі контролю – 2,0 (95 % CI = 1,0–2,0) бала ($p = 0,41$) (рис. 1).

Медіана оцінок за шкалою DASH у групі з використанням СВФ і групі контролю через 3 доби після втручання становила 81,0 (95 % CI = 76,0–84,0) та 78,0 (95 % CI = 74,0–80,0) відповідно; статистично значуща різниця не виявлена ($p = 0,05$) (табл. 2, рис. 2). Результати під час огляду через 2 тижні після операції статистично значущо кращі в групі застосування СВФ: 48,0 (95 % CI = 40,0–50,0) проти 54,0 (95 % CI = 53,0–55,0) у групі контролю ($p = 0,0043$) (рис. 3). Обстеження на 6 тижні після операції також показало кращий результат у групі дослідження – 28,0 (95 % CI = 23,0–32,0), ніж у групі контролю – 33,0 (95 % CI = 31,0–34,0) ($p = 0,0086$) (рис. 4). Контрольний огляд через 3 місяці після оперативного втручання не виявив статистично значущі відмінності між групою, де використовували СВФ, і групі контролю ($p = 0,156$). Медіана оцінок за групами становила 20,5 (95 % CI = 17,0–24,0) та 22,5 (95 % CI = 21,0–24,0) відповідно (рис. 5).

На контрольному огляді через 2 тижні після оперативного лікування аналіз обсягу рухів у ліктьовому суглобі оперованої кінцівки показав статистично значущу різницю за показником супінації між групою, де застосовували СВФ, і групою порівняння (табл. 3). Обсяг супінації становив $55,64 \pm 0,64^\circ$ і $53,50 \pm 0,62^\circ$ відповідно ($p = 0,041$); на огляді через 6 тижнів – $76,14 \pm 1,05^\circ$ і $73,00 \pm 0,91^\circ$ відповідно ($p = 0,037$). На контрольному огляді через 2 тижні встановили також статистично вірогідну різницю для пронації, що становила $56,21 \pm 0,97^\circ$ для групи СВФ і $53,25 \pm 0,82^\circ$ для групи порівняння ($p = 0,044$). Через 6 тижнів обсяг

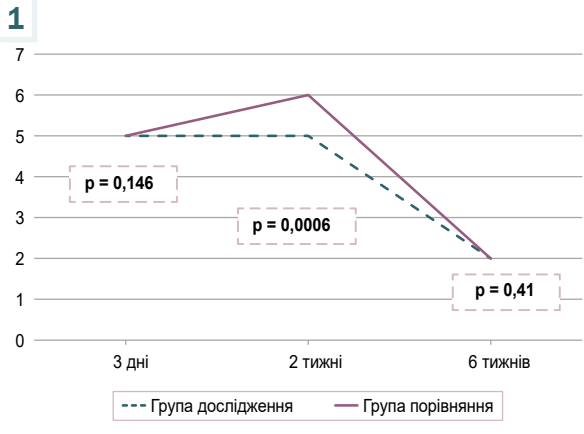


Рис. 1. Оцінки за шкалою ВАШ через 3 дні, 2 і 6 тижнів після оперативного втручання, наведено медіану оцінок та значення p для U-критерію Манна-Вітні. Вісь x : термін контрольного огляду; вісь y : оцінка за ВАШ; пунктирна: 1 група, суцільна крива: 2 група.

