

# МОРФОЛОГИЯ, ПАТОЛОГИЯ

---

# MORPHOLOGY, PATHOLOGY

---

ОРИГИНАЛЬНАЯ СТАТЬЯ  
<https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.1>

ORIGINAL ARTICLE  
УДК 616.728.3-018.3-056

## СОМАТОТИПИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛАГЕНОВОГО ОСТОВА МЕНИСКОВ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ МУЖЧИН

А.Н. Русских<sup>1</sup>, А.Д. Шабоха<sup>1</sup>, В.И. Касимов<sup>2</sup>, Б.И. Яремин<sup>3, 4, 5</sup>

<sup>1</sup>Красноярский государственный медицинский университет им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого,  
ул. Партизана Железняка, д. 1, г. Красноярск, 660022, Россия

<sup>2</sup>Красноярская межрайонная клиническая больница № 7, ул. Академика Павлова, д. 4, г. Красноярск, 660003, Россия

<sup>3</sup>Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Большая Сухаревская пл., д. 3, г. Москва, 129090, Россия

<sup>4</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, ул. Островитянова д. 1, г. Москва, 117997, Россия

<sup>5</sup>Московский медицинский университет «Реавиз», ул. Краснобогатырская, д. 2, стр. 2, г. Москва, 107564, Россия

**Резюме.** *Актуальность.* Коллагеновая структура менисков коленного сустава является неотъемлемой частью механической целостности его тканей. Особенности строения коллагенового остова, в том числе и конституциональные, позволяют предположить способность менисков противостоять чрезмерному механическому воздействию и, как следствие, получению травмы. *Цель* – изучить различия коллагенового остова менисков коленных суставов у трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. *Материалы и методы.* Для исследования послужили мениски коленных суставов (медиальный и латеральный) от трупов 84 мужчин 22–74 лет разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. Были изготовлены микропрепараты менисков на уровне тела, переднего и заднего рогов, окрашенные по методике К. Массона. Затем они подвергались сканирующей электронной микроскопии, описанию расположения и подсчёту процентного содержания коллагеновых волокон волокнистого хряща менисков коленных суставов с окружающими образованиями на единицу площади неизменной хрящевой ткани на уровне рогов и тела менисков коленных суставов. *Результаты.* Коллагеновые волокна тела обоих менисков коленных суставов мужчин располагаются параллельно, формируя центральную, верхние и нижние срединные и поверхностные слои. В рогах коллагеновые волокна располагаются преимущественно хаотично, что приводит к «сглаженности» границ – верифицируются поверхностные, нижний срединный и центральный слои в переднем роге и лишь поверхностные и центральный слои в заднем роге. Выявлено минимальное количество коллагена в центральном слое обоих рогов и тела менисков по сравнению с поверхностными слоями. Максимальные значения процентного содержания коллагена в центральном слое характерны для тела, минимальные – для заднего рога менисков. Кроме того, для этой части менисков характерно минимальное значение доли коллагена в верхнем поверхностном слое. Доля коллагеновых волокон в центральном и поверхностных слоях заднего рога менисков мужчин соматотипически детерминирована – низкие показатели процентного содержания коллагена в заднем роге обусловлены андроморфным типом полового диморфизма. *Заключение.* Таким образом, андроморфный тип полового диморфизма по Дж. Таннеру мужчин есть не что иное, как фактор предрасположенности к повреждениям менисков коленных суставов индивидуумов данной конституциональной группы, их следует относить к группе риска по травмам менисков коленных суставов.

**Ключевые слова:** коллагеновые волокна, мениски коленных суставов, структура менисков, тип полового диморфизма, микроскопия.

**Конфликт интересов.** Б.И. Яремин является ответственным секретарём редакционной коллегии журнала, в принятии решения о публикации работы участия не принимал.

**Финансирование.** Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

**Для цитирования:** Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И., Яремин Б.И. Соматотипические особенности коллагенового остова менисков коленных суставов мужчин. *Вестник медицинского института «РЕАВИЗ». Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2024;14(1):23–29. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.1>

## SOMATOTOPIC FEATURES OF THE COLLAGEN SKELETON OF THE KNEE MENISCUS IN MEN

Andrey N. Russkikh<sup>1</sup>, Anna D. Shabokha<sup>1</sup>, Vadim I. Kasimov<sup>2</sup>, Boris I. Yaremin<sup>3, 4, 5</sup>

<sup>1</sup>Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voyno-Yasenetsky, 1, Partizan Zheleznyak str., Krasnoyarsk, 660022, Russia

<sup>2</sup>Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital No. 7, 4, Akademika Pavlova str., Krasnoyarsk, 660003, Russia

<sup>3</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine, 3, Bolshaya Sukharevskaya Square, Moscow, 129090, Russia

