

ISSN 1814-6023 (Print)
ISSN 2524-2350 (Online)

АГЛЯДЫ
REVIEWS

УДК [616.728.3-018.38-001.33:616.72-007.281]-073
<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-3-372-380>

Поступила в редакцию 23.03.2020
Received 23.03.2020

**А. А. Коструб¹, Ю. В. Поляченко¹, В. В. Котюк¹, М. А. Герасименко²,
В. Б. Мазевич¹, И. Н. Никифорова³, Р. И. Блонский¹, Д. А. Смирнов¹**

¹*Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины, Киев, Украина*
²*Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии,
Минск, Республика Беларусь*
³*«М24» центры МРТ и КТ диагностики, Киев, Украина*

**ВКЛАД ПОВРЕЖДЕНИЙ АНТЕРОЛАТЕРАЛЬНОЙ СВЯЗКИ
В НЕСТАБИЛЬНОСТЬ КОЛЕННОГО СУСТАВА
И СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИХ ДИАГНОСТИКИ**

Аннотация. Одной из причин резидуальной ротационной нестабильности у пациентов с разрывами передней крестообразной связки после идеально проведенной пластики является нелеченное повреждение антеролатеральной связки (АЛС) коленного сустава. Последние десятилетия в литературе широко обсуждаются вопросы анатомических особенностей АЛС, вклада ее повреждений в ротационную нестабильность коленного сустава, а также способы диагностики и лечения последней. Однако взгляды ученых на принципиальные вопросы, касающиеся анатомии и структурно-функциональных особенностей АЛС, а следовательно, на способы и целесообразность восстановления иногда диаметрально противоположны. Это приводит к неопределенности диагностических критериев и затрудняет выбор оптимальных способов лечения. Диагностика повреждений АЛС с помощью магниторезонансной томографии на сегодняшний день находится на грани своих возможностей.

Нами установлены причины разногласий между исследователями в вопросах анатомии АЛС и оптимальных способов диагностики и лечения ее повреждений, а также предложены пути решения этих вопросов.

Ключевые слова: антеролатеральная связка, нестабильность коленного сустава, МРТ

Для цитирования: Вклад повреждений антеролатеральной связки в нестабильность коленного сустава и современные методы их диагностики / А. А. Коструб [и др.] // Вест. Нац. акад. наук Беларуси. Сер. мед. наук. – 2020. – Т. 17, № 3. – С. 372–380. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-3-372-380>

**Oleksandr O. Kostrub¹, Iurii V. Poliachenko¹, Viktor V. Kotiuk¹, Mikhail A. Gerasimenko²,
Vadym B. Mazevych¹, Iryna M. Nikiforova³, Roman I. Blonskyi¹, Dmitry A. Smirnov¹**

¹*Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kyiv, Ukraine*
²*Republican Scientific-Practical Centre of Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus*
³*“M24” MRI and CT Diagnostic Centers, Kyiv, Ukraine*

**CONTRIBUTION OF ANTEROLATERAL LIGAMENT INJURIES TO THE KNEE
JOINT INSTABILITY AND MODERN METHODS OF THEIR DIAGNOSTICS**

Abstract. Untreated damage to the anterolateral ligament of the knee is one of the residual rotational instability causes in patients with the ruptures of the anterior cruciate ligament after its perfect surgical reconstruction. The contribution of anterolateral ligament damage to rotational instability of the knee, its anatomical features, diagnostics and treatment have been widely discussed in the literature in recent decades. However, the insights in the fundamental issues of its anatomy and functional anatomy, and therefore the reconstruction methods and expediency are diametrically positive. Differences in the anatomy data lead to the uncertainty in diagnostic criteria and optimal treatment options. Anterolateral ligament in its nature is beyond the current-day diagnostic capabilities of magnetic resonance imaging.

We have identified the reasons for disagreement among the researchers in the anatomy of an anterolateral ligament, the best ways to diagnose and treat its damage. We have suggested the ways to address these issues in this article.

Keywords: anterolateral ligament, knee instability, MRI

For citation: Kostrub O. O., Poliachenko Iu. V., Kotiuk V. V., Gerasimenko M. A., Mazevyeh V. B., Nikiforova I. M., Blonskyi R. I., Smirnov D. A. Contribution of anterolateral ligament injuries to the knee joint instability and modern methods of their diagnostics. *Vesti Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seriya meditsinskikh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2020, vol. 17, no. 3, pp. 372–380 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2020-17-3-372-380>

Введение. Повреждения передней крестообразной связки (ПКС) сопровождаются развитием нестабильности коленного сустава, имеющей разную степень выраженности. Это зависит от многих факторов – степени и давности повреждения ПКС, наличия сопутствующих повреждений менисков или других структур коленного сустава, развития мышц бедра и голени, пола пациента, выраженности дегенеративных изменений в суставе и т. д. В связи со значительным расширением за последние десятилетия представлений об анатомии и структурно-функциональных особенностях ПКС разработаны настолько прецизионные технологии ее восстановления, что, казалось бы, вопрос нестабильности после пластики ПКС должен быть решен. Тем не менее, даже идеальное восстановление ПКС и сопутствующих повреждений менисков и других структур у пациентов с хорошим развитием мышц бедра и голени в ряде случаев не позволяет полностью восстановить стабильность коленного сустава, в частности ротационную, что в свою очередь приводит к прекращению спортивной карьеры многих профессиональных спортсменов и невозможности занятий спортом для многих любителей [1]. Одна из причин – повреждение антеролатеральной связки (АЛС) коленного сустава.

