

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/372734489>

Антеролатеральна зв'язка як важливий елемент ротаційної стабільності колінного суглоба. Потенціал ультрасонографічного дослідження

Article in НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ КЛІНІЧНОЇ ТА ПРОФІЛАКТИЧНОЇ МЕДИЦИНИ · July 2023

DOI: 10.33247/2786-7781.4(1).2023.03

CITATIONS

0

READS

17

6 authors, including:



Viktor Kotiuk

Carolina Medical Center

38 PUBLICATIONS 292 CITATIONS

SEE PROFILE

АНТЕРОЛАТЕРАЛЬНА ЗВ'ЯЗКА ЯК ВАЖЛИВИЙ ЕЛЕМЕНТ РОТАЦІЙНОЇ СТАБІЛЬНОСТІ КОЛІННОГО СУГЛОБА. ПОТЕНЦІАЛ УЛЬТРАСОНОГРАФІЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ

Резюме. Антеролатеральна зв'язка колінного суглоба – важливий стабілізатор колінного суглоба щодо внутрішньої ротації гомілки. Ушкодження антеролатеральної зв'язки колінного суглоба супроводжують більше половини розривів передньої хрестоподібної зв'язки та мають зв'язок з ушкодженням латерального меніска.

Мета дослідження – оцінити роль ультрасонографії у візуалізації антеролатеральної зв'язки колінного суглоба, виявленні її ушкоджень та покращенні розуміння її функціональної анатомії.

Матеріали та методи дослідження. Проведено аналіз світового досвіду ультрасонографії антеролатеральної зв'язки з публікацій у наукових фахових журналах.

Результати дослідження. Більшість дослідників приймають нормальний вигляд антеролатеральної зв'язки колінного суглоба як фібрилярної анізотропної структури. Важливим орієнтиром для візуалізації антеролатеральної зв'язки є *arteria inferior lateralis genuis*, яку разом з одноіменними венами більшість дослідників описують глибше антеролатеральної зв'язки, а точніше між нею та меніском. Оптимальний кут згинання колінного суглоба, при якому антеролатеральна зв'язка колінного суглоба візуалізується найкраще та виявляється найчастіше/найлегше, не визначено. Стосовно функції антеролатеральної зв'язки ультрасонографічні дослідження підтвердили її натягіння при згинанні та внутрішній ротації гомілки.

Перспективним та актуальним є вирішення питання можливості порівнювати ультрасонографічно антеролатеральну зв'язку на ушкодженому та здоровому контрлатеральному колінних суглобах і очікувати, що вони в нормі мають виглядати однаково, якщо навіть в анатомічних препаратах частота виявлення антеролатеральної зв'язки колінного суглоба в правому та лівому колінному суглобах відрізняється.

Висновки. Ультрасонографічні дослідження антеролатеральної зв'язки не лише є важливими з точки зору перспективи діагностики її ушкоджень, а й уже доповнили наші уявлення про її структуру та функцію.

Ключові слова: колінний суглоб, антеролатеральна зв'язка, меніск, ультрасонографія.

Актуальність. Антеролатеральна зв'язка (АЛЗ) колінного суглоба згідно із сьогоdnішніми уявленнями – важливий стабілізатор колінного суглоба щодо внутрішньої ротації гомілки, який вперше був описаний ще Segond [1], але сучасну назву отримав у 2007 році завдяки праці E.L. Vieira та ін. (2007) [2]. Ушкодження АЛЗ супроводжують більше половини розривів передньої хрестоподібної зв'язки [3] та мають зв'язок з ушкодженням латерального меніска. Уявлення про анатомію, функцію, сучасні можливості візуалізації та оптимальні способи відновлення АЛЗ змінювалися з часом та продовжують змінюватися навіть сьогодні. Так, у літературі немає узгодженості стосовно анатомії АЛЗ, навіть саме її існування ставиться під сумнів поодинокими анатомічними дослідженнями [4], тому її візуалізація має багато питань та протиріч. Досі немає «золотого стандарту» для

візуалізації АЛЗ, а відповідно і для діагностики її ушкоджень. За його місце «змагаються» магнітно-резонансна томографія та, враховуючи поверхневе екстраартикулярне розташування, ультрасонографія. Втім, якість візуалізації досі залишає бажати кращого.

Мета дослідження – оцінити роль ультрасонографії у візуалізації АЛЗ, виявленні її ушкоджень та покращенні розуміння її функціональної анатомії.

Матеріали та методи дослідження. Досліджено та проаналізовано світовий досвід ультрасонографії АЛЗ із публікацій у наукових фахових журналах, виходячи із сучасних поглядів на її анатомію.

