

УДК: 612.755+616.74-018.38-089.84

© Григорьянц А.В., Дьяченко А.П., Фоминых Т.А., 2011

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА СУХОЖИЛЬНЫХ ШВОВ КЮНЕО И ДЬЯЧЕНКО**Григорьянц А.В., Дьяченко А.П., Фоминых Т.А.***ГУ «Крымский государственный медицинский университет им. С.П. Георгиевского»*

Григорьянц А.В., Дьяченко А.П., Фоминых Т.А. Экспериментально-морфологическая сравнительная оценка сухожильных швов Кюнео и Дьяченко // Украинський морфологічний альманах. – 2011. – Том 9, № 3. – С. 82-84.

В статье приведена сравнительная характеристика швов Кюнео и Дьяченко. Изучены основные свойства сухожильных швов (прочность, разволокняющий эффект, деформирующее действие, степень нарушения кровоснабжения сухожилия). Шов Дьяченко по всем изученным показателям превосходит популярный шов Кюнео.

Ключевые слова: шов сухожилия, эксперимент

Григор'янець А.В., Дьяченко О.П., Фоминых Т.А. Експериментально-морфологічна порівняльна оцінка сухожилкових швів Кюнео та Дьяченко // Український морфологічний альманах. – 2011. – Том 9, № 3. – С. 82-84.

У статті надана порівняльна характеристика сухожилкових швів Кюнео та Дьяченко. Були вивчені основні властивості швів (міцність, здатність до розволокнення та деформації сухожилля, ступінь порушення кровопостачання сухожилля). Шов Дьяченко перевершує популярний шов Кюнео по усім вивченим показникам.

Ключові слова: сухожилків шов, експеримент

Grigoryants A.V., Dyachenko A.P., Fominykh T.A. A comparative morphological assessment of Cuneo and dyachenko tendon sutures (An experimental study) // Український морфологічний альманах. – 2011. – Том 9, № 3. – С. 82-84.

A comparative analysis of Cuneo and Dyachenko tendon sutures is presented in the article. Principle characteristics of tendon sutures (strength, gap formation, deformation and tendon vascularity disorders) are examined. The Dyachenko suture excels popular Cuneo technique in all the tested characteristics.

Key words: tendon suture, experiment

Вступление. Результаты оперативного лечения травм сухожилий наряду со многими факторами, в значительной степени также зависят от избираемого способа тенорафии. В настоящее время большинство исследователей выделяют ряд свойств сухожильного шва (СШ), существенных для получения хорошего исхода тенорафии. В первую очередь, к ним относят прочность, минимальный разволокняющий эффект и минимальное расстройство сухожильного кровообращения [3, 7]. Высокая прочность шва и низкое разволокняющее действие способствуют сокращению срока иммобилизации, а сохранение сухожильного кровоснабжения обеспечивает полноценную репарацию поврежденного сухожилия [12, 16, 17].

В связи с этим **целью** настоящей работы явилось комплексное изучение свойств сухожильных швов Кюнео (ШК) и Дьяченко (ШД). Из 9 вариантов шва Дьяченко для сравнительной оценки выбран 1-ярусный 2-стежковый вариант [4].

Материал и методы. В ходе эксперимента изучены биомеханические свойства сухожильных швов (прочность, разволокняющий эффект, деформирующее действие), а также степень нарушения сухожильного кровоснабжения при использовании этих швов.

Биофизический эксперимент выполнен на 20 отрезках ахилловых сухожилий свежих трупов человека. Для изучения предела прочности рассеченное сухожилие сшивалось шелковой нитью № 1 (по классификации USP), прочностью которой составила $16,2 \pm 0,8$ Н ($n=10$, $P<0,001$). Сшитое сухожилие растягивалось динамометром до полного разрыва шва, фиксируя наибольшую нагрузку для данного образца. Предел прочности (σ) рассчитывали по формуле $\sigma = F/S$, где F – максимальная выдерживаемая нагрузка на сшитое сухожилие (Н), S – площадь поперечного сечения сшитого участка сухожилия ($см^2$).