АЛС была описана довольно давно (Paul Segond, 1879) [2]. Определение ее роли в ротационной стабильности также не вызвало затруднений. Современное название эта связка получила в 2012 г. благодаря J. P. Vincent с соавт. [3], хотя попытки лечения ее повреждений в виде восстановления анатомии этой связки, а также внесуставной пластики антеролатерального угла (или антеролатерального связочного комплекса) коленного сустава с помощью укрепления или транспозиции смежных структур (капсулы сустава, илиотибиального тракта и т. д.) предпринимались и раньше [4–6]. Таким образом, вопросы диагностики и лечения повреждений АЛС остаются нерешенными и сегодня.

Цель исследования – определение вклада повреждений антеролатеральной связки в нестабильность коленного сустава, а также оценка возможностей современных диагностических методов в выявлении ее повреждений.

Материалы и методы исследования. Исследование основывалось на критическом анализе литературы в отношении анатомии, функциональной анатомии и методов/способов визуализации АЛС за последние 10 лет и более.

Результаты и их обсуждение. На сегодняшний день известно, что АЛС находится на латеральной поверхности коленного сустава кпереди от фибулярной коллатеральной связки. Но мнения исследователей о точках ее начала (особенно о точке начала в области латерального мыщелка бедра) и крепления, направлении волокон и т. д. расходятся.

Авторы последних исследований предлагают считать анатомию АЛС двухслойной [7]. Согласно их представлениям, поверхностный слой АЛС начинается немного дорзальнее и проксимальнее по отношению к центру латерального надмыщелка, проходя поверхностно относительно собственно надмыщелка и начала фибулярной коллатеральной связки. Направляясь в сторону большеберцовой кости, поверхностный слой АЛС прикрепляется к ней между бугорком Герди и головкой малоберцовой кости. Передний и задний края поверхностного слоя АЛС в месте прикрепления расположены от бугорка Герди кзади в среднем на 10,96 и 16,82 мм соответственно. Средняя длина поверхностного слоя АЛС составляет 53–53,3 мм. При сгибании коленного сустава поверхностный слой визуально незначительно расслабляется (задняя часть волокон сокращается примерно на 3 мм), а при разгибании натягивается. Поверхностный слой не имеет связи с латеральным мениском.

Глубокий же слой АЛС в большинстве случаев начинается от самого центра латерального надмыщелка бедра, хотя возможны и незначительные отклонения. Прикрепляется глубокий слой кзади от поверхностного, также кзади от бугорка Герди, но уже на расстоянии 16,4 и 20,8 мм (передний и задний края соответственно). Длина передних и задних волокон глубокого слоя

АЛС составляет в среднем 33,5 и 37,7 мм соответственно. Передние волокна глубокого слоя АЛС удлиняются примерно на 3 мм при сгибании на 90°. Задние волокна остаются той же длины. Визуально глубокий слой очень незначительно натягивается при сгибании коленного сустава. Таким образом, объективное изменение длины волокон слоев АЛС при сгибании/разгибании не всегда коррелирует с визуальным ощущением ее натяжения или расслабления. Глубокий слой АЛС соединяется с латеральным мениском на границе его тела и переднего рога.

Изложенную выше концепцию анатомии АЛС относительно недавно предложили С. Р. Helito с соавт. [7]. Таким образом, исследователям удалось объяснить несогласованность результатов предыдущих исследований других авторов, которые выделяли либо только поверхностный, либо только глубокий слой АЛС (реже). Авторы попытались достаточно убедительно объяснить и другие различия во взглядах исследователей на анатомию АЛС. Поэтому анатомическое исследование АЛС С. Р. Helito с соавт. [7] сегодня выглядит наиболее подробным и наиболее обоснованным. Мы предлагаем придерживаться концепции двухслойного строения АЛС, если эта концепция не будет опровергнута более качественными исследованиями. Что это нам дает? С одной стороны, это потенциально улучшит понимание функции АЛС и возвращает вопрос показаний и выбора способа пластики АЛС к самому началу, поскольку представление о ее анатомии кардинально изменились. С другой стороны, это обуславливает изменение подходов не только к поиску АЛС на МРТ-изображениях и при ультразвуковой диагностике, но и к интерпретации полученных данных. При этом снова поднимаются вопросы: при каком угле сгибания натягивается АЛС и при каком угле сгибания необходимо проводить ее фиксацию. На сегодняшний день эти вопросы находят разные решения [8–10]. С. Р. Helito с соавт. [7] предлагают учитывать роль АЛС как при разгибании, так и при сгибании коленного сустава, что не может не отражаться на способах ее реконструкции. Но для контроля именно за pivot-shift тестом авторы предлагают восстанавливать именно поверхностный слой АЛС [7].

Повреждение АЛС приводит к усилению внутренней ротации. Так, экспериментально установлено, что при повреждении АЛС вместе с ПКС внутренняя ротация голени при различных углах сгибания увеличивается приблизительно на 20 % по сравнению с таковой в здоровом коленном суставе, а при сгибании под углом 90° – на 13,4 % по сравнению с внутренней ротацией коленного сустава с поврежденной ПКС, но без повреждения АЛС. Еще большее повреждение АЛС усиливает внутреннюю ротацию в коленном суставе при одновременном разрыве/отрыве илиотибиального тракта – на 39 % при сгибании под углом 20° и на 63 % при сгибании под углом 90°. А при выполнении pivot-shift теста под углом 30° повреждение АЛС в комплексе с разрывом ПКС увеличивает так называемую «комбинированную» внутреннюю ротацию – на 43 и 30,8 % соответственно по сравнению с таковой в здоровом коленном суставе и в суставе с поврежденной ПКС [11].