Результати дослідження та їх обговорення. Розглянемо сучасні погляди на анатомію та функціональну анатомію АЛЗ. Почнемо з її принципової будови. Тут, як і у більшості інших

питань, погляди вчених розходяться. Деякі групи дослідників виділяють стегнову (фemorальну), великогомілкову (тібіальну) та меніскальну порції зв'язки як три пучки [5, 6], інші дуже переконливо виділяють поверхневу та глибоку частини як два окремих пучки [7], а S. Claes та співавтори (2013) не менш переконливо та показуючи наочно розрізняють меніскофemorальну і меніскотібіальну порції [1]. J.D. Kosu та співавтори (2015) не менш наочно демонструють кілька видів прикріплення до латерального меніска, але за винятком меніскофemorального [8]. Більше того, група дослідників, які описали свої досить детальні анатомічні дослідження у 2016 році з виділенням двох, поверхневого та глибокого, листків АЛЗ і навіть змогли таким чином пояснити причини розбіжностей між дослідниками у питанні анатомії та деталей функціонування АЛЗ [7], більше не поверталися до такої будови АЛЗ у наступних публікаціях. Не підтвердили таку її будову й інші дослідники.

У чому ж проблема? Чому навіть при анатомічному дослідженні немає узгодженості у будові АЛЗ? Чому групі вчених на чолі з Р.В.А. Fardin (2017) під час препарування на трупних колінних суглобах не вдалося виділити АЛЗ як окрему структуру в жодному випадку [4], а з іншого боку інші дослідники виявляють АЛЗ у 100% випадків чи наближаються до 100% [9–12]? Причин може бути кілька. По-перше, спосіб зберігання трупа, адже найгірші результати виявлення АЛЗ показали Р.В.А. Fardin та співавтори (2017) при препаруванні на колінних суглобах, витриманих у 4% розчині формаліну, а найкращі результати показали на свіжозаморожених трупах J.-P. Vincent і співавтори (2013), С.Р. Helito та співавтори (2012) і М.І. Kennedy та співавтори (2015). Також можуть мати значення спосіб препарування тканин і погляди на те, що саме вважати зв'язкою взагалі. Тому в дослідженні 2019 року на 120 свіжих трупах корейців АЛЗ виявили лише у 42,5% пацієнтів (у 50% на правих колінних суглобах та в 34,5% – на лівих) [13].

Немає єдності й у тому, чи є АЛЗ потовщенням капсули [10, 13], чи екстракапсулярною структурою [14]. S. Claes та співавтори (2013) виділяють АЛЗ, з одного боку, як окрему структуру, але при цьому згадують про дуже тісний

зв'язок з капсулою і так і не дають остаточної відповіді про те, чи є вона частиною капсули [1]. Розташування АЛЗ (проксимальне прикріплення) відносно латеральної колатеральної зв'язки більшість дослідників вважають поверхневим [7, 11], що може говорити на користь того, що АЛЗ все ж таки є не потовщенням капсули суглоба, а окремою структурою, принаймні у певних її частинах.

Зрозуміло, що така невизначеність навіть в анатомії АЛЗ не дозволяє однозначно чітко уявляти усі аспекти її функції та викликає багато питань стосовно її візуалізації на УЗД і МРТ, адже для того щоб оцінювати анатомічну структуру за МРТ чи УЗД зображенням, потрібно розуміти її нормальну анатомію. Учасники консенсусу щодо АЛЗ порівняли таку ситуацію з подібною ситуацією з медіальною пателофemorальною зв'язкою, коли на перших етапах вивчення її анатомії та ролі у стабільності надколінка не всі анатомічні дослідження виявляли її взагалі [15]. Не можна виключати, що така варіабельність анатомії АЛЗ може бути пов'язана з дослідженням різними вченими насправді різних анатомічних структур.

Сучасні можливості візуалізації антеролатеральної зв'язки

На жаль, навіть консенсус щодо АЛЗ [15] не може бути остаточною крапкою у розумінні її анатомії, а відповідно й у виборі оптимальних способів її візуалізації та поясненні того, що саме ми насправді бачимо, адже питання анатомії мають вирішуватися не шляхом консенсусу, а шляхом анатомічних досліджень. При цьому, як ми бачимо, навіть анатомічні дослідження можуть виявлятися не такими вже й безпечними. З одного боку, навіть на високоякісних сучасних МРТ томографах чітко візуалізувати АЛЗ вдасться далеко не в усіх випадках, а візуалізувати одночасно усі порції АЛЗ на всьому протязі ще рідше.

