

СТРУКТУРА КОЛЛАГЕНОВОГО ОСТОВА МЕНИСКОВ КОЛЕННЫХ СУСТАВОВ МУЖЧИН РАЗНЫХ ТИПОВ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА ПО ДЖ. ТАННЕРУ

Русских А.Н.¹, Шабоха А.Д.¹, Касимов В.И.², Алябьев Ф.В.¹

¹ФГБОУ ВО «КрасГМУ им. проф. В.Ф. Войно-Ясенецкого» Минздрава России, Красноярск, e-mail: tat_yak@mail.ru;

²КГБУЗ «КМКБ № 7» Минздрава России, Красноярск

Изучить различия коллагенового остова менисков коленных суставов у мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. 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 подсчету процентного содержания коллагеновых волокон волокнистого хряща менисков коленных суставов на единицу площади неизменной хрящевой ткани на уровне рогов и тела менисков коленных суставов. Коллагеновые волокна тела обоих менисков коленных суставов мужчин располагаются параллельно, формируя центральный, 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. Что и обуславливает приверженность именно этой части менисков к повреждениям. 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. Таким образом, андроморфный тип полового диморфизма по Дж. Таннеру мужчин можно считать фактором предрасположенности к повреждениям менисков коленных суставов, и индивидуумов данной конституциональной группы следует относить к группе риска по травмам менисков коленных суставов.

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

THE STRUCTURE OF THE COLLAGEN SKELETON OF THE KNEE MENISCI IN MEN WITH DIFFERENT TYPES OF SEXUAL DIMORPHISM ACCORDING TO J. TANNER

Russkikh A.N.¹, Shabokha A.D.¹, Kasimov V.I.², Alyabyev F.V.¹

¹Professor V.F. Voino-Yasensky Krasnoyarsk State Medical University, Krasnoyarsk, e-mail: tat_yak@mail.ru;

²Krasnoyarsk interdistrict clinical hospital №7, Krasnoyarsk

To study the differences in the collagen skeleton of the knee menisci in male with different types of sexual dimorphism according to J. Tanner. The menisci of the knee joints (internal and external) from the corpses of 84 men aged 22-74 years of different types of sexual dimorphism according to J. Tanner were used for the study. Micropreparations of the menisci at the level of the body, anterior and posterior horns were made, stained according to the method of K. Masson. Then they were subjected to scanning electron microscopy, description of the location and calculation of the percentage of collagen fibers of the fibrocartilage of the knee menisci with surrounding formations per unit area of unchanged cartilage tissue at the level of the horns and body of the knee menisci. The collagen fibers of the body of both menisci of the knee joints of men are located in parallel, forming the central, upper and lower middle and superficial layers. In the horns, collagen fibers are located predominantly chaotically, which leads to "smoothing" of the boundaries - the superficial, lower middle and central layers in the anterior horn and only the superficial and central layers in the posterior horn are verified. 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. In addition, this part of the menisci is characterized by a minimum value of the proportion of collagen in the upper surface layer. Which makes this particular part of the meniscus susceptible to damage. The proportion of collagen fibers in the central and superficial layers of the posterior horn of the meniscus in men is somatotypically determined - the low percentage of collagen in the

posterior horn is due to the andromorphic type of sexual dimorphism. The andromorphic type of sexual dimorphism according to J. Tanner in men can be considered a predisposition factor to injuries to the menisci of the knee joints and individuals of this constitutional group should be considered at risk for injuries to the menisci of the knee joints.

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

Изучение травмы коленного сустава продолжается, однако специфика исследований за последние годы зачастую сводится лишь к изучению факта травмы и способов последующей реабилитации [1-3]. Исследования предрасположенности к травмам менисков и связочного аппарата коленных суставов скудные и имеют лишь рекомендательный характер, основанный на личных наблюдениях авторов [4; 5].

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

Поскольку дегенеративные изменения менисков коленных суставов (критерии – увеличение количества изогенных групп и диаметра хондроцитов) являются лишь факторами предрасположенности к травмам, то коллагеновый скелет хрящевой ткани – характеристика, позволяющая предположить способность менисков противостоять чрезмерному механическому воздействию и, как следствие, получению травмы [7-10].

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

Материал и методы исследования. 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 разделены на три группы исследования с учетом типа полового диморфизма по Дж. Таннеру: 1-я группа – трупы мужчин гинекоморфного типа полового диморфизма по Дж. Таннеру, N=27, 2-я группа – трупы мужчин мезоморфного типа, N=34, 3-я группа – трупы мужчин андроморфного типа полового диморфизма, N=23. Исследование одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО «КрасГМУ» (выписка № 83/2018 от 04.05.2018 г.).