<sup>4</sup>N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, 1, Ostrovityanova str., Moscow, 117997, Russia

<sup>5</sup>Moscow Medical University «Reaviz», 2, Krasnobogatyrskaya str., p. 2, Moscow, 107564, Russia

**Abstract.** *Relevance.* The structural features of the collagen skeleton, including constitutional ones, suggest the ability of the menisci to withstand excessive mechanical stress and injury. *Purpose* – to study the differences in the collagen skeleton of the knee menisci in male corpses of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner. *Materials and methods.* The menisci of the knee joints (medial and lateral) from the corpses of 84 men aged 22–74 years of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner were studied. Microslides of the menisci at the level of the body, anterior and posterior horns, stained according to the method of K. Masson, were made. The location is described and the percentage of collagen fibers of the fibrous cartilage of the menisci of the knee joints with surrounding formations per unit area of unchanged cartilage tissue at the level of the horns and body of the menisci is calculated. *Results.* The collagen fibers of the body of both menisci of men are located in parallel, forming the central, upper and lower middle and superficial layers. In the horns, collagen fibers are located chaotically, which leads to "smoothing" of the boundaries. A minimal amount of collagen was found in the central layer of both horns and the body of the meniscus compared to the superficial layers. The maximum values of the percentage of collagen in the central layer are characteristic of the body, the minimum – for the posterior horn of the menisci. Low percentages of collagen in the dorsal horn are due to the andromorphic type. *Conclusion.* The andromorphic type of sexual dimorphism according to J. Tanner in men is a predisposition factor to damage to the menisci of the knee joints.

**Keywords:** collagen fibers, menisci of the knee joints, structure of the menisci, type of sexual dimorphism, microscopy.

**Competing interests.** B.I. Yaremin is the executive secretary of the editorial board of the journal, they did not take part in the decision to publish the work.

**Financing.** The study was conducted without sponsorship.

**Cite as:** Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I., Yaremin B.I. Somatotopic features of the collagen skeleton of the knee meniscus in men. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ". Rehabilitation, Doctor and Health.* 2024;14(1):23–29. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2024.1.MORPH.1>

### Введение

Изучение травмы коленного сустава продолжает- ся, однако специфика исследований за последние го- ды зачастую сводится лишь к изучению факта травмы и способов последующей реабилитации [1–3]. Иссле- дования предрасположенности к травмам менисков и связочного аппарата коленных суставов скудные и имеют лишь рекомендательный характер, основан- ный на личных наблюдениях авторов [4, 5].

На основании проведенного в 2020 году иссле- дования «Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин» установлена конституциональная обусловленность особенностей микроструктурного строения менисков коленных суставов. Доказана предрасположенность к дегенеративным измене- ниям менисков у мужчин определённого конститу- ционального типа, что, в свою очередь, обуславли- вает большую вероятность травм. В отличие от мужчин гинекоморфного и мезоморфного типов полового диморфизма, мужчины андроморфного типа чаще подвержены дегенеративным измене- ниям микроструктуры заднего рога и, как следствие, частым травмам именно этого отдела менисков [6].

Поскольку дегенеративные изменения менисков коленных суставов (критерии – увеличение количе- ства изогенных групп и диаметра хондроцитов) яв- ляются лишь факторами предрасположенности к травмам, то коллагеновый скелет хрящевой ткани – характеристика, позволяющая предположить спо- собность менисков противостоять чрезмерному механическому воздействию и, как следствие, полу- чению травмы [7–10].

Следовательно, цель дальнейшего исследования – изучение различий коллагенового остова менисков коленных суставов у трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру.

### Материалы и методы

Изучены мениски обоих коленных суставов (латеральный и медиальный) от трупов 84 мужчин 22–74 лет разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. Все объекты исследования были раз- делены на три группы с учётом типа полового ди- морфизма по Дж. Таннеру: 1 группа – трупы мужчин гинекоморфного типа полового диморфизма (n = 27); 2 группа – трупы мужчин мезоморфного типа (n = 34); 3 группа – трупы мужчин андроморфного типа по- лового диморфизма (n = 23). Исследование одоб- рено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО КрасГМУ (выписка № 83/2018 от 04.05.2018 г.).

После изъятия биологический материал (внут- ренние и наружные мениски обоих коленных суста- вов человека) фиксировали стандартным образом в 10% растворе формальдегида. Были изготовлены микропрепараты менисков на уровне тела, перед- них и задних рогов. Для более четкой визуализации коллагенового волокна (верификации соедини- тельной ткани) и его количественного анализа при- менён метод трихромного окрашивания образцов ткани по К. Массону. Окрашенные гистологические срезы подвергались сканирующей электронной микроскопии. Проводилось описание расположе- ния и подсчёт процентного содержания коллагено- вых волокон волокнистого хряща менисков колен-

ных суставов с окружающими образованиями на единицу площади неизменной хрящевой ткани изучаемых срезов [11, 12]. Критерий включения – отсутствие каких-либо дегенеративно-дистрофических, а также воспалительных изменений волокнистого хряща. Сравнительный анализ микроструктурных особенностей внутреннего и наружного менисков коленных суставов осуществлялся с учётом конституциональной принадлежности индивидуума. Определение типа полового диморфизма трупов проводилось по методике Дж. Таннера с определением акромиального и тазогребневого диаметров тела исследуемых объектов.

