

<https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.9>

УДК: 611.748.54

Тип статьи: Обзор литературы / Articles Review



Профилактика разрыва ахиллова сухожилия при занятиях физической культурой и спортом: факторы предрасположенности

В.Н. Николенко^{1,2}, М.В. Санькова^{1,}, А.Д. Хегай², М.В. Оганесян^{1,2}, Н.А. Ризаева^{1,2},
А.В. Саньков¹, Л.А. Гридин³*

¹ ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

² ФГБОУ «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Москва, Россия

³ Московский центр проблем здоровья при Правительстве Москвы, Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Цель исследования: сконцентрировать все клинически значимые факторы, определяющие предрасположенность ахиллова сухожилия к разрыву.

Материалы и методы: базой данного научно-аналитического обзора явился анализ данных электронных порталов PubMed-NCBI, Академия Google и «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU».

Результаты: представленный повествовательный обзор литературы свидетельствует о том, что повышение риска повреждения и разрыва ахиллова сухожилия может быть спровоцировано многочисленными факторами, среди которых большое значение имеют генетическая предрасположенность, индивидуальные анатомо-морфологические особенности строения сухожильного комплекса, исходная несостоятельность соединительной ткани, патологические изменения структуры самого ахиллова сухожилия, деформации стоп и голеностопных суставов.

Анализ литературных данных продемонстрировал, что повреждения сухожилия наиболее часто происходят у мужчин в возрасте 30–40 и 60–80 лет. В группу риска входят профессиональные спортсмены и люди, ведущие малоподвижный образ жизни, а также нарушающие корректный режим физических нагрузок. Немаловажную роль в предрасположенности к травме играют сопутствующие нарушения метаболизма, а также ряд лекарственных средств. Особенно высокий риск возникновения разрыва сухожилия связан с использованием локальных инъекций кортикостероидов. Сочетание нескольких установленных факторов риска существенно увеличивает вероятность возникновения этого неотложного состояния.

Заключение. Раннее выявление факторов риска разрыва ахиллова сухожилия позволит своевременно разрабатывать профилактические меры у представителей общей популяции при занятиях физической культурой и спортом.

Ключевые слова: ахиллово сухожилие, физическая нагрузка, спорт, разрыв сухожилия, факторы предрасположенности, профилактика травм

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Николенко В.Н., Санькова М.В., Хегай А.Д., Оганесян М.В., Ризаева Н.А., Саньков А.В., Гридин Л.А. Профилактика разрыва ахиллова сухожилия при занятиях физической культурой и спортом: факторы предрасположенности. *Спортивная медицина: наука и практика*. 2023;13(2):30–38. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.9>

Поступила в редакцию: 02.07.2023

Принята к публикации: 18.10.2023

Online first: 31.10.2023

Опубликована: 21.11.2023

* Автор, ответственный за переписку

Achilles tendon rupture prevention in physical activity and sports: predisposition factors

Vladimir N. Nikolenko^{1,2}, Maria V. Sankova^{1,*}, Andrey D. Khagai², Marine V. Oganesyan^{1,2},
Negoria A. Rizaeva^{1,2}, Aleksey V. Sankov¹, Leonid A. Gridin³

¹Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

²Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

³Moscow Center for Health Problems under the Moscow Government, Moscow, Russia

ABSTRACT

Objective: to summarize all clinically significant factors determining the Achilles tendon predisposition to rupture.

Materials and methods: the basis of this scientific-analytical review was the analysis of data from the electronic portals PubMed-NCBI, Google Academy, and "Scientific electronic e-Library.ru".

Results: the presented literature review indicates that injuries and ruptures of the Achilles tendon can be provoked by numerous factors, among which genetic predisposition, individual anatomico-morphological features of the tendon complex structure, initial connective tissue failure, pathological changes in the Achilles tendon structure itself, foot and ankle deformities are of great importance. Men are more susceptible to this injury. Tendon injuries are most common either in 30–40 years, or in the period from 60 to 80 years. Professional athletes and people who lead sedentary lifestyles and do not exercise properly are at risk of Achilles tendon ruptures. Concomitant metabolic disorders and use of some medications also play an important role in the predisposition to this injury. Local corticosteroid injections pose a particular tendon rupture risk. The combination of several established factors significantly increases the likelihood of this emergency.

Conclusions: early detection of predisposition to Achilles tendon rupture will allow timely development of effective measures for its prevention in physical training and sports.

Keywords: Achilles tendon, physical training, sports, tendon rupture, predisposition factors, injury prevention

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

For citation: Nikolenko V.N., Sankova M.V., Khagai A.D., Oganesyan M.V., Rizaeva N.A., Sankov A.V., Gridin L.A. Achilles tendon rupture prevention in physical activity and sports: predisposition factors. *Sportivnaya meditsina: nauka i praktika (Sports medicine: research and practice)*. 2023;13(2):30–38. (In Russ.) <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2023.2.9>

Received: 02 July 2023

Accepted: 18 October 2023

Online first: 31 October 2023

Published: 21 November 2023

*Corresponding author

1. Введение

Физическая активность является важной составляющей повседневной жизни современного человека. В последние годы в России активно реализуются государственные программы и стратегии, направленные на развитие любительского и профессионального спорта [1]. Вместе с тем повышение физической активности среди населения сопровождается существенным ростом повреждений мышц и сухожильно-связочного аппарата, среди которых разрыв ахиллова сухожилия занимает ведущее место и, по некоторым данным, может достигать 47% в общей структуре разрывов сухожилий и мышц [2]. Многочисленные исследования свидетельствуют о том, что частота встречаемости разрыва ахиллова сухожилия на сегодня достигает 25–30 случаев на 100 тысяч населения в год и этот показатель продолжает расти [3, 4]. Достаточно часто эти травмы рецидивируют: после консервативного лечения их количество может достигать 35,0%, а после оперативного вмешательства встречаться в 3,5% случаев [5]. Разрыв ахиллова сухожилия сопровождается серьезными нарушениями функций опоры и движения в голеностопном суставе, которые в ряде случаев приводят

к хронической нестабильности этого сочленения и развитию длительной нетрудоспособности [6]. Понимание причин и механизмов возникновения повреждений этого сухожилия является важной составляющей профилактики травматизма при занятиях физической культурой и спортом. Поэтому целью нашего исследования явился поиск наиболее значимых факторов, определяющих предрасположенность к разрыву ахиллова сухожилия.