После изъятия биологический материал (внутренние и наружные мениски обоих коленных суставов человека) фиксировали стандартным образом в растворе формальдегида. Были изготовлены микропрепараты менисков на уровне тела, передних и задних рогов. Для более четкой визуализации коллагенового волокна (верификации соединительной ткани) и его количественного анализа применен метод трихромного окрашивания образцов ткани по К. Массону. Окрашенные гистологические срезы подвергались сканирующей электронной микроскопии. Проводилось описание расположения и подсчет процентного содержания коллагеновых волокон волокнистого хряща менисков коленных суставов 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 учетом конституциональной принадлежности индивидуума. Определение типа полового диморфизма трупов проводилось по методике Дж. Таннера с определением акромиального и тазогребневого диаметров тела исследуемых объектов.

Статистический анализ проведен с использованием программ SPSS Statistics 19,0 и Microsoft Excel. Для определения нормальности распределения выборки использовали критерий Shapiro - Wilk. Вариационные ряды количественных признаков с непараметрическим характером распределения были описаны с помощью медианы (Me) и процентилей [P₂₅; P₇₅]. При сравнении двух независимых выборок непараметрических данных использовался критерий Mann - Whitney, U-test [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 выявлена только на гистологических срезах 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 слоев тела обоих менисков, независимо от конечности, практически всегда располагаются параллельно, с формированием четких границ слоев хряща (рис. 1 Б). То же 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 слоев (рис. 1 В).

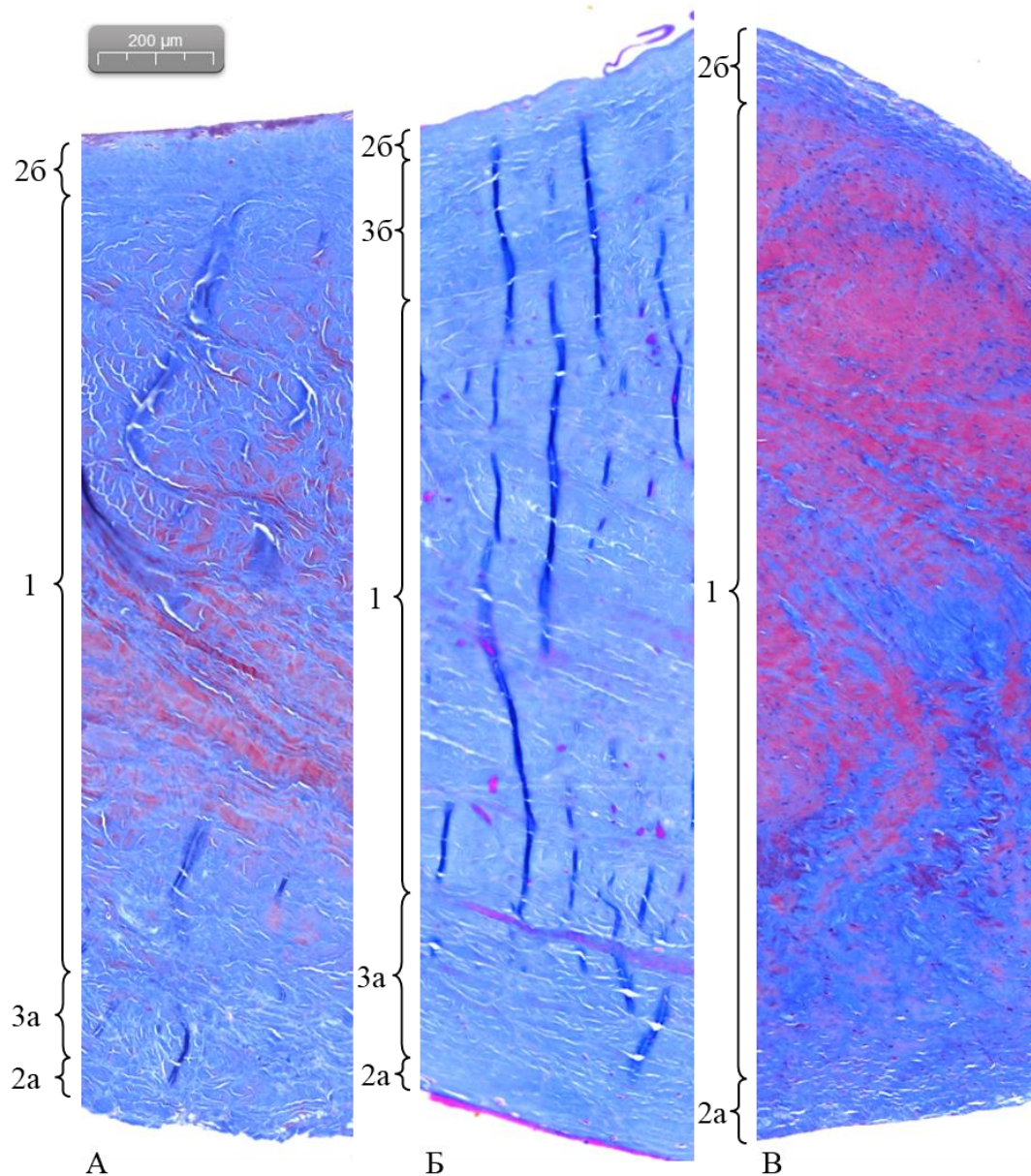


Рис. 1. Волокнистая хрящевая ткань (трихромное окрашивание по К. Массону) на уровне переднего рога (А), тела (Б) и заднего рога (В) наружного мениска правого коленного сустава мужчины 30 лет. Ув. ×50. 1 – центральный, 2а – нижний поверхностный, 2б – верхний поверхностный, 3а – нижний средний, 3б – верхний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

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 трех отделов менисков имеются значимые

($p < 0,05$) расхождения (табл. 1). Доля коллагеновых волокон, независимо от стороны исследования, мениска и его части, статистически значимо ($p < 0,05$) увеличивается от уровня центрального слоя в сторону поверхностных слоев. 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 0]%) поверхностным слоям. То же 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.

Таблица 1

Процентное содержание (%) коллагеновых волокон различных слоев обоих рогов и тела менисков коленных суставов трупов мужчин (N=84, Me [P₂₅; P₇₅])

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]	$p_{1-2}=0,33$, $p_{1-3}=0,01$, $p_{2-3}=0,02$
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]	$p_{1-2}=0,03$, $p_{1-3}=0,01$, $p_{2-3}=0,02$
Нижний срединный	84,15 [82,40; 88,40]	86,45 [84,75; 86,70]	– *	$p_{1-2}=0,41$
Нижний поверхностный	93,25 [90,16; 96,50]	95,72 [93,10; 96,20]	92,26 [88,60; 93,93]	$p_{1-2}=0,43$, $p_{1-3}=0,34$, $p_{2-3}=0,56$
Латеральный мениск				
Верхний поверхностный	94,90 [91,80; 97,86]	94,12 [91,60; 95,80]	73,95 [62,80; 86,77]	$p_{1-2}=0,25$, $p_{1-3}=0,01$, $p_{2-3}=0,01$

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 ₁₋₂ =0,02, p ₁₋₃ =0,01, p ₂₋₃ =0,02
Нижний срединный	86,06 [83,00; 87,14]	88,77 [87,16; 89,88]	– *	p ₁₋₂ =0,55
Нижний поверхностный	94,11 [91,00; 95,89]	94,80 [91,90; 96,00]	93,00 [87,67; 94,13]	p ₁₋₂ =0,52, p ₁₋₃ =0,36, p ₂₋₃ =0,46

* – значение показателя не установлено ввиду отсутствия слоя в данном отделе мениска.

В результате сравнительного анализа значений процентного содержания коллагеновых волокон в различных слоях всех трех 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 только медиального мениска.

Сравнительный анализ значений процентного содержания коллагеновых волокон в менисках трупов мужчин разных типов полового диморфизма по Дж. Таннеру демонстрирует некоторые отличия (табл. 2).

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 [P₂₅; P₇₅])

Отдел и слой мениска		Тип полового диморфизма по Дж. Таннеру			Уровень значимости различий
		Гинеко-морфный, n ₁ =27	Мезо-морфный, n ₂ =34	Андроморфный, n ₃ =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 ₁₋₂ =0,34, p ₁₋₃ =0,52, p ₂₋₃ =0,46
	Верхний срединный	– *	– *	– *	– *
	Центральный	77,00 [68,14; 78,60]	74,08 [64,38; 76,50]	64,13 [62,35; 67,30]	p ₁₋₂ =0,41, p ₁₋₃ =0,04, p ₂₋₃ =0,31
	Нижний срединный	86,03 [84,40; 88,40]	85,12 [83,10; 88,40]	84,15 [82,40; 86,80]	p ₁₋₂ =0,25, p ₁₋₃ =0,37, p ₂₋₃ =0,46
	Нижний поверхностный	94,76 [92,18; 96,50]	93,88 [91,17; 95,40]	93,04 [90,16; 95,16]	p ₁₋₂ =0,31, p ₁₋₃ =0,47, p ₂₋₃ =0,52
Тело	Верхний поверхностный	94,18 [93,68; 96,90]	95,43 [92,90; 96,40]	93,11 [92,70; 94,72]	p ₁₋₂ =0,42, p ₁₋₃ =0,45,

					$p_{2-3}=0,61$
	Верхний срединный	90,13 [88,18; 91,65]	89,76 [87,98; 91,25]	88,10 [87,47; 90,13]	$p_{1-2}=0,52,$ $p_{1-3}=0,47,$ $p_{2-3}=0,51$
	Центральный	84,98 [83,45; 86,36]	83,27 [80,68; 85,31]	80,22 [79,36; 82,77]	$p_{1-2}=0,61,$ $p_{1-3}=0,04,$ $p_{2-3}=0,48$
	Нижний срединный	86,50 [85,85; 86,70]	85,85 [84,75; 86,70]	85,17 [84,75; 85,80]	$p_{1-2}=0,44,$ $p_{1-3}=0,47,$ $p_{2-3}=0,55$
	Нижний поверхностный	95,74 [94,90; 96,20]	95,70 [94,11; 96,10]	94,12 [93,10; 95,23]	$p_{1-2}=0,39,$ $p_{1-3}=0,68,$ $p_{2-3}=0,37$
Задний рог	Верхний поверхностный	85,20 [82,45; 87,55]	73,75 [70,94; 79,44]	65,02 [62,45; 67,12]	$p_{1-2}=0,03,$ $p_{1-3}=0,01,$ $p_{2-3}=0,02$
	Верхний срединный	— *	— *	— *	— *
	Центральный	51,13 [47,88; 53,12]	42,19 [40,65; 46,79]	36,12 [33,44; 38,67]	$p_{1-2}=0,01,$ $p_{1-3}=0,01,$ $p_{2-3}=0,02$
	Нижний срединный	— *	— *	— *	— *
	Нижний поверхностный	93,16 [92,00; 93,93]	92,12 [91,71; 93,11]	89,01 [88,60; 90,11]	$p_{1-2}=0,71,$ $p_{1-3}=0,03,$ $p_{2-3}=0,02$

* – значение показателя не установлено ввиду отсутствия слоя в данном отделе мениска.

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 содержания коллагеновых волокон на уровне верхнего поверхностного и центральных слоев 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; 93,11] соответственно).