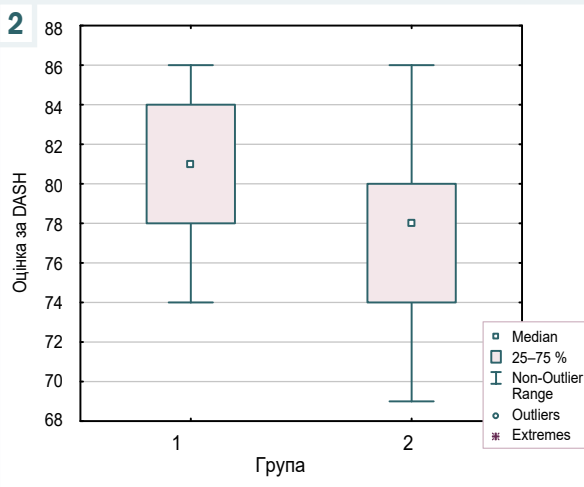
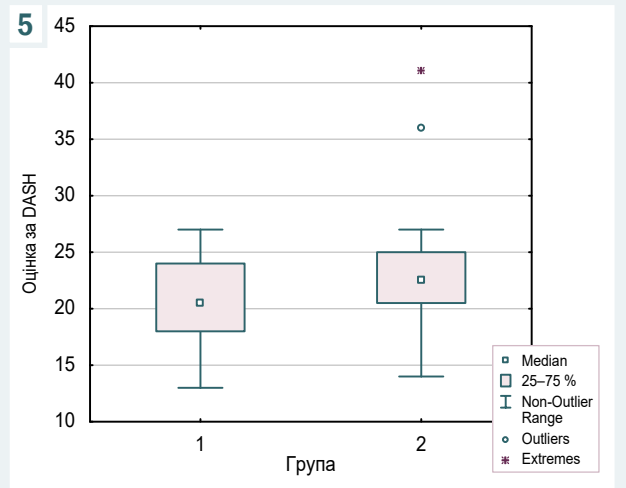
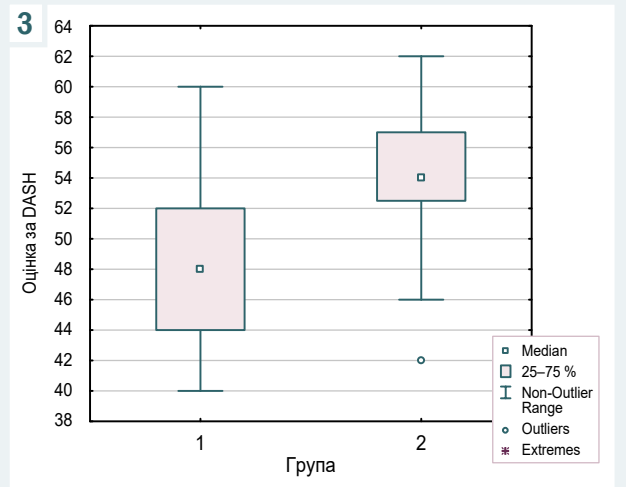
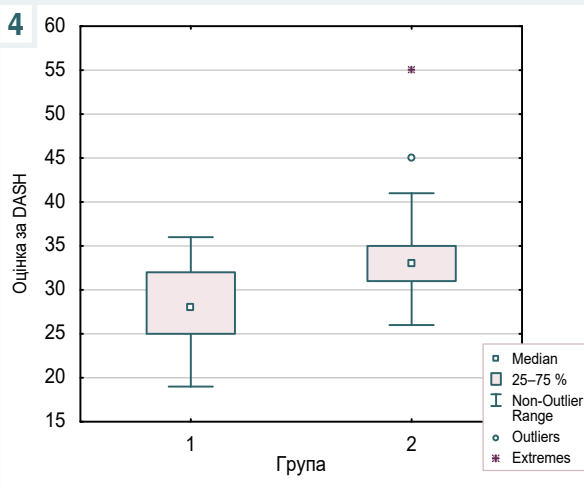


Рис. 2. Оцінки за шкалою DASH через 3 дні після оперативного втручання, наведено медіану оцінок та значення p за U-критерієм Манна-Вітні. Вісь X : група дослідження (1 – група з використанням СВФ; 2 – контрольна група), вісь Y : оцінка за DASH.

Рис. 3. Оцінки за шкалою DASH через 2 тижні після оперативного втручання, наведено медіану оцінок і значення p за U-критерієм Манна-Вітні. Вісь X : група дослідження (1 – група з використанням СВФ; 2 – контрольна група), вісь Y : оцінка за DASH.

Рис. 4. Оцінки за шкалою DASH через 6 тижнів після оперативного втручання, наведено медіану оцінок і значення p за U-критерієм Манна-Вітні. Вісь X : група дослідження (1 – група з використанням СВФ; 2 – контрольна група), вісь Y : оцінка за DASH.