2. Материалы и методы исследования

Базой данного научно-аналитического обзора явился анализ данных электронных порталов PubMed-NCBI, Академии Google и «Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU». В исследовании применялись контент-анализ, структурно-логический и системный методы.

3. Факторы риска разрыва ахиллова сухожилия при занятиях физической культурой и спортом

• **Факторы индивидуальной предрасположенности**
Исходная прочность ахиллова сухожилия сильно различается в пределах биологической изменчивости организма человека и определяется общим количеством

входящих в него сухожильных волокон, соотношением разных их видов, степенью их скручивания и функционированием комплекса защитных анатомических образований в месте их прикрепления к пяточной кости [7–9]. Особое значение имеют индивидуальные особенности кровоснабжения и иннервации ахиллова сухожилия [10, 11]. Немаловажную роль играет содержание в организме микронутриентов и незаменимых аминокислот, необходимых для пролиферации теноцитов и поддержания матриксного гомеостаза, определяющих прочность сухожилия, в соответствии с выполняемой нагрузкой [12, 13].

• Особенности физической активности

Многочисленными исследованиями показано, что в группе риска разрывов ахиллова сухожилия находятся люди, ведущие малоподвижный образ жизни, занимающиеся физической культурой от случая к случаю. Провоцирующими факторами травматизации в этой группе являются отсутствие полноценной разминки перед выполнением основных упражнений, чрезмерная интенсивность тренировок и значительное превышение привычного уровня физической нагрузки [5, 14–16]. Вторую группу риска формируют профессиональные спортсмены, спортивная деятельность которых связана с резкими ускорениями, торможениями и прыжками во время командных спортивных игр. Показано, что повреждения ахиллова сухожилия наиболее часто встречаются в таких игровых видах спорта, как баскетбол, волейбол, большой теннис и футбол, где характер движений требует стиля «старт-стоп», повторяющихся прыжков и коротких спринтов [17–19].

• Возрастно-половой фактор

Результаты отечественных и зарубежных исследований показали, что частота разрывов у мужчин существенно доминирует над соответствующим показателем у женщин [5, 20]. Многие авторы связывают подобную закономерность с большей приверженностью лиц мужского пола к занятиям спортом. Другие работы свидетельствуют о том, что мужской организм благодаря более высоким концентрациям тестостерона лучше наращивает мускулатуру и обладает большими параметрами площади поперечного сечения мышц, большим процентом быстрых мышечных волокон и, соответственно, большими силовыми показателями, прилагаемыми к сухожилиям в единицу времени, что может иметь определенные функциональные последствия. Женский половой гормон, эстроген, отвечающий за эластичность связок и сухожилий, содержится у мужчин в очень низких концентрациях, поэтому их сухожилия более жесткие и менее устойчивы к рывковым нагрузкам [21–23].

Многочисленными исследованиями показано, что разрыв ахиллова сухожилия наиболее часто происходит либо в активном 30–40-летнем возрасте, либо в период с 60 до 80 лет. В первом случае значительный риск травматизации связан с высоким уровнем физической

нагрузки, и особое значение при этом может иметь исходная несостоятельность соединительнотканых структур сухожильных волокон. Показано, что старение организма сопровождается уменьшением диаметра коллагеновых волокон, снижением степени их скрученности и изменением количественного соотношения коллагенов в сторону увеличения коллагена III типа, обладающего существенно меньшей прочностью, что значительно ухудшает выносливость сухожилия и его резистентность к нагрузке [25–27]. Поэтому травматизм во второй группе, наиболее вероятно, связан с возрастным накоплением дегенеративных изменений в сухожилиях и существенным снижением на этом фоне их прочности. Поэтому у пациентов старшей возрастной группы эти травмы происходят во время повседневной и привычной для физической деятельности [5, 10, 24].

4. Сопутствующие заболевания

Нарушение организации коллагеновых и эластичных волокон при синдроме дисплазии соединительной ткани существенно влияет на структуру и прочность сухожильных волокон любой локализации [28]. Ученые Сеченовского университета впервые показали, что травмы опорно-двигательного аппарата в трудоспособном возрасте, в том числе повреждения и разрывы сухожилий, обусловлены наличием исходной несостоятельности соединительной ткани. В последнее время распространенность признаков этой патологии в популяции достигает 85%. Так, у лиц с рецидивирующими повреждениями костно-мышечной системы отмечается существенно большее накопление диспластических признаков, чем у представителей контрольной группы ($49,4 \pm 13,1$ и $11,3 \pm 3,3$ соответственно; $p < 0,001$) [29, 30].

К факторам, увеличивающим риск повреждений ахиллова сухожилия, относятся различные деформации стоп и голеностопного сустава, которые существенно изменяют двигательный стереотип, походку, активность мышц нижних конечностей и обуславливают выраженные биомеханические нарушения, вызывающие патологические изменения ахиллова сухожилия, предрасполагающие к его микротравмам и разрывам [31–34].

На сегодня весь спектр заболеваний этого сухожильного комплекса принято разделять на неинсерционные, т.е. находящиеся в средней его части, и инсерционные, т.е. расположенные в нижней трети — в области его прикрепления к пяточной кости. В первую группу входит тендинопатия средней порции ахиллова сухожилия, в основе которой находятся дегенеративные и атрофические изменения, и паратендопатии, характеризующиеся присоединением воспалительных изменений оболочки сухожилия. Вторую группу составляют инсерционные тендинопатии, отличительной особенностью которых являются костные разрастания на пяточной кости и в сухожилии, и бурситы — поверхностный и ретрокальканеарный [35]. Патологические изменения сухожилия различного генеза и возникающие при этом биомеханические нарушения

приводят к снижению устойчивости сухожильного волокна к привычной механической нагрузке и предрасполагают к его повреждениям [36–38].

Нарушения обмена веществ, возникающие при сахарном диабете, гиперхолестеринемии, ожирении, гиперурикемии, почечной недостаточности и некоторых наследственных синдромах, также может оказывать существенное влияние на структуру и функциональность сухожилий, что увеличивает риск развития тендинопатии и последующего возникновения его спонтанных разрывов даже в пределах нормального диапазона механических нагрузок [34, 39–42].