Статистический анализ проведён с использованием программ SPSS Statistics 19,0 и Microsoft Excel. Для определения нормальности распределения выборки использовали критерий Шапиро – Уилка. Вариационные ряды количественных признаков с непараметрическим характером распределения были описаны с помощью медианы (Me) и процентилей [P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>]. При сравнении двух независимых выборок непараметрических данных использовался критерий Манна – Уитни (U-test) при критическом уровне значимости  $p < 0,05$  [13].

### Результаты исследования и их обсуждение

Установлено, что волокнистый хрящ обоих менисков коленных суставов у всех объектов исследуемой группы представлен слоистой структурой: центральный, поверхностные верхний и нижний, а также срединные верхний и нижний слои. Это подтверждает результаты исследований, описанные ранее в работах Рыбалко Д.Ю. [14]. Однако такая архитектура характерна только для гистологических срезов тела менисков. Из-за особенностей расположения коллагеновых волокон гистоструктура переднего и заднего рогов несколько иная (рис. 1). Так, коллагеновые волокна (синей окраски) поверхностных и срединных слоёв тела обоих менисков, независимо от конечности, практически всегда располагаются параллельно, с формированием чётких границ слоёв хряща (рис. 1, Б). Тоже прослеживается в центральном и нижних поверхностном и срединном слоях переднего рога. Но уже в его верхнем поверхностном слое отмечается хаотичное переплетение волокон в хрящевом матриксе (красной окраски) и сглаженность границ с центральным слоем, коллагеновые волокна в котором также хаотично расположены (рис. 1, А). Что же касается заднего рога, независимо от мениска и стороны исследования, лишь в его поверхностных слоях отмечается параллельное расположение коллагеновых волокон. В обоих средних и центральном слоях наблюдаются хаотично-направленные коллагеновые волокна, «перемешанные» в хрящевом матриксе, что привело к стиранию границ слоёв (рис. 1, В).

Соотношение хрящевого матрикса и коллагеновых волокон на единицу площади на уровне рогов и тела обоих менисков коленного сустава не имеет статистически значимых отличий независимо от стороны исследования. Но при сравнении процентного содержания коллагеновых волокон в различных слоях всех трёх отделов менисков имеются значимые расхождения ( $p < 0,05$ ) (табл. 1). Доля коллагеновых волокон независимо от стороны исследования, мениска и его части статистически значимо увеличивается от уровня центрального слоя в сторону поверхностных слоев ( $p < 0,05$ ). Так, если в центральном слое тела медиального и латерального менисков доля коллагена составляет 84,23 [79,36; 86,36] и 85,16 [81,40; 86,77]% соответственно, то в поверхностных слоях – от 94,12 [91,60; 95,80] до 95,78 [92,70; 96,90]%. Аналогично увеличивается ( $p < 0,05$ ) процент коллагеновых волокон с центрального слоя переднего рога обоих менисков (76,27 [62,35; 78,60] – 77,07 [68,15; 79,34]%) к верхнему (96,10 [92,30; 98,60] – 94,90 [91,80; 97,86]%) и нижнему (93,25 [90,16; 96,50] – 94,11 [91,00; 95,89]%) поверхностным слоям. Тоже касается заднего рога менисков: процент коллагеновых волокон в их центральном слое составляет 38,19 [33,44; 53,12] – 40,22 [26,21; 52,67]%, в нижнем поверхностном значимо больше – 92,26 [88,60; 93,93] – 93,00 [87,67; 94,13]%, как и в верхнем поверхностном (74,15 [62,45; 87,55] – 73,95 [62,80; 86,77]%). Однако именно в верхнем поверхностном слое заднего рога менисков отмечается меньшее значение содержания коллагена по сравнению с аналогичным слоем тела и переднего рога менисков. Кроме того, установлено минимальное значение содержания коллагена в центральном слое заднего рога менисков по сравнению с тем же слоем тела, где наблюдается максимальное значение этого показателя, и переднего рога, в центральном слое которого процентное содержание коллагена занимает промежуточное значение.

В результате сравнительного анализа значений процентного содержания коллагеновых волокон в различных слоях всех трёх частей медиального и латерального менисков статистически значимых отличий между ними не установлено. В связи с чем, далее, приведены значения доли коллагеновых волокон слоев тела и рогов медиального мениска.