Расширение диагностических возможностей МРТ и УЗИ потенциально должно было улучшить диагностику разрывов АЛС, однако этого не произошло. Причин может быть несколько. Во-первых, нужно хорошо понимать анатомию этой связки и учитывать ее роль. Во-вторых, поскольку АЛС достаточно тонкая и находится между двумя связками, которые имеют ту же направленность, важно уметь найти ее и вывести при исследовании. В-третьих, нужны, вероятно, специальные протоколы исследования, которые могли бы улучшить диагностику повреждений АЛС, ведь существующие стандартные протоколы обследования коленного сустава редко дают достаточно информации о ее состоянии. Тем не менее, в ряде случаев даже использование стандартных протоколов исследования коленного сустава позволяет хорошо визуализировать АЛС, особенно если они выполнены на современных высокопольных томографах (рис. 1). Скопление синовиальной жидкости в зоне расположения АЛС при синовите облегчает визуализацию (рис. 2).

Стандартные протоколы МРТ-исследования даже на МРТ-томографе 3 Т позволяют визуализировать АЛС (хотя бы частично) в 64 % интактных коленных суставов и в 72 % коленных суставов с повреждением ПКС. Визуализация АЛС на всем протяжении (правда, без учета последних анатомических исследований ее двухслойного строения) удается уже у значительно меньшего числа пациентов – в 23 % интактных коленных суставов и в 21 % коленных суставов после повреждения ПКС. Причем, как правило, хуже визуализируется бедренный слой, лучше – боль-

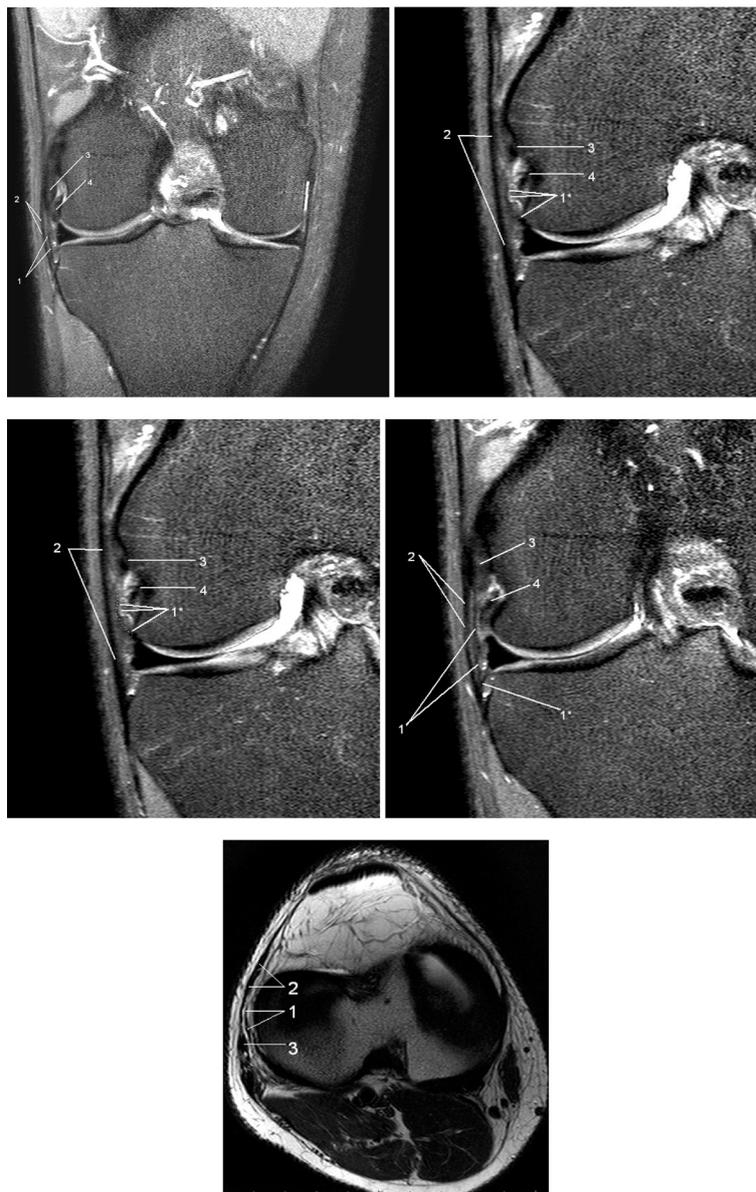


Рис. 1. МРТ 3 Т колінного сугава з неповрежденною антеролатеральною зв'язкою: 1 – антеролатеральна зв'язка, 1* – глибока порція антеролатеральної зв'язки, 2 – іліотибальний тракт, 3 – фібулярна коллатеральна зв'язка, 4 – сухожилля підколінної м'язи

Fig. 1. MRI of 3 T knee joint with undamaged anterolateral ligament: 1 – anterolateral ligament, 1* – deep part of anterolateral ligament, 2 – iliotibial tract, 3 – fibular collateral ligament, 4 – popliteus tendon

шеберцовий [12]. Это обуславливает поиск путей оптимизации МРТ-исследования с целью улучшения визуализации бедренной части АЛС. С. Р. Helito с соавт. [13] на МРТ-томографе 3 Т визуализировали АЛС частично в 81,8 % коленных суставов, а на всем протяжении – в 33,3 %. Другие исследователи приводят еще худшие показатели визуализации АЛС по МРТ-томографу 3 Т – 40 % частично и 11 % на всем протяжении, но также без учета последних анатомических данных [14]. Интересным и полезным для практического поиска АЛС по МРТ является среднее расстояние от плато большеберцовой кости до прикрепления тибальной ее части – 5,6 мм [14]. Имеющиеся определенные расхождения в приведенных различными учеными примерах МРТ-изображений в отношении того, что считать АЛС, обусловлены различными взглядами на ее анатомию. В частности, J. Jr. Poggino с соавт. [15] считают, что АЛС визуализируется у всех пациентов, однако у значительной части она не выглядит отдельной четкой структурой и плохо дифференцируется от окружающих тканей – иллиотибального тракта, латеральной коллатеральной связки или кап-

