

Національна академія медичних наук України
Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора
М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України»

ПАСТУХ Василь Вікторович

УДК 616.74-018.38-089

**ПРОФІЛАКТИКА ПІСЛЯТРАВМАТИЧНОГО СПАЙКОВОГО
ПРОЦЕСУ НАВКОЛО СУХОЖИЛЬ**

14.01.21 – травматологія та ортопедія

Автореферат

дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата медичних наук

Харків – 2015



Дисертацією є рукопис.

Робота виконана в Харківській медичній академії післядипломної освіти
МОЗ України

Науковий керівник: доктор медичних наук професор
ХВИСЮК Олександр Миколайович
Харківська медична академія післядипломної
освіти МОЗ України, ректор,
професор кафедри травматології,
анестезіології та військової хірургії

Офіційні опоненти: доктор медичних наук професор
ХМИЗОВ Сергій Олександрович
Державна установа «Інститут патології
хребта та суглобів імені професора
М.І.Ситенка Національної академії
медичних наук України», завідувач
відділу патології хребта та суглобів
дитячого віку

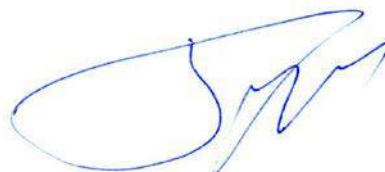
доктор медичних наук професор
НАУМЕНКО Леонід Юрійович
Державний заклад «Дніпропетровська
медична академія МОЗ України»
проректор з науково-педагогічної роботи,
завідувач кафедри медико-соціальної
експертизи ФПО

Захист відбудеться «2» жовтня 2015 р. об 11.30 на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 64.607.01 Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

З дисертацією можна ознайомитися в бібліотеці Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України» (61024, м. Харків, вул. Пушкінська, 80).

Автореферат розісланий «1 » вересня 2015 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради
заслужений діяч науки і техніки України
доктор медичних наук професор



В.О.Радченко

Актуальність теми. Травми сухожиль пальців кисті зустрічаються від 1,5-2 до 20,5 % у пацієнтів з травмами кисті (Гайко Г.В., 2007). Здебільшого (до 93 %) травматичні ушкодження сухожиль пальців кисті спостерігають у людей працездатного віку, переважно в чоловіків віком від 16 до 45 років (Волкова А.М., 1991). Лікування хворих із застарілою травмою сухожиль згиначів пальців кисті у 25 % випадків закінчується невдачею (Нельзіна З.Ф., 1980), а залежно від зони ушкодження сухожиль незадовільні результати досягають 13-45 %. Усе це визначає високу значимість соціально-економічних наслідків таких ушкоджень і актуальність пошуку нових методів їх лікування та профілактики (Голубев І.О., 1996; Newmeyer W.L., 2000).

Травматичні ушкодження ахіллового сухожилля пов'язані зі спортом, автотранспортом, виробничим і побутовим травматизмом, опіками, перенесеними операціями тощо. Ушкодження сухожилля може бути результатом тривалого дегенеративного процесу, що зрештою призводить до спонтанних розривів (Józsa L.G. et al., 1997). Поширеність розривів ахіллового сухожилля має тенденцію до збільшення, що пов'язують з розширенням спортивного дозвілля людей. Зокрема, в період з 1980 по 1994 рр. цей показник у промислово розвинених країнах збільшився на 60 % (Marsolais D., 2005).

Відомо, що зміни тканин після травм сухожиль можуть тривати роками. Від 3 до 9 % пацієнтів з розривами сухожилля мають повторні ушкодження через 3-12 міс. після початкової травми.

Зміни, які відбулися в травмованому сухожиллі, також впливають на стан м'язової тканини. Зокрема, у м'язах прогресують атрофічні порушення і формуються спайки (Jamali A.A., 2000), що посилює дисфункцію та призводить до погіршення прогнозу на одужання.

У сучасній науковій літературі багато робіт присвячено застосуванню синтетичних матеріалів для профілактики зрощення сухожилля з прилеглими тканинами. Запропоновано різні варіанти профілактики спайкового процесу за допомогою введення в синовіальні піхви рідких полімерів, плівок, мембран і пристроїв, які створюють бар'єр між раневими поверхнями. Однак біологічна реакція організму, спрямована на локалізацію патологічного процесу, спричиняє ускладнення: запальні реакції, рубцево-спайкові зміни, артрогенно-теногенні контрактури. У свою чергу зайве утворення спайок сухожилля з прилеглими тканинами призводить до значного обмеження ковзання сухожилля, внаслідок чого порушується функція суглобів, аж до анкілозів (Strickland J.W., 1995).

Неоднозначність думок, а також результатів експериментальних та клінічних досліджень, спрямованих на усунення післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль, підкреслюють актуальність обраного напрямку. Залишаються не до кінця вирішеними питання профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль і вплив медикаментозної терапії на їх регенерацію.

Зв'язок роботи з науковими, програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до плану науково-дослідних робіт Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора

М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» згідно з договором про науково-практичну співпрацю між Харківською медичною академією післядипломної освіти МОЗ України та Державною установою «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України», який передбачав спільне виконання науково-дослідної роботи («Дослідити патологічні зміни в суглобах нижніх кінцівок за умов післятравматичних позасуглобових деформацій у дорослих», шифр теми ЦФ.2014.6.НАМНУ, держреєстрація № 0114U003020. Автор проаналізував стан проблеми і виконав патентно-інформаційний пошук. Самостійно провів експериментальне дослідження, аналіз історій хвороб).

Мета дослідження: підвищити ефективність профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля шляхом введення навколо сухожильного шва препаратів, які перешкоджають утворенню спайок сухожилля з прилеглими тканинами.

Завдання дослідження:

1. Провести аналітичне дослідження стану проблеми розвитку післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля та визначити перспективи удосконалення методів лікування пацієнтів з травматичними ушкодженнями сухожилля.

2. З використанням методів математичного моделювання розрахувати передбачувані зміни механічних властивостей сухожилля, відновленого після травми.