• **Негативное влияние лекарственных препаратов**

Наиболее значимое негативное влияние на структуру сухожильных волокон оказывают применение антибиотиков из группы фторхинолонов и кортикостероидов. Механизм действия фторхинолонов заключается в ингибировании бактериальных ферментов (топоизомеразы II и IV). Угнетая подобные ферменты метаболизма соединительной ткани, они вызывают повышенную экспрессию матриксных металлопротеиназ, апоптоз теноцитов, снижение клеточной пролиферации, нарушение синтеза коллагена и протеогликанов [43–46]. Ухудшение механической прочности ахиллова сухожилия при применении кортикостероидов обусловлено, с одной стороны, подавлением этими препаратами клеточной активности теноцитов и синтеза коллагена, с другой стороны — с активацией коллагеназы и, соответственно, с увеличением распада коллагеновых волокон [44–47]. Особенно высокий риск представляют локальные инъекции кортикостероидов, вызывающие дистрофию и некроз сухожильных волокон из-за прямого токсического эффекта [48]. Ряд авторов показали, что тендинопатия и разрыв ахиллова сухожилия является частым побочным действием таких лекарственных препаратов, как статины и ингибиторы ароматазы [44–47, 49, 50]. Существуют данные, что развитию тендинопатии ахиллова сухожилия также способствует длительное применение блокаторов кальциевых каналов, анаболических стероидов, антиретровирусных препаратов, изотретиноина, антагонисты ренин-ангиотензиновых рецепторов II, тиазидных диуретиков, ритуксимаба и ситаглиптина. Токсическую тендинопатию, хотя и в более редких случаях по сравнению с фторхинолонами, может вызвать употребление таких антибактериальных препаратов из групп цефалоспоринов, макролидов и сульфаниламидов [44–47].

• **Генетические аспекты**

Наконец, нельзя не упомянуть, что развитие молекулярной генетики человека в последние десятилетия позволило установить, что заболевания и разрывы ахиллова сухожилия могут быть ассоциированы с мутациями генов, кодирующими белки внеклеточного матрикса [51]. Так, было выявлено, что полиморфизм гена G1023T (rs1800012) функционального сайта связывания Sp1 в интроне-1, локализованного на семнадцатой хромосоме и участвующего в синтезе коллагена I типа, ассоциирован с более высоким риском разрывов ахиллова сухожилия. Мутации в гене COL5A1 (rs3196378), расположенного на девятой хромосоме и кодирующего синтез одного из фибриллярных коллагенов, также может обуславливать повышенный риск развития тендинопатий и разрывов ахиллова сухожилия [52].

Особое значение имеют изменения гена MMP3 (STMU1), локализованного на одиннадцатой хромосоме и отвечающего за синтез стромелизина I — белка из семейства металлопротеиназ матрикса, разрушающего внеклеточный матрикс. Установлена взаимосвязь между полиморфизмами этого гена (rs679620G, rs591058C, rs650108A) и тендовагиниопатии ахиллова сухожилия, а взаимодействие G-аллеля гена MMP3 (rs679620) и T-аллеля гена COL5A1 (rs12722) существенно увеличивает риск этой патологии [51]. Подобные данные существуют и в отношении гена TNC, расположенного на девятой хромосоме (9q33) и кодирующего белок внеклеточного матрикса тенасцин C, который ингибирует клеточную адгезию и позволяет клеткам перемещаться. Еще одним значимым генетическим маркером высокого риска повреждений ахиллова сухожилия являются полиморфизмы, ассоциированные с двенадцатым и ITGT-повторами в семнадцатом интроне, протективными аллелями, — полиморфизмы, связанные с тринадцатым и семнадцатым повторами [53].

5. Заключение

Представленный обзор литературы свидетельствует о том, что повреждения и разрывы ахиллова сухожилия могут быть спровоцированы многочисленными факторами, сочетание которых существенно увеличивает вероятность возникновения травм. Своевременное выявление определенных предикторов разрыва ахиллова сухожилия позволит разрабатывать эффективные траектории персонализированной профилактики этого неотложного состояния, возникающего при занятиях физической культурой и спортом.

Вклад авторов:

Николенко Владимир Николаевич — редактирование, утверждение финальной версии статьи;

Санькова Мария Вячеславовна — сбор и обработка данных, написание текста статьи;

Хегай Андрей Дмитриевич — сбор и обработка данных;

Оганесян Марине Валиковна — редактирование, утверждение финальной версии статьи;

Ризаева Негория Алигаевна — редактирование;

Саньков Алексей Вячеславович — сбор и обработка данных;

Гридин Леонид Александрович — редактирование.

Author contributions:

Vladimir N. Nikolenko — editing, article final version approval;

Maria V. Sankova — data collection and processing, article text writing;

Andrey D. Khagai — data collection and processing;

Marine V. Oganesyanyan — editing, article final version approval;

Negoria A. Rizaeva — editing;

Aleksey V. Sankov — data collection and processing;

Leonid A. Gridin — editing.

Список литературы**References**

1. Стратегия развития физической культуры и спорта в Российской Федерации на период до 2030 года: утв. Правительством Российской Федерации от 24 ноября 2020 года, N 3081-п [интернет]. Режим доступа: <https://docs.cntd.ru/document/566430492?marker=6580IP> (дата доступа 10.06.2023).

2. **Котельников Г.П., Ким Ю.Д., Шитиков Д.С., Филатов Е.Ю.** Варианты причин подкожного разрыва ахиллова сухожилия. Современные проблемы науки и образования. 2015;(2-1):28–32.

3. **Ситник А.А., Худницкий С.И., Белоенко Е.Д.** Диагностика, лечение и реабилитация больных с разрывом Ахиллова сухожилия. Инструкция по применению. Минск: Белорусский НИИ травматологии и ортопедии; 2015.

4. **Meulenkamp B., Stacey D., Fergusson D., Hutton B., Mlis R.S., Graham I.D.** Protocol for treatment of Achilles tendon ruptures; a systematic review with network meta-analysis. Syst. Rev. 2018;7(1):247. <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0912-5>

5. **Середа А.П.** Застарелые разрывы ахиллова сухожилия – возможно ли спонтанное сращение и как их лечить? Результаты укорачивающей тенопластики. Травматология и ортопедия России. 2018;24(2):59–69. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-59-69>

6. **Куров М.А., Голубев В.Г.** Современные представления о патогенезе хронической нестабильности голеностопного сустава. Обзор литературы. Кремлевская медицина. Клинический вестник. 2018;(4):98–106.