Часто виникають питання стосовно представлених у ряді публікацій МРТ зображень АЛЗ, адже далеко не завжди можна стверджувати, що зображена саме вона, а не іліотібіальний тракт чи капсула суглоба. До того ж можливі анатомічні варіації та відмінності у щільнос-

ті зв'язку з підлеглою капсулою чи латеральним меніском часто ще більше ускладнюють візуалізацію АЛЗ на МРТ. З іншого боку, враховуючи поверхневе розташування АЛЗ, перспективним методом дослідження виглядає ультразвунографія, яка до того ж може дозволити провести її дослідження при рухах, оцінити ступінь натягнення та навіть допомогти в уточненні її ролі. Іноді візуалізація таких тонких структур на високоякісних томографах чи динамічне їх дослідження під час ультразвунографії може надати додаткові дані стосовно їх анатомії та функції. Тому ультразвунографія АЛЗ у нормі може зробити свій внесок у розумінні її анатомії та функції, адже рухомість тканин одна відносно одної у живої людини набагато краща, ніж у трупа, а особливо витриманого у формаліні. Як це не дивно виглядає, ультразвунографія певною мірою може показати рухливість шарів тканин один відносно одного, що дозволяє робити певні висновки та припущення про анатомію та функціональну анатомію АЛЗ. Так само роблять певні припущення про анатомію на підставі МРТ досліджень [16], коли оцінюється зв'язок АЛЗ із капсулою суглоба в нормі та при ушкодженнях (розриви АЛЗ за даними МРТ часто супроводжуються ушкодженням і антеролатеральної капсули суглоба). Тому іноді додаткові методи візуалізації можуть допомогти (або поставити додаткові питання і виклики) навіть анатомічним дослідженням.

Прижиттєва рухливість тканин одна відносно одної може бути більшою, навіть ніж у свіжозаморожених трупах через розвиток в останніх трупного залякання [17] і змін вмісту та якості колагену [18, 19] й інших речовин. На жаль, це лише припущення, оскільки нам не вдалося знайти досліджень стосовно аналізу впливу змін, що відбуваються після смерті, на мобільність, еластичність та інші параметри капсульно-зв'язкового апарату людини або хоча б теплокровних тварин.

Способи ультразвунографічної візуалізації антеролатеральної зв'язки

Згідно з опублікованими дослідженнями із сонографії АЛЗ техніка її знаходження полягає у виявленні горбка Gerdy, потім у візуаліза-

ції іліотибіального тракту, що починається від нього. Датчик розташовується паралельно до іліотибіального тракту та зміщується дозад, де міститься АЛЗ. Якщо одразу візуалізувати її не вдається, то візуалізується латеральна колатеральна зв'язка, а АЛЗ шукаємо допереду від неї, але дозад від іліотибіального тракту, хоча частково АЛЗ може і прикриватись останнім. Якщо у повністю розігнутому положенні одразу знайти АЛЗ не вдається, то колінний суглоб згинається та пошуки продовжуються при різних кутах згинання і ротації.

Датчик встановлюють паралельно до напрямку АЛЗ. Зазвичай пропонується встановлювати його під кутом 20° відкритим дистально щодо фібулярної колатеральної зв'язки [20], хоча враховуючи анатомічні варіації місця початку АЛЗ, це не є аксіомою. У пацієнтів з вираженими нерівностями антеролатеральної верхньої колінного суглоба (найчастіше у худорлявих чоловіків), в яких поверхня шкіри прилягає до ультразвунографічного датчика щільно не по всій поверхні, рекомендується використовувати спеціальні гелеві подушечки, які полегшують виявлення АЛЗ, втім не змінюють деталізації при її візуалізації [21].

Більшість дослідників сходяться на тому, що легше візуалізувати АЛЗ при зігнутому колінному суглобі. Так, одні дослідники проводять ультразвунографічне дослідження АЛЗ у положенні згинання колінного суглоба під кутом 90° [22], інші – під кутом 30° [21] або $30-60^\circ$ [23]. Втім оптимальний кут згинання колінного суглоба, при якому АЛЗ візуалізується найкраще та виявляється найчастіше/найлегше, не визначено. Біомеханічне експериментальне дослідження Е.М. Parsons та ін. (2015) [24], яке показало, що АЛЗ є основним стабілізатором щодо внутрішньої ротації гомілки при кутах згинання в колінному суглобі $60-75^\circ$, є підставою для припущення, що АЛЗ може візуалізуватися найкраще при таких кутах згинання і внутрішній ротації гомілки. При цих же кутах згинання стабілізуючий вплив передньої хрестоподібної зв'язки на внутрішню ротацію гомілки навпаки зменшувався. Тому ми можемо припускати найбільший натяг АЛЗ при цих кутах згинання, а отже, і кращу візуалізацію. Втім таких ультразвунографічних досліджень виявлено

не було. До того ж на візуалізацію впливають й інші фактори, зокрема накладання на АЛЗ та близьке відношення до неї інших анатомічних структур (фібулярної колатеральної зв'язки та іліотибіального тракту), яке також змінюється при різних кутах згинання у колінному суглобі. Тому кращий натяг АЛЗ може відбуватись у положенні, коли вона більше перекривається іншими анатомічними структурами.