3. Вивчити механічні властивості інтактного сухожилля та сухожилля, відновленого після травми, в тому числі в умовах профілактики спайкового процесу.

4. Вивчити особливості регенерації ахіллового сухожилля кролика за умов локального застосування препаратів гіалуронової кислоти, тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла і гіалуронідази.

5. Апробувати в клініці використання препаратів гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла для профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля глибоких згиначів пальців кисті в зоні I і II.

Об'єкт дослідження – післятравматична регенерація сухожилля.

Предмет дослідження – гістологічне дослідження міжклітинної речовини та клітин травмованого сухожилля, математичне моделювання механічних властивостей сухожилля, біомеханічне дослідження властивостей міцності сухожилля після травматичного ушкодження та лікування, клінічні дослідження.

Методи дослідження: клінічний; рентгенологічний; гістологічні з морфометричним оцінюванням клітинного складу і тканин регенерату в ділянці травматичного ушкодження сухожилля і в зонах, розташованих вище або нижче нього; математичне моделювання механічних властивостей відновлених після травматичного ушкодження сухожилля; біомеханічні дослідження механічних властивостей сухожилля; методи варіаційної статистики для обробки отриманих цифрових показників.

Наукова новизна отриманих результатів. Доповнені наукові дані про те, що через 60 днів після моделювання часткового ушкодження ахіллового сухожилля в умовах профілактики післятравматичного спайкового процесу розвиваються деструктивні зміни з максимальним проявом у сухожиллях контрольної серії та оброблених гіалуронідазою (II стадія гістологічних порушень; $(18,6 \pm 2,5)$ і $(18,7 \pm 1,5)$ бала). Найменш виражені порушення зафіксовані в серії експериментів з гіалуроновою кислотою і тривимірним водовмісним поліакриламідним полімером з іонами срібла (I стадія гістологічних порушень; $(14,8 \pm 2,7)$ і $(15,4 \pm 3,2)$ бала).

Доповнені наукові дані про те, що в умовах моделювання часткового ушкодження ахіллового сухожилля введення навколо сухожильного шва препаратів гіалуронової кислоти, гіалуронідази, тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла не порушує процес регенерації сухожилля.

Уперше встановлено, що введення навколо сухожильного шва препаратів гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла перешкоджає утворенню спайок травмованого сухожилля з прилеглими тканинами.

Встановлено підвищення щільності колагену III типу в регенераті ахіллового сухожилля кроликів через 14, 30 і 60 днів після травми з максимумом накопичення у тварин контрольної групи і з введенням гіалуронідази. Колаген III типу виявлений також у відділах сухожилля, розташованих вище і нижче ділянки травматичного ушкодження, що знижує міцнісні властивості сухожилля.

Уперше виявлено (з використанням методів математичного моделювання та біомеханічних досліджень), що після репарації травмованого сухожилля в контрольній групі і після введення навколо сухожильного шва медикаментозних препаратів підвищуються показники, які характеризують властивості міцності тканин – модуль пружності, гранично допустиме навантаження і межа міцності, що пов'язано з формуванням сухожилкоподібної тканини в зоні травми. Найвищі показники міцності зафіксовані для контрольної групи тварин. Утворені спайки збільшують площу поперечного перерізу регенерату і, відповідно, показники міцності сухожиль.

Показники, які характеризують пластичні властивості тканин (величина подовження), знижуються. Високі показники, які характеризують пластичні властивості тканин, зафіксовані в групі препаратів ахіллового сухожилля кроликів, де інтраопераційно застосовували препарати гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла, а найнижчі – у контрольній групі.

Уперше встановлено, що застосування препаратів гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла для профілактики післятравматичного спайкового процесу позитивно впливає на відновлення пластичних властивостей сухожилля у відновному періоді.

Практичне значення отриманих результатів. Розроблено та впроваджено в практику спосіб профілактики теногенної контрактури після

тенолізу згиначів пальців кисті, який полягає в інтраопераційному введенні навколо сухожилля препарату гіалуронової кислоти (патент України на корисну модель № 62870).

Розроблено та впроваджено в практику спосіб лікування ушкоджень сухожиль згиначів пальців кисті, який полягає в інтраопераційному введенні навколо сухожильного шва препарату гіалуронової кислоти (патент України на корисну модель № 60652).

Розроблено рекомендації щодо включення в комплексну профілактику післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль інтраопераційного введення навколо сухожильного шва 1-2 мл гіалуронової кислоти або поліакриламідного полімеру.

Результати досліджень впроваджені в клінічну практику КЗОЗ «Харківська обласна клінічна травматологічна лікарня» та навчальний процес кафедри травматології, вертебрології та анестезіології Харківської медичної академії післядипломної освіти МОЗ України.

Особистий внесок здобувача. Автором самостійно поставлені мета і завдання дослідження, обрані методологічні підходи до здійснення наукових досліджень, проаналізовано стан проблеми за даними вітчизняної та зарубіжної наукової літератури і виконаний патентно-інформаційний пошук.

Гістологічні та морфометричні дослідження виконані в лабораторії морфології сполучної тканини Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» за консультативної допомоги д.б.н., професора Дедух Н.В. Біомеханічні дослідження, експериментальне і математичне моделювання післятравматичного відновлення ахіллового сухожилля кроликів з використанням медикаментозних препаратів для профілактики спайкового процесу виконані в лабораторії біомеханіки Державної установи «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І. Ситенка Національної академії медичних наук України» за консультативної допомоги завідувача лабораторією д.м.н., проф. Тяжелова О.А. Участь співавторів відображено у відповідних спільних публікаціях.

Автор самостійно розробив і запропонував для впровадження в клінічну практику і навчальний процес методику профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль.

Апробація результатів дисертації. Основні положення та результати роботи викладено на конференції молодих учених «Актуальні проблеми сучасної ортопедії та травматології» (Чернігів, 2013); II Конгресі травматологів і ортопедів «Травматология и ортопедия столицы. Настоящее и будущее» (Москва, 2014); засіданні товариства ортопедів-травматологів (Харків, 2014).