7. **Mahan J., Damodar D., Trapana E., Barnhill S., Nuno A.U., Smyth N.A., Aiyer A., Jose J.** Achilles tendon complex: The anatomy of its insertional footprint on the calcaneus and clinical implications. J. Orthop. 2019;17:221–227. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.06.008>

8. **Pełkala P.A., Henry B.M., Ochała A., Kopacz P., Tatoń G., Młyniec A., Walocha J.A., Tomaszewski K.A.** The twisted structure of the Achilles tendon unraveled: A detailed quantitative and qualitative anatomical investigation. Scand. J. Med. Sci. Sports. 2017;27(12):1705–1715. <https://doi.org/10.1111/sms.12835>

9. **Dederer K.M., Tennant J.N.** Anatomical and Functional Considerations in Achilles Tendon Lesions. Foot Ankle Clin. 2019;24(3):371–385. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2019.04.001>

10. **Марков А.А., Вторушин Н.С., Сергеев К.С., Комаров В.И.** Лечение пациентов с повреждениями Ахиллова сухожилия (обзор). Вестник Смоленской государственной медицинской академии. 2018;17(2):159–167.

11. **Bjur D., Alfredson H., Forsgren S.** The innervation pattern of the human Achilles tendon: studies of the normal and tendinosis tendon with markers for general and sensory innervation. Cell Tissue Res. 2005;320(1):201–206. <https://doi.org/10.1007/s00441-004-1014-3>

1. Strategy for the Development of Physical Culture and Sports in the Russian Federation for the period until 2030: approved by the Government of the Russian Federation on November 24, 2020, N 3081- p [internet]. Available at: <https://docs.cntd.ru/document/566430492?marker=6580IP> (accessed 10 Juny 2023) (In Russ.).

2. **Kotelnikov G.P., Kim Yu.D., Shitikov D.S., Filatov E.Yu.** Possible Reasons for Subcutaneous Achilles Tendon Rupture. Modern problems of science and education. 2015;(2-1):28–32 (In Russ.).

3. **Sitnik A.A., Khudnitskii S.I., Beloenko E.D.** Diagnosis, treatment and rehabilitation of patients with Achilles tendon rupture. Instructions for use. Minsk: Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopedics; 2015 (In Russ.).

4. **Meulenkamp B., Stacey D., Fergusson D., Hutton B., Mlis R.S., Graham I.D.** Protocol for treatment of Achilles tendon ruptures; a systematic review with network meta-analysis. Syst. Rev. 2018;7(1):247. <https://doi.org/10.1186/s13643-018-0912-5>

5. **Sereda A.P.** Treatment Options for Neglected Achilles Tendon Ruptured: Whether Spontaneous Healing is Possible? Traumatology and Orthopedics of Russia. 2018;24(2):59–69 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-2-59-69>

6. **Kurov M.A., Golubev V.G.** Modern ideas about the pathogenesis Chronic instability ankle joint. Review of literature. Kremlevskaya meditsina. Klinicheskii vestnik = Kremlin Medicine Journal. 2018;(4):98–106 (In Russ.).

7. **Mahan J., Damodar D., Trapana E., Barnhill S., Nuno A.U., Smyth N.A., Aiyer A., Jose J.** Achilles tendon complex: The anatomy of its insertional footprint on the calcaneus and clinical implications. J. Orthop. 2019;17:221–227. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2019.06.008>

8. **Pełkala P.A., Henry B.M., Ochała A., Kopacz P., Tatoń G., Młyniec A., Walocha J.A., Tomaszewski K.A.** The twisted structure of the Achilles tendon unraveled: A detailed quantitative and qualitative anatomical investigation. Scand. J. Med. Sci. Sports. 2017;27(12):1705–1715. <https://doi.org/10.1111/sms.12835>

9. **Dederer K.M., Tennant J.N.** Anatomical and Functional Considerations in Achilles Tendon Lesions. Foot Ankle Clin. 2019;24(3):371–385. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2019.04.001>

10. **Markov A.A., Vtorushin N.S., Sergeev K.S., Komarov V.I.** Treatment of Patients With Achilles Tendon Injuries (Review). Vestnik Smolenskoi gosudarstvennoi meditsinskoi akademii = Vestnik of Smolensk State Medical Academy. 2018;17(2):159–167 (In Russ.).

11. **Bjur D., Alfredson H., Forsgren S.** The innervation pattern of the human Achilles tendon: studies of the normal and tendinosis tendon with markers for general and sensory innervation. Cell Tissue Res. 2005;320(1):201–206. <https://doi.org/10.1007/s00441-004-1014-3>