Для изучения разволокняющего действия СШ сшитое сухожилие растягивали динамометром до субмаксимальных цифр (составляющих 90% от силы натяжения, при которой происходит разрыв шва)

после чего действие нагрузки прекращалось. Миллиметровой линейкой измерялся образующийся диастаз между соединенными концами нерастянутого сухожилия. Для оценки разволокняющего эффекта шва нами предложена формула расчета коэффициента разволокнения (G): $G = L/(F_c \times S)$, где L – расстояние между сухожильными концами сшитого сухожилия после воздействия на шов субмаксимальной нагрузки (см), F_c – субмаксимальная сила натяжения на сшитое сухожилие ($кН \times см^2$), S – площадь поперечного сечения сшитого участка сухожилия ($см^2$).

Деформацию сухожильного ствола после наложения СШ определяли вычислением относительной поперечной деформации (ϵ), которая показывает изменение поперечного размера сухожилия после натяжения. Относительную поперечную деформацию образца рассчитывали по формуле $\epsilon = \Delta d/d_1$, где ϵ – коэффициент относительной деформации сухожилия, Δd – величина изменения поперечного размера сухожилия при субмаксимальном натяжении (мм), d_1 – величина поперечного размера сухожилия до натяжения (мм) [2]. Кроме того, производили визуальную оценку деформации сухожильного ствола.

Морфологическая часть эксперимента выполнена на 30 кроликах. Лабораторные животные были поделены на 2 группы – экспериментальную (24 кролика) и контрольную (6 кроликов). В экспериментальной группе на рассеченное сухожилие глубокого сгибателя пальцев тазовой конечности кролика накладывался ШК (12) и ШД (12) с последующей иммобилизацией в течение 2-х недель. Материал изымался через 2 недели (серия А) и через 5 недель (серия Б) после экспериментальной тенорафии.

Непосредственно перед взятием материала у части животных экспериментальной группы (по 3 кролика в сериях А и Б после тенорафии ШК и ШД) производилась инъекция сосудов сухожилия по модифицированной методике Spalteholz [12]. После фиксации в формалине и просветления сухожильные отрезки изучались под микроскопом. На инъецированных и просветленных препаратах проксимальных и дистальных участков сухожилий экспери-

ментальной группы подсчитывали общее число сосудов (N_o), а также число сосудов малого (до 50 μm , N_m), среднего (50-100 μm , N_c) и крупного (> 100 μm , N_k) калибра на расстоянии 6 мм от области соединения [10]. Кроме того, устанавливали общее число сосудов, а также количество сосудов малого, среднего и крупного калибра в зоне рубца.

У остальной части подопытных животных спитые отрезки сухожилия изымались для гистологического исследования препаратов. На гистологических препаратах, окрашенных гематоксилином и эозином, производился подсчет относительной площади сосудов (S) в проксимальном и дистальном отрезках сухожилий. Кроме того, устанавливали относительную площадь сосудов в области рубца. Также определяли относительную площадь сосудов интактного

сухожилия. Измерения производили на микрофотографиях гистологических препаратов с помощью компьютерной программы Image Pro Plus 6.0.

Результаты исследования и их обсуждение. Основным требованием, предъявляемым к СШ, является прочность соединения. Высокая прочность шва позволяет сократить сроки иммобилизации конечности и способствует успешному исходу тенорафии в виде полного восстановления функции поврежденного сухожилия [1, 9, 11, 15, 16].

В результате эксперимента установлено, что ШД по прочности превосходит ШК приблизительно в 1,5 раза, выдерживая нагрузку в $54,88 \pm 2,94 \text{ Н/см}^2$ или $5,6 \text{ кг/см}^2$ (1 кг = 9,8 Н). Относительно низкую прочность показал ШК, предел прочности которого составил $36,26 \pm 5,52 \text{ Н/см}^2$ ($3,7 \text{ кг/см}^2$) (табл. 1).

Таблица 1. Показатели биомеханических свойств швов Кюнео и Дьяченко (n=20, P<0,01)

Биомеханическое свойство шва	Шов Кюнео	Шов Дьяченко
Предел прочности шва (Н/см ²)	$36,3 \pm 5,5^*$	$54,9 \pm 2,9^*$
Коэффициент разволокнения (см/кНхсм ²)	$41,8 \pm 3,4$	$10,8 \pm 1,4$
Коэффициент относительной деформации	$0,65 \pm 0,06$	$0,39 \pm 0,04$

Примечание: * - P<0,001

Разволокнение сухожилия отрицательно сказывается как на самом процессе регенерации сухожилия, так и в целом на восстановлении его утраченной функции. Разволокняющий эффект шва приводит к разрыву внутривольных сосудистых анастомозов, усугубляя нарушение кровоснабжения сухожилия после травмы. Кроме того, разволокнение и прорезывание нитью сухожильной ткани уменьшают прочность шва, а в послеоперационном периоде могут способствовать расхождению концов сухожилия при его натяжении [3, 14].