Публікації. Основні положення дисертаційного дослідження повністю опубліковано у 10 наукових працях, з них 7 статей у наукових фахових виданнях, 2 патенти України, 1 робота в матеріалах наукової конференції.

Структура та обсяг дисертації. Дисертація складається зі вступу, аналітичного огляду літератури, розділу «Матеріал та методи дослідження», 4 розділів власних досліджень, висновків, переліку посилань, додатків. Роботу викладено на 153 сторінках машинописного тексту, містить 10 таблиць,

62 рисунки. Список використаних джерел містить 158 найменувань (із них 74 кирилицею, 84 латинським шрифтом).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

Математичне дослідження механічних властивостей сухожилля, відновленого після травми.

Для відновлення ковзної функції сухожилля після розриву необхідно в післяопераційному періоді виконувати рухи, які супроводжуються напруженням травмованого сухожилля. Характер навантаження залежить від механічних властивостей сухожилля, утвореного регенерату і особливостей його навантаження і переміщення. Особливості навантаження важливі під час виконання лікувальних вправ у післяопераційному періоді.

Щоб встановити особливості поведінки сухожильної тканини під навантаженням як біологічного механічного об'єкта, його розглянуто за допомогою моделі стандартного лінійного тіла (модель Фойгта). Модель являє собою паралельне з'єднання пружного і в'язкого елементів (рис. 1). Як пружний елемент можна розглядати волокна колагену, а в'язкий – волокна еластину.

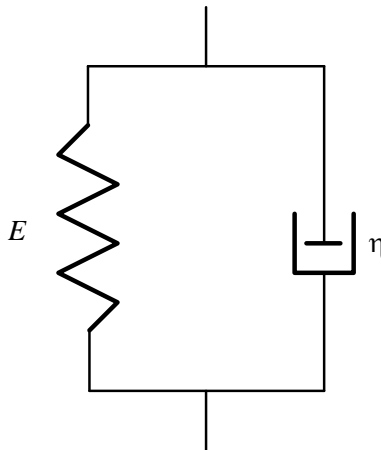


Рис. 1. Паралельне з'єднання пружного (E) і в'язкого (η) елементів моделі.

Механічні властивості пружного елемента визначають співвідношенням у формі закону Гука:

$$\sigma = E\varepsilon, \quad (1)$$

де σ – величина напруження в матеріалі; E – модуль пружності; ε – величина деформації.

Відносна поздовжня деформація ε характеризує деформацію будь-яких довжин і перетинів у процесі розтягування зразка і визначається як відношення величини подовження зразка при розтягуванні (Δl) до його первісної довжини l :

$$\varepsilon = \frac{\Delta l}{l}. \quad (2)$$

Подовження зразка будь-якого матеріалу Δl , що виникає під впливом зовнішньої сили F , пропорційно їй, початковій довжині зразка l та обернено пропорційно площі поперечного перерізу зразка S (закон Гука):

$$\Delta l = \frac{\alpha l F}{S}, \quad (3)$$

де α – коефіцієнт поздовжнього розтягування матеріалу, рівний деформації, яку набуває зразок довжиною 1 м за умов дії деформівної сили в 1 Н.

Виходячи з рівнянь (3) і (2) коефіцієнт α дорівнює:

$$\alpha = \frac{\Delta l S}{l F} \text{ або } \alpha = \frac{S \varepsilon}{F}. \quad (4)$$

Модуль пружності (модуль Юнга) чисельно дорівнює навантаженню, яке необхідно було б докласти до зразка з площею поперечного перерізу, рівною одиниці, для того, щоб його довжина збільшилася вдвічі (якби при цьому весь час залишався справедливим закон Гука і зразок не руйнувався):

$$E = \frac{F}{\varepsilon S}. \quad (5)$$

Величину, яка характеризується відношенням величини пружної сили F , що припадає на одиницю площі поперечного перерізу S зразка, називають напруженням:

$$\sigma = \frac{F}{S}. \quad (6)$$

Напруження відповідне найбільшому навантаженню, яке витримує зразок перед руйнуванням, називається межею міцності $\sigma_{\text{пр}}$.

Другим структурним елементом моделі є в'язкий, механічні властивості якого визначають співвідношенням:

$$\frac{d\varepsilon}{dt} = \frac{\sigma}{\eta}, \quad (7)$$

де $\frac{d\varepsilon}{dt}$ – швидкість деформації; η – модуль в'язкості.

Після перетворення рівняння (7) отримаємо залежність напружень у зразку від величини деформації, яка показує, що для в'язкого елемента напруження в зразку залежить не від величини деформації, а від швидкості її наростання.

$$\sigma = \eta \frac{d\varepsilon}{dt}. \quad (8)$$

У разі паралельного з'єднання деформація елементів буде однаковою, а загальне напруження буде складатися з суми напружень у пружній і в'язкій гілках моделі:

$$\sigma = \sigma_1 + \sigma_2 \text{ або } \sigma = E_1 \varepsilon + \eta \frac{d\varepsilon}{dt}. \quad (9)$$

Ця диференціальна залежність є визначальним співвідношенням для паралельної роботи пружного і в'язкого елементів і описує повзучість матеріалу.

Якщо деформація є постійною, величина напружень у матеріалі зразка також зберігається постійною. Матеріал поводить як абсолютно пружний, тобто в'язкий компонент у цьому випадку не впливає на величину напружень у зразку. Якщо ж постійною залишається величина напруження, деформація змінюється нелінійно через в'язкі властивості матеріалу.

Під час репаративного процесу частина тканин сухожилля заміщається сухожилкоподібною тканиною, що призводить до зміни його пружних властивостей. При цьому тканина сухожилля має більш низький модуль пружності, ніж утворена в процесі репарації, а величина відносного подовження зразка знаходиться в зворотній залежності від величини його модуля пружності (ф. 5). Отже, за однакової величини розтягувальної сили F і поперечному перерізі зразка S зі збільшенням модуля пружності E зменшується величина подовження зразка.