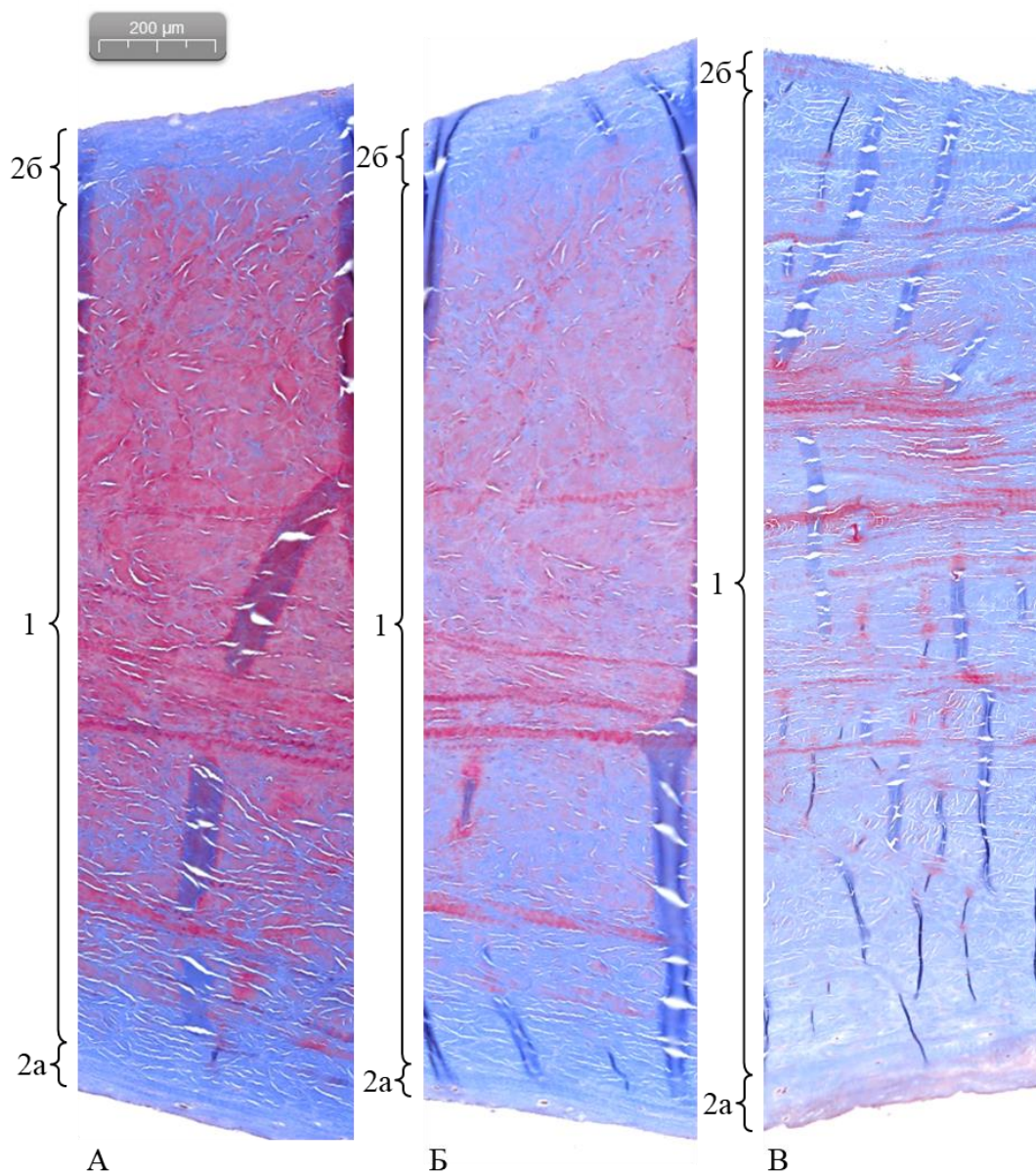


Рис. 2. Волокнистая хрящевая ткань (трихромное окрашивание по К. Массону) на уровне заднего рога наружного мениска правого коленного сустава мужчин андроморфного (А), мезоморфного (Б) и гинекоморфного (В) типов полового диморфизма по Дж. Таннеру. Ув. $\times 50$. 1 – центральный, 2а – нижний поверхностный, 2б – верхний поверхностный слой

Заключение. Проведенное исследование констатирует факт одинаковой структуры коллагенового остова медиального и латерального менисков обоих коленных суставов.

Коллагеновые волокна тела обоих менисков располагаются параллельно, формируя центральный, 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. 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 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. Таким образом, андроморфный тип полового диморфизма по Дж. Таннеру мужчин можно считать фактором предрасположенности к повреждениям менисков коленных суставов у индивидуумов данной конституциональной группы. Следовательно, с учетом 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.

Список литературы

1. Адонина А.Ю. Анализ травмы коленного сустава // Экономика и социум. 2018. Т. 44, № 1. С. 30-31.
2. Миргалимова Р.Р. Методика профилактики травм коленного сустава в лыжных гонках // Актуальные проблемы теории и практики физической культуры, спорта и туризма. 2018. С. 735-738.
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. С. 338-340.

4. Бритько 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. Т. 17, № 1. С. 78-82. DOI: 10.25298/2221-8785-2019-17-1-78-82.
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. Т. 15, № 2. С. 294-300. DOI: 10.14300/mnnc.2020.15071.
6. Касимов В.И. Вариантная анатомия менисков коленных суставов мужчин: дис. ... канд. мед. наук. Красноярск, 2020. 157 с.
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. С. 156-162. DOI: 10.54890/1694-6405_2022_2_155.
8. Русских А.Н., Шабоха А.Д., Касимов В.И. Гистоструктура менисков коленных суставов мужчин разных типов телосложения // Политравма. 2018. № 3. С. 47-56.
9. Самогесов 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. 2019. Т. 8, № 2. С. 60-69.
10. Bryceland J.K., Powell A.J., Nunn T. Knee Menisci // Cartilage. 2017. Vol. 8, Is. 2. P. 99-104. DOI: 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. Vol. 140. P. 371-80.
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. Vol. 38, Is. 12. P. 2709-2720. DOI: 10.1002/jor.24697.
13. Баврина А.П. Современные правила использования методов описательной статистики в медико-биологических исследованиях // Медицинский альманах. 2020. Т. 63, № 2. С. 95-105.
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. Т. 18, № 2. С. 134-135.