

УДК 616.728.3-007(045)

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-59872021180-85>

Нестабільність колінного суглоба за умов уроджених вад розвитку нижніх кінцівок (огляд літератури)

С. О. Хмизов, Є. С. Якушкін, Є. С. Кацалап

ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М. І. Ситенка НАМН України», Харків

It is impossible to find out the number of patients with knee joint instability (KJI) in case of congenital malformations of the lower extremities (CMLE). Children, adolescents and young people usually adapt well to this abnormality, so they rarely present with symptoms of instability, even with positive tests. The main reasons for the manifestation of KJI in CMLE are inadequate loading, injuries of the lower extremity and surgical correction. Objective. Based on the assessment of the scientific literature to define the KJI terminology, to identify the main causes of its development and clinical manifestations in conditions of CMLE, to identify trends in the treatment tactics. Methods. More than 500 articles from international libraries PubMed, NCBI, Google Scholar, Medscape, MedlinePlus were searched and analyzed. Taken into account the rarity of the abnormality and the small amount of research in recent years, the depth of the search was 25 years. Results. KJI in children with CMLE may be a consequence of congenital structural features of the lower extremity (isolated malformation in the form of agenesis of the cruciate ligaments or inferiority of the ligament of the knee joint in complex abnormality) and complication of surgical correction of longitudinal defects of the extremities. As the abnormality is not well studied, the tactics for such patients still remain the topic of discussion. The expediency of surgical stabilization of the knee joint has not been conclusively proven due to the fact that in the case of its anomalies certain adaptive mechanisms are formed, which on the one hand are not appropriate to violate, and on the other hand, the current level of medicine allows to promote patients' functional capabilities, inducing KJI progressing. Conclusions. Children with CMLE adapt well to the concomitant KJI, so in everyday life and prior to surgical correction of CMLE, it does not bother patients. Particular attention should be paid to the stability of the knee joint both before and during prolongation and correction of deformity. The variability and severity of CMLE determines the implementation of multi-stage surgical treatment and surgical stabilization of the knee joint to improve extremity function may be one of them. Key words. Children, knee joint instability, congenital malformations, lower extremities, surgical treatment.

З'ясувати кількість хворих із нестабільністю колінного суглоба (НКС) у разі вроджених вад розвитку нижніх кінцівок (ВВРНК) неможливо. Діти, підлітки та молоді люди здебільшого добре адаптуються до цієї патології, тому рідко скаржаться на симптоми нестабільності, навіть у разі позитивних клінічних тестів. Основними причинами прояву НКС за ВВРНК є неадекватне навантаження, травми нижньої кінцівки та хірургічна корекція. Мета. На підставі аналізу наукової літератури дати визначення НКС, виділити основні причини її розвитку та клінічні прояви за умов ВВРНК, виявити тенденції щодо лікувальної тактики. Методи. Проведено пошук і проаналізовано понад 500 статей із міжнародних бібліотек PubMed, NCBI, Google Scholar, Medscape, MedlinePlus. Ураховуючи рідкість патології та незначний обсяг досліджень останніми роками, глибина пошуку склала 25 років. Результати. НКС у дітей у разі ВВРНК може бути наслідком уроджених особливостей будови нижньої кінцівки (ізолювана вада розвитку у вигляді агенезії схрещених зв'язок або неповноцінність зв'язкового апарату колінного суглоба в складі комплексної патології) та ускладненням хірургічної корекції поздовжніх дефектів кінцівок. Оскільки патологія мало вивчена, то тактика ведення таких пацієнтів дотепер залишається предметом дискусій. Остаточо не доведено доцільність хірургічної стабілізації колінного суглоба через те, що в разі його аномалій формуються певні адаптивні механізми, які, з одного боку, не доречно порушувати, а з іншого — сучасний рівень розвитку медицини дозволяє збільшити функціональні можливості пацієнтів, провокуючи прогресування НКС. Висновки. Діти з ВВРНК добре адаптуються до супутньої НКС, тому в повсякденному житті та до хірургічної корекції ВВРНК вона не турбує пацієнтів. Особливу увагу необхідно приділяти стабільності колінного суглоба як до, так і під час подовження та корекції деформації. Варіабельність і складність ВВРНК обумовлює виконання багатоступового хірургічного лікування й одним із них може бути хірургічна стабілізація колінного суглоба для покращення функції кінцівки.