Теж саме справедливо й для в'язкої складової матеріалу через прямо пропорційне співвідношення коефіцієнта в'язкості матеріалу і його модуля пружності:

$$\eta = \frac{E}{2(1 + \mu)}, \quad (10)$$

де μ – коефіцієнт Пуасона.

Тобто зразок стає «недеформованим» за менших швидкостей деформації, а напруження в тканинах можуть сягати гранично допустимих значень у разі значно «повільних» деформацій.

Таким чином, на моделі біологічної тканини, яка містить пружний і в'язкий елементи, відтворили стан зміни біологічних властивостей, притаманних сухожиллю з формуванням сухожилкоподібною тканини після ушкодження. Виявлено, що збільшення модуля пружності покращує характеристики міцності сухожилля, але знижує величину його відносного подовження.

Встановлено залежність величини деформації сухожилля від часу дії напруження: за умов тривалого навантаження зразок деформується більшою мірою, ніж у разі коротких навантажень. У разі перевищення межі міцності може відбутися руйнування сухожилля.

Статистичний аналіз результатів дослідження виконували з використанням електронних таблиць MS Excel і пакетів програм SPSS 20.0, STATISTICA 5.11 (Бююль А., 2005). Результати для кількісних показників представлені у вигляді середнього арифметичного значення (M) і стандартного відхилення ($\pm s$), а також медіани і інтерквартильного розмаху – Me [LQ; UQ]. Для попарного порівняння середніх показників застосовували критерій Манна-Уїтні (U); для множинного порівняння – однофакторний дисперсійний аналіз ANOVA з використанням апостеріорного тесту Дункана; для відносних величин – критерій Хі-квадрат Пірсона (χ^2).

Порівняння механічних властивостей ахіллових сухожилів кроликів, відновлених після травми в умовах профілактики спайкового процесу.

Експерименти виконані на 10 безпородних кроликах віком 12-18 міс., живою масою 1800-2200 г. Прооперовано 16 ахіллових сухожилів. Для порівняльної оцінки використані 4 інтактних ахіллових сухожилля кроликів.

Було створено модель часткового ушкодження ахіллового сухожилля, яка передбачала перетинання його на 1/2 діаметра (Лаврищева Г.И., 1996). Ушкодження виконували поза зоною фіброзно-синовіальної піхви. Потім травмоване сухожилля ушивали сухожилльним швом Locking Kessler і обвивним

швом. Використано нерозсмоктуваний шовний матеріал 4/0 і 6/0. Для профілактики післятравматичного спайкового процесу, згідно з інформацією різних авторів (Mentzel M., 2000, Патрикеев Д.В., 2006, Riccio M., 2010), відібрали препарати тривимірного водовмісного поліакриламідного полімеру з іонами срібла, гіалуронової кислоти та гіалуронідази.

Після моделювання травматичного ушкодження ахіллового сухожилля тварин розділили на контрольну і три дослідні групи по 2 кролики в кожній:

1-а – контрольна група. Після виконання сухожильного шва рану промивали розчинами антисептиків і зашивали;

2-а – дослідна група. Після обробки ран розчинами антисептиків навколо сухожильного шва вводили гіалуронову кислоту 1 % – 1 мл (Сингіал™, ВАТ Фармак, Україна);

3-я – дослідна група. Після обробки ран розчинами антисептиків навколо сухожильного шва вводили тривимірний водовмісний поліакриламідний полімер з іонами срібла 4,5 % – 1 мл (Noltrex™, JSC «Research center «Bioform», Russia);

4-а – дослідна група. Після обробки ран розчинами антисептиків навколо сухожильного шва вводили гіалуронідазу 64 ЕД/мл – 1 мл (Лідаза-Біолік™, ПАТ «Фармстандарт-Біолік», Україна).

Післяопераційний період перебігав без ускладнень, рани загоїлися первинним натягом, у середньому протягом 6 діб у всіх групах.

Тварин виводили з експерименту на 60-у добу після хірургічного втручання шляхом повітряної емболії під місцевою анестезією. Терміни дослідження були обрані на підставі наукових досліджень щодо динаміки зрощення сухожилля в кроликів (Лаврищева Г.И., 1996).

Експерименти на тваринах проведені відповідно до вимог «Європейської конвенції захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментальних та інших цілях», а також законодавства України.

Результати експерименту показали, що найбільше подовження під дією розтягувального навантаження в 30 Н було досягнуто на препаратах інтактних ахіллових сухожиль кроликів ($2,96 \pm 0,22$) мм, а найменше ($0,83 \pm 0,37$) мм – на препаратах тварин контрольної групи ($p < 0,05$).

За результатами виконаних досліджень величини гранично допустимих розтягувальних навантажень, які призводять до руйнування препаратів ахіллового сухожилля кроликів, можна стверджувати, що найбільшу міцність мали препарати контрольної групи (величина гранично допустимого навантаження ($81,81 \pm 0,34$) Н), найменшою – інтактною ($(69,72 \pm 0,18)$ Н).

Результати проведеного розрахунку величини межі міцності препаратів ахіллового сухожилля кроликів під впливом розтягувального навантаження повністю відповідають результатам вимірювання величини гранично допустимого розтягувального навантаження.

Таким чином, у процесі відновлення ахіллового сухожилля кроликів після травми спостерігали збільшення значень показників, які характеризують властивості міцності тканин – модуля пружності, гранично допустимого навантаження та межі міцності. Величини показників, які характеризують

пластичні властивості тканин (величина подовження), зменшуються, що може стати однією з причин розвитку післятравматичних контрактур.

Високі показники, які характеризують пластичність тканин, відзначено на препаратах ахіллових сухожиль кроликів, де для профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль застосовували гіалуронову кислоту ($(2,16 \pm 0,03)$ мм) і тривимірний водомісткий поліакриламідний полімер з іонами срібла ($(1,99 \pm 0,20)$ мм). Низькими вони виявилися в контрольній групі ($(0,83 \pm 0,37)$ мм) та в групі тварин, у яких застосовували гіалуронідазу ($(1,61 \pm 0,07)$ мм).