Рис. 5. Оцінки за шкалою DASH через 3 місяці після оперативного втручання, наведено медіани оцінок та значення p за U-критерієм Манна-Вітні. Вісь X : група дослідження (1 – група з використанням СВФ; 2 – контрольна група), вісь Y : оцінка за DASH.



пронації становив $76,78 \pm 0,98^\circ$ і $73,10 \pm 0,54^\circ$ для груп 1 і 2 відповідно ($p = 0,003$). Для згинання та розгинання не визначили статистично значущу різницю на всіх контрольних оглядах (рис. 6).

Обговорення

Основні проблеми після рефіксації сухожилка двоголового м'яза плеча виникають у післяопераційному періоді під час реабілітації та повернення пацієнта до

повноцінного життя. За даними J. W. Hinchey et al., повторний розрив найчастіше виникає в перші три тижні після оперативного лікування [23]. Зазначимо, що мета рефіксації – створити умови для відновлення анатомічної цілісності дистального сухожилка двоголового м'яза в місці його прикріплення. У дослідженні C. C. Schmidt et al. післяопераційні МРТ-сканування показали, що морфологія дистального сухожилка двоголового м'яза плеча не повертається до непошкодженого стану [24]. Через дегенеративні зміни в



Рис 6. Результати вимірювання обсягу рухів на контрольних оглядах в групі використання СВФ та в групі контролю.

Групи порівняння, для яких є статистично значуща різниця, позначені сірим кольором.

місці ушкодження у певній кількості пацієнтів процес прирощення сухожилка сповільнюється, в місці прикріплення він не відновлює свою нормальну структуру та біомеханічні властивості. Тому міцність прикріплення є недостатньою для фізіологічних навантажень, і це може спричинити втрату стабільності фіксації та повторний розрив [25].

Використання СВФ стає все поширенішим у косметології та пластичній хірургії. Мезенхімальні клітини дають змогу стимулювати процеси регенерації майже в будь-якій тканині. Під час дослідження здійснили попередній аналіз локального та системного впливу СВФ на організм людини. Не визначили патологічні зміни в загальному аналізі крові, встановили зівставні рівні С-реактивного білка в обох групах у відповідь на оперативне втручання. Це свідчить про відсутність системного впливу стромально-васкулярної фракції на організм людини, а також відсутність гіперергічної відповіді та локального запалення в місці введення препарату. Втім, ці питання потребують детальнішого вивчення.

Аналіз больового синдрому в післяопераційному періоді показав: у групі, де пацієнтам вводили СВФ, була менша інтенсивність больового синдрому на контрольному огляді через 2 тижні після втручання. Можна припустити, що завдяки скороченню тривалості перебігу деяких ланок запального процесу спостерігали зменшення тривалості гострого больового синдрому в ранньому післяопераційному періоді. Вплив біологічно активних речовин, що містить СВФ, можливо, сприяв зниженню інтенсивності больового синдрому. Необхідно враховувати, що мезенхімальні

клітини експресують фактори росту, важливі для відновлення сухожилка (експресія та продукція SDF-1 α має виражений хемоатракційний ефект і спричиняє міграцію клітин, а сумісне культивування з теночитами дало додаткові докази анаболічного впливу SVF) [26]. Проте прирощення сухожилка здійснюється не завдяки колагеновим волокнам, а через формування сполучної тканини з повноцінною структурою: сухожилок, волокнистий хрящ, кальцифікований хрящ і кістка [16]. Тому стимулювання росту сполучної тканини також безпосередньо впливає на терміни запальної реакції в місці ушкодження та функціональний результат.