Так, J. Саро та співавтори (2017) вважають, що іліотибіальний тракт у дистальних відділах АЛЗ перекриває останню та не дозволяє відрізнити її від волокон іліотибіального тракту [23]. Однак якщо добре переглянути анатомію АЛЗ, навіть на рівні сьогоденних знань та розбіжностей між дослідниками, принципово різний напрям волокон АЛЗ та іліотибіального тракту, принаймні при згинанні колінного суглоба, стає очевидним. Тим не менш питання оптимального положення колінного суглоба для найкращої візуалізації АЛЗ залишається відкритим.

Важливим орієнтиром для візуалізації АЛЗ є *arteria inferior lateralis genus*, розташування якої разом з одноіменними венами більшість дослідників описують глибше АЛЗ, а точніше між нею та меніском [1, 6, 25, 26]. Складно коментувати опис цих судин G. Argento та співавторами (2018) [21] як таких, що розташовуються поверхневіше за АЛЗ у 84% випадків. На ультразвукографічних зображеннях у своїй статті вони відзначають структуру, яку вважають АЛЗ, глибше за типове положення АЛЗ на думку більшості інших дослідників.

Результати та досягнення ультразвукографії антеролатеральної зв'язки

Більшість дослідників приймають нормальний вигляд АЛЗ як фібрилярної анізотропної структури, ехогенність якої посилюється при травмуванні [27], а також змінюється при різних положеннях датчика (рис.). Так, у статтях E. Cavaignac і співавторів (2016) [28] та G. Argento і співавторів (2018) [21] АЛЗ виглядає як гіперехогенна структура, а у статті M. Faruch Bilfeld і співавторів (2018) [20] – як гіпоехогенна.

Насправді ультразвукографічних досліджень АЛЗ в еру МРТ та КТ виявилось зовсім небага-

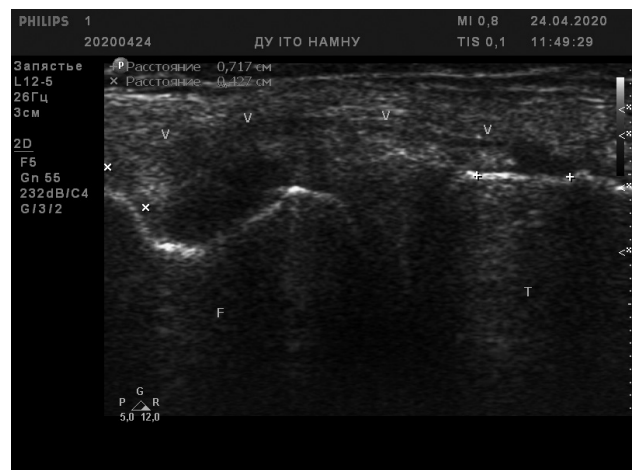


Рис. Ультрасонографічний вигляд нормальної антеролатеральної зв'язки колінного суглоба: V – зовнішній контур АЛЗ, F – стегнова кістка, T – великогомілкова кістка

то. Звісно, результати досліджень залежать і від параметрів та якості апарату, і від досвіду дослідника. Так, M. Faruch Bilfeld та співавтори [20] виявили АЛЗ в усіх обстежених колінних суглобах, що перевищує навіть деякі анатомічні та МРТ дослідження. Причому великогомілкову порцію виявляли у 100%, а прикріплення до стегнової кістки лише незначно рідше – у 96%. Меніскальні пучки волокон дослідникам побачити під час ультразвукографії не вдалося. При цьому на МРТ ці ж самі дослідники змогли візуалізувати АЛЗ у 96% пацієнтів і в такому ж відсотку випадків її великогомілкову частину (що не суттєво менше, але менше), але прикріплення до стегнової кістки на МРТ візуалізувалося лише у 40%, натомість у 93% вдалося роздивитися меніскальні частини. Дослідники пов'язують таку різницю в результатах із положенням, при якому проводилося дослідження: МРТ – при 10% згинання у нейтральній ротації, а ультразвукографія – при зігнутому колінному суглобі у внутрішній ротації гомілки. Втім, на нашу думку, різниця була пов'язана не стільки з цим, скільки з принципом роботи методу дослідження.

Таким чином, МРТ дозволяє значно частіше та краще візуалізувати й оцінити меніскальну частину АЛЗ, а УЗД – трохи частіше та краще великогомілкову та стегнову (меніскальну майже не бачимо).