Регенерація ахіллових сухожиль кроликів за умов профілактики післятравматичного спайкового процесу. Гістологічне дослідження.

Експерименти виконані на 39 безпородних кроликах віком 12-18 міс., живою масою 1800-2200 г. Прооперовано 42 ахіллових сухожилля.

Моделювання часткового ушкодження ахіллового сухожилля, терміни і вимоги до умов проведення дослідження відповідали описаній схемі.

Після моделювання травматичного ушкодження ахіллового сухожилля тварин розділили на контрольну і три дослідні групи по 9 кроликів у кожній:

1-а – контрольна група. Після виконання сухожильного шва рану промивали розчинами антисептиків і зашивали;

2-а – дослідна група. Після обробки ран розчинами антисептиків навколо сухожильного шва вводили гіалуронову кислоту 1 % – 1 мл (Сингіал™, ВАТ Фармак, Україна);

3-я – дослідна група. Після обробки ран розчинами антисептиків навколо сухожильного шва вводили тривимірний водовмісний поліакриламідний полімер з іонами срібла 4,5 % – 1 мл (Noltrex™, JSC «Research center «Bioform», Russia);

4-а – дослідна група. Після обробки ран розчинами антисептиків навколо сухожильного шва вводили гіалуронідазу 64 ЕД/мл – 1 мл (Лідаза-Біолік™, ПАТ «Фармстандарт-Біолік», Україна).

Для порівняльної оцінки використані шість інтактних ахіллових сухожиль кроликів.

Післяопераційний період перебігав без ускладнень, рани загоїлися первинним натягом, у середньому протягом 6 днів у всіх групах.

Стан сухожилля оцінювали візуально, гістологічними методами з морфометричним аналізом. Поздовжні зрізи сухожилля аналізували з використанням напівкількісної оціночної шкали Movin і Bonar у нашій модифікації. Для оцінювання збереженості сухожилля поза межами травмованої ділянки гістологічне дослідження проводили у вище та нижче розташованих відділах від зони травми (на двох полях зору мікроскопа, зб. 80). Показники оцінювали в балах (від 1 до 4), аналізували в кожній серії по 5 препаратів. Результати напівкількісної оцінки варіювали в таких межах: від 1 до 8 балів – норма, від 9 до 16 – слабо виражені порушення (I стадія), від 17 до 24 – середньо виражені (II стадія), від 25 до 32 – виражені (III стадія).

За гістологічні критерії оцінювання регенерату сухожилля були обрані: характеристика структурної організації колагенових волокон, клітин і

перитендинію. Ковзну функцію колагенових волокон в тканині сухожилля оцінювали за гістологічними особливостями організації ендотендинію, а власне сухожилля – за присутністю або відсутністю спайок між перитендинієм і прилеглими до сухожилля тканинами – пухкою сполучною і м'язовою.

Встановлено, що регенерація сухожилля в усіх групах експериментальних тварин перебігала відповідно до класичних уявлень. На початку дослідження (14-а доба, стадія формування волокнистих структур регенерату) в зоні травми виявлені різноспрямовані пучки колагенових волокон, які містили колаген I і III типів.

Фібрили, утворені колагеном I типу, – це головний компонент, який забезпечує міцнісні якості міжклітинної речовини під час розтягнення сухожилля, що дозволяє, вивчаючи їх, оцінити стан травмованого сухожилля. Колагенові фібрили I типу розташовуються вздовж осі розтягнення сухожилля та поєднуються в більші пучки. У всіх групах тварин спрямованість репаративного процесу була майже однотипною на кінцевому терміні спостереження (60-а доба) регенерат був представлений сухожилкоподібною тканиною, яка містила колаген I типу. У процесі регенерації сухожилля утворюється також колаген III типу, який має меншу міцність на розрив і, таким чином, його високий вміст у сухожиллі є фактором порушення міцнісних властивостей (Södersten F. et al., 2013).

Нами виявлено, що у всіх групах тварин у регенераті сухожилля в усі терміни спостереження підвищена щільність колагену III типу з максимумом накопичення в регенератах сухожилля контрольної групи і тварин після введення гіалуронідази. Колаген III типу виявлений також у відділах сухожилля, розташованих вище і нижче ділянки травматичного ушкодження.

Під час дослідження ділянок сухожилля, розташованих вище або нижче зони травми, у всіх серіях експерименту виявлені деструктивні порушення з максимальним проявом у сухожиллях контрольної серії (II стадія гістологічних порушень, $(18,6 \pm 2,5)$ бала) і в сухожиллях, оброблених гіалуронідазою (II стадія, $(18,7 \pm 1,5)$ бала). Найменш виражені порушення зафіксовані в серії експериментів з гіалуроновою кислотою і тривимірним водовмісним поліакриламідним полімером з іонами срібла – I стадія порушення, $(14,8 \pm 2,7)$ і $(15,4 \pm 3,2)$ бала відповідно ($p < 0,05$ порівняно з попередніми групами).

Ковзну функцію пучків колагенових волокон у структурі сухожилля оцінили шляхом дослідження ендотендинію. Виявлено, що розростання сполучної тканини в цих ділянках сухожилля, яке порушує ковзання пучків колагенових волокон, найбільш виражено в контрольній серії експерименту і в групі досліджень з гіалуронідазою.

За даними дослідження ковзної функції сухожилля в зоні регенерату і ділянках, розташованих вище і нижче його, виявлено, що використання гіалуронової кислоти і тривимірного водовмісного поліакриламідного полімеру з іонами срібла призводило до роз'єднання ранових поверхонь сухожилля і прилеглих тканини, що служило профілактикою виникнення післятравматичного рубцево-спайкового процесу.