Проаналізувавши функціональні результати, значимо, що пацієнти з групи дослідження внаслідок меншого больового синдрому могли досягти більших успіхів під час реабілітації. Це підтверджують вищі бали за шкалою оцінювання DASH на 2 і 6 тижнях після оперативного втручання. У попередніх дослідженнях визначили скорочення тривалості локальних запальних реакцій та інтеграції сухожилка внаслідок диференціації мезенхімальних стовбурових клітин, перичитів у напрямі сухожилкової тканини з повноцінною структурою, що призводило до меншого формування безструктурної сполучної тканини в місці ушкодження та навколишніх тканинах [16]. Можливо, це позитивно вплинуло на обсяг рухів після операції. Під час гоніометрії на 2 і 6 тижнях після операції амплітуда супінації та пронації в групі використання СВФ статистично значущо вища, ніж у групі контролю. Оскільки анатомічно сухожилок двоголового м'яза кріпиться за задньо-медіальною поверхнею шийки променевої кістки, тобто фактично у проміжку між ліктьовою та променевою

кістками, будь-які патологічні розростання сполучної тканини призводитимуть до обмеження ротаційних рухів, що спричинятимуть зменшення обсягу супінації, пронації та функції ліктьового суглоба загалом. Проте застосування СВФ не спричинило розвиток спайкового процесу й обмеження рухів.

До обмежень цієї роботи належить оцінювання характеру місцевого запального процесу в місці введення СВФ за неспецифічними показниками: загальним аналізом крові, ШОЕ, СРБ. Зазначимо також, що безпосередньо не аналізували процес регенерації сухожилка. Ці обмеження будуть враховані в наступних дослідженнях.

Висновки

1. Використання СВФ з абдомінальної жирової тканини під час рефіксації дистального сухожилка двоголового м'яза плеча не призвело до виникнення післяопераційних ускладнень.

2. Використання СВФ під час рефіксації дистального сухожилка двоголового м'яза плеча сприяло зменшенню больового синдрому в перші 2 тижні післяопераційного періоду.

3. Введення СВФ у ділянку рефіксації дистального сухожилка двоголового м'яза та навколишні тканини сприяло скороченню термінів реабілітації внаслідок більш раннього відновлення просупінаційних рухів у перші 6 тижнів після оперативного лікування.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні гістологічних і патофізіологічних особливостей впливу СВФ на сухожилки і кістку у місці прикріплення, детальному дослідженні структури сухожилка в місці рефіксації, визначенні впливу СВФ на кількість і вид ускладнень після оперативного лікування тощо.

Конфлікт інтересів: відсутній.

Conflicts of interest: authors have no conflict of interest to declare.

Надійшла до редакції / Received: 07.02.2023

Після доопрацювання / Revised: 06.03.2023

Прийнято до друку / Accepted: 14.03.2023

Відомості про авторів:

Лісунов М. С., старший лаборант каф. травматології та ортопедії, Запорізький державний медичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-4796-6019

Головаха М. Л., д-р мед. наук, професор, зав. каф. травматології та ортопедії, Запорізький державний медичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0003-2835-9333

Кожем'яка М. О., канд. мед. наук, доцент каф. травматології та ортопедії, Запорізький державний медичний університет, Україна.

ORCID ID: 0000-0002-3700-6436

Information about authors:

Lisunov M. S., Senior laboratory technician of the Department of Orthopedics and Traumatology, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Holovakha M. L., MD, PhD, DSc, Professor, Head of the Department of Orthopedics and Traumatology, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

Kozhemiaka M. O., MD, PhD, Associate Professor of the Department of Traumatology and Orthopedics, Zaporizhzhia State Medical University, Ukraine.