Сравнительный анализ значений процентного содержания коллагеновых волокон в менисках трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру демонстрирует некоторые отличия значений процентного содержания коллагена в различных частях менисков и их слоях мужчин андроморфного типа полового диморфизма по сравнению с представителями мезо- и гинекоморфного типов (табл. 2).

**Таблица 1.** Процентное содержание (%) коллагеновых волокон различных слоев обоих рогов и тела менисков коленных суставов трупов мужчин (N = 84, Me [P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>])  
**Table 1.** Percentage content (%) of collagen fibers in various layers of both horns and the body of the meniscus of the knee joints of male corpses (N = 84, Me [P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>])

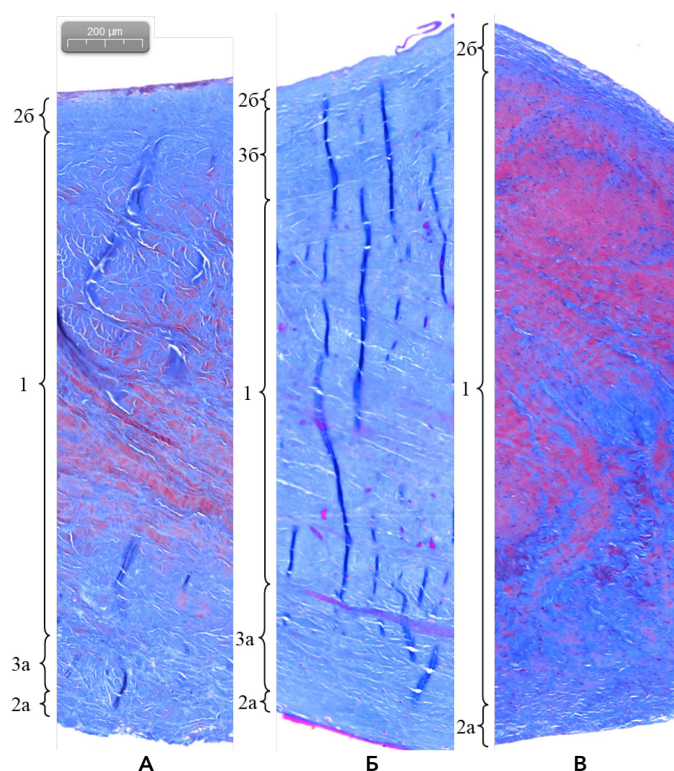
Слой мениска	Отдел мениска			Уровень значимости различий
	Передний рог	Тело	Задний рог	
	1	2	3	
Медиальный мениск				
Верхний поверхностный	96,10 [92,30; 98,60]	95,78 [92,70; 96,90]	74,15 [62,45; 87,55]	p <sub>1-2</sub> =0,33, p <sub>1-3</sub> =0,01, p <sub>2-3</sub> =0,02
Верхний срединный	-	88,16 [87,47; 91,65]	-	-
Центральный	76,27 [62,35; 78,60]	84,23 [79,36; 86,36]	38,19 [33,44; 53,12]	p <sub>1-2</sub> =0,03, p <sub>1-3</sub> =0,01, p <sub>2-3</sub> =0,02
Нижний срединный	84,15 [82,40; 88,40]	86,45 [84,75; 86,70]	-	p <sub>1-2</sub> =0,41
Нижний поверхностный	93,25 [90,16; 96,50]	95,72 [93,10; 96,20]	92,26 [88,60; 93,93]	p <sub>1-2</sub> =0,43, p <sub>1-3</sub> =0,34, p <sub>2-3</sub> =0,56
Латеральный мениск				
Верхний поверхностный	94,90 [91,80; 97,86]	94,12 [91,60; 95,80]	73,95 [62,80; 86,77]	p <sub>1-2</sub> =0,25, p <sub>1-3</sub> =0,01, p <sub>2-3</sub> =0,01
Верхний срединный	-	89,14 [88,47; 90,55]	-	-
Центральный	77,07 [68,15; 79,34]	85,16 [81,40; 86,77]	40,22 [26,21; 52,67]	p <sub>1-2</sub> =0,02, p <sub>1-3</sub> =0,01, p <sub>2-3</sub> =0,02
Нижний срединный	86,06 [83,00; 87,14]	88,77 [87,16; 89,88]	-	p <sub>1-2</sub> =0,55
Нижний поверхностный	94,11 [91,00; 95,89]	94,80 [91,90; 96,00]	93,00 [87,67; 94,13]	p <sub>1-2</sub> =0,52, p <sub>1-3</sub> =0,36, p <sub>2-3</sub> =0,46