Таким чином, зміни механічних властивостей ахіллових сухожилля, відновлених після травми в умовах профілактики післятравматичного спайкового процесу, пов'язані з формуванням у ділянці ушкодження сухожилкоподібної тканини і післятравматичним спайковим процесом навколо сухожилля. Спайки збільшують площу поперечного перерізу регенерату і, відповідно, показники міцності тканин. Застосування препаратів гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла для профілактики післятравматичного спайкового процесу позитивно впливає на відновлення механічних властивостей сухожилля у відновному періоді, що послужило підставою для вибору цих груп препаратів для клінічної апробації методики профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля.

Клінічна апробація. Методика профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля глибоких згиначів пальців кисті.

Враховуючи велику значимість кисті як органу, тонкість структури її сухожилно-м'язової системи, високий відсоток ускладнень у хірургії сухожилля кисті, прийнято рішення про апробацію методики профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля глибоких згиначів пальців кисті в клініці, яку здійснено в КПОЗ «Харківська обласна клінічна травматологічна лікарня».

У клінічному дослідженні брали участь 10 пацієнтів (8 чоловіків та 2 жінки у віці від 18 до 55 років, медіанний вік 25 [21,8; 29,0] років) з ушкодженням сухожилля глибоких та поверхневих згиначів пальців кисті, сухожилля довгого згинача I пальця кисті у зонах I і II (прооперовано 14 сухожилля). Ці пацієнти увійшли до основної групи.

Контрольна група представлена 8 пацієнтами (7 чоловіків та 1 жінка у віці від 27 до 53 років, медіанний вік 37 [31,7; 46,5] років) з ушкодженням сухожилля глибоких та поверхневих згиначів пальців кисті в зонах I і II (прооперовано 8 сухожилля).

Обидві групи були статистично порівнянними за статтю пацієнтів та термінами від моменту травми до госпіталізації ($p > 0,05$ за всіх порівнянь).

Результати лікування оцінювали за методиками Уайта та Стрікланда (1980).

Методика профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля полягає в накладенні сухожилльного шва Locking Kessler й обвивного шва синтетичним нерозсмоктувальним матеріалом 6/0 і 4/0 з наступним зашиванням синовіальної оболонки й введенням навколо сухожилльного шва 1 мл препаратів гіалуронової кислоти або тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла. Далі зашивають рану, накладають асептичну пов'язку та гіпсову шину в положенні розгинання в променево-зап'ястковому суглобі 30° - 35° та згинання в п'ястково-фалангових суглобах 35° - 40° .

Усім пацієнтам у післяопераційному періоді проводили антибіотикотерапію препаратами Цефтриаксон (1,0 г внутрішньом'язово 2 рази на добу протягом 5 днів), Амікацин (0,5 г внутрішньом'язово 2 рази на добу протягом

5 днів), знеболювальну та протизапальну терапію препаратами Диклофенак натрію (3,0 мл внутрішньом'язово 2 рази на добу протягом 5 днів), Анальгін 50 % (2,0 внутрішньом'язово 2 рази на добу протягом 5 днів). Імобілізацію проводили з 1-ї до 30-ї доби після операції. З першої доби виконували перев'язки післяопераційних ран, під час яких здійснювали пасивну розробку рухів у міжфалангових, п'ястково-фалангових, променево-зап'ястковому суглобах. Обсяг рухів під час пасивної розробки визначали больовими відчуттями пацієнта. Пасивну контрольовану мобілізацію проводили з 14-ї до 30-ї доби в усіх пацієнтів з використанням гіпсових шин, накладених по тильній поверхні від верхньої третини передпліччя до кінчиків пальців кисті в середньо-фізіологічному положенні променево-зап'ясткового, п'ястково-фалангових і міжфалангових суглобів і еластичних фіксаторів, які пасивно згинали ушкоджені пальці до долоні. Пацієнт повільно розгинав ушкоджені пальці до болю 5-6 разів на годину, поступово збільшуючи амплітуду рухів у міжфалангових і п'ястково-фалангових суглобах. Післяопераційні рани у всіх пацієнтів зажили первинним натягом, шви зняті в терміни від 10 до 12 діб після операції. Гнійно-некротичних ускладнень не виявлено.

Профілактику післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля глибоких згиначів пальців кисті і сухожилля довгого згинача I пальця кисті в зонах I і II проводили шляхом введення навколо сухожилля шва препаратів тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла (5 випадків) або гіалуронової кислоти (9 випадків) на 14 сухожиллях. Отримано 13 (92,9 %) відмінних результатів і 1 (7,1 %) хороший.

У контрольній групі отримано 2 (25 %) відмінних результати, 5 (62,5 %) – хороших і 1 (12,5 %) задовільний. Статистичний аналіз показав, що результати лікування в основній і контрольній групах достовірно відрізняються ($\chi^2 = 10,91$; $p = 0,004$) і не залежать від групи препаратів, обраних для профілактики спайкового процесу ($p > 0,05$ між бальною оцінкою результатів лікування із застосуванням гіалуронової кислоти (3,9) і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла (4).

ВИСНОВКИ

1. Незадовільні результати після відновлення ушкоджених сухожилля спостерігають у 13-45 % пацієнтів. Зазвичай причиною невдач хірургічного лікування є розвиток спайкового процесу навколо сухожилля шва. Запропоновано різні варіанти профілактики спайкового процесу навколо сухожилля, однак ці роботи викликають суперечливі думки серед вчених, що актуалізує завдання пошуку нових методів профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля.

2. На моделі біологічного об'єкта, аналогічного за організацією сухожилля тканини, який містить пружний і в'язкий елементи, методами математичного моделювання встановлено, що заміщення початкової тканини матеріалом з високим модулем пружності підвищує міцність біологічного

об'єкта, але знижує величину його відносного подовження, що може бути однією з причин розвитку післятравматичних контрактур.