12. Кытько О.В., Дыдыкина И.С., Санькова М.В., Крючко П.В., Чиликов В.В. Патогенетические аспекты недостаточности магния при синдроме дисплазии соединительной ткани. Вопросы питания. 2020;89(5):35–43. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10064>
13. Громова О.А., Торшин И.Ю., Томилова И.К., Гилельс А.В., Демидов В.И. Кальций и биосинтез коллагена: систематический анализ молекулярных механизмов воздействия. РМЖ. Мать и дитя. 2016;(15):1009–1017.
14. Родоманова Л.А., Кочиш А.Ю., Романов Д.В., Валетова С.В. Способ хирургического лечения пациентов с повторными разрывами ахиллова сухожилия. Травматология и ортопедия России. 2010;16(3):126–130. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2010-0-3-126-130>
15. **Thermann H.** Achillessehnenruptur – Teil 1: Ätiologie und Diagnostik [Achilles tendon rupture-Part 1: etiology and diagnostics]. *Chirurg.* 2019;90(10):863–872 (In German). <https://doi.org/10.1007/s00104-019-01024-6>
16. **Buddecke D.Jr.** Acute Achilles Tendon Ruptures. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2021;38(2):201–226. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2020.12.006>
17. **Самойлов А.С.** Спортивная медицина на службе спорта высших достижений. Кто есть кто в медицине. 2013;(5):38–41.
18. **Vosseller J.T., Ellis S.J., Levine D.S., Kennedy J.G., Elliott A.J., Deland J.T., Roberts M.M., O'Malley M.J.** Achilles tendon rupture in women. *Foot Ankle Int.* 2013;34(1):49–53. <https://doi.org/10.1177/1071100712460223>
19. **Mansfield K., Dopke K., Koroneos Z, Bonaddio V, Adeyemo A., Aynardi M.** Achilles Tendon Ruptures and Repair in Athletes – a Review of Sports-Related Achilles Injuries and Return to Play. *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* 2022;15(5):353–361. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09774-3>
20. **Huttunen T.T., Kannus P., Rolf C., Felländer-Tsai L., Mattila V.M.** Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am. J. Sports Med.* 2014;42(10):2419–2423. <https://doi.org/10.1177/0363546514540599>
21. **Fournier G., Bernard C., Cieviet-Bonfils M., Kenney R., Pingon M., Sappey-Mariniere E., Chazaud B., Gondin J., Servien E.** Sex differences in semitendinosus muscle fiber-type composition. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2022;32(4):720–727. <https://doi.org/10.1111/sms.14127>
22. **Handelsman D.J., Hirschberg A.L., Bermon S.** Circulating Testosterone as the Hormonal Basis of Sex Differences in Athletic Performance. *Endocr. Rev.* 2018;39(5):803–829. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00020>
23. **Bassett A.J., Ahlmen A., Rosendorf J.M., Romeo A.A., Erickson B.J., Bishop M.E.** The Biology of Sex and Sport. *JBJS Rev.* 2020;8(3):e0140. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.19.00140>
24. **Hoffman J., Gupta S., Amesur A., Anthony T., Winder R.P., Chan H., Hoang V.** Achilles Tendon Rip-Stop SpeedBridge Repair. *Arthrosc. Tech.* 2021;10(9):e2113–e2120. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.05.011>
25. **Slane L.C., DeWall R., Martin J., Lee K., Thelen D.G.** Middle-aged adults exhibit altered spatial variations in Achilles tendon wave speed. *Physiol. Meas.* 2015;36(7):1485–1496. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/36/7/1485>
26. **Slane L.C., Martin J., DeWall R., Thelen D., Lee K.** Quantitative ultrasound mapping of regional variations in shear wave speeds of the aging Achilles tendon. *Eur. Radiol.* 2017;27(2):474–482. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4409-0>
12. **Kytko O.V., Dydykina I.S., Sankova M.V., Kryuchko P.V., Chilikov V.V.** Pathogenetic aspects of magnesium deficiency in connective tissue dysplasia syndrome. *Voprosy pitaniia = Problems of Nutrition.* 2020;89(5):35–43 (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10064>
13. **Gromova O.A., Torshin I.Yu., Tomilova I.K., Gilel's A.V., Demidov V.I.** Calcium and collagen biosynthesis: a systematic analysis of molecular action mechanisms. *RMZh. Mat' i ditya [Russian Medical Journal. Mother & Child.].* 2016;(15):1009–1017 (In Russ.).
14. **Rodomanova L.A., Kochish A.Y., Romanov D.V., Valetova S.V.** Method of Surgical Treatment of Patients With Recurrent Achilles Tendon Ruptures. *Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2010;16(3):126–130 (In Russ.). <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2010-0-3-126-130>
15. **Thermann H.** Achillessehnenruptur – Teil 1: Ätiologie und Diagnostik [Achilles tendon rupture-Part 1: etiology and diagnostics]. *Chirurg.* 2019;90(10):863–872 (In German). <https://doi.org/10.1007/s00104-019-01024-6>
16. **Buddecke D.Jr.** Acute Achilles Tendon Ruptures. *Clin. Podiatr. Med. Surg.* 2021;38(2):201–226. <https://doi.org/10.1016/j.cpm.2020.12.006>
17. **Samoilov A.S.** Sports medicine in the service of high-performance sport. *Kto est' kto v meditsine [Who's who in medicine].* 2013;(5):38–41 (In Russ.).
18. **Vosseller J.T., Ellis S.J., Levine D.S., Kennedy J.G., Elliott A.J., Deland J.T., Roberts M.M., O'Malley M.J.** Achilles tendon rupture in women. *Foot Ankle Int.* 2013;34(1):49–53. <https://doi.org/10.1177/1071100712460223>
19. **Mansfield K., Dopke K., Koroneos Z, Bonaddio V, Adeyemo A., Aynardi M.** Achilles Tendon Ruptures and Repair in Athletes – a Review of Sports-Related Achilles Injuries and Return to Play. *Curr. Rev. Musculoskelet Med.* 2022;15(5):353–361. <https://doi.org/10.1007/s12178-022-09774-3>
20. **Huttunen T.T., Kannus P., Rolf C., Felländer-Tsai L., Mattila V.M.** Acute achilles tendon ruptures: incidence of injury and surgery in Sweden between 2001 and 2012. *Am. J. Sports Med.* 2014;42(10):2419–2423. <https://doi.org/10.1177/0363546514540599>
21. **Fournier G., Bernard C., Cieviet-Bonfils M., Kenney R., Pingon M., Sappey-Mariniere E., Chazaud B., Gondin J., Servien E.** Sex differences in semitendinosus muscle fiber-type composition. *Scand. J. Med. Sci. Sports.* 2022;32(4):720–727. <https://doi.org/10.1111/sms.14127>
22. **Handelsman D.J., Hirschberg A.L., Bermon S.** Circulating Testosterone as the Hormonal Basis of Sex Differences in Athletic Performance. *Endocr. Rev.* 2018;39(5):803–829. <https://doi.org/10.1210/er.2018-00020>
23. **Bassett A.J., Ahlmen A., Rosendorf J.M., Romeo A.A., Erickson B.J., Bishop M.E.** The Biology of Sex and Sport. *JBJS Rev.* 2020;8(3):e0140. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.19.00140>
24. **Hoffman J., Gupta S., Amesur A., Anthony T., Winder R.P., Chan H., Hoang V.** Achilles Tendon Rip-Stop SpeedBridge Repair. *Arthrosc. Tech.* 2021;10(9):e2113–e2120. <https://doi.org/10.1016/j.eats.2021.05.011>
25. **Slane L.C., DeWall R., Martin J., Lee K., Thelen D.G.** Middle-aged adults exhibit altered spatial variations in Achilles tendon wave speed. *Physiol. Meas.* 2015;36(7):1485–1496. <https://doi.org/10.1088/0967-3334/36/7/1485>
26. **Slane L.C., Martin J., DeWall R., Thelen D., Lee K.** Quantitative ultrasound mapping of regional variations in shear wave speeds of the aging Achilles tendon. *Eur. Radiol.* 2017;27(2):474–482. <https://doi.org/10.1007/s00330-016-4409-0>