Цікаво, що більшість дослідників вказують на переважну локалізацію ушкоджень АЛЗ у її великогомілкової частині [29–31], а деякі навіть стверджують, хоч і на невеликій кількості спостережень, що 100% випадків трапляються у великогомілкової зоні [20]. Паралельно з цим зазначається, що і на МРТ [32], і на УЗД великогомілкова частина АЛЗ візуалізується найкраще. Тому важко визначитися, чи дійсно АЛЗ ушкоджується переважно у великогомілкової її частині, чи такі ушкодження просто краще візуалізуються та діагностуються. У той же час у публікації 2020 року [33] представлено зображення МРТ з ушкодженнями стегнової частини АЛЗ та її меніскальної порції. Так само і дослідження 2019 року [16] не показало якоїсь виключності дистальних ушкоджень АЛЗ за МРТ дослідженням, а натомість підтвердило попередньо існуючі припущення про дуже тісний зв'язок і, можливо, нероздільність АЛЗ з антеролатеральною капсулою, що частина вчених раніше називали антеролатеральним комплексом. Дослідження S. Panda та співавторів (2019) показало лише незначно більший відсоток ушкоджень великогомілкової порції АЛЗ у порівнянні з іншими порціями [27].

Стосовно функції АЛЗ, ультразвукографічні дослідження підтвердили її натягіння при згинанні та внутрішній ротації гомілки [20, 28]. З одного боку, це здавалось очевидним, з іншого боку, дослідження С.Р. Helito та співавторів (2016) [7] показало, що різні листки АЛЗ можуть натягуватися несинхронно при різних рухах. До того ж є дослідження, що ставлять під сумнів роль АЛЗ як суттєвого стабілізатора щодо внутрішньої ротації гомілки [34–36]. Тому отримання даних про роль АЛЗ принципово іншим методом дослідження завжди важ-

ливе, навіть якщо підтверджує загальноприйняту теорію.

Перспективи ультразвукографічних досліджень антеролатеральної зв'язки

Перспективним та актуальним є вирішення питання, чи можемо ми порівнювати АЛЗ на ушкоджену колінному суглобі та здоровому контрлатеральному й очікувати, що вони в нормі мають виглядати однаково при ультразвукографії, якщо навіть в анатомічних препаратах частота виявлення АЛЗ у правому та лівому колінному суглобах відрізняється [13]. Корисно було би провести ультразвукографічні дослідження одно- чи двошарової анатомії АЛЗ, дослідження про зв'язок її із суглобовою капсулою, оцінюючи можливість незалежних одна від одної рухів капсули та АЛЗ при рухах у колінному суглобі, адже жоден інший метод не дозволяє оцінювати м'які тканини в динаміці на живій людині. Також перспективною є оцінка ролі збереженої АЛЗ (ступінь її натягіння при різних, у тому числі комбінованих, рухах і рухах при навантаженні у пацієнтів з ушкодженням передньої хрестоподібної зв'язки та цілої АЛЗ). Такі дослідження можуть пролити світло на роль неушкодженої АЛЗ у забезпеченні стабільності після розривів передньої хрестоподібної зв'язки.

Висновки. Таким чином, ультразвукографічні дослідження АЛЗ є не лише важливими з точки зору перспективи діагностики її ушкоджень, а й уже доповнили наші уявлення про її структуру та функцію. Тим не менше, ультразвукографічні характеристики нормальної АЛЗ все ще вимагають уточнення, для того щоб мати точку відліку при діагностиці її ушкоджень, особливо у віддаленому періоді після травми.