3. За результатами біомеханічного дослідження на моделі ахіллових сухожилів кроликів встановлено, що процес регенерації сухожилля після травми супроводжується підвищенням показників, які характеризують властивості міцності тканин – модуля пружності, гранично допустимого навантаження та межі міцності, а величини показників, які характеризують пластичні властивості тканин – величина відносного подовження – зменшуються. З точки зору пластичності тканин високі показники, наближені до здорової тканини ($(2,96 \pm 0,22)$ мм), спостерігали в групах препаратів ахіллових сухожилів кроликів, в яких для профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилів застосовували препарати гіалуронової кислоти ($(2,16 \pm 0,03)$ мм) і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла ($(1,99 \pm 0,20)$ мм).

4. У процесі післятравматичного відновлення сухожилля в умовах профілактики спайкового процесу в усіх серіях експерименту виявлені деструктивні порушення з максимальним проявом у сухожиллях контрольної серії ($(18,6 \pm 2,5)$ бала) та серії препаратів, оброблених гіалуронідазою ($(18,7 \pm 1,5)$ бала). Використання гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла призводило до роз'єднання ранових поверхонь сухожилля і прилеглих тканин, що служило профілактикою виникнення післятравматичного рубцево-спайкового процесу.

5. У клінічній групі в умовах проведення профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилля шва глибоких згиначів пальців кисті і довгого згинача I пальця кисті, в зонах I і II препаратами гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла отримано 92,9 % відмінних і 7,1 % хороших результатів, що істотно ($p = 0,004$) покращує функціональні результати відновлення сухожилля порівняно з контрольною групою (25 % відмінних результатів, 62,5 % – хороших, 12,5 % – задовільних) і підтверджує ефективність запропонованої методики профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожилів.

СПИСОК РОБІТ, ОПУБЛІКОВАНИХ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

1. Хвисяк А.Н. Строеие и регенерация сухожилий / А.Н. Хвисяк, **В.В. Пастух** // Проблеми безперервної медичної освіти та науки. – 2013. – № 2. – С. 61-66.

Автор самостійно виконав інформаційно-аналітичний пошук, зробив висновки.

2. Хвисяк О.М. Відновлювальна хірургія сухожилів / О.М. Хвисяк, **В.В. Пастух** // Проблеми безперервної медичної освіти та науки. – 2013. – № 4. С. 92-94.

Особистий внесок автора полягає у виконанні аналітичного огляду літератури, що визначило необхідність проведення досліджень процесу регенерації сухожилів.

3. **Пастух В.В.** Эффективность геля «Нолтрекс» в профилактике спаек сухожилия (экспериментальное исследование) / **В.В. Пастух** // Український морфологічний альманах. – 2013. – Т. 11, № 4. – С. 59-63.

4. **Пастух В.В.** Эффективность геля «Сингиал» в восстановлении сухожилий / **В.В. Пастух** // Український морфологічний альманах. – 2014. – Т. 12, № 1. – С. 76-79.

5. **Пастух В.В.** Сравнение эффективности гиалуронидазы, гиалуроновой кислоты и трехмерного полиакриламидного полимера в профилактике адгезии после первичного шва ахиллового сухожилия кролика в эксперименте / **В.В. Пастух** // Modern Science – Moderni Veda. – 2014. – № 1. – С. 131-139.

6. **Пастух В.В.** Изменение механических свойств ахиллового сухожилия кроликов после посттравматического восстановления в условиях медикаментозной профилактики спаечного процесса. Экспериментальное исследование / **В.В. Пастух** // Збірник наукових праць «Проблеми екологічної та медичної генетики і клінічної імунології». – 2014. – Т. 122, Вип. 2. – С. 220-229.

7. Хвисяк А.Н. Профилактика посттравматического спаечного процесса вокруг ахилловых сухожилий кроликов. / А.Н. Хвисяк, **В.В. Пастух**, Н.В. Дедух // Ортопедия, травматология и протезирование. – 2014. – № 4 (597). – С. 56-64.

Особистий внесок автора полягає у проведенні експериментального дослідження, узагальнення результатів.

8. Пат. 60652 Україна, МПК, А61В 17/00, А61К 31/00. Спосіб лікування пошкоджень сухожилків згиначів пальців кисті / **Пастух В.В.**, Хвисяк О.М., Бабалян В.О., Александров А.М., Лапін О.С.; заявник та патентовласник Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України. – № u201014338; заявл. 30.11.10; опубл. 25.06.11; Бюл. № 2.

Автором запропонований спосіб лікування ушкоджень сухожилів.

9. Пат. 62870 Україна, МПК А61В 17/56, А61К 9/00 СО8J 3/075. Спосіб профілактики теногенної контрактури після тенолізу згиначів пальців кисті / **Пастух В.В.**, Хвисяк О.М., Бабалян В.О., Александров А.М., Лапін О.С.; заявник та патентовласник Харківська медична академія післядипломної освіти МОЗ України. – № u201014342; заявл. 30.11.10; опубл. 26.09.11; Бюл. № 18.

Автор запропонував спосіб профілактики техногенної контрактури після тенолізу, підготував матеріали заявки.

10. **Пастух В.В.** Применение эндопротезов синовиальной жидкости для профилактики спаек сухожилия с окружающими тканями в послеоперационном периоде. Экспериментальное исследование / **В.В. Пастух**, А.Д. Павлов, Р.И. Зеленецкий: зб. наукових праць конференції молодих вчених [«Актуальні проблеми сучасної ортопедії та травматології»], (Чернігів, 16-17 травня 2013 р.)

/ Національна академія медичних наук України, Міністерство охорони здоров'я України, ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України». – Чернігів, 2013. – С. 119-121.

Особистий внесок автора полягає у проведенні експериментальних досліджень, узагальненні результатів.

АНОТАЦІЯ

Пастух В.В. Профілактика післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль. – На правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата медичних наук за спеціальністю 14.01.21 – травматологія та ортопедія. – Державна установа «Інститут патології хребта та суглобів імені професора М.І.Ситенка Національної академії медичних наук України», Харків, 2015.

Дисертація присвячена підвищенню ефективності профілактики післятравматичного спайкового процесу навколо сухожиль, дослідженню впливу введення медикаментозних препаратів навколо сухожильного шва на перебіг регенерації травмованого сухожилля та розвиток рубцево-спайкового процесу.