**Примечание:** «-» - значение показателя не установлено в виду отсутствия слоя в данном отделе мениска.

**Таблица 2.** Процентное содержание (%) коллагеновых волокон различных слоев обоих рогов и тела менисков коленных суставов трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру (N = 84, Me [P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>])  
**Table 2.** Percentage content (%) of collagen fibers in various layers of both horns and the body of the meniscus of the knee joints of male corpses of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner (N = 84, Me [P<sub>25</sub>; P<sub>75</sub>])

Отдел и слой мениска		Тип полового диморфизма по Дж. Таннеру			Уровень значимости различий
		Гинекоморфный, n <sub>1</sub> = 27	Мезоморфный, n <sub>2</sub> = 34	Андроморфный, n <sub>3</sub> = 23	
		1	2	3	
Передний рог	Верхний поверхностный	97,10 [94,10; 98,60]	94,14 [92,30; 96,50]	94,30 [93,40; 97,30]	p <sub>1-2</sub> =0,34, p <sub>1-3</sub> =0,52, p <sub>2-3</sub> =0,46
	Верхний срединный	-	-	-	-
	Центральный	77,00 [68,14; 78,60]	74,08 [64,38; 76,50]	64,13 [62,35; 67,30]	p <sub>1-2</sub> =0,41, p <sub>1-3</sub> =0,04, p <sub>2-3</sub> =0,31
	Нижний срединный	86,03 [84,40; 88,40]	85,12 [83,10; 88,40]	84,15 [82,40; 86,80]	p <sub>1-2</sub> =0,25, p <sub>1-3</sub> =0,37, p <sub>2-3</sub> =0,46
	Нижний поверхностный	94,76 [92,18; 96,50]	93,88 [91,17; 95,40]	93,04 [90,16; 95,16]	p <sub>1-2</sub> =0,31, p <sub>1-3</sub> =0,47, p <sub>2-3</sub> =0,52
Тело	Верхний поверхностный	94,18 [93,68; 96,90]	95,43 [92,90; 96,40]	93,11 [92,70; 94,72]	p <sub>1-2</sub> =0,42, p <sub>1-3</sub> =0,45, p <sub>2-3</sub> =0,61
	Верхний срединный	90,13 [88,18; 91,65]	89,76 [87,98; 91,25]	88,10 [87,47; 90,13]	p <sub>1-2</sub> =0,52, p <sub>1-3</sub> =0,47, p <sub>2-3</sub> =0,51
	Центральный	84,98 [83,45; 86,36]	83,27 [80,68; 85,31]	80,22 [79,36; 82,77]	p <sub>1-2</sub> =0,61, p <sub>1-3</sub> =0,04, p <sub>2-3</sub> =0,48
	Нижний срединный	86,50 [85,85; 86,70]	85,85 [84,75; 86,70]	85,17 [84,75; 85,80]	p <sub>1-2</sub> =0,44, p <sub>1-3</sub> =0,47, p <sub>2-3</sub> =0,55
	Нижний поверхностный	95,74 [94,90; 96,20]	95,70 [94,11; 96,10]	94,12 [93,10; 95,23]	p <sub>1-2</sub> =0,39, p <sub>1-3</sub> =0,68, p <sub>2-3</sub> =0,37
Задний рог	Верхний поверхностный	85,20 [82,45; 87,55]	73,75 [70,94; 79,44]	65,02 [62,45; 67,12]	p <sub>1-2</sub> =0,03, p <sub>1-3</sub> =0,01, p <sub>2-3</sub> =0,02
	Верхний срединный	-	-	-	-
	Центральный	51,13 [47,88; 53,12]	42,19 [40,65; 46,79]	36,12 [33,44; 38,67]	p <sub>1-2</sub> =0,01, p <sub>1-3</sub> =0,01, p <sub>2-3</sub> =0,02
	Нижний срединный	-	-	-	-
	Нижний поверхностный	93,16 [92,00; 93,93]	92,12 [91,71; 93,11]	89,01 [88,60; 90,11]	p <sub>1-2</sub> =0,71, p <sub>1-3</sub> =0,03, p <sub>2-3</sub> =0,02