В результате проведенного исследования установлено, что ШД значительно в большей степени удовлетворяет требованию минимального разволокняющего действия, чем популярный ШК. Так, показатели коэффициента разволокнения при этих швах составили $41,8 \pm 3,4 \text{ см/кНхсм}^2$ и $10,8 \pm 1,4 \text{ см/кНхсм}^2$, соответственно, при ШК и ШД. Таким образом, разволокняющее действие при ШК выражено почти в 4 раза больше, чем при ШД. Изменение формы сухожильного ствола происходит вследствие его сдавливания шовным материалом при действии натяжения. Кроме того, деформация имеет место после разволокнения ткани сухожилия [8]. В этом случае следует говорить о необратимой деформации, в противоположность обратимой при сдавливании, когда форма сухожилия восстанавливает первоначальную форму после прекращения действия натяжения.

Изучение деформирующего эффекта сухожильных швов выявило преимущество ШД. Показатель относительной поперечной деформации последнего составил $0,39 \pm 0,04$. Тот же показатель при ШК равнялся $0,65 \pm 0,06$. Таким образом, деформация сухожилия, наблюдаемая при ШК в 1,7 раза бо-

лее выражена, чем при ШД.

Следует отметить, что при ШД деформация сухожилия возникает лишь при действии нагрузки свыше 25-30 Н. При этом сухожилие уплощается и на поперечном сечении приобретает овальную форму. Однако, сухожилие восстанавливает первоначальную форму после прекращения действия нагрузки.

Более резкие изменения формы сухожильного ствола определяются при использовании тенорафии способом Кюнео. Несколько уплощенное сухожилие, наблюдаемое непосредственно после наложения шва, становится утолщенным, «гофрированным». Резко нарушается гладкая поверхность сухожильного ствола. В расслабленном состоянии сухожильный ствол остаётся деформированным. Многие исследователи в своих работах упоминали об этом недостатке ШК. [5, 6, 7].

Существенным требованием к СШ является также минимальное нарушение внутривольного кровоснабжения, поскольку нарушенное питание сухожилия замедляет регенерацию поврежденного сухожилия. Расстройство кровообращения в спитом сухожилии происходит по двум причинам: 1) сосуды могут быть сдавлены уплотненной сухожильной тканью при деформации; 2) сосуды могут быть повреждены шовным материалом при разволокняющем действии шва [12].

На препаратах просветленных интактных сухожилий сосуды размером до 50 μm составляют в среднем около 79,4%, сосуды диаметром 50-100 μm – 20,0%, сосуды >100 μm – 0,6%. Относительная площадь сосудов в интактном сухожилии при этом составила $0,76 \pm 0,10\%$ (табл. 2).

Таблица 2. Показатели сосудистого русла сухожилия в контрольной группе (n=6, P<0,05)

N_m (до 50 μm)	N_c (50-100 μm)	N_k (> 100 μm)	N_o	S (%)
$25,4 \pm 2,3$	$6,4 \pm 0,5$	$0,2 \pm 0,2$	$\approx 32,0$	$0,76 \pm 0,10$

Сухожильный шов изменяет сосудистое русло поврежденного сухожилия в разной степени, усугубляя расстройство кровоснабжения, вызванное травмой не только сухожилия, но и окружающих его тканей, в том числе сосудов. Установлено, что несмотря на повреждение внесухожильных сосудистых

стволов сухожилие реагирует на травму усилением внутривольного кровообращения, главным образом в виде раскрытия межсосудистых анастомозов [13].

Так, несмотря на отрицательное действие ШК и ШД на сосудистое русло сухожилия в серии А при

єтих швах обнаружено примерно то же число сосудов (ШК $\approx 33,1$, ШД $\approx 34,0$), что и в интактных сухожилиях ($\approx 32,0$) (табл. 3). Однако, при ШД сосуды среднего и крупного калибра составили, соответственно, 24,4% и 0,6%. При ШК 23,0% всех сосудов имели диаметр 50-100 μm , что также превышает число сосудов среднего калибра в интактном сухожилии.