References

- Matzon, J. L., Graham, J. G., Penna, S., Ciccotti, M. G., Abboud, J. A., Lutsky, K. F., & Beredjikian, P. K. (2019). A Prospective Evaluation of Early Postoperative Complications After Distal Biceps Tendon Repairs. *The Journal of hand surgery*, 44(5), 382-386. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2018.10.009>
- Launonen, A. P., Huttunen, T. T., Lepola, V., Niemi, S. T., Kannus, P., Felländer-Tsai, L., Berg, H. E., Laitinen, M. K., & Mattila, V. M. (2020). Distal Biceps Tendon Rupture Surgery: Changing Incidence in Finnish and Swedish Men Between 1997 and 2016. *The Journal of hand surgery*, 45(11), 1022-1028. <https://doi.org/10.1016/j.jhsa.2020.07.024>
- Luokkala, T., Sidharthan, S. K., Karjalainen, T. V., Paloneva, J., & Watts, A. C. (2022). Distal biceps tendon repairs and reconstructions-an analysis of demographics, prodromal symptoms and complications. *Archives of orthopaedic and trauma surgery*, 142(7), 1351-1357. <https://doi.org/10.1007/s00402-021-03750-1>
- Caekebeke, P., Duerinckx, J., & van Riet, R. (2021). Acute complete and partial distal biceps tendon ruptures: what have we learned? A review. *EFORT open reviews*, 6(10), 956-965. <https://doi.org/10.1302/2058-5241.6.200145>
- Huynh, T., Leiter, J., MacDonald, P. B., Dubberley, J., Stranges, G., Old, J., & Marsh, J. (2019). Outcomes and Complications After Repair of Complete Distal Biceps Tendon Rupture with the Cortical Button Technique. *JB & JS open access*, 4(3), e0013.1-6. <https://doi.org/10.2106/JBJS.OA.19.00013>
- Nicolay, R. W., Lawton, C. D., Selley, R. S., Johnson, D. J., Vassa, R. R., Prescott, A. E., Omar, I. M., & Marra, G. (2020). Partial rupture of the distal biceps brachii tendon: a magnetic resonance imaging analysis. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 29(9), 1859-1868. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.04.021>
- Oyadomari, S., Kaplan, J., Johnston, T., & Wang, D. (2023). Trends and complications of distal biceps tendon repair among American Board of Orthopaedic Surgery part II oral examination candidates. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 32(2), 348-352. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2022.09.014>
- Dyussenbayev, A. (2017). Age Periods of Human Life. *Advances in Social Sciences Research Journal*, 4(6). <https://doi.org/10.14738/assrj.46.2924>
- Amarasooriya, M., Bain, G. I., Roper, T., Bryant, K., Iqbal, K., & Phadnis, J. (2020). Complications After Distal Biceps Tendon Repair: A Systematic Review. *The American journal of sports medicine*, 48(12), 3103-3111. <https://doi.org/10.1177/0363546519899933>
- Litowski, M. L., Purnell, J., Hildebrand, K. A., & Bois, A. J. (2020). Surgical outcomes and complications following distal biceps tendon reconstruction: a systematic review and meta-analysis. *JSES international*, 5(1), 24-30. <https://doi.org/10.1016/j.jseint.2020.09.010>
- Caekebeke, P., Duerinckx, J., Bellemans, J., & van Riet, R. (2020). A new intramedullary fixation method for distal biceps tendon ruptures: a biomechanical study. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 29(10), 2002-2006. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2020.01.102>
- Colantonio, D. F., Le, A. H., Keeling, L. E., Slaven, S. E., Vipra, T. K., Helgeson, M. D., & Chang, E. S. (2022). Intramedullary Unicortical Button and All-Suture Anchors Provide Similar Maximum Strength for Onlay Distal Biceps Tendon Repair. *Arthroscopy: the journal of arthroscopic & related surgery*, 38(2), 287-294. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2021.06.036>
- Becker, D., Lopez-Marambio, F. A., Hammer, N., & Kieser, D. (2019). How to Avoid Posterior Interosseous Nerve Injury During Single-Incision Distal Biceps Repair Drilling. *Clinical orthopaedics and related research*, 477(2), 424-431. <https://doi.org/10.1097/CORR.0000000000000534>
- Polly, S. S., Nichols, A. E. C., Donnini, E., Inman, D. J., Scott, T. J., Apple, S. M., Werre, S. R., & Dahlgren, L. A. (2019). Adipose-Derived Stromal Vascular Fraction and Cultured Stromal Cells as Trophic Mediators for Tendon Healing. *Journal of orthopaedic research*, 37(6), 1429-1439. <https://doi.org/10.1002/jor.24307>
- Mazini, L., Rochette, L., Amine, M., & Malka, G. (2019). Regenerative Capacity of Adipose Derived Stem Cells (ADSCs). Comparison with Mesenchymal Stem Cells (MSCs). *International journal of molecular sciences*, 20(10), 2523. <https://doi.org/10.3390/ijms20102523>
- Lu, L. Y., Ma, M., Cai, J. F., Yuan, F., Zhou, W., Luo, S. L., Pan, Z. Y., Zeng, W., Zhong, N., & Yin, F. (2018). Effects of Local Application of Adipose-Derived Stromal Vascular Fraction on Tendon-Bone Healing after Rotator Cuff Tear in Rabbits. *Chinese medical journal*, 131(21), 2620-2622. <https://doi.org/10.4103/0366-6999.244120>
- Trebinjac, S., & Gharairi, M. (2020). Mesenchymal Stem Cells for Treatment of Tendon and Ligament Injuries-clinical Evidence. *Medical*