Методами математичного моделювання встановлено, що в процесі регенерації сухожилля після травми підвищуються величини показників, які характеризують властивості міцності (модуль пружності, гранично допустиме навантаження, межа міцності), але зменшуються такі, які відображують пластичні властивості тканин (відносне подовження), що може спричинити розвиток післятравматичних контрактур. Високі показники пластичності виявлені в препаратах ахіллових сухожиль кроликів після застосування гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру.

В експериментах на кроликах встановлено, що використання гіалуронової кислоти і тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла призводить до роз'єднання ранових поверхонь сухожилля і прилеглих тканин, що є профілактикою розвитку післятравматичного спайкового процесу.

Введення пацієнтам з ушкодженням глибоких згиначів пальців кисті та довгого згинача I пальця кисті навколо сухожильного шва на 14 сухожиллях тривимірного водомісткого поліакриламідного полімеру з іонами срібла або гіалуронової кислоти дало змогу отримати 13 відмінних і 1 задовільний результат.

Ключові слова: сухожилля, післятравматична регенерація, спайковий процес, профілактика, медикаментозні препарати.

АННОТАЦИЯ

Пастух В.В. Профилактика посттравматического спаечного процесса вокруг сухожилий. – На правах рукописи.

Диссертация на соискание ученой степени кандидата медицинских наук по специальности 14.01.21 – травматология и ортопедия. – Государственное учреждение «Институт патологии позвоночника и суставов имени профессора М.И. Ситенко Национальной академии медицинских наук Украины», Харьков, 2015.

Диссертация посвящена повышению эффективности профилактики посттравматического спаечного процесса вокруг сухожилий, исследованию влияния введения медикаментозных препаратов вокруг сухожильного шва на течение регенерации травмированного сухожилия и развитие рубцово-спаечного процесса.

Методами математического моделирования установлено, что в процессе регенерации сухожилия после травмы повышаются величины показателей, характеризующих свойства прочности (модуль упругости, предельно допустимая нагрузка, предел прочности), но уменьшаются показатели, отражающие пластические свойства тканей (относительное удлинение), что может привести к развитию посттравматических контрактур.

При биомеханическом исследовании установлено, что с точки зрения пластичности тканей, наиболее высокие показатели, приближенные к здоровой ткани ($(2,96 \pm 0,22)$ мм), наблюдались в группе препаратов ахиллова сухожилия кроликов, в которых для профилактики посттравматического спаечного процесса вокруг сухожилий применяли препараты гиалуроновой кислоты ($(2,16 \pm 0,03)$ мм) и трехмерного водосодержащего полиакриламидного полимера с ионами серебра ($(1,99 \pm 0,20)$ мм).

Гистологическими методами в экспериментах на кроликах установлено, что использование гиалуроновой кислоты и трехмерного водосодержащих полиакриламидного полимера с ионами серебра приводит к разобщению раневых поверхностей сухожилия и прилегающих тканей, что является профилактикой развития посттравматического спаечного процесса, в отличие от гиалуронидазы и контрольной серии. В процессе посттравматического восстановления сухожилия в условиях профилактики спаечного процесса во всех сериях эксперимента обнаружены деструктивные нарушения с максимальным проявлением в сухожилиях контрольной серии ($(18,6 \pm 2,5)$ балла) и серии препаратов, обработанных гиалуронидазой ($(18,7 \pm 1,5)$ балла).

Разработан и внедрен в клиническую практику и учебный процесс метод профилактики посттравматического спаечного процесса вокруг сухожилий сгибателей пальцев кисти, который заключается в интраоперационном введении вокруг сухожильного шва препаратов гиалуроновой кислоты и трехмерного водосодержащего полиакриламидного полимера с ионами серебра. Введение пациентам с повреждением глубоких

сгибателей пальцев кисти и длинного сгибателя I пальца кисти вокруг сухожильного шва на 14 сухожилиях трехмерного водосодержащих полиакриламидного полимера с ионами серебра или гиалуроновой кислоты позволило получить 92,9 % отличных и 7,1 % удовлетворительных результатов, что существенно ($p = 0,004$) улучшает функциональные результаты восстановления сухожилия по сравнению с контрольной группой (25 % отличных результатов, 62,5 % – хороших, 12,5 % удовлетворительных) и подтверждает эффективность предложенной методики профилактики посттравматического спаечного процесса вокруг сухожилий.

Ключевые слова: сухожилие, посттравматическая регенерация, спаечный процесс, профилактика, медикаментозные препараты.

SUMMARY

Pastukh V. Prevention of posttraumatic adhesions around the tendons. – The manuscript.

The dissertation for scientific degree of the candidate of medical sciences on the specialty 14.01.21 – traumatology and orthopaedics. – SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine», Kharkiv, 2015.

The thesis is devoted to the efficiency of prevention of posttraumatic adhesions around the tendons, the study of the impact of the introduction of drugs around the tendon suture the course of the regeneration of injured tendons and development of scar-adhesions.

Methods of mathematical modeling established that during the regeneration of the tendon after injury increased value indicators characterizing properties of strength (modulus of elasticity, maximum permissible load, strength), but reduced those reflecting plastic properties of tissues (elongation), those changes can cause progress of posttraumatic contractures. High levels of plasticity found in preparations of Achilles tendon of rabbits after injection of hyaluronic acid and three dimensional polyacrylamide polymer.

In experiments on rabbits found that the use of hyaluronic acid and three dimensional polyacrylamide polymer with silver ions leads to the separation of wound surfaces tendons and surrounding tissues, which leads to the prevention of posttraumatic adhesions.

Injecting around of tendon sutures of patients with damage to the flexor tendons and long thumb flexor tendon in 14 tendons dimensional polyacrylamide polymer with silver ions or hyaluronic acid made it possible to get 13 excellent and one satisfactory result.

Key words: tendons, posttraumatic regeneration, adhesions, prevention, medications.