Список використаних джерел

1. Claes S., Vereecke E., Maes M., Victor J., Verdonk P., Bellemans J. Anatomy of the anterolateral ligament of the knee. *J Anat.* 2013; 223(4): 321–328.
2. Vieira E.A., da Silva R.T., Berlfein P.A., Abdalla R.J., Cohen M. An anatomic study of the iliotibial tract. *Arthroscopy.* 2007; 23(3): 269–274.
3. Lee D.W., Lee J.H., Kim J.N., Moon S.G., Kim N.R., Kim D.H., Kim J.G. Evaluation of Anterolateral Ligament Injuries and Concomitant Lesions on Magnetic Resonance Imaging after Acute Anterior Cruciate Ligament Rupture. *Arthroscopy.* 2018; 34(8): 2398–2406. doi: 10.1016/j.arthro.2018.02.048.
4. Fardin P.B.A., Lizardo J.H.F., Baptista J.D.S. Study of the Anterolateral Ligament of the Knee in Formalin-Embedded Cadavers. *Acta Ortop Bras.* 2017; 25(2): 89–92. doi: 10.1590/1413-785220172502162204.
5. Helito C.P., Demange M.K., Helito P.V. et al. Evaluation of the anterolateral ligament of the knee by means of magnetic resonance examination. *Rev Bras Ortop.* 2015; 50(2): 214–219. doi: 10.1016/j.rboe.2015.03.009.
6. Helito C.P., Helito P.V., Costa H.P., Bordalo-Rodrigues M., Pecora J.R., Camanho G.L., Demange M.K. MRI evaluation of the anterolateral ligament of the knee: assessment in routine 1.5-T scans. *Skeletal Radiol.* 2014; 43(10): 1421–1427. doi: 10.1007/s00256-014-1966-7.
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. *Orthop J Sports Med.* 2016; 4(12). doi: 10.1177/2325967116675604.
8. Kosy J.D., Mandalia V.I., Anaspure R. Characterization of the anatomy of the anterolateral ligament of the knee using magnetic resonance imaging. *Skeletal Radiol.* 2015; 44(11): 1647–1653. doi: 10.1007/s00256-015-2218-1.
9. 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 Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2012; 20(1): 147–152. doi: 10.1007/s00167-011-1580-3.
10. Helito C.P., Demange M.K., Bonadio M.B., Tírico L.E., Gobbi R.G., Pécora J.R., Camanho G.L. Anatomy and Histology of the Knee Anterolateral Ligament. *Orthop J Sports Med.* 2013; 1(7). doi: 10.1177/2325967113513546.
11. Catherine S., Litchfield R., Johnson M., Chronik B., Getgood A. A cadaveric study of the anterolateral ligament: re-introducing the lateral capsular ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2015; 23(11): 3186–3195. doi:10.1007/s00167-014-3117-z.
12. Kennedy M.I., Claes S., Fuso F.A., Williams B.T., Goldsmith M.T., Turnbull T.L. et al. The Anterolateral Ligament: an Anatomic, Radiographic, and Biomechanical Analysis. *Am J Sports Med.* 2015; 43(7): 1606–1615. doi: 10.1177/0363546515578253.
13. Cho H.J., Kwak D.S. Anatomical Consideration of the Anterolateral Ligament of the Knee. *Biomed Res Int.* 2019 Apr 11; 2019. doi: 10.1155/2019/5740473.
14. Dodds A., Halewood C., Gupte C. et al. The anterolateral ligament anatomy, length changes and association with the Segond fracture. *Bone Joint J.* 2014; 96: 325–331.
15. Sonnery-Cottet B., Daggett M., Fayard J.M. et al. Anterolateral Ligament Expert Group consensus paper on the management of internal rotation and instability of the anterior cruciate ligament-deficient knee. *J Orthop Traumatol.* 2017. doi: 10.1007/s10195-017-0449-8.
16. Ferretti A., Monaco E., Redler A., Argento G., de Carli A., Saithna A. et al. 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. *The Orthopaedic Journal of Sports Medicine.* 2019; 7(6). doi: 10.1177/2325967119852916.
17. Varetto L., Curto O. Long persistence of rigor mortis at constant low temperature. *Forensic Sci Int.* 2005; 147(1): 31–34.
18. Varghese T., Mathew S. Assessment of the textural variation of iced stored *Anabas testudineus* (Bloch, 1792) muscle tissue with emphasis on their collagen and myofibrillar protein content. *J Food Sci Technol.* 2017; 54(8): 2512–2518. doi: 10.1007/s13197-017-2695-4.
19. Suárez M., Abad M., Ruiz-Cara T., Estrada J.D., García-Gallego M. Changes in muscle collagen content during post mortem storage of farmed sea bream (*Sparus aurata*): influence on textural properties. *Aquacult Int* 2005; 13: 315–325. doi: org/10.1007/s10499-004-3405-6.
20. Faruch B.M., Cavaignac E., Wytrykowski K., Constans O., Lapègue F., Chiavassa G.H. et al. Anterolateral ligament injuries in knees with an anterior cruciate ligament tear: contribution of ultrasonography and MRI. *Eur Radiol* 2018; 28: 58–65. doi: 10.1007/s00330-017-4955-0.
21. Argento G., Vetrano M., Cristiano L., Suarez T., Bartoloni A., Erroi D. et al. Ultrasonographic assessment of the anterolateral ligament of the knee in healthy subjects. *Muscles Ligaments Tendons J.* 2018; 7(3): 485–490. doi:10.11138/mltj/2017.7.3.485.