27. **Slane L.C., Thelen D.G.** Achilles tendon displacement patterns during passive stretch and eccentric loading are altered in middle-aged adults. *Med. Eng. Phys.* 2015;37(7):712–716. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2015.04.004>

28. **Сергеев С.В., Коловертнов Д.Е., Джоджуа А.В., Невзоров А.М., Семенова Л.А.** Эндопротезирование ахиллова сухожилия. Вестник Национального медико-хирургического центра им. НИ Пирогова. 2010;5(4):65–72.

29. **Николенко В.Н., Оганесян М.В., Вовкогон А.Д., Санькова М.В., Ризаева Н.А.** Морфологические маркеры структурно-функциональных нарушений опорно-двигательного аппарата, возникающих после физической нагрузки. *Человек. Спорт. Медицина.* 2019;19(3):103–111. <https://doi.org/10.14529/hsm190313>

30. **Nikolenko V.N., Oganeyan M.V., Vovkogon A.D., Cao Y., Churganova A.A., Zolotareva M.A., et al.** Morphological signs of connective tissue dysplasia as predictors of frequent post-exercise musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):660–670. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03698-0>

31. **Кенис В.М., Сапоговский А.В.** Лечение детей с плановальгусными деформациями стоп. В: **Миронов С.П.**, ред. Клинические рекомендации. Травматология и ортопедия детского и подросткового возраста. Москва: ГЭОТАР-Медиа; 2017, с. 158–168.

32. **Khlopas H., Khlopas A., Samuel L.T., Ohliger E., Sultan A.A., Chughtai M., Mont M.A.** Current Concepts in Osteoarthritis of the Ankle: Review. *Surg. Technol. Int.* 2019;35:280–294.

33. **Goldberg A.J., Chowdhury K., Bordea E., Hauptmannova I., Blackstone J., Brooking D., et al.** Total Ankle Replacement Versus Arthrodesis for End-Stage Ankle Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Ann. Intern. Med.* 2022;175(12):1648–1657. <https://doi.org/10.7326/M22-2058>

34. **van der Vlist A.C., Breda S.J., Oei E.H.G., Verhaar J.A.N., de Vos R.J.** Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2019;53(21):1352–1361. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099991>

35. **Сорокин Е.П., Серeda А.П., Пашкова Е.А., Коновальчук Н.С., Фомичев В.А., Чугаев Д.В., Шулепов Д.А.** Проблемы семиотики заболеваний ахиллова сухожилия в клиническом и образовательном аспектах. *Спортивная медицина: наука и практика.* 2022;12(2):46–59. <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.9>

36. **Xergia S.A., Tsarbou C., Liveris N.I., Hadjithoma M., Tzanetakou I.P.** Risk factors for Achilles tendon rupture: an updated systematic review. *Phys Sportsmed.* 2022;1-11. <https://doi.org/10.1080/00913847.2022.2085505>

37. **Huh J., Easley M.E., Nunley J.A.** 2nd. Characterization and Surgical Management of Achilles Tendon Sleeve Avulsions. *Foot Ankle Int.* 2016;37(6):596–604. <https://doi.org/10.1177/1071100716629778>

38. **Medina Pabón M.A., Naqvi U.** Achilles Tendinopathy. 2023. In: StatPearls [internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30844176/>

39. **Giai Via A., Oliva F., Padulo J., Oliva G., Maffulli N.** Insertional Calcific Tendinopathy of the Achilles Tendon and Dysmetabolic Diseases: An Epidemiological Survey. *Clin. J. Sport Med.* 2022;32(1):e68–e73. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000881>

40. **Abate M., Schiavone C., Salini V., Andia I.** Occurrence of tendon pathologies in metabolic disorders. *Rheumatology (Oxford).* 2013;52(4):599–608. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kes395>

27. **Slane L.C., Thelen D.G.** Achilles tendon displacement patterns during passive stretch and eccentric loading are altered in middle-aged adults. *Med. Eng. Phys.* 2015;37(7):712–716. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2015.04.004>

28. **Sergeev S.V., Kolovertnov D.E., Dzhodzhuia A.V., Nevzorov A.N., Semenova L.A.** Replacement of Achilles Tendon. *Vestnik Natsional'nogo mediko-khirurgicheskogo tsentra im. NI Pirogova = Bulletin of Pirogov National Medical & Surgical Center.* 2010;5(4):65–72 (In Russ.).

29. **Nikolenko V., Oganeyan M., Vovkogon A., Sankova M., Rizaeva N.** Morphological Markers of the Post Exercise Structural and Functional Disorders of the Locomotor Apparatus. *Human. Sport. Medicine.* 2019;19(3):103–111 (In Russ.). <https://doi.org/10.14529/hsm190313>

30. **Nikolenko V.N., Oganeyan M.V., Vovkogon A.D., Cao Y., Churganova A.A., Zolotareva M.A., et al.** Morphological signs of connective tissue dysplasia as predictors of frequent post-exercise musculoskeletal disorders. *BMC Musculoskelet Disord.* 2020;21(1):660–670. <https://doi.org/10.1186/s12891-020-03698-0>

31. **Kenis V.M., Sapogovskii A.V.** Lechenie detei s planovalgusnymi deformatsiyami stop. In: **Mironov S.P.**, ed. Clinical Guidelines. Traumatology and orthopedics of pediatric and adolescent age. Moscow: GEOTAR-Media Publ.; 2017, p. 158–168 (In Russ.).

32. **Khlopas H., Khlopas A., Samuel L.T., Ohliger E., Sultan A.A., Chughtai M., Mont M.A.** Current Concepts in Osteoarthritis of the Ankle: Review. *Surg. Technol. Int.* 2019;35:280–294.