**Примечание:** «-» - значение показателя не установлено в виду отсутствия слоя в данном отделе мениска.

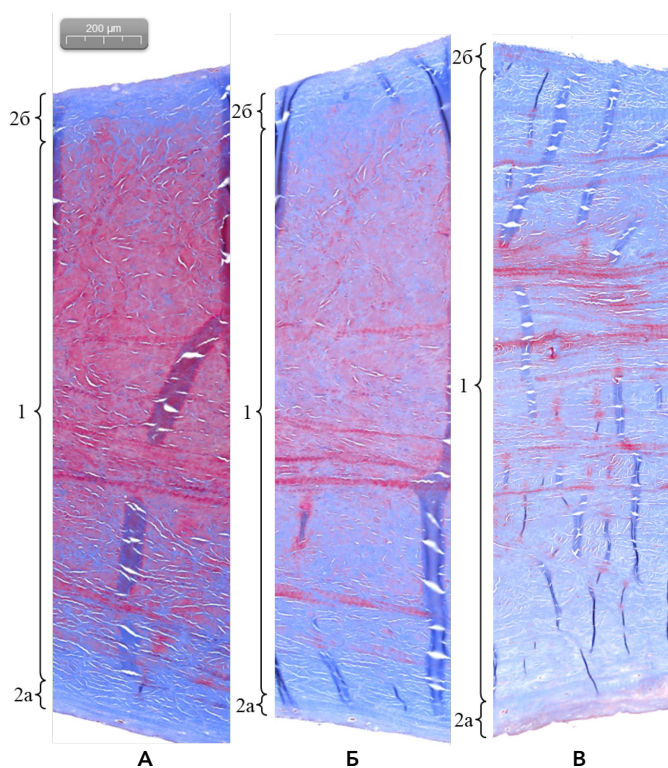


**Рисунок 1.** Волокнистая хрящевая ткань (трихромное окрашивание по К. Массону) на уровне переднего рога (А), тела (Б) и заднего рога (В) наружного мениска правого коленного сустава мужчины 30 лет. Ув.×50: 1 – центральный, 2а – нижний поверхностный, 2б – верхний поверхностный, 3а – нижний средний, 3б – верхний средний слои

**Figure 1.** Fibrous cartilaginous tissue (trichrome staining according to K. Masson) at the level of the anterior horn (A), body (B) and posterior horn (C) of the lateral meniscus of the right knee joint of a 30-year-old man. Inc.×50: 1 – central, 2a – lower surface, 2b – upper surface, 3a – lower middle, 3b – upper middle layers

Так, выявлено, что доля коллагеновых волокон в центральном слое переднего рога менисков мужчин андроморфного типа полового диморфизма (64,13 [62,35; 67,30]%) статистически значимо ( $p_{1-3} = 0,04$ ) отличается от значения данного показателя мужчин гинекоморфного типа (77,00 [68,14; 78,60]%). Такие же значимые отличия ( $p_{1-3} = 0,04$ ) установлены и при сравнении морфометрических показателей менисков мужчин вышеуказанных типов полового диморфизма на уровне центрального слоя тела менисков (80,22 [79,36; 82,77] и 84,98 [83,45; 86,36]%) соответственно).

Более показательные соматотипические особенности коллагенового остова менисков коленных суставов мужчин выявлены на уровне их заднего рога (табл. 2, рис. 2). Задний рог менисков мужчин андроморфного типа телосложения характеризуется минимальными значениями ( $p < 0,05$ ) процентного содержания коллагеновых волокон на уровне верхнего поверхностного (65,02 [62,45; 67,12]%), нижнего поверхностного (89,01 [88,60; 90,11]%) и центрального (36,12 [33,44; 38,67]%) слоев. Максимальные значения процентного содержа-



**Рисунок 2.** Волокнистая хрящевая ткань (трихромное окрашивание по К. Массону) на уровне заднего рога наружного мениска правого коленного сустава мужчин андроморфного (А), мезоморфного (Б) и гинекоморфного (В) типов полового деморфизма по Дж. Таннеру. Ув.×50: 1 – центральный, 2а – нижний поверхностный, 2б – верхний поверхностный слои

**Figure 2.** Fibrous cartilage tissue (trichrome staining according to K. Masson) at the level of the posterior horn of the lateral meniscus of the right knee joint of men with andromorphic (A), mesomorphic (B) and gynecomorphic (C) types of sexual demorphism according to J. Tanner. Inc.×50: 1 – central, 2a – lower surface, 2b – upper surface layers

ния коллагеновых волокон на уровне верхнего поверхностного и центральных слоёв заднего рога менисков характерны для мужчин гинекоморфного типа (85,20 [82,45; 87,55] и 51,13 [47,88; 53,12]%) соответственно). Значения данных показателей мужчин мезоморфного типа занимают промежуточное положение (73,75 [70,94; 79,44] и 42,19 [40,65; 46,79]%) соответственно). При этом доля коллагеновых волокон в нижнем поверхностном слое заднего рога мужчин гинеко- и мезоморфного типов полового диморфизма значимо не различается ( $p_{1-2} = 0,71$  при 93,16 [92,00; 93,93] и 92,12 [91,71; 92,53]%) соответственно).

### Заключение

Проведённое исследование констатирует факт одинаковой структуры коллагенового остова медиального и латерального менисков обоих коленных суставов. Коллагеновые волокна тела обоих менисков располагаются параллельно, формируя центральную, верхние и нижние срединные и поверхностные слои. В рогах коллагеновые волокна располагаются преимущественно хаотично, что приво-

дит к «сглаженности» границ – верифицируются поверхностные, нижний срединный и центральный слои в переднем роге и лишь поверхностные и центральный слои в заднем роге. При изучении доли коллагеновых волокон в слоях различных уровней каждого из менисков установлен ряд закономерностей. Во-первых, выявлено минимальное количество коллагена в центральном слое обоих рогов и тела менисков по сравнению с поверхностными слоями. Во-вторых, максимальные значения процентного содержания коллагена в центральном слое характерны для тела, минимальные – для заднего рога менисков. Кроме того, для этой части менисков характерно минимальное значение доли коллагена в верхнем поверхностном слое. Что и обуславливает приверженность именно этой части менисков к повреждениям. Доля коллагеновых воло-

кон в центральном и поверхностных слоях заднего рога менисков мужчин соматотипически детерминирована – низкие показатели процентного содержания коллагена в заднем роге обусловлены андроморфным типом полового диморфизма. Таким образом, андроморфный тип полового диморфизма по Дж. Таннеру мужчин есть не что иное, как фактор предрасположенности к повреждениям менисков коленных суставов индивидуумов данной конституциональной группы. Следовательно, с учётом предыдущих исследований, где приводятся данные о дегенеративных изменениях гистологической картины у мужчин андроморфного типа полового диморфизма по Дж. Таннеру именно на уровне заднего рога, следует относить их к группе риска по травмам менисков коленных суставов.

#### Литература [References]

- 1 Адонина А.Ю. Анализ травмы коленного сустава. *Экономика и социум*. 2018;44(1):30-31. Adonina A.Yu. Analysis of knee joint injury. *Economy and society*. 2018;44(1):30-31. (In Russ).
- 2 Миргалимова Р.Р. Методика профилактики травм коленного сустава в лыжных гонках. *Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма: сборник статей*. Казань, 2018:735-738. Mirgalimova R.R. Methods for preventing knee joint injuries in cross-country skiing. *Current problems of the theory and practice of physical culture, sports and tourism: collection of articles*. Kazan, 2018:735-738. (In Russ).
- 3 Соколова К.Е., Казначеев В.В. Реабилитация после травмы коленного сустава. *Педагогическое мастерство и современные педагогические технологии: сборник материалов IV Международной научно-практической конференции; редколлегия: О.Н. Широков и др.* 2018:338-340. Sokolova K.E., Kaznacheev V.V. Rehabilitation after knee injury. *Pedagogical skills and modern pedagogical technologies: collection of materials of the IV International Scientific and Practical Conference; Editorial Board: O.N. Shirokov and others*. 2018:338-340. (In Russ).
- 4 Бритко А.А., Лис Р.Е., Кузмицкий Н.И., Богданович И.П., Аносов В.С. Гистологические изменения поврежденного мениска коленного сустава. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2019;17(1):78-82. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-1-78-82> Britko A.A., Lis R.E., Kuzmitsky N.I., Bogdanovich I.P., Anosov V.S. Histological changes in the damaged meniscus of the knee joint. *Journal of Grodno State Medical University*. 2019;17(1):78-82. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2019-17-1-78-82> (In Russ).
- 5 Безуглов Э.Н., Хайтин В.Ю., Токарева А.В., Гончаров Е.Н., Любушкина А.В., Лазарев А.М. Актуальные аспекты лечения повреждений менисков коленного сустава. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2020;15(2):294-300. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15071> Bezuglov E.N., Khaitin V.Yu., Tokareva A.V., Goncharov E.N., Lyubushkina A.V., Lazarev A.M. Current aspects of the treatment of injuries to the menisci of the knee joint. *Medical Bulletin of the North Caucasus*. 2020;15(2):294-300. <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15071> (In Russ).
- 6 Касимов В.И. Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин: дис. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2020:157. Kasimov V.I. Variant anatomy of the menisci of the knee joints of men: dis. ... cand. med. sci. Krasnoyarsk, 2020: 157 p. (In Russ).
- 7 Набиев Е.Н., Байзаков А.Р., Эбшда Е.М. Анатомо-функциональные особенности менисков коленного сустава. *Вестник Кыргызской государственной медицинской академии имени И.К. Ахунбаева*. 2022;2:156-162. [https://doi.org/10.54890/1694-6405\\_2022\\_2\\_155](https://doi.org/10.54890/1694-6405_2022_2_155) Nabiev E.N., Baizakov A.R., Ebshda E.M. Anatomical and functional features of the menisci of the knee joint. *Bulletin of the Kyrgyz State Medical Academy named after I.K. Akhunbaev*. 2022;2:156-162. [https://doi.org/10.54890/1694-6405\\_2022\\_2\\_155](https://doi.org/10.54890/1694-6405_2022_2_155) (In Russ).
- 8 Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И. Гистоструктура менисков коленных суставов мужчин разных типов телосложения. *Полиатравма = Polytrauma*. 2018;3:47-56. Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I. Histostructure of the menisci of the knee joints of men of different body types. *Polytrauma*. 2018;3:47-56. (In Russ).
- 9 Самотесов П.А., Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И., Тюльков Е.В., Мамедов Р.Т., Волкова Ю.А., Полякова Д.И. Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин различных конституциональных типов. *Журнал анатомии и гистопатологии = Journal of Anatomy and Histopathology*. 2019;8(2):60-69. Samotesov P.A., Russkikh A.N., Shabokha A.D., Kasimov V.I., Tyulkov E.V., Mamedov R.T., Volkova Yu.A., Polyakova D.I. Variant anatomy of the menisci of the knee joints of men of various constitutional types. *Journal of Anatomy and Histopathology*. 2019;8(2):60-69. (In Russ).
- 10 Bryceland J.K., Powell A.J., Nunn T. Knee Menisci. *Cartilage*. 2017;8(2):99-104. <https://doi.org/10.1177/1947603516654945>
- 11 Aspden R.M., Yarker Y.E., Hukins D.W. Collagen orientations in the meniscus of the knee joint. *J. Anat.* 1985 May;140:371-380.
- 12 Bansal S., Peloquin J.M., Keah N.M., O'Reilly O.C., Elliott D.M., Mauck R.L., Zgonis M.H. Structure, function, and defect tolerance with maturation of the radial tie fiber network in the knee meniscus. *J. Orthop. Res.* 2020;38(12):2709-2720. <https://doi.org/10.1002/jor.24697>
- 13 Баврина А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях. *Медицинский альманах*. 2020;63(2):95-105. Bavrina A.P. Modern rules for using descriptive statistics methods in biomedical research. *Medical almanac*. 2020;63(2):95-105. (In Russ).
- 14 Рыбалко Д.Ю., Вагапова В.Ш., Самоходова О.В. Микроскопическое строение менисков коленного сустава человека в постнатальном онтогенезе. *Ученые записки СПбГМУ им. акад. И.П. Павлова*. 2011;18(2):134-135. Rybalko D.Yu., Vagapova V.Sh., Samokhodova O.V. Microscopic structure of the menisci of the human knee joint in postnatal ontogenesis. *Scientific notes of St. Petersburg State Medical University named after acad. I.P. Pavlova*. 2011;18(2):134-135. (In Russ).