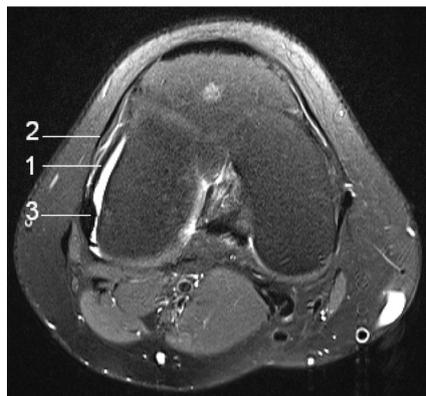


Рис. 2. МРТ 1,5 Т коленного сустава с неповрежденной антеролатеральной связкой и синовитом в ее области: 1 – антеролатеральная связка, 2 – илиотибиальный тракт, 3 – фибулярная коллатеральная связка

Fig. 2. MRI of 1,5 T knee joint with undamaged anterolateral ligament and synovitis in its area: 1 – anterolateral joint, 2 – iliotibial tract, 3 – fibular collateral joint

дения – полный или частичный разрыв, отек и т. п.). Такая положительная тенденция в улучшении визуализации АЛС в последние годы может быть связана как с совершенствованием понимания ее анатомии, так и с улучшением собственно МРТ-томографов, программного обеспечения и протоколов исследования. В конце концов, по мнению большинства ученых, в той или иной степени визуализировать АЛС по МРТ можно у определенного процента пациентов, но диагностировать ее повреждения удастся очень редко [11]. Понимая важность АЛС и зная досконально ее анатомию, представляется важным попытаться диагностировать ее состояние хотя бы у тех пациентов, у которых это возможно. Несколько улучшить визуализацию АЛС может исследование на МРТ-томографе 3 Т с использованием 3D-CISS режима. А использование косых сагиттальных срезов позволяет даже визуализировать угол между АЛС и фибулярной коллатеральной связкой ($18,34 \pm 1,88^\circ$) [18].

Еще хуже обстоят дела с показаниями к восстановлению АЛС, способами ее восстановления и особенностями реабилитации. Существуют различные взгляды в отношении целесообразности и пользы/риска комбинации пластики ПКС с восстановлением АЛС. Но приведенные авторами небольшого количества исследований аргументы против ее целесообразности [19–21], а иногда, как они утверждают, даже вредности ее проведения [22], перевешивают доводы авторов многочисленных исследований, указывающих на пользу от такой дополнительной стабилизации [23–26].

Такое расхождение во взглядах по вопросу добавления пластики АЛС (при ее повреждении) к пластике ПКС может быть связано с различными факторами, в том числе с разными представлениями об анатомии и функциональной анатомии [2, 7, 27–32], а также с применением различных способов пластики как ПКС, так и АЛС, для которых разработаны способы и анатомического восстановления, и неанатомического антеролатерального тенodesа [33–35]. В то же время, учитывая последние данные о двухслойной анатомической структуре АЛС с различными местами начала и крепления отдельных ее пучков, анатомичность некоторых более старых способов пластики АЛС также должна быть пересмотрена. Е. Inderhaug с соавт. [25] сравнили несколько способов пластики АЛС и неанатомического тенodesа антеролатерального угла коленного сустава. Удивительно, но, согласно их данным, оптимальными оказались неанатомичные тенodesы по Macintosh и по Lemaire (оба с глубоким относительно фибулярной малоберцовой связки проведением пучка из илиотибиального тракта), поскольку анатомичная пластика АЛС не обеспечивала достаточной внутрнеротационной стабильности, а неанатомичный тенodes по модифициро-

сулы сустава. V. Kizilgöz с соавт. [16] считают, что АЛС визуализируется на всем протяжении у 82 % пациентов, но приведенные ими примеры вызывают сомнения в диагностической ценности визуализации такого качества. Примеры визуализации АЛС на МРТ-томографе 1,5 Т (Siemens Maestro Sonata, gradient 40 mT, software Syngo A35) в большинстве интактных коленных суставов, а также нарушений ее структуры в 88,2 % коленных суставов с повреждением ПКС приведены в совершенно свежем исследовании 2019 г. А. Feretti с соавт. [17]. Другим возможным объяснением таких высоких процентов выявления «патологии» со стороны АЛС в данном исследовании было выполнение у пациента МРТ-исследования на обоих суставах (травмированном и здоровом контрлатеральном) и возможность сравнить симметричные участки, а также подбор пациентов только с острой травмой коленного сустава (допускается возможность сращения АЛС в более отдаленном периоде, что может влиять на результаты МРТ-исследования при диагностике устаревших случаев) [17]. Впрочем, «патология» не всегда предполагает наличие разрыва (этот вопрос остается открытым, поскольку имеют значение только степень и характер повреж-

ванной технике Lemaire с поверхностным относительно фибулярной малоберцовой связки проведением пучка из илиотбиального тракта чрезмерно ограничивал внутреннюю ротацию. Результаты, полученные E. Inderhaug с соавт., логично объясняют также расхождение мнений между учеными относительно эффективности хирургического восстановления АЛС.

Таким образом, предположение о значимой роли АЛС в ограничении чрезмерной ротации голени как в интактном коленном суставе, так и при повреждениях ПКС, а также о положительном эффекте ротационной стабильности в ее восстановлении поддерживается большинством ученых. Более того, некоторые исследователи даже утверждают, что АЛС обеспечивает переднезаднюю стабильность при повреждении ПКС (дополнительное повреждение АЛС сопровождается увеличением передней трансляции голени в среднем на 2,1 мм, $p < 0,001$) [36].

Заключение. Достигнутый на сегодняшний день уровень анатомических исследований антеролатеральной связки позволяет объяснить расхождение результатов предыдущих анатомических и МРТ-исследований, однако вопрос об оптимальных способах диагностики и лечения ее повреждений остается открытым и требует дальнейших исследований. Последние анатомические и биомеханические исследования, а также усовершенствование диагностической аппаратуры открывают новые перспективы в диагностике повреждений антеролатеральной связки коленного сустава.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список использованных источников

1. Anterior cruciate ligament injury: return to play, function and long-term considerations / F. Sepúlveda [et al.] // *Curr. Sports Med. Rep.* – 2017. – Vol. 16, N 3. – P. 172–178. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000356>
2. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee / S. Claes [et al.] // *J. Anat.* – 2013. – Vol. 223, N 4. – P. 321–328. <https://doi.org/10.1111/joa.12087>
3. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study / J. P. Vincent [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2012. – Vol. 20, N 1. – P. 147–152. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1580-3>
4. Analysis of the Müller anterolateral femorotibial ligament reconstruction using a computerized knee model / M. Gibson [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 1986. – Vol. 14, N 5. – P. 371–375. <https://doi.org/10.1177/036354658601400504>
5. Norwood, L. A. Treatment of acute anterolateral rotatory instability / L. A. Norwood // *Orthop. Clin. North Am.* – 1985. – Vol. 16, N 1. – P. 127–134.
6. Durkan, J. A. Extraarticular reconstruction of the anterior cruciate ligament insufficient knee. A long-term analysis of the Ellison procedure / J. A. Durkan, G. F. Wynne, J. F. Haggerty // *Am. J. Sports Med.* – 1989. – Vol. 17, N 1. – P. 112–117. <https://doi.org/10.1177/036354658901700119>
7. Why do authors differ with regard to the femoral and meniscal anatomic parameters of the knee anterolateral ligament?: dissection by layers and a description of its superficial and deep layers / C. P. Helito [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 4, N 12. <https://doi.org/10.1177/2325967116675604>
8. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up / B. Sonnery-Cottet [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 7. – P. 1598–1605. <https://doi.org/10.1177/0363546515571571>
9. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee / E. M. Parsons [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43. – P. 669–674.
10. The anterolateral ligament of the knee joint: a review of the anatomy, biomechanics, and anterolateral ligament surgery / J. H. Ahn [et al.] // *Knee Surg. Relat. Res.* – 2019. – Vol. 31, N 1. <https://doi.org/10.1186/s43019-019-0012-4>
11. The involvement of the anterolateral ligament in rotational control of the knee / B. Sonnery-Cottet [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44, N 5. – P. 1209–1214. <https://doi.org/10.1177/0363546515625282>
12. MRI is not reliable in diagnosing of concomitant anterolateral ligament and anterior cruciate ligament injuries of the knee / B. M. Devitt [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1345–1351. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4538-2>
13. Evaluation of the anterolateral ligament of the knee by means of magnetic resonance examination / C. P. Helito [et al.] // *Rev. Bras. Ortop.* – 2015. – Vol. 50, N 2. – P. 214–219. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2015.03.009>
14. MRI features of the anterolateral ligament of the knee / A. K. Taneja [et al.] // *Skelet. Radiol.* – 2015. – Vol. 44, N 3. – P. 403–410. <https://doi.org/10.1007/s00256-014-2052-x>
15. The anterolateral ligament of the knee: MRI appearance, association with the Segond fracture, and historical perspective / J. Jr. Porrino [et al.] // *Am. J. Roentgenol.* – 2015. – Vol. 204, N 2. – P. 367–373. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.12693>
16. Assessment of the anterolateral ligament of the knee by 1.5 T magnetic resonance imaging / V. Kızılgöz [et al.] // *J. Int. Med. Res.* – 2018. – Vol. 46, N 4. – P. 1486–1495. <https://doi.org/10.1177/0300060517740032>
17. High prevalence of anterolateral ligament abnormalities on MRI in knees with acute anterior cruciate ligament injuries: a case-control series from the SANTI Study Group / A. Ferretti [et al.] // *Orthop. J. Sports Med.* – 2019. – Vol. 7, N 6. <https://doi.org/10.1177/2325967119852916>

18. Feasibility of three-dimensional constructive interference in steady state sequences for evaluating the anterolateral ligament / Y. Zhu [et al.] // *Clin. Radiol.* – 2019. – Vol. 74, N 12. – P. 978.e9–978.e14. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.08.014>
19. Reconstructing the anterolateral ligament does not decrease rotational knee laxity in ACL-reconstructed knees / K. Stentz-Olesen [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1125–1131.
20. Is an anterolateral ligament reconstruction required in ACL-reconstructed knees with associated injury to the anterolateral structures? A robotic analysis of rotational knee stability / F. R. Noyes [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 45, N 5. – P. 1018–1027.
21. Function and strain of the anterolateral ligament part I: biomechanical analysis / B. H. Drews [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1132–1139.
22. Anatomic anterolateral ligament reconstruction of the knee leads to overconstraint at any fixation angle / J. M. Schon [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44, N 10. – P. 2546–2556.
23. Kinematics of ACL and anterolateral ligament. Part II: anterolateral and anterior cruciate ligament reconstruction / T. Bonanzinga [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1062–1067. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4496-8>
24. Combined reconstruction of the anterior cruciate ligament associated with anterolateral tenodesis effectively controls the acceleration of the tibia during the pivot shift / A. Hardy [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1117–1124. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4515-9>
25. Biomechanical comparison of anterolateral procedures combined with anterior cruciate ligament reconstruction / E. Inderhaug [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2017. – Vol. 45, N 2. – P. 347–354.
26. An *in vitro* robotic assessment of the anterolateral ligament, part 2: anterolateral ligament reconstruction combined with anterior cruciate ligament reconstruction / M. Nitri [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2016. – Vol. 44, N 3. – P. 593–601. <https://doi.org/10.1177/0363546515620183>
27. Anatomic dissection of the anterolateral ligament (ALL) in paired fresh-frozen cadaveric knee joints / P. P. Roessler [et al.] // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* – 2017. – Vol. 137, N 2. – P. 249–255. <https://doi.org/10.1007/s00402-016-2617-3>
28. Femoral origin of the anterolateral ligament: an anatomic analysis / M. Daggett [et al.] // *Arthroscopy.* – 2016. – Vol. 32, N 5. – P. 835–841. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.10.006>
29. The anterolateral ligament of the knee: a dissection study / A. Runer [et al.] // *Knee.* – 2016. – Vol. 23, N 1. – P. 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.09.014>
30. The anterolateral ligament: an anatomic, radiographic, and biomechanical analysis / M. I. Kennedy [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 7. – P. 1606–1615. <https://doi.org/10.1177/0363546515578253>
31. Length changes of the anterolateral ligament during passive knee motion: a human cadaveric study / M. Zens [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2015. – Vol. 43, N 10. – P. 2545–2552. <https://doi.org/10.1177/0363546515594373>
32. The anterolateral ligament: anatomy, length changes and association with the Segond fracture / A. L. Dodds [et al.] // *Bone Joint J.* – 2014. – Vol. 96-B, N 3. – P. 325–331. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.96b3.33033>
33. Current concepts of the anterolateral ligament of the knee: anatomy, biomechanics, and reconstruction / M. J. Kraeutler [et al.] // *Am. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 46, N 5. – P. 1235–1242. <https://doi.org/10.1177/0363546517701920>
34. Patel, R. M. Anterolateral ligament of the knee: anatomy, function, imaging, and treatment / R. M. Patel, R. H. Brophy // *Am. J. Sports Med.* – 2018. – Vol. 46, N 1. – P. 217–223. <https://doi.org/10.1177/0363546517695802>
35. The scientific rationale for lateral tenodesis augmentation of intra-articular ACL reconstruction using a modified “Lemaire” procedure / A. Williams [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2017. – Vol. 25, N 4. – P. 1339–1344. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4537-3>
36. The role of the anterolateral ligament in ACL insufficient and reconstructed knees on rotatory stability: a biomechanical study on human cadavers / M. Tavlo [et al.] // *Scand. J. Med. Sci. Sports.* – 2016. – Vol. 26, N 8. – P. 960–966. <https://doi.org/10.1111/sms.12524>

References

1. Sepúlveda F., Sánchez L., Amy E., Micheo W. Anterior cruciate ligament injury: return to play, function and long-term considerations. *Current Sports Medicine Reports*, 2017, vol. 16, no. 3, pp. 172–178. <https://doi.org/10.1249/JSR.0000000000000356>
2. Claes S., Vereecke E., Maes M., Victor J., Verdonk P., Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *Journal of Anatomy*, 2013, vol. 223, no. 4, pp. 321–328. <https://doi.org/10.1111/joa.12087>
3. Vincent J. P., Magnussen R. A., Gezmez F., Uguen A., Jacobi M., Weppe F. [et al.]. The anterolateral ligament of the human knee: an anatomic and histologic study. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2012, vol. 20, no. 1, pp. 147–152. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1580-3>
4. Gibson M., Mikosz R., Reider B., Andriacchi T. Analysis of the Müller anterolateral femorotibial ligament reconstruction using a computerized knee model. *The American Journal of Sports Medicine*, 1986, vol. 14, no. 5, pp. 371–375. <https://doi.org/10.1177/036354658601400504>
5. Norwood L. A. Treatment of acute anterolateral rotatory instability. *Orthopedic Clinics of North America*, 1985, vol. 16, no. 1, pp. 127–134.
6. Durkan J. A., Wynne G. F., Haggerty J. F. Extraarticular reconstruction of the anterior cruciate ligament insufficient knee. A long-term analysis of the Ellison procedure. *American Journal of Sports Medicine*, 1989, vol. 17, no. 1, pp. 112–117. <https://doi.org/10.1177/036354658901700119>
7. Helito C. P., do Amaral C. Jr., Nakamichi Y. D., Gobbi R. G., Bonadio M. B., Natalino R. J. [et al.]. Why do authors differ with regard to the femoral and meniscal anatomic parameters of the knee anterolateral ligament?: dissection by layers

and a description of its superficial and deep layers. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2016, vol. 4, no. 12. <https://doi.org/10.1177/2325967116675604>

8. Sonnery-Cottet B., Thaumat M., Freychet B., Pupim B. H., Murphy C. G., Claes S. Outcome of a combined anterior cruciate ligament and anterolateral ligament reconstruction technique with a minimum 2-year follow-up. *American Journal of Sports Medicine*, 2015, vol. 43, no. 7, pp. 1598–1605. <https://doi.org/10.1177/0363546515571571>

9. Parsons E. M., Gee A. O., Spiekerman C., Cavanagh P. R. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *American Journal of Sports Medicine*, 2015, vol. 43, pp. 669–674.

10. Ahn J. H., Patel N. A., Lin C. C., Lee T. Q. The anterolateral ligament of the knee joint: a review of the anatomy, biomechanics, and anterolateral ligament surgery. *Knee Surgery and Related Research*, 2019, vol. 31, no. 1. <https://doi.org/10.1186/s43019-019-0012-4>

11. Sonnery-Cottet B., Lutz C., Daggett M., Dalmay F., Freychet B., Niglis L., Imbert P. The Involvement of the anterolateral ligament in rotational control of the knee. *American Journal of Sports Medicine*, 2016, vol. 44, no. 5, pp. 1209–1214. <https://doi.org/10.1177/0363546515625282>.