Более показательны цифры относительной площади сосудов сухожилия на 2-й неделе после экспериментальной тенорафии ШК и ШД. Как видно из таблицы, показатель S при ШК (0,70%) уступает аналогичному параметру при ШД (0,82%). Интересно отметить, что после наложения ШК показа-

тель S снижается по сравнению с аналогичными цифрами интактных сухожилий в среднем на 0,06%, а после ШД – повышается на 0,06%. Обнаруженные данные свидетельствуют о том, что ШД нарушает кровоснабжение в сухожилии в меньшей степени, чем ШК.

На 5-й неделе эксперимента в области сухожильных отрезков существенного изменения в числе сосудов обнаружено не было. Относительная доля сосудов среднего и крупного калибра в общем количестве сосудов в серии Б составила 23,4% и 0,6% при ШК и 22,2% и 1,4% – при ШД. Основную часть визуализируемых сосудов как при ШК так и при ШД составили сосуды диаметром до 50 μm .

Таблица 3. Показатели сосудистого русла сухожилия в экспериментальной группе (n=24, P<0,05)

Вид шва	Серия	Участок спитого сухожилия	N _н	N _с	N _к	N _б	S (%)
ШК	А	Сухожилие	25,5 ± 2,9	7,6 ± 0,6	–	≈ 33,1	0,70 ± 0,08
		Регенерат	15,8 ± 6,1	5,6 ± 0,6	0,2 ± 0,2	≈ 21,6	1,05 ± 0,08
	Б	Сухожилие	23,7 ± 1,6	7,3 ± 0,7	0,2 ± 0,2	≈ 31,2	0,72 ± 0,08
		Регенерат	31,4 ± 3,8	8,3 ± 2,3	0,4 ± 0,2	≈ 40,1	1,21 ± 0,08
ШД	А	Сухожилие	25,5 ± 1,8	8,3 ± 2,1	0,2 ± 0,2	≈ 34,0	0,82 ± 0,06
		Регенерат	35,2 ± 6,6	7,6 ± 2,6	0,4 ± 0,2	≈ 43,2	1,76 ± 0,33
	Б	Сухожилие	21,7 ± 2,8	6,3 ± 1,8	0,4 ± 0,2	≈ 28,4	0,80 ± 0,11
		Регенерат	27,5 ± 3,3	8,2 ± 0,7	0,4 ± 0,2	≈ 36,1	1,84 ± 0,33

Изменение относительной площади сосудов сухожилия в серии Б при ШК (0,72 ± 0,08%) и ШД (0,80 ± 0,11%) также несущественно по сравнению с аналогичными показателями в серии А. Тем не менее, в сравнении с показателем S интактных сухожилий данный параметр на 5-й неделе эксперимента при ШК уменьшился в среднем на 0,04%, а при ШД – увеличился в среднем на 0,04%.

Состояние сосудистого русла области рубца после тенорафии также указывает на превосходство ШД над ШК. Так, в серии А при ШД ($\approx 43,2$) в области рубца обнаруживается в 2 раза большее количество сосудов, чем при ШК ($\approx 21,6$). На 5-й неделе после тенорафии эти показатели несколько выравниваются, с незначительным, однако, преимуществом ШД. Показатели S области регенерата при этом в обеих сериях эксперимента превышают аналогичные показатели участка сухожилия как после тенорафии так и в интактном сухожилии.

Таким образом, состояние сосудистого русла на участках спитых сухожилий, а также в области рубца при изученных швах свидетельствует о превосходстве ШД над ШК. В целом, ШД в большей степени удовлетворяет требованию минимального нарушения кровоснабжения спиваемого сухожилия, чем ШК.

Выводы:

1. Сухожильный шов Дьяченко ($\sigma = 54,9 \text{ Н/см}^2$) в 1,5 раза превышает по прочности шов Кюнео ($\sigma = 36,3 \text{ Н/см}^2$).
2. Разволокняющий эффект шва Кюнео ($G = 41,8 \text{ см/кНхсм}^2$) выражен почти в 4 раза сильнее, чем при шве Дьяченко ($G = 10,8 \text{ см/кНхсм}^2$).
3. При шве Кюнео ($\epsilon = 0,65$) наблюдается в 1,7 раза более выраженное изменение формы сухожильного ствола, чем при шве Дьяченко ($\epsilon = 0,39$).
4. Сухожильный шов Дьяченко в большей степени удовлетворяет требованию минимального нарушения кровоснабжения, чем шов Кюнео. Количественные показатели сосудистого русла при шве Кюнео уступают аналогичным показателям при шве Дьяченко.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Белоусов А.Е. Микрохирургия в травматологии / А.Е. Белоусов, С.С. Ткаченко. – Л.: Медицина, 1988. – 223 с.

2. Березовский В.А. Биофизические характеристики тканей человека: справочник. / В.А. Березовский, Н.Н. Колотилков – К.: Наукова думка, 1990. – 224 с.
3. Волкова А.М. Хирургия кисти. Т. 1. / А.М. Волкова. – Екатеринбург: Средн-Урал. кн. изд-во, 1991. – 304 с.
4. Григорьянц А.В. Оперативная техника наложения шва сухожилия по А.П. Дьяченко / А.В. Григорьянц // Вісник проблем біології і медицини. – 2007. – Вип. 1. – С. 183-185.
5. Дольнишкий О.В. Результаты первичного шва сухожильний сгибателей пальцев кисти у детей / О.В. Дольнишкий, А.А. Данилов // Ортопедия, травматология и протезирование. – 1981. – № 1. – С. 19-22.
6. Золотов А.С. Шов сухожильний разгибателей пальцев кисти с позиций принципа минимального нарушения кровоснабжения тканей / А.С. Золотов, С.С. Голубев, В.Н. Зеленин, В.А. Сороковиков // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2006. – № 3. – С. 66-69.
7. Семенов Г.М. Хирургический шов / Геннадий Михайлович Семенов. – С-Пб.: Питер, 2002. – 256 с.
8. Фурманов А.Ю. Сравнительная оценка деформации сухожильной ткани после наложения различных видов сухожильных швов / А.Ю. Фурманов // Український медичний часопис. – 2000. – № 4. – 134-136.
9. Aoki M. Early active motion and weightbearing after cross-stitch Achilles tendon repair / M. Aoki, N. Ogiwara, T. Ohta, Y. Nabeta // Am J Sports Med. – 1998. – Vol. 26, № 6. – P. 794-800.
10. Carr A.J. The blood supply of the calcaneal tendon / A.J. Carr, S.H. Norris // J Bone Joint Surg Br. – 1989. – Vol. 71-B, № 1. – P. 100-101.
11. Dubert T. Current techniques for primary flexor tendon repair / T. Dubert // Chir Main. – 2002. – Vol. 21, № 4. – P. 218-224.
12. Fenwick S.A. The vasculature and its role in the damaged and healing tendon / S.A. Fenwick, B.L. Hazleman, G.P. Riley // Arthritis Res. – 2002. – Vol. 4, № 4. – P. 252-260.
13. Gelberman R.H. The influence of protected passive mobilization on the healing of flexor tendons: a biochemical and microangiographic study / R.H. Gelberman, D. Amifil, M. Gonsalves, S. Woo, W.H. Akeson // Hand. – 1981. – № 13. – P. 120-128.
14. Kim H.M. Technical and biological modifications for enhanced flexor tendon repair / H.M. Kim, G. Nelson, S. Thomopoulos, M.J. Silva, R. Das, R.H. Gelberman // J Hand Surg Am. – 2010. – Vol. 35, № 6. – P. 1031-1037.
15. Mortensen H.M. Early motion of the ankle after operative treatment of a rupture of the Achilles tendon. A prospective, randomized clinical and radiographic study / H.M. Mortensen, O. Skov, P.E. Jensen // J Bone Joint Surg Am. – 1999. – Vol. 81, № 7. – P. 983-990.
16. Pettengill K.M. The evolution of early mobilization of the repaired flexor tendon / K.M. Pettengill // J Hand Ther. – 2005. – Vol. 18, № 2. – P. 157-168.
17. Troop R.L. Early motion after repair of Achilles tendon ruptures / R.L. Troop, G.M. Losse, J.G. Lane, D.B. Robertson, P.S. Hastings, M.E. Howard // Foot Ankle Int. – 1995. – Vol. 16, № 11. – P. 705-709.

Надійшла 14.09.2011 р.
Рецензент: проф. В.І.Лузін