22. Cavaignac E., Laumond, Reina G.N., Wytrykowski K., Murgier J., Faruch M., Chiron P. How to test the anterolateral ligament with ultrasound. *Arthrosc Tech* 2017; 7: e29–e31.
23. Capo J., Kaplan D.J., Fralinger D.J., Adler R.S., Campbell K.A., Jazrawi L.M., Alaia M.J. Ultrasonographic visualization and assessment of the anterolateral ligament. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25: 3134–3139.
24. Parsons E.M., Gee A.O., Spiekerman C., Cavanagh P.R. The biomechanical function of the anterolateral ligament of the knee. *Am J Sports Med.* 2015; 43(3): 669–674. doi: 10.1177/0363546514562751.
25. Van Dyck P., de Smet E., Lambrecht V., Heusdens C.H., van Glabbeek F., Vanhoenacker F.M. et al. The Anterolateral Ligament of the Knee: What the Radiologist Needs to Know. *Semin Musculoskelet Radiol.* 2016; 20(1): 26–32. doi: 10.1055/s-0036-1579679.
26. Oshima T., Nakase J., Numata H., Takata Y., Tsuchiya H. Ultrasonography imaging of the anterolateral ligament using realtime virtual sonography of the Knee. 2016; 23(2): 198–202.
27. Panda S., Sravanthi J., Kejrival G.S., Madhavi C. Evaluation of Anterolateral Ligament of Knee Using USG and MRI in Cases of Anterior Cruciate Ligament Tear. *International Journal of Anatomy, Radiology and Surgery.* 2020; 9(1): RO16–RO19. doi: 10.7860/IJARS/2020/42797:2531.
28. Cavaignac E., Wytrykowski K., Reina N., Pailhé R., Murgier J., Faruch M., Chiron P. Ultrasonographic Identification of the Anterolateral Ligament of the Knee. *Arthroscopy.* 2016; 32(1): 120–126. doi: 10.1016/j.arthro.2015.07.015.
29. Claes S., Bartholomeeusen S., Bellemans J. High prevalence of anterolateral ligament abnormalities in magnetic resonance images of anterior cruciate ligament-injured knees. *Acta Orthop Belg.* 2014; 80(1): 45–49.
30. Helito C.P., Helito P.V.P., Costa H.P., Demange M.K., Bordalo-Rodrigues M. Assessment of the Anterolateral Ligament of the Knee by Magnetic Resonance Imaging in Acute Injuries of the Anterior Cruciate Ligament. *Arthroscopy.* 2017; 33(1): 140–146. doi: 10.1016/j.arthro.2016.05.009.
31. Van Dyck P., Clockaerts S., Vanhoenacker F.M., Lambrecht V., Wouters K., de Smet E. et al. Anterolateral ligament abnormalities in patients with acute anterior cruciate ligament rupture are associated with lateral meniscal and osseous injuries. *Eur Radiol.* 2016; 26(10): 3383–3391. doi: 10.1007/s00330-015-4171-8.
32. Taneja A.K., Miranda F.C., Braga C.A.P., Gill C.M., Hartmann L.G., Santos D.C., Rosemberg L.A. MRI features of the anterolateral ligament of the knee. *Skeletal Radiol.* 2015; 44(3): 403–410. doi: 10.1007/s00256-014-2052-x.
33. Hegaze A., Khashoggi K., Al-Sayyad M.J., Hafiz R., Alqrache A., Mustafa H.N. Correlation between ACL injury and involvement of the anterolateral ligament: A retrospective study. *Current Orthopaedic Practice.* 2020; 31(1): 23–29.
34. Saiegh Y.A., Suero E.M., Guenther D., Hawi N., Decker S., Krettek C., Citak M., Omar M. Sectioning the anterolateral ligament did not increase tibiofemoral translation or rotation in an ACL-deficient cadaveric model. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2017; 25(4): 1086–1092.
35. Noyes F.R., Huser L.E., Levy M.S. Rotational Knee Instability in ACL-Deficient Knees: Role of the Anterolateral Ligament and Iliotibial Band as Defined by Tibiofemoral Compartment Translations and Rotations. *J Bone Joint Surg Am.* 2017; 99(4): 305–314.
36. Kittl C., El-Daou H., Athwal K.K., Gupte C.M., Weiler A., Williams A., Amis A.A. The Role of the Anterolateral Structures and the ACL in Controlling Laxity of the Intact and ACL-Deficient Knee. *Am J Sports Med.* 2016; 44(2): 345–354.