**Авторская справка****Русских Андрей Николаевич**

Д-р мед. наук, доцент, заведующий кафедрой оперативной хирургии и топографической анатомии, Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого.

ORCID 0000-0002-2548-8044; chegevara-84@mail.ru

Вклад автора: определение концепции исследования.

**Шабоха Анна Дмитриевна**

Канд. мед. наук, доцент кафедры оперативной хирургии и топографической анатомии, Красноярский государственный медицинский университет имени проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого.

ORCID 0000-0002-3462-962X; tat\_yak@mail.ru

Вклад автора: изучение морфологических данных, подготовка обсуждения и выводов.

**Касимов Вадим Ихсанович**

Канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, Красноярская межрайонная клиническая больница № 7.

K-vi2404@mail.ru

Вклад автора: изучение и обработка данных.

**Яремин Борис Иванович**

Канд. мед. наук, врач-хирург, ведущий специалист отдела внешних научных связей, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского; доцент кафедры трансплантологии и искусственных органов, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова; заведующий кафедрой хирургических болезней, Московский медицинский университет «Реавиз».

ORCID 0000-0001-5889-8675

Вклад автора: изучение и обработка данных.

**Author's reference****Andrey N. Russkikh**

Dr. Sci. (Med.), Docent, Head of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky.

ORCID 0000-0002-2548-8044; chegevara-84@mail.ru

Author's contribution: definition of the research concept.

**Anna D. Shabokha**

Cand. Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Operative Surgery and Topographic Anatomy, Krasnoyarsk State Medical University named after Prof. V.F. Voino-Yasenetsky.

ORCID 0000-0002-3462-962X; tat\_yak@mail.ru

Author's contribution: study of morphological data, preparation of discussion and conclusions.

**Vadim I. Kasimov**

Cand. Sci. (Med.), orthopedic traumatologist, Krasnoyarsk Interdistrict Clinical Hospital No. 7.

K-vi2404@mail.ru

Author's contribution: data analysis and processing.

**Boris I. Yaremin**

Cand. Sci. (Med.), Surgeon, Department De Ducens Specialist Externum Scientific Rationes, N.V. Sklifosovsky Research Institute of Emergency Medicine; Associate Professor of the Department of Transplantation and Artificial Organs, N.I. Pirogov Russian National Research Medical University; Head of the Department of Surgical Diseases, Moscow Medical University "Reaviz".

ORCID 0000-0001-5889-8675

Author's contribution: data analysis and processing.