- archives (Sarajevo, Bosnia and Herzegovina)*, 74(5), 387-390. <https://doi.org/10.5455/medarh.2020.74.387-390>
- [18] Holovakha, M. L., Kozhemiaka, M. O., Lisunov, M. S., & Bohdan, O. V. (2020). Sposib fiksatsii dystalnogo sukhozhyka bitepsa pry yoho rozryvi [Method of fixation of the distal biceps tendon rupture]. Ukraine Patent UA 144648. State Enterprise "Ukrainian Institute of Intellectual Property". [in Ukrainian]. <https://sis.ukrpatent.org/uk/search/detail/1458389/>
- [19] Lisunov, M. S., Holovakha, M. L., & Kozhemiaka, M. O. (2022). Rezultaty khirurhichnoho likuvannia rozryvu dystalnogo sukhozhyka dvoholovoho miaza plecha [Results of surgical treatment of distal biceps tendon ruptures]. *Zaporozhye medical journal*, 24(6), 714-720. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.14739/2310-1210.2022.6.261148>
- [20] Hausauer, A. K. (2021). Platelet-Rich Plasma Preparation Methodologies. In *Platelet-Rich Plasma in Dermatologic Practice* (pp. 13-25). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-66230-1_2
- [21] Sung, Y. T., & Wu, J. S. (2018). The Visual Analogue Scale for Rating, Ranking and Paired-Comparison (VAS-RRP): A new technique for psychological measurement. *Behavior research methods*, 50(4), 1694-1715. <https://doi.org/10.3758/s13428-018-1041-8>
- [22] Hammond, A., Prior, Y., & Tyson, S. (2018). Linguistic validation, validity and reliability of the British English versions of the Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) questionnaire and QuickDASH in people with rheumatoid arthritis. *BMC musculoskeletal disorders*, 19(1), 118. <https://doi.org/10.1186/s12891-018-2032-8>
- [23] Hinchey, J. W., Aronowitz, J. G., Sanchez-Sotelo, J., & Morrey, B. F. (2014). Re-rupture rate of primarily repaired distal biceps tendon injuries. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 23(6), 850-854. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2014.02.006>
- [24] Schmidt, C. C., Diaz, V. A., Weir, D. M., Latona, C. R., & Miller, M. C. (2012). Repaired distal biceps magnetic resonance imaging anatomy compared with outcome. *Journal of shoulder and elbow surgery*, 21(12), 1623-1631. <https://doi.org/10.1016/j.jse.2012.03.009>
- [25] Koch, S., & Tillmann, B. (1995). The distal tendon of the biceps brachii. Structure and clinical correlations. *Annals of Anatomy*, 177(5), 467-474. [https://doi.org/10.1016/S0940-9602\(11\)80155-X](https://doi.org/10.1016/S0940-9602(11)80155-X)
- [26] Behfar, M., Javanmardi, S., & Sarrafzadeh-Rezaei, F. (2014). Comparative study on functional effects of allotransplantation of Bone Marrow stromal cells and adipose derived stromal vascular fraction on tendon repair: A biomechanical study in rabbits. *Cell Journal*, 16(3), 263-270.