АНТЕРОЛАТЕРАЛЬНАЯ СВЯЗКА КАК ВАЖНЫЙ ЭЛЕМЕНТ РОТАЦИОННОЙ СТАБИЛЬНОСТИ КОЛЕННОГО СУСТАВА. ПОТЕНЦИАЛ УЛЬТРАСОНОГРАФИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

А.А. Коструб, В.В. Котюк, Р.В. Лучко, Р.И. Блонский, П.В. Дидух, Н.С. Вадзюк

Резюме. Антеролатеральная связка коленного сустава – важный стабилизатор коленного сустава по отношению к внутренней ротации голени. Повреждения антеролатеральной связки сопровождаются более половины разрывов передней крестообразной связки и имеют связь с повреждением латерального мениска.

Цель исследования – оценить роль ультрасонографии в визуализации антеролатеральной связки коленного сустава, выявлении ее повреждений и улучшении понимания ее функциональной анатомии.

Материалы и методы исследования. Проведен анализ мирового опыта ультрасонографии антеролатеральной связки по публикациям в научных журналах.

Результаты исследования. Большинство исследователей принимают нормальный вид антеролатеральной связки как фибриллярной анизотропной структуры. Важным ориентиром для визуализации антеролатеральной связки является *arteria inferior lateralis genuis*, которую вместе с одноименными венами большинство исследователей описывают глубже антеролатеральной связки, а точнее между ней и мениском. Оптимальный угол сгибания коленного сустава, при котором антеролатеральная связка визуализируется, составляет 30–45°.

зируется лучше и определяется зачастую/легче, не определен. Относительно функции антеролатеральной связки, ультрасонографические исследования подтвердили ее натяжение при сгибании и внутренней ротации голени.

Перспективным и актуальным является решение вопроса возможности сравнивать ультрасонографически антеролатеральную связку на поврежденном и здоровом контрлатеральном коленных суставах и ожидать, что они в норме должны выглядеть одинаково, если даже в анатомических препаратах частота выявления антеролатеральной связки в правом и левом коленном суставах отличается.

Выводы. Ультрасонографические исследования антеролатеральной связки не только важны с точки зрения перспективы диагностики ее повреждений, но и дополнили наши представления о ее структуре и функции.

Ключевые слова: коленный сустав, антеролатеральная связка, мениск, ультрасонография.

ANTEROLATERAL LIGAMENT AS AN IMPORTANT ELEMENT OF ROTATIONAL STABILITY OF THE KNEE JOINT. POTENTIAL OF ULTRASONOGRAPHY

O. Kostrub, V. Kotiuk, R. Luchko, R. Blonskyi, P. Didukh, N. Vadziuk

Summary. The anterolateral ligament of the knee joint is an important stabilizer of the knee joint in relation to the internal rotation of the tibia. The anterolateral ligament injuries accompany more than half of anterior cruciate ligament ruptures and are associated with lateral meniscus damage.

The aim of the study – evaluate the role of ultrasonography in visualizing the anterolateral ligament of the knee joint, identifying its injuries, and improving understanding of its functional anatomy.

Materials and methods of research. To analyze the world experience of ultrasonography of anterolateral communication on publications in scientific professional journals.

Research results. Most researchers accept the normal form of the anterolateral ligament as a fibrillar anisotropic structure. An important reference point for the visualization of the anterolateral ligament is the inferior lateral artery, which, together with the veins of the same name, is described by most researchers as deeper than the anterolateral ligament, or more precisely between it and the meniscus. The optimal flexion angle of the knee joint at which the anterolateral ligament is best visualized and detected most often / most easily is not determined. Regarding the function of the anterolateral ligament, ultrasonographic studies confirmed its tension during flexion and internal rotation of the tibia.

Promising and relevant is the solution of the possibility of ultrasonographically comparing the anterolateral ligament on a damaged and healthy contralateral knee joint and expect that they should normally look the same, even if the frequency of detection of the anterolateral ligament in the right and left knee joints differs.

Conclusions. Ultrasonographic studies of the anterolateral ligament are not only important from the perspective of diagnosing its damage, but have already complemented our understanding of its structure and function.

Keywords: knee joint, anterolateral ligament, meniscus, ultrasonography.

Рекомендовано до публікації:

доктор медичних наук, професор І.М. Зазірний

Дата надходження рукопису: 07.07.2020

Коструб Олександр Олексійович – доктор медичних наук України, професор, заслужений лікар України, керівник відділу спортивної та балетної травми Інституту травматології та ортопедії НАМН, Президент Української асоціації спортивної травматології, хірургії колінного суглоба та артроскопії, діючий член Американської академії хірургів-ортопедів, а також Всесвітньої асоціації ортопедів-травматологів (SICOT) і Європейської асоціації спортивної травматології та артроскопії (ESSKA) України

Адреса: 01601, м. Київ, вул. Бульварно-Кудрявська, 27

E-mail: info@ito.gov.ua

Контактні телефони: +38(067) 469-75-66; +38(044) 486-18-65 (для кореспонденції)