Ключові слова. Діти, нестабільність колінного суглоба, уроджені вади розвитку, нижні кінцівки, хірургічне лікування

Вступ

Об'єктивно з'ясувати кількість хворих із нестабільністю колінного суглоба (НКС) за умов уроджених вад розвитку нижніх кінцівок (УВРНК) неможливо. Діти і підлітки, а також молоді люди, зазвичай, добре адаптуються до цієї патології, тому не часто скаржаться на симптоми нестабільності, навіть у разі позитивних результатів клінічних тестів [1]. Інформації про функціональні можливості в повсякденній активності або заняттях спортом у пацієнтів із УВРНК в літературі недостатньо.

На думку фахівців, основними причинами розвитку НКС за УВРНК є неадекватне навантаження, травматизація нижньої кінцівки та хірургічна корекція [2–5].

Мета: на підставі аналізу наукової літератури дати визначення нестабільності колінного суглоба, виділити основні причини її виникнення та клінічні прояви за умов уроджених вад розвитку нижніх кінцівок, виявити тенденції щодо вибору лікувальної тактики.

Матеріал і методи

Проведено пошук за ключовими словами щодо НКС за УВРНК: етіологія розвитку, онтогенез анатомічних структур колінного суглоба, діагностика НКС, лікувальна тактика. Проаналізовано понад 500 статей із міжнародних бібліотек PubMed, NCBI, Google Scholar, Medscape, MedlinePlus. Зважаючи на рідкість патології та малий обсяг досліджень в обраному напрямку останніми роками, глибина пошуку склала 25 років.

Результати та їх обговорення

Нестабільність колінного суглоба

Термін «нестабільність колінного суглоба» має багато схожих значень. Наприклад, Н. В. Фаткуллін і Г. Ф. Жигаєв [6] трактують його як «гостре або хронічне порушення опорної функції колінного зчленування, що формується вна-

слідок різноманітних захворювань і ушкоджень. Воно проявляється у вигляді нестійкості (надлишкової амплітуди рухів) та звихів у суглобі». D. S. Logerstedt і співавт. [7] вважають, що це «стан, за якого елементи суглоба надлишково рухомі відносно свого нормального положення». У підручнику з травматології та ортопедії під редакцією Г. Г. Голки [8] «НКС — патологія, за якої відмічають надмірну рухомість або, навпаки, недостатню амплітуду рухів, що виникає через зміщення суглобових поверхонь».

НКС унаслідок УВРНК є відносно рідкісним станом. Основними причинами вважають:

1. Ізольовану агенезію схрещених зв'язок — патологію нижньої кінцівки, за якої спостерігають уроджену відсутність схрещених зв'язок за умови відсутності комплексних опорно-рухових аномалій. За класифікацією Н. М. Mapper поділяється на три типи (рисунок);

2. У складі комплексних опорно-рухових аномалій нижньої кінцівки [9]: клишоногість [10], синдром Ларсена [11], артрогрипоз [12], TAR (Thrombocytopenia-absent radius)-синдром [13], аномалії розвитку менісків [14, 15], вади розвитку наколінка [16], уроджені поздовжні дефекти нижньої кінцівки — гіпоплазія стегнової кістки, малогомілкової та великогомілкової геміметалії [2, 9–11, 17–25];

3. Уроджений вивих гомілки, який проявляється з частотою 1 на 100 000 новонароджених, але є думка, що аномалії ПСЗ у цьому випадку мають вторинне значення, а головна причина — фіброз чотириголового м'яза стегна або облітерація наколінка [21].

Онтогенез структур колінного суглоба

Незважаючи на численні дослідження, розвиток схрещених зв'язок ще не повністю зрозумілий. Доведено, що закладання всіх органів тіла відбувається в перші вісім тижнів постовуляторного періоду ембріонального розвитку плода [27–29]. У наукових роботах R. O'Rahilly [29, 30] цей період розділено на 23 стадії.

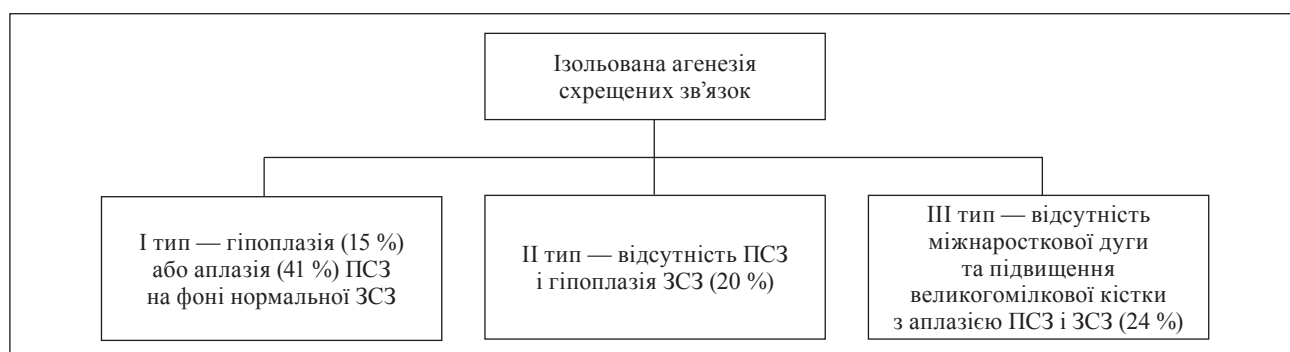


Рисунок. Типи ізольованої агенезії схрещених зв'язок. ПСЗ — передня схрещена зв'язка, ЗСЗ — задня схрещена зв'язка

Позрізово досліджено закладання та розвиток органів ембріона. Доведено, що між сьомим і десятим тижнями внутрішньоутробного розвитку плода утворюються структури колінного суглоба в результаті прямої конденсації та диференціації тканини міжхондрального диска [31]. Згідно з R. O'Rahilly схрещені зв'язки можуть з'являтися на 20-й стадії, але частіше — на 21-й. Меніски, капсула колінного суглоба і схрещені зв'язки виникають зі спільної бластими, що пояснює звичайне поєднання аномалій цих структур [4]. На 22 і 23-й схрещені зв'язки виявлені у вигляді конденсації клітин із кровоносними судинами навколо них. Проте тривають дискусії, чи є зміна контурів міжвиросткової ямки стегнової кістки та міжвиросткового підвищення великогомілкової вродженими явищами або вторинною реакцією на недорозвинення схрещених зв'язок [32]. У 1967 році В. Giorgi [33] висунув теорію, що розвиток міжвиросткового підвищення великогомілкової кістки залежить від напруження схрещених зв'язок, тому їхня вроджена відсутність, відповідно, призводить до дисплазії цієї структури.

Патогенез розвитку НКС і компенсаторних механізмів стабілізації

Як було зазначено, основними причинами прояву НКС є провокація суглоба надмірними фізичними навантаженнями, травми та хірургічна корекція УВРНК [2–5]. Через те, що вплинути на навантаження та частоту травм неможливо, необхідно звернути увагу на так звані «суглобові ускладнення» — один із найважчих типів у разі подовження сегментів кінцівки. У 1960–1990 рр., на початку епохи використання апаратів зовнішньої фіксації (АЗФ), корекція вад опорно-рухової системи за їхньою допомогою супроводжувалась значною кількістю ускладнень, 30 % з яких становили вивихи в суміжних суглобах [10, 34, 35]. Їхню появу пов'язували з недосконалістю методики та власне пристроїв. Тому надалі були докладені зусилля для покращення фіксаторів, що привело до створення таких конструкцій, як модифікований апарат Ілізарова (Smith and Nephew, Memphis, TN, USA) або Orthofix (Orthofix, Verona, Italy), системи Hexapod для рами Тейлора (TSF, Smith and Nephew, Memphis, TN, USA) або рама Ortho-SUV (Ortho-SUV Ltd., Санкт-Петербург, Російська Федерація), що дало змогу зменшити частоту суглобових ускладнень. Для збільшення комфорту та зниження кількості негативних наслідків лікування УВРНК було запропоновано методики подовження кінцівок за допомогою моторизованих зростаючих стрижнів, які в теорії

дозволяли контролювати стабільність колінного суглоба. Але й у разі використання стрижнів FITBONE (Wittenstein Intens GmbH, Igersheim, Німеччина), PRECICE (NuVasive, Сан-Дієго, Каліфорнія, США) та Phenix (Phenix Medical, Париж, Франція) спостерігали ускладнення у вигляді розвитку НКС та вивиху гомілки [36–39]. Аналізуючи статистичні дані можна припустити, що причиною ускладнень були не лише недосконалі фіксатори та методики, а й вади стабілізуювальних структур суглоба.

У літературі не описано точних компенсаторних механізмів, які дозволяють клінічно замаскувати вроджений дефект колінного суглоба. Одним із можливих пояснень є нервово-м'язовий механізм, тобто здатність керувати зміною напруження в м'язах і, відповідно, силою натягнення через тонко налаштовані рефлекторні ланцюги й активний відклик м'язових волокон. Уважають, що цей фізіологічний механізм — основний і критичний чинник динамічної стабільності колінного суглоба [25, 40–44], що знайшло відображення в роботі Т. S. Buchanan і D. G. Lloyd на тему м'язової адаптації після травми ПСЗ [45]. У літературі ми не знайшли детальних досліджень щодо змін у м'язах у разі їхньої тривалої дистракції, хоча й відмічені порушення у фізіології м'язів сегмента, який подовжують. Наприклад, проф. С. О. Хмизов експериментально довів, що в разі подовження стегнової кістки за допомогою АЗФ тонус та напруження м'язів змінювалися непропорційно, а наприкінці дистракції напруження передньої групи м'язів перевищувало показники задньої більш ніж у три рази [46].

Особливості діагностики НКС у дітей із УВРНК

Діагностика НКС у дітей із УВРНК не відрізняється від загальноприйнятих стандартів і складається зі збору анамнезу, огляду, функціональних проб та інструментальних досліджень (УЗД, за необхідності МРТ) [8, 47–50].

За допомогою рентгенографії можна опосередковано діагностувати агенезію схрещених зв'язок, оскільки за цих умов не розвивається міжвиросткове підвищення великогомілкової кістки та відмічається гіпоплазія дистального відділу стегнової (зменшення розмірів виростків, міжвиросткової ямки або її відсутність). Це дозволяє диференціювати вроджену та травматичну НКС [11, 19, 51].

Найбільш точним способом діагностики НКС вважають артроскопію, хоча вона не є методом вибору через інвазивність і необхідність у технічному забезпеченні [52].

Лікування НКС за УВРНК

Ураховуючи рідкісний характер патології, спеціалісти дотепер не дійшли єдиної думки щодо вибору оптимального алгоритму лікування НКС за УВРНК.

Деякі автори вважають, що показань до хірургічної стабілізації колінного суглоба немає з кількох причин: патологія, зазвичай, не обмежує можливості пацієнтів у повсякденному житті, а операція є технічно складною та супроводжується значним відсотком негативних результатів. Анатомія суглоба за УВРНК є аномальною, але вроджено функціонально скомпенсованою, тому основну увагу слід приділяти консервативному лікуванню (фізіотерапія та ЛФК) [52, 53].

Інші фахівці, навпаки, наполягають на хірургічній стабілізації НКС за УВРНК. Корекція деформацій і різниці довжини нижніх кінцівок за УВРНК дозволяє збільшити функціональні можливості дітей, що призводить до підвищення навантаження на нестабільний колінний суглоб. У подальшому це спричинює передчасне руйнування суглобових поверхонь і розвиток артрозо-дистрофічних змін. Важливо враховувати, що часто спеціалісти та батьки в процесі лікування дітей із УВРНК у першу чергу виконують корекцію осьової деформації або довжини кінцівок, які легко діагностувати й отримати видимий ефект хірургії, проте мінімальну увагу приділяють супутній НКС [18, 21, 22, 54–56]. Тому доволі частим ускладненням після подовження нижніх кінцівок є вивих або підвивих гомілки. Для захисту кульшового суглоба від подальшого ушкