

ОРИГИНАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

Научная статья

УДК 611.9(075.8)

doi:10.18499/2225-7357-2022-11-1-36-43

14.03.01 – анатомия человека



Различия и закономерности макромикроскопического строения сухожилий конечностей

И. И. Каган[✉], В. В. Ивлев, А. М. Гурьянов

Оренбургский государственный медицинский университет, Оренбург, Россия

Аннотация. Цель исследования – представление различий и закономерностей в макромикроскопическом строении сухожилий мышц конечностей, выявленных путем сравнительного анализа и обобщения выполненных исследований.

Материал и методы. Исследованы поперечные гистотопограммы 519 сухожилий 17 различных мышц верхних и нижних конечностей, полученных от 93 трупов людей и от ампутированных конечностей 10 оперированных пациентов. Поперечные срезы сухожилий толщиной до 20 мкм окрашивали пикрофуксином по Ван-Гизону и гематоксилином–эозином. Изучение и фотографирование гистотопограмм проводили с использованием стереоскопического микроскопа МБС-10.

Результаты. Получены обобщенные данные о макромикроскопическом строении сухожилий конечностей. Установлены общие закономерности внутреннего макромикроскопического строения сухожилий. Показано их прикладное значение для совершенствования восстановительной микрохирургии сухожилий. Выявлены индивидуальные различия и различия между сухожилиями разных мышц на уровне строения сухожильных пучков: количество, размеры, архитектура сухожильных пучков 1-го порядка. Сухожильные пучки 1-го порядка являются главной структурной единицей макромикроскопического строения сухожилий мышц конечностей. В зависимости от размеров площади поперечного сечения они могут быть разделены на мелкие (0,004–0,009 мм²), средние (0,01–0,04 мм²), крупные (0,05–0,09 мм²) и очень крупные (0,1–0,5 мм²). Обнаружены различия в количестве, соотношении и архитектонике сухожильных пучков на разных уровнях одного сухожилия, что позволяет предполагать существование деления и слияния сухожильных пучков 1-го порядка на протяжении сухожилия.

Заключение. Макромикроскопическое строение сухожилий мышц верхней и нижней конечности наряду с особенностями и различиями строения сухожилий разных мышц обнаруживает общие закономерности пучкового строения, имеющие теоретическое и прикладное значение.

Ключевые слова: сухожилия конечностей, макромикроскопическое строение, сухожильные пучки

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Каган И.И., Ивлев В.В., Гурьянов А.М. Различия и закономерности макромикроскопического строения сухожилий конечностей // Журнал анатомии и гистопатологии. 2022. Т. 11, №1. С. 36–43. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2022-11-1-36-43>

ORIGINAL ARTICLES

Original article

Differences and regularities of the macro- and microscopic structure of the limb tendons

I.I. Kagan[✉], V.V. Ivlev, A.M. Gur'yanov

Orenburg State Medical University, Orenburg, Russia

Abstract. The aim of the study was to present differences and regularities in the macro- and microscopic structure of the muscle tendons of the limbs identified by comparative analysis and generalization of the obtained findings.

Material and methods. The study included transverse histotopograms of 519 tendons of 17 different muscles of the upper and lower limbs. Histotopograms were received from 93 human cadavers and amputated limbs of 10 patients. Transverse sections of tendons up to 20 μm thick were stained with picrofuchsin according to Van Gieson, and hematoxylin–eosin. Histotopograms were studied and photographed using a stereoscopic microscope MBS-10.

Results. The authors have generalized data on the macro- and microscopic structure of the limb tendons. General regularities of the internal macro- and microscopic structure of the tendons have been specified. It has been demonstrated that these regularities are of applied relevance for improvement of restorative tendon micro-surgery. Individual differences and differences between the tendons of different muscles at the structural level were revealed: the number, size, architectonics of the tendon bundles of the 1st order. Tendon bundles of the 1st order are the main structural units of the macro- and microscopic structure of the limb muscle tendons. Depending on the size of the cross-sectional area, they can be divided into small (0.004–0.009 mm²), medium (0.01–0.04 mm²), large (0.05–0.09 mm²) and very large (0.1–0.5 mm²). There were detected differences in the number, ratio and architectonics of the tendon bundles at different levels within one tendon; this allows assuming division and fusion of tendon bundles of the 1st order throughout the tendon.

Conclusion. The macro- and microscopic structure of the muscle tendons of the upper and lower limbs demonstrates general regularities and differences in the structure of the various muscle tendons, the fact being of theoretical and applied significance.

Key words: muscle tendons of the limbs, macro- and microscopic structure, tendon bundles

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interests.

For citation: Kagan I.I., Ivlev V.V., Gur'yanov A.M. Differences and regularities of the macro- and microscopic structure of the limb tendons. Journal of Anatomy and Histopathology. 2022. Т. 11, №1. С. 36–43. <https://doi.org/10.18499/2225-7357-2022-11-1-36-43>

Введение

Анализ литературы по морфологии сухожилий мышц конечностей выявляет разную степень изученности макро- и микроскопической анатомии, описания разных групп и отдельных сухожилий конечностей. Хорошо изучена макроскопическая анатомия и топография сухожилий, сведения о которых отражены в целом ряде анатомических руководств [11, 12, 18, 23], гистологическое и субмикроскопическое строение сухожилий как разновидности плотной волокнистой оформленной соединительной ткани ее сухожильных волокон [1, 4, 6, 13, 15]. На этом фоне особенно отчетливо проявляется недостаточность данных по макромикроскопическому, прежде всего, пучковому строению сухожилий конечностей, в которых лишь выделяются сухожильные пучки 1-го, 2-го, 3-го и 4-го порядков [4, 15]. Кроме того, обращает на себя внимание неравномерность степени изученности сухожилий разных групп мышц конечностей. Преимущественное внимание уделено сухожилиям мышц пальцев кисти [2, 5, 7, 8] и пяточному сухожилию [6, 19, 20, 21, 22, 25] как группам и сухожилиям, имеющим наибольшее клиническое значение, прежде всего в травматологии [3], тогда как макромикроскопическое строение других групп сухожилий характеризуется недостаточной изученностью. Имеются различия в определении терминов оболочек сухожилий в разных терминологических изданиях [17, 24]. Практическая необходимость изучения макромикроскопического строения сухожильных пучков, их различий, архитектоники сухожильных пучков и оболочек сухожилий определяется развитием микрохирургических технологий в травматологии [3, 9, 14].

Цель статьи – представление различий и закономерностей в макромикроскопическом строении сухожилий мышц конечностей, выявленных путем сравнительного анализа и обобщения выполненных исследований.

Материал и методы исследования

Материал получен в патологоанатомических отделениях лечебных учреждений города Оренбурга от 93 трупов людей обоего пола в возрасте от 18 до 84 лет, погибших от причин, не связанных с патологией конечностей, и сегментов конечностей после ампутаций по медицинским показаниям от 10 оперированных больных. Взятие материала проводили в соответствии со статьей 68 «Использование тела, органов и тканей умершего человека» Федерального закона «Об основах охраны здоровья граждан Российской Федерации». При получении материала ампутированных конечностей от живых лиц получено информированное согласие на проведение исследования. На заседании этического комитета установлено соответствие исследования принятым этическим принципам и нормам (протокол заседания локального этического комитета ФГБОУ ВО ОрГМУ Минздрава РФ № 138 от 01.04.2016). Исследования проводились на кафедре оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова, кафедре травматологии и ортопедии, клинических базах Оренбургского государственного медицинского университета. Всего изучено 519 сухожилий 17 наименований мышц конечностей (8 наименований мышц верхних конечностей и 9 наименований мышц нижних конечностей). Поперечные срезы сухожилий толщиной до 20 мкм окрашивали пикрофуксин по Ван-Гизону (ВитаХим, Пермь, Россия; Рапгеас, Канада), а также гематоксилином и эозином (АО «Вектон», Санкт-Петербург, Россия; Фэдза Сейфти Рейзор Ко Лтд, Япония). Изучение и фотографирование гистотопограмм проводили через стереоскопический микроскоп МБС-10 фирмы ЛОМО (Санкт-Петербург, Россия) при 12- и 24-кратных увеличениях. Все количественные показатели подвергали вариационно-статистической обработке, включающей определение максимального (Max),

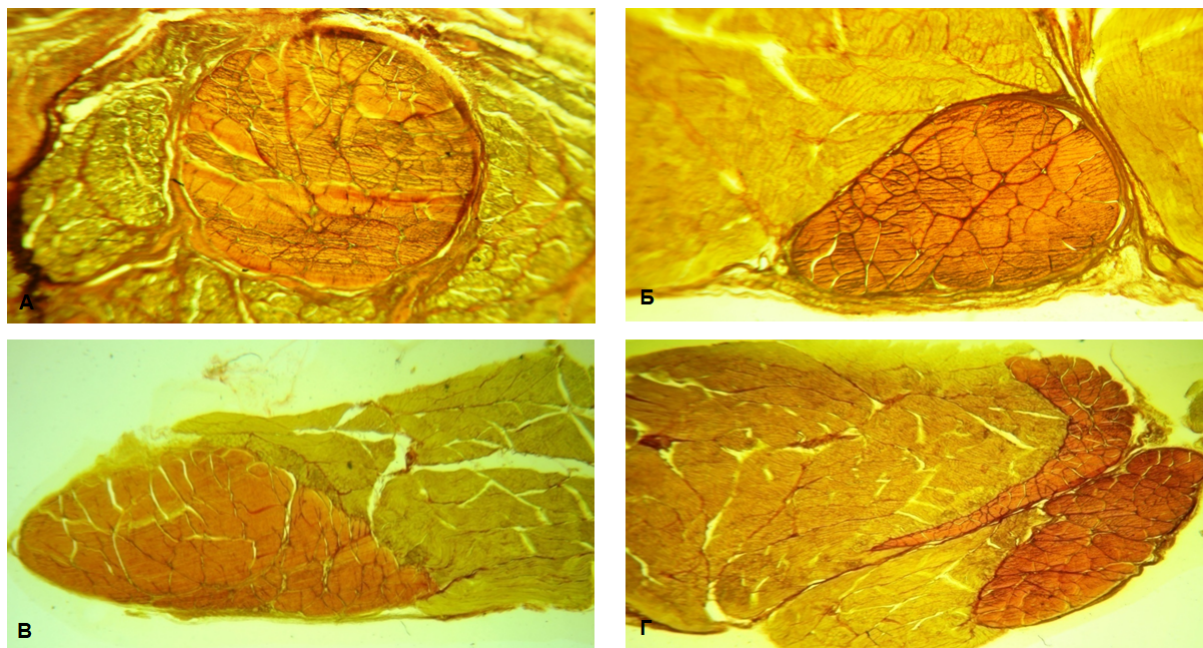


Рис. 1. Различия расположения в мышцах мышечно-сухожильного перехода. Варианты расположения сухожилия: А – внутри мышцы, Б и В – краевое расположение, Г – разделенное начало сухожилия. Поперечные гистотопограммы. Окраска по Ван-Гизону. Ок. 6, об.2.

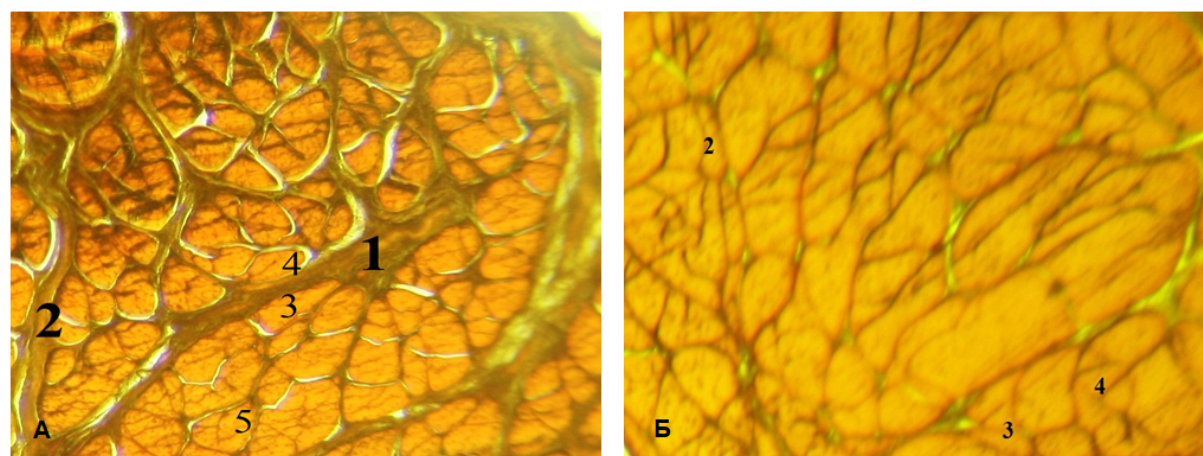


Рис. 2. Различия формы и размеров сухожильных пучков 1-го порядка. Обозначения: А. 1, 2 – соединительнотканная оболочка сухожилия, 3 – сухожильный пучок 1-го порядка, 5 – сухожильный пучок 2-го порядка, Б. 2, 3, 4 – сухожильные пучки 1-го порядка. Поперечные гистотопограммы. Окраска по Ван-Гизону. Ок. 6, об. 4.

минимального (Min) значений, средней величины (X), ошибки средней (Sx). Статистическую обработку проводили при помощи программы Microsoft Excel из пакета программ Microsoft Office 2000.

Результаты и их обсуждение

Мышечно-сухожильный переход на поперечных срезах мышечной части сухожилий имеет вид четкой, гладкой линии, начало сухожилия может располагаться внутри мышцы, у ее бокового края или быть разделенным на части (рис. 1). Эти различия во многом связаны с формой самой мышцы. Самая начальная часть сухожилия представлена компактными скоплениями крупных сухожильных пучков, которые вскоре делятся на сухожильные пучки 1-го порядка.

Изучение гистотопограмм сухожилий разных мышц показало, что сухожильные пучки 1-го порядка являются главной структурной единицей макромикроскопического строения сухожилий мышц конечностей.

Форма сухожильных пучков 1-го порядка в поперечном сечении может быть различной: близкой к треугольной, прямоугольной или неправильно многоугольной, что обеспечивает их взаимное плотное прилегание в сухожилии (рис. 2).

В зависимости от размеров площади поперечного сечения сухожильные пучки 1-го порядка могут быть разделены на мелкие ($0,004\text{--}0,009\text{ мм}^2$), средние ($0,01\text{--}0,04\text{ мм}^2$), крупные ($0,05\text{--}0,09\text{ мм}^2$) и очень крупные ($0,1\text{--}0,5\text{ мм}^2$, встречаются только в пяточном сухожилии). Количественные соотношения разных групп сухожильных пучков 1-го

Таблица 1

Количественные различия сухожильных пучков 1-го порядка в сухожилиях мышц предплечья и пальцев кисти ($X \pm Sx$)

Наименование сухожилий	Всего пучков, (шт.)	Мелкие пучки, (шт.)	%	Средние пучки, (шт.)	%	Крупные пучки, (шт.)	%
Локтевого сгибателя запястья	191±41	129±31	67,5	36±6	18,8	26±4	13,6
Лучевого сгибателя запястья	284±48	207±39	72,9	40±6	14,1	37±3	13,0
Короткого лучевого разгибателя запястья	205±42	112±28	54,6	45±1	22,0	48±13	23,4
Локтевого разгибателя запястья	374±90	250±54	66,8	76±23	20,3	48±13	12,8
Поверхностного сгибателя 2-го пальца кисти	277±79	225±64	81,2	31±8	11,2	21±7	7,6
Поверхностного сгибателя 3-го пальца кисти	229±41	186±34	81,2	26±4	11,3	17±3	7,4
Поверхностного сгибателя 4-го пальца кисти	317±42	264±33	83,2	35±7	11,0	18±2	5,7
Глубокого сгибателя 2-го пальца кисти	302±63	240±42	79,5	35±10	11,6	27±11	8,9
Глубокого сгибателя 3-го пальца кисти	333±30	263±22	79,0	39±4	11,7	31±4	9,3
Глубокого сгибателя 4-го пальца кисти	547±63	444±56	81,2	62±2	11,3	41±5	7,5
Глубокого сгибателя 5-го пальца кисти	492±59	354±21	71,9	96±29	19,5	42±9	8,5
Длинного сгибателя большого пальца кисти	640±45	462±30	72,2	116±10	18,1	62±5	9,7

порядка показаны на примере сухожилий мышц верхней конечности в табл. 1.

Из данных таблицы следует, что в представленных сухожилиях мышц верхней конечности (как и в сухожилиях мышц нижней конечности) преобладают мелкие сухожильные пучки. Вместе с тем, в более крупных сухожилиях увеличивается количество средних и крупных сухожильных пучков.

Архитектоника пучковой структуры сухожилий мышц конечностей не имеет четкой закономерности в расположении пучков, за исключением крупных сухожилий, в которых выделяется слой поверхностных сухожильных пучков, расположенный по внешнему контуру сухожилия.

В сухожилиях мышц нижней конечности преобладают сухожильные пучки 1-го порядка, имеющие большую площадь и преимущественно прямоугольную форму в поперечном сечении по сравнению с сухожилиями мышц верхней конечности.

Сухожильные пучки 2-го и 3-го порядков объединяют разные по количеству группы сухожильных пучков соответственно 1-го или 2-го порядка. Они разделены более толстыми соединительнотканными прослойками, составляющими перитендиний. При этом, сухожильные пучки 2-го порядка могут занимать как внутреннее, так и краевое положение, тогда как сухожильные пучки 3-го порядка покрываются перитендинием, проходящим сквозь весь поперечник сухожилия, и имеют поверхность, покрытые эпитендинием.

Между сухожилиями разных мышц верхней и нижней конечности помимо известных различий в макроскопической форме

и размерах, имеются различия во внутреннем строении, выражающиеся в наличии сухожильных пучков 2-го и 3-го порядков в крупных сухожилиях мышц плеча, предплечья, бедра и голени, а также в разной архитектонике, уменьшении количества и калибра сухожильных пучков в сухожилиях мышц пальцев кисти и стопы (рис. 3).

Особое место среди сухожилий мышц конечностей занимает пяточное сухожилие (рис. 4), которое отличается более крупными сухожильными пучками 1-го порядка, наличием большого количества сухожильных пучков 2-го порядка, расположением впереди сухожилия клетчаточного пространства (в литературе – жировая подушка Кергера). Это клетчаточное пространство содержит кроме жировой ткани, кровеносные сосуды и нервы, ограничено глубоким фасциальным листком собственной фасции голени. Его целесообразно именовать предсухожильным клетчаточным пространством голени (*spatium cellulosum pretendinosum cruris*).

Индивидуальные различия в строении сухожилия каждой мышцы конечностей проявляются различиями в архитектонике сухожилия, в форме, количестве и калибре сухожильных пучков 1-го порядка, в формировании сухожильных пучков 2-го и 3-го порядков.

Важной особенностью, обнаруженной при сравнительном подсчете количества сухожильных пучков 1-го порядка, являются различия в количестве, соотношении и архитектонике сухожильных пучков на разных уровнях одного сухожилия, выражающиеся как увеличением, так и уменьшением их

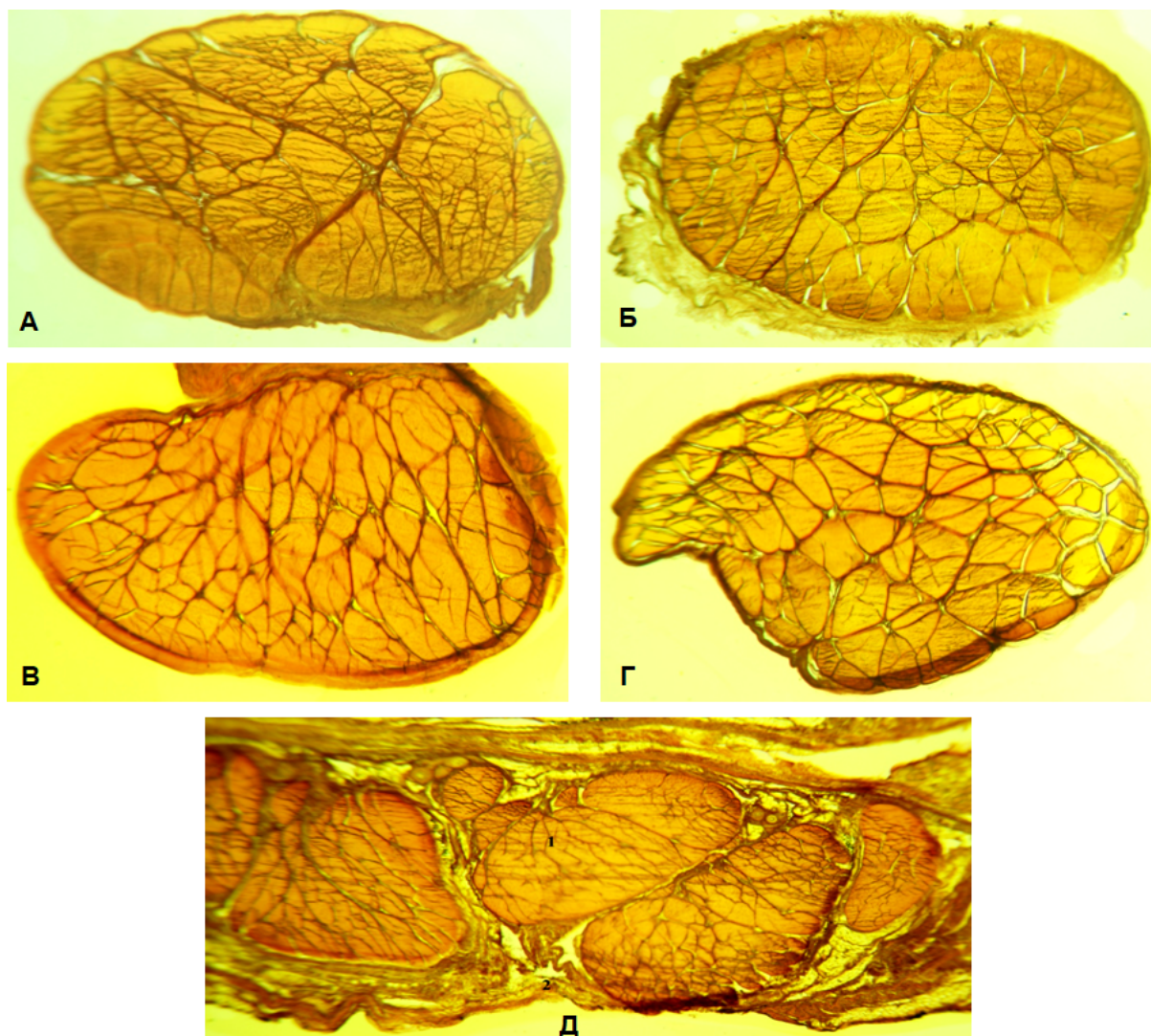


Рис. 3. Различия внутренней пучковой архитектоники сухожилий разных мышц конечностей. А – сухожилие лучевого сгибателя запястья, Б – сухожилие лучевого разгибателя запястья, В – сухожилие поверхностного сгибателя 2-го пальца кисти, Г – сухожилие поверхностного сгибателя 4-го пальца кисти, Д – сухожилие короткого разгибателя пальцев стопы. Поперечные гистотопограммы. Окраска по Ван-Гизону. Ок.6, об.2.

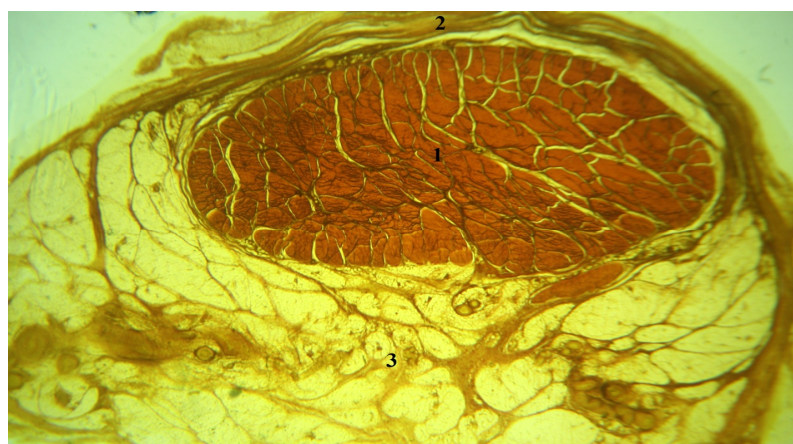


Рис. 4. Пяточное сухожилие и предсухожильное клетчаточное пространство голени (Кегера). Поперечная гистотопограмма. Окраска по Ван-Гизону. Ок.6, об. 2.

количества, что позволяет предполагать о существовании деления и слияния сухожильных пучков 1-го порядка на протяжении сухожилия (рис. 5).

Выявленные индивидуальные различия в пучковом строении сухожилий конечностей, данные о макромикроскопической анатомии

сухожильных пучков 1-го порядка, их морфометрической классификации, количественных соотношениях в сухожилиях разных мышц верхней и нижней конечностей позволяют включить сухожилия в общую систему органов и анатомических структур тела, для которых характерна индивидуальная

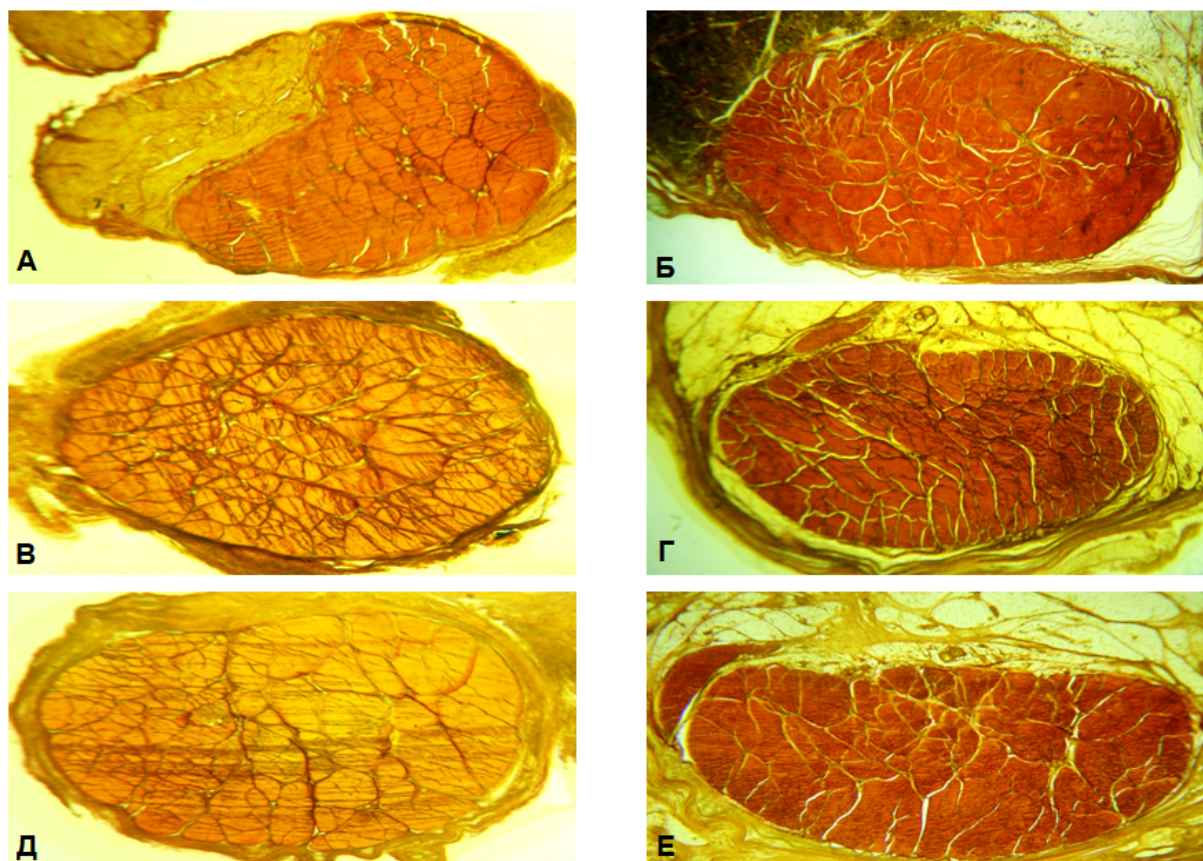


Рис. 5. Различия в количестве и архитектонике сухожильных пучков на протяжении сухожилий. А, В, Д – сухожилие лучевого сгибателя запястья в верхней, средней и нижней трети соответственно, Б, Г, Е – пяточное сухожилие в верхней, средней и нижней трети соответственно. Окраска по Ван-Гизону. Ок.б, об. 2.

анатомическая изменчивость. В этом можно видеть фундаментальное значение сведений о макромикроскопической анатомии сухожилий мышц конечностей. Данные о макромикроскопическом строении сухожилий конечностей могут представлять и практический интерес при обосновании и разработке микрохирургических сухожильных швов и других операций на сухожилиях.

На наш взгляд, необходимо уточнить определения следующих оболочек сухожилий: эпитеنديния, перитеنديния и эндотендиния. Необходимость таких уточнений связана с наличием некоторых разночтений в их определениях. Так, в Международной гистологической номенклатуре перитеنديний показан в одной строке с паратендинием, в результате чего эти термины могут трактоваться как синонимы [24]. В Энциклопедическом словаре медицинских терминов перитеنديний определяется как «соединительнотканная оболочка сухожилия», эндотендиний – как «рыхлая волокнистая соединительная ткань в составе сухожилия, разделяющая в виде тонких прослоек сухожильные пучки второго порядка», а эпитеنديний вообще отсутствует, хотя в Международной гистологической номенклатуре он есть [17].

Среди соединительных оболочек и прослоек соединительной ткани сухожилия целе-

сообразно различать: эпитеنديний – оболочку всего сухожилия, перитеنديний – оболочки сухожильных пучков 2-го и 3-го порядков, эндотендиний – соединительные прослойки между сухожильными пучками 1-го порядка, паратендиний – рыхлую неоформленную соединительную ткань, окружающую сухожилие. У сухожилий, расположенных более поверхностно в топографо-анатомической области (например, пяточного сухожилия), эпитеنديний может срастаться с собственной фасцией или с одним из ее фасциальных листков.

Новой и интересной в практическом отношении является особенность, состоящая в наличии количественных различий в пучковом строении на протяжении сухожилия, что может указывать на деление и объединение сухожильных пучков 1-го порядка по ходу сухожилия. Она может рассматриваться как составная часть макромикроскопической анатомии сухожилий, являющейся анатомической основой микрохирургического шва сухожилия. В этом проявляется существенное прикладное значение современных данных о пучковом строении сухожилий конечностей [5], тем более, что данные литературы свидетельствуют об интенсивном развитии микрохирургических технологий, в том числе и при разработке восстановительных микрохирургических операций в травматологии [3, 10, 14].

Заключение

Таким образом, в макромикроскопическом строении сухожилий верхней и нижней конечности наряду с особенностями и различиями строения сухожилий разных мышц обнаруживаются общие закономерности пучкового строения, имеющие теоретическое и прикладное значение.

Список источников / References

1. Алексеенко Б.А. Аппарат связи мышечных и сухожильных волокон. Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 1941;4:384–6 [Aleksenko BA. Apparat svyazi myshechnykh i sukhozhil'nykh volokon. Byulleten' eksperimental'noi biologii i meditsiny. 1941;4:384–6] (in Russian).
2. Байтингер В.Ф., Голубев И.О. Очерки клинической анатомии кисти. Томск: Дельтаплан, 2012 [Baitinger VF, Golubev IO. Ocherki klinicheskoi anatomii kisti. Tomsk: Del'taplan, 2012] (in Russian).
3. Белоусов А.Е., Ткаченко С.С. Микрохирургия в травматологии. Ленинград: Медицина; 1988 [Belousov AE, Tkachenko SS. Mikrokhirurgiya v travmatologii. Leningrad: Meditsina; 1988] (in Russian).
4. Брянцева Л.Н., Козлов В.И. Сухожилия. Большая медицинская энциклопедия. В 30-и т. Гл. ред. Б.В. Петровский. 3-е изд. М.: Советская Энциклопедия; 24; 1985: 387–91 [Bryantseva LN, Kozlov VI. Sukhozhiya. Bol'shaya meditsinskaya entsiklopediya. V 30-i t. Gl. red. B.V. Petrovskii. 3-e izd. Moscow: Sovetskaya Entsiklopediya; 24; 1985: 387–91] (in Russian).
5. Голубев И.О. Хирургический взгляд на анатомию сухожилий сгибателей пальцев кисти. Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2008;3(26):14–9 [Golubev IO. Surgical View on the Anatomy of Hand Fingers Flexors Tendons. Issues of Reconstructive and Plastic Surgery. 2008;3(26):14–19] (in Russian).
6. Грицук А.А., Серeda А.П. Ахиллово сухожилие. М.: РАЕН; 2010. [Gritsyuk AA, Sereda AP. Akhillovo sukhozhilie. Moscow: RAEN; 2010] (in Russian).
7. Зайцев Г.П. Сухожильные влагалища кисти и пальцев. Новый хирургический архив. 1934;120:487–91 [Zaitsev G.P. Sukhozhi'nye vlagalishcha kisti i pal'tsev. Novyi khirurgicheskii arkhiv. 1934;120:487–91] (in Russian).
8. Ильина Е.И. Кровоснабжение сухожилий сгибателей пальцев кисти у человека. Автореф. дис.... канд.мед.наук. Омск, 1958 [Il'ina EI. Krovosnabzhenie sukhozhilii sgibatelei pal'tsev kisti u cheloveka. Avtoref. dis.... kand.med.nauk. Omsk, 1958] (in Russian).
9. Кирпатовский И.Д., Смирнова Э.Д. Клиническая анатомия. Книга II. Верхняя и нижняя конечности. М.: Мед. информ. агентство; 2003 [Kirpatovskii ID, Smirnova ED. Klinicheskaya anatomiya. Kniga II. Verkhnyaya i nizhnyaya konechnosti. Moscow: Med. inform. agentstvo; 2003] (in Russian).
10. Кирпатовский И.Д., Смирнова Э.Д. Основы микрохирургической техники. М.: Медицина; 1978 [Kirpatovskii ID, Smirnova ED. Osnovy mikrokhirurgicheskoi tekhniki. M.: Meditsina; 1978] (in Russian).
11. Кованов В.В., Травин А.А. Хирургическая анатомия верхней конечности. М.: Медицина; 1965 [Kovanov VV, Travin AA. Khirurgicheskaya anatomiya verkhnei konechnosti. Moscow: Meditsina; 1965] (in Russian).
12. Кованов В.В., Травин А.А. Хирургическая анатомия нижней конечности. М.: Медицина; 1963 [Kovanov VV, Travin AA. Khirurgicheskaya anatomiya nizhnei konechnosti. Moscow: Meditsina; 1963] (in Russian).
13. Орловская Г.В., Зайдес А.Л., Тустановский А.А. Микроскопическое и субмикроскопическое строение коллагеновых пучков сухожилий. Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1956;3(3):10–25 [Orlovskaya GV, Zaides AL, Tustanovskii AA. Mikroskopicheskoe i submikroskopicheskoe stroenie kollagenovykh puchkov sukhozhilii. Arkhiv anatomii, gistologii i embriologii. 1956;3(3):10–25] (in Russian).
14. Петровский Б.В., Крылов В.С. Микрохирургия. М.: Наука; 1976 [Petrovskii B.V., Krylov V.S. Mikrokhirurgiya. Moscow: Nauka; 1976] (in Russian).
15. Хэм А., Кормак Д. Гистология: пер. с англ. М.: Мир; 1983;3 [Khem A, Kormak L. Histology. transv. from Engl. Moscow: Mir; 1983;3] (in Russian).
16. Шилкин В.В., Филимонов В.И. Анатомия по Пирогову (Атлас анатомии человека). В 3-х т. Верхняя конечность. Нижняя конечность. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2011;1 [Shilkin VV, Filimonov VI. Anatomiya po Pirogovu (Atlas anatomii cheloveka). V 3-kh t. Verkhnyaya konechnost'. Nizhnyaya konechnost'. Moscow: GEOTAR-Media; 2011;1] (in Russian).
17. Энциклопедический словарь медицинских терминов. В 3-х т. Гл. ред. Б.В. Петровский. М.: Советская энциклопедия; 1982 [Entsiklopedicheskii slovar' meditsinskikh terminov. V 3-kh t. Gl. red. B.V. Petrovskii. Moscow: Sovetskaya entsiklopediya; 1982] (in Russian).
18. Bergmann RA, Afi fi AK, Miyauchi R. Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation. 2006.
19. Carr A, Norris S. The blood supply of the calcaneal tendon. The Journal of Bone and Joint Surgery British volume. 1989 Jan;71-B(1):100–1. doi: 10.1302/0301-620X.71b1.2914976
20. Chen TM, Rozen WM, Pan W, Ashton MW, Richardson MD, Taylor GI. The arterial anatomy of the Achilles tendon: Anatomical study and clinical implications. Clinical Anatomy. 2009 Apr;22(3):377–85. doi: 10.1002/ca.20758
21. Cummins EJ, Anson BJ, Carr BW, Wright RR. The structure of the calcaneal tendon (of Achilles) in relation to orthopaedic surgery. With additional observations on the plantaris muscle. Surg., Gynec. and Obstet. 1946;83:107–16.
22. Lagergren C, Lindholm A. Vascular distribution in the Achilles tendon. An angiographic and microangiographic study. Acta Chir. Scandinavica. 1959 May 15;116(5-6):491-5.
23. Rauber A, Kopsch Fr. Lehrbuch und Atlas Anatomie des Menschen. In 6 Abt. Abt.3: Muskeln, Gefasse. Leipzig: Georg Tieme Verl. 1929.
24. Terminologica histologica. Международные

термины по цитологии и гистологии с официальным списком русских эквивалентов. Под ред. чл.-корр РАМН В.В. Банина и проф. В.Л. Быкова. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2009 [International terms on cytology and histology with official list of Russian equivalents] From

red. of Corr. Member RAMS V.V. Banin and prof. V.L. Bykov. Moscow: GEOTAR-Media. 2009].
25. Theobald P, Benjamin M, Nokes L, Pugh N. Review of the vascularisation of the human Achilles tendon. Injury. 2005 Nov;36(11):1267–72. doi: 10.1016/j.injury.2005.02.012

Статья поступила в редакцию 4.12.2021; одобрена после рецензирования 19.02.2022; принята к публикации 1.03.2022.
The article was submitted 4.12.2021; approved after reviewing 19.02.2022; accepted for publication 1.03.2022.

Информация об авторах

✉ Коган Илья Иосифович – д-р. мед. наук, профессор, профессор кафедры оперативной хирургии и клинической анатомии им. С.С. Михайлова Оренбургского государственного медицинского университета. Ул. Советская, 6, Оренбург, 460000; kaganil@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-7723-7300>
Ивлев Владислав Васильевич, vladis.iwlev2015@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0003-4903-7974>
Гурьянов Андрей Михайлович – канд. мед. наук, доцент; guryanna@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8085-3307>

Information about the authors

✉ Il'ya I Kagan – Doct. Med. Sci., Prof., Professor of S.S. Mikhailov operative surgery and clinical anatomy department of Orenburg State Medical University. Ul. Sovetskaya, 6, Orenburg, 460000; kaganil@mail.ru;
<https://orcid.org/0000-0002-7723-7300>
Vladislav V Ivlev, vladis.iwlev2015@yandex.ru;
<https://orcid.org/0000-0003-4903-7974>
Andrei M Gur'yanov – Cand. Med. Sci., Assoc. Prof.; guryanna@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0002-8085-3307>