12. Devitt B. M., O'Sullivan R., Feller J. A., Lash N., Porter T. J., Webster K. E., Whitehead T. S. MRI is not reliable in diagnosing of concomitant anterolateral ligament and anterior cruciate ligament injuries of the knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 1345–1351. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4538-2>

13. Helito C. P., Demange M. K., Helito P. V., Costa H. P., Bonadio M. B., Pecora J. R., Rodrigues M. B., Camanho G. L. Evaluation of the anterolateral ligament of the knee by means of magnetic resonance examination. *Revista Brasileira de Ortopedia*, 2015, vol. 50, no. 2, pp. 214–219. <https://doi.org/10.1016/j.rboe.2015.03.009>

14. Taneja A. K., Miranda F. C., Braga C. A., Gill C. M., Hartmann L. G., Santos D. C., Rosemberg L. A. MRI features of the anterolateral ligament of the knee. *Skeletal Radiology*, 2015, vol. 44, no. 3, pp. 403–410. <https://doi.org/10.1007/s00256-014-2052-x>

15. Porrino J. Jr., Maloney E., Richardson M., Mulcahy H., Ha A., Chew F. S. The anterolateral ligament of the knee: MRI appearance, association with the Segond fracture, and historical perspective. *American Journal of Roentgenology*, vol. 2015, no. 204, no. 2, pp. 367–373. <https://doi.org/10.2214/AJR.14.12693>

16. Kizilgöz V., Sivrioğlu A. K., Aydin H., Çetin T., Ulusoy G. R. Assessment of the anterolateral ligament of the knee by 1.5 T magnetic resonance imaging. *Journal of International Medical Research*, 2018, vol. 46, no. 4, pp. 1486–1495. <https://doi.org/10.1177/0300060517740032>

17. Ferretti A., Monaco E., Redler A., Argento G., de Carli A., Saithna A., Helito P. V. P., Helito C. P. High prevalence of anterolateral ligament abnormalities on mri in knees with acute anterior cruciate ligament injuries: a case-control series from the SANTI Study Group. *Orthopaedic Journal of Sports Medicine*, 2019, vol. 7, no. 6. <https://doi.org/10.1177/2325967119852916>

18. Zhu Y., Qiu X., Yu T., Zhang C., Zhao X., Duan F., Hao D. Feasibility of three-dimensional constructive interference in steady state sequences for evaluating the anterolateral ligament. *Clinical Radiology*, 2019, vol. 74, no. 12, pp. 978.e9–978.e14. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2019.08.014>

19. Stentz-Olesen K., Nielsen E. T., de Raedt S., Jorgensen P. B., Sorensen O. G., Kaptein B. et al. Reconstructing the anterolateral ligament does not decrease rotational knee laxity in ACL-reconstructed knees. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 1125–1131.

20. Noyes F. R., Huser L. E., Jurgensmeier D., Walsh J., Levy M. S. Is an anterolateral ligament reconstruction required in ACL-reconstructed knees with associated injury to the anterolateral structures? A robotic analysis of rotational knee stability. *American Journal of Sports Medicine*, 2017, vol. 45 (5), pp. 1018–1027.

21. Drews B. H., Kessler O., Franz W., Durselen L., Freutel M. Function and strain of the anterolateral ligament part I: biomechanical analysis. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25 (4), pp. 1132–1139.

22. Schon J. M., Moatshe G., Brady A. W., Serra Cruz R., Chahla J., Dornan G. J., Turnbull T. L., Engebretsen L., LaPrade R. F. Anatomic anterolateral ligament reconstruction of the knee leads to overconstraint at any fixation angle. *American Journal of Sports Medicine*, 2016, vol. 44, no. 10, pp. 2546–2556.

23. Bonanzinga T., Signorelli C., Grassi A., Lopomo N., Jain M., Mosca M., Iacono F., Marcacci M., Zaffagnini S. Kinematics of ACL and anterolateral ligament. Part II: anterolateral and anterior cruciate ligament reconstruction. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 1062–1067. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4496-8>

24. Hardy A., Casabianca L., Hardy E., Grimaud O., Meyer A. Combined reconstruction of the anterior cruciate ligament associated with anterolateral tenodesis effectively controls the acceleration of the tibia during the pivot shift. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 1117–1124. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4515-9>

25. Inderhaug E., Stephen J. M., Williams A., Amis A. A. Biomechanical comparison of anterolateral procedures combined with anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 2017, vol. 45, no. 2, pp. 347–354.

26. Nitri M., Rasmussen M. T., Williams B. T., Moulton S. G., Cruz R. S., Dornan G. J., Goldsmith M. T., LaPrade R. F. An *in vitro* robotic assessment of the anterolateral ligament, part 2: anterolateral ligament reconstruction combined with anterior cruciate ligament reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 2016, vol. 44, no. 3, pp. 593–601. <https://doi.org/10.1177/0363546515620183>

27. Roessler P. P., Schuttler K. F., Stein T., Gravius S., Heyse T. J., Prescher A., Wirtz D. C., Efe T. Anatomic dissection of the anterolateral ligament (ALL) in paired fresh-frozen cadaveric knee joints. *Archives of Orthopaedic and Trauma Surgery*, 2017, vol. 137, no. 2, pp. 249–255. <https://doi.org/10.1007/s00402-016-2617-3>

28. Daggett M., Ockuly A. C., Cullen M., Busch K., Lutz C., Imbert P., Sonnery-Cottet B. Femoral origin of the anterolateral ligament: an anatomic analysis. *Arthroscopy*, 2016, vol. 32, no. 5, pp. 835–841. <https://doi.org/10.1016/j.arthro.2015.10.006>

29. Runer A., Birkmaier S., Pamminer M., Reider S., Herbst E., Kunzel K. H., Brenner E., Fink Ch. The anterolateral ligament of the knee: a dissection study. *Knee*, 2016, vol. 23, no. 1, pp. 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.knee.2015.09.014>

30. Kennedy M. I., Claes S., Fuso F. A., Williams B. T., Goldsmith M. T., Turnbull T. L., Wijdicks C. A., LaPrade R. F. The anterolateral ligament: an anatomic, radiographic, and biomechanical analysis. *American Journal of Sports Medicine*, 2015, vol. 43, no. 7, pp. 1606–1615. <https://doi.org/10.1177/0363546515578253>
31. Zens M., Niemeier P., Ruhhammer J., Bernstein A., Woias P., Mayr H. O., Südkamp N. P., Feucht M. J. Length changes of the anterolateral ligament during passive knee motion: a human cadaveric study. *American Journal of Sports Medicine*, 2015, vol. 43, no. 10, pp. 2545–2552. <https://doi.org/10.1177/0363546515594373>
32. Dodds A. L., Halewood C., Gupte C. M., Williams A., Amis A. A. The anterolateral ligament: anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone & Joint Journal*, 2014, vol. 96-B, no. 3, pp. 325–331. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.96b3.33033>
33. Kraeutler M. J., Welton K. L., Chahla J., LaPrade R. F., McCarty E. C. Current concepts of the anterolateral ligament of the knee: anatomy, biomechanics, and reconstruction. *American Journal of Sports Medicine*, 2018, vol. 46, no. 5, pp. 1235–1242. <https://doi.org/10.1177/0363546517701920>
34. Patel R. M., Brophy R. H. Anterolateral ligament of the knee: anatomy, function, imaging, and treatment. *American Journal of Sports Medicine*, 2018, vol. 46, no. 1, pp. 217–223. <https://doi.org/10.1177/0363546517695802>
35. Williams A., Ball S., Stephen J., White N., Jones M., Amis A. The scientific rationale for lateral tenodesis augmentation of intra-articular ACL reconstruction using a modified “Lemaire” procedure. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2017, vol. 25, no. 4, pp. 1339–1344. <https://doi.org/10.1007/s00167-017-4537-3>
36. Tavlo M., Eljaja S., Jensen J. T., Siersma V. D., Krogsgaard M. R. The role of the anterolateral ligament in ACL insufficient and reconstructed knees on rotatory stability: a biomechanical study on human cadavers. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 2016, vol. 26, no. 8, pp. 960–966. <https://doi.org/10.1111/sms.12524>

Информация об авторах

Коструб Александр Алексеевич – д-р мед. наук, профессор, заведующий отделом. Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины (ул. Бульварно-Кудрявская, 27, 01601, г. Киев, Украина). <https://orcid.org/0000-0001-7925-9362>.

Поляченко Юрий Владимирович – д-р мед. наук, профессор, и. о. директора. Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины (ул. Бульварно-Кудрявская, 27, 01601, г. Киев, Украина). <https://orcid.org/0000-0003-1814-4240>

Котюк Виктор Владимирович – канд. мед. наук, ст. науч. сотрудник. Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины (ул. Бульварно-Кудрявская, 27, 01601, г. Киев, Украина). <https://orcid.org/0000-0001-8837-8603>.

Герасименко Михаил Александрович – д-р мед. наук, профессор, директор. Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии (ул. Кижеватова, 60/4, 220024, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: gerasimenko@tut.by

Мазевич Вадим Борисович – врач ортопед-травматолог. Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины (ул. Бульварно-Кудрявская, 27, 01601, г. Киев, Украина). <https://orcid.org/0000-0002-3617-5043>.

Никифорова Ирина Николаевна – врач-рентгенолог. «М24» центры МРТ и КТ диагностики (ул. Авиаконструктора Антонова, 13, г. Киев, Украина).

Блонский Роман Иванович – д-р мед. наук, вед. науч. сотрудник. Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины (ул. Бульварно-Кудрявская, 27, 01601, г. Киев, Украина). <https://orcid.org/0000-0003-2310-6345>.

Смирнов Дмитрий Александрович – канд. мед. наук, врач ортопед-травматолог. Институт травматологии и ортопедии НАМН Украины (ул. Бульварно-Кудрявская, 27, 01601, г. Киев, Украина). <https://orcid.org/0000-0003-1048-569X>.

Information about the authors

Oleksandr O. Kostруб – D. Sc. (Med.), Professor, Head of the Department. Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (27, Bul'varno-Kudryavskaya Str., 01601, Kyiv, Ukraine). <https://orcid.org/0000-0001-7925-9362>.

Iurii V. Poliachenko – D. Sc. (Med.), Professor, Acting Director. Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (27, Bul'varno-Kudryavskaya Str., 01601, Kyiv, Ukraine). <https://orcid.org/0000-0003-1814-4240>.

Viktor V. Kotiuk – Ph. D. (Med.), Senior Researcher. Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (27, Bul'varno-Kudryavskaya Str., 01601, Kyiv, Ukraine). <https://orcid.org/0000-0001-8837-8603>.

Mikhail A. Gerasimenko – D. Sc. (Med.), Professor, Director. Republican Scientific-Practical Centre of Traumatology and Orthopedics (60/4, Kizhevatov Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: gerasimenko@tut.by

Vadym B. Mazevych – Orthopedic Traumatologist. Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (27, Bul'varno-Kudryavskaya Str., 01601, Kyiv, Ukraine). <https://orcid.org/0000-0002-3617-5043>.

Iryna M. Nikiforova – Radiologist. “M24” MRI and CT Diagnostic Centers (13, Aviakonstruktor Antonova Str., Kyiv, Ukraine).

Roman I. Blonskyi – D. Sc. (Med.), Leading Researcher. Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (27, Bul'varno-Kudryavskaya Str., 01601, Kyiv, Ukraine). <https://orcid.org/0000-0003-2310-6345>.

Dmitry A. Smirnov – Ph. D. (Med.), Orthopedic Traumatologist. Institute of Traumatology and Orthopedics of the National Academy of Medical Sciences of Ukraine (27, Bul'varno-Kudryavskaya Str., 01601, Kyiv, Ukraine). <https://orcid.org/0000-0003-1048-569X>.