33. **Goldberg A.J., Chowdhury K., Bordea E., Hauptmannova I., Blackstone J., Brooking D., et al.** Total Ankle Replacement Versus Arthrodesis for End-Stage Ankle Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. *Ann. Intern. Med.* 2022;175(12):1648–1657. <https://doi.org/10.7326/M22-2058>

34. **van der Vlist A.C., Breda S.J., Oei E.H.G., Verhaar J.A.N., de Vos R.J.** Clinical risk factors for Achilles tendinopathy: a systematic review. *Br J Sports Med.* 2019;53(21):1352–1361. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2018-099991>

35. **Sorokin E.P., Sereda A.P., Pashkova E.A., Konovalchuk N.S., Fomichev V.A., Chugaev D.V., Demyanova K.A., Shulepov D.A.** Problems of semiotics of diseases of the Achilles tendon in clinical and educational aspects. *Sports medicine: research and practice.* 2022;12(2):46–59 (In Russ.). <https://doi.org/10.47529/2223-2524.2022.2.9>

36. **Xergia S.A., Tsarbou C., Liveris N.I., Hadjithoma M., Tzanetakou I.P.** Risk factors for Achilles tendon rupture: an updated systematic review. *Phys Sportsmed.* 2022;1-11. <https://doi.org/10.1080/00913847.2022.2085505>

37. **Huh J., Easley M.E., Nunley J.A.** 2nd. Characterization and Surgical Management of Achilles Tendon Sleeve Avulsions. *Foot Ankle Int.* 2016;37(6):596–604. <https://doi.org/10.1177/1071100716629778>

38. **Medina Pabón M.A., Naqvi U.** Achilles Tendinopathy. 2023. In: StatPearls [internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30844176/>

39. **Giai Via A., Oliva F., Padulo J., Oliva G., Maffulli N.** Insertional Calcific Tendinopathy of the Achilles Tendon and Dysmetabolic Diseases: An Epidemiological Survey. *Clin. J. Sport Med.* 2022;32(1):e68–e73. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000881>

40. **Abate M., Schiavone C., Salini V., Andia I.** Occurrence of tendon pathologies in metabolic disorders. *Rheumatology (Oxford).* 2013;52(4):599–608. <https://doi.org/10.1093/rheumatology/kes395>

41. Ackermann P.W., Hart D.A. General Overview and Summary of Concepts Regarding Tendon Disease Topics Addressed Related to Metabolic Disorders. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2016;920:293–298. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33943-6_28

42. Oliva F., Marsilio E., Asparago G., Gaii Via A., Biz C., Padulo J., et al. Achilles Tendon Rupture and Dysmetabolic Diseases: A Multicentric, Epidemiologic Study. *J. Clin. Med.* 2022;11(13):3698. <https://doi.org/10.3390/jcm11133698>

43. Alves C., Mendes D., Marques F.B. Fluoroquinolones and the risk of tendon injury: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Pharmacol.* 2019;75(10):1431–1443. <https://doi.org/10.1007/s00228-019-02713-1>

44. Bolon B. Mini-Review: Toxic Tendinopathy. *Toxicol Pathol.* 2017 Oct;45(7):834–837. <https://doi.org/10.1177/0192623317711614>

45. Knobloch K. Drug-Induced Tendon Disorders. *Adv Exp Med Biol.* 2016;920:229–38. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33943-6_22

46. Cohen P.R. Cephalixin-associated Achilles Tendonitis: Case Report and Review of Drug-induced Tendinopathy. *Cureus.* 2018;10(12):e3783. <https://doi.org/10.7759/cureus.3783>

47. Kirchgessner T., Larbi A., Omoumi P., Malghem J., Zamali N., Manelfe J., Lecouvet F., Vande Berg B., Djebbar S., Dallaudière B. Drug-induced tendinopathy: from physiology to clinical applications. *Joint Bone Spine.* 2014;81(6):485–92. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2014.03.022>

48. Vallone G., Vittorio T. Complete Achilles tendon rupture after local infiltration of corticosteroids in the treatment of deep retrocalcaneal bursitis. *J Ultrasound.* 2014;17(2):165–7. <https://doi.org/10.1007/s40477-014-0066-9>

49. Deren M.E., Klinge S.A., Mukand N.H., Mukand J.A. Tendinopathy and Tendon Rupture Associated with Statins. *JBJS Rev.* 2016;4(5):e4. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.15.00072>

50. Mitsimponas N., Klouva E., Tryfonopoulos D., Grivas A., Demiri S., Koumakis G., Gouveris P. Aromatase Inhibitor-Associated Tendinopathy and Muscle Tendon Rupture: Report of Three Cases of This Exceedingly Rare Adverse Event. *Case Rep Oncol.* 2018 Aug 17;11(2):557–561. <https://doi.org/10.1159/000491874>

51. Козлова А.С., Пятибрат А.О., Бузник Г.В., Мельнов С.Б., Шабанов П.Д. Возможные молекулярно-генетические предикторы развития патологии локомоторной системы при экстремальных физических нагрузках. *Обзоры по клинической фармакологии и лекарственной терапии.* 2015;13(3):53–62.

52. Sanna S., Jackson A.U., Nagaraja R., Willer C.J., Chen W.M., Bonnycastle L.L., et al. Common variants in the GDF5-UQCC region are associated with variation in human height. *Nat. Genet.* 2008;40(2):198–203. <https://doi.org/10.1038/ng.74>

53. Yuan H.Y., Tang Y., Lei L., Xiao G.B., Liang Y.X., Wang S., Xia Z.L. [Synergistic interaction between MMP-3, VDR gene polymorphisms and occupational risk factors on lumbar disc degeneration]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2010;28(5):334–338 (In Chinese).

41. Ackermann P.W., Hart D.A. General Overview and Summary of Concepts Regarding Tendon Disease Topics Addressed Related to Metabolic Disorders. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2016;920:293–298. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33943-6_28

42. Oliva F., Marsilio E., Asparago G., Gaii Via A., Biz C., Padulo J., et al. Achilles Tendon Rupture and Dysmetabolic Diseases: A Multicentric, Epidemiologic Study. *J. Clin. Med.* 2022;11(13):3698. <https://doi.org/10.3390/jcm11133698>

43. Alves C., Mendes D., Marques F.B. Fluoroquinolones and the risk of tendon injury: a systematic review and meta-analysis. *Eur J Clin Pharmacol.* 2019;75(10):1431–1443. <https://doi.org/10.1007/s00228-019-02713-1>

44. Bolon B. Mini-Review: Toxic Tendinopathy. *Toxicol Pathol.* 2017 Oct;45(7):834–837. <https://doi.org/10.1177/0192623317711614>

45. Knobloch K. Drug-Induced Tendon Disorders. *Adv Exp Med Biol.* 2016;920:229–38. https://doi.org/10.1007/978-3-319-33943-6_22

46. Cohen P.R. Cephalixin-associated Achilles Tendonitis: Case Report and Review of Drug-induced Tendinopathy. *Cureus.* 2018;10(12):e3783. <https://doi.org/10.7759/cureus.3783>

47. Kirchgessner T., Larbi A., Omoumi P., Malghem J., Zamali N., Manelfe J., Lecouvet F., Vande Berg B., Djebbar S., Dallaudière B. Drug-induced tendinopathy: from physiology to clinical applications. *Joint Bone Spine.* 2014;81(6):485–92. <https://doi.org/10.1016/j.jbspin.2014.03.022>

48. Vallone G., Vittorio T. Complete Achilles tendon rupture after local infiltration of corticosteroids in the treatment of deep retrocalcaneal bursitis. *J Ultrasound.* 2014;17(2):165–7. <https://doi.org/10.1007/s40477-014-0066-9>

49. Deren M.E., Klinge S.A., Mukand N.H., Mukand J.A. Tendinopathy and Tendon Rupture Associated with Statins. *JBJS Rev.* 2016;4(5):e4. <https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.15.00072>

50. Mitsimponas N., Klouva E., Tryfonopoulos D., Grivas A., Demiri S., Koumakis G., Gouveris P. Aromatase Inhibitor-Associated Tendinopathy and Muscle Tendon Rupture: Report of Three Cases of This Exceedingly Rare Adverse Event. *Case Rep Oncol.* 2018 Aug 17;11(2):557–561. <https://doi.org/10.1159/000491874>

51. Kozlova A.S., Pyatibrat A.O., Buznik G.V., Melnov S.B., Shabanov P.D. Probable molecular genetic predictors for development of the locomotor system pathology in the extreme physical exertion. *Reviews on Clinical Pharmacology and Drug Therapy.* 2015;13(3):53–62 (In Russ.). <https://doi.org/10.17816/RCF13353-62>

52. Sanna S., Jackson A.U., Nagaraja R., Willer C.J., Chen W.M., Bonnycastle L.L., et al. Common variants in the GDF5-UQCC region are associated with variation in human height. *Nat. Genet.* 2008;40(2):198–203. <https://doi.org/10.1038/ng.74>

53. Yuan H.Y., Tang Y., Lei L., Xiao G.B., Liang Y.X., Wang S., Xia Z.L. [Synergistic interaction between MMP-3, VDR gene polymorphisms and occupational risk factors on lumbar disc degeneration]. *Zhonghua Lao Dong Wei Sheng Zhi Ye Bing Za Zhi.* 2010;28(5):334–338 (In Chinese).

Информация об авторах:

Николенко Владимир Николаевич, заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой анатомии и гистологии человека, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; заведующий кафедрой нормальной и топографической анатомии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, 1 (vn.nikolenko@yandex.ru)

Санькова Мария Вячеславовна*, стажер-исследователь кафедры анатомии и гистологии человека, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2 (cankov@yandex.ru)

Хегай Андрей Дмитриевич, студент 2-го курса ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, Москва, 119234, Ленинские горы, 1 (kheg2022@gmail.com)

Оганесян Марине Валиковна, кандидат медицинских наук, доцент по кафедре анатомии и гистологии человека, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; доцент кафедры нормальной и топографической анатомии факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», 119234, Москва, Ленинские горы, 1 (marine-oganesyan@mail.ru)

Ризаева Негория Алиагаевна, кандидат медицинских наук, доцент по кафедре анатомии и гистологии человека, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2; доцент кафедры нормальной и топографической анатомии Факультета фундаментальной медицины, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова», Россия, 119234, Москва, Ленинские горы, 1 (rizaevan@yandex.ru)

Саньков Алексей Вячеславович, студент 1-го курса ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Россия, 119991, Москва, ул. Трубецкая, 8, стр. 2 (A.V.Sankov@yandex.ru)

Гридин Леонид Александрович, доктор медицинских наук, профессор, генеральный директор Московского центра проблем здоровья при Правительстве Москвы, Россия, Москва, ул. Житная, 14, стр. 3, (leonidgridin@yandex.ru)

Information about the authors:

Vladimir N. Nikolenko, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Worker of Higher School of the Russian Federation, M.D., D. Sc. (Medicine), Professor, Head of the Human Anatomy and Histology Department, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119048, Moscow, Trubetskaya Str., 8, building 2; Head of the Normal and Topographic Anatomy Department, Basic Medicine Faculty, Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1 (vn.nikolenko@yandex.ru)

Maria V. Sankova*, research intern at the Human Anatomy and Histology Department, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119048, Moscow, Trubetskaya Str., 8, building 2 (cankov@yandex.ru)

Andrey D. Khegai, student of Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1 (kheg2022@gmail.com)

Marine V. Oganessian, Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Human Anatomy and Histology Department, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119048, Moscow, Trubetskaya Str., 8, building 2; Associate Professor of the Normal and Topographic Anatomy Department, Basic Medicine Faculty, Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1 (marine-oganesyan@mail.ru)

Negoria A. Rizaeva, Ph.D. (Medicine), Associate Professor of the Human Anatomy and Histology Department, Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119048, Moscow, Trubetskaya Str., 8, building 2; Associate Professor of the Normal and Topographic Anatomy Department, Basic Medicine Faculty, Lomonosov Moscow State University, Russia, 119991, Moscow, Leninskie Gory, 1 (rizaevan@yandex.ru)

Aleksey V. Sankov, student of Sechenov First Moscow State Medical University, Russia, 119048, Moscow, Trubetskaya Str., 8, building 2 (A.V.Sankov@yandex.ru)

Leonid A. Gridin, M.D., D. Sc. (Medicine), Professor, General Director of Moscow Center for Health Problems under the Moscow Government, Moscow, Russia, Zhitnaya str., 14/3 (leonidgridin@yandex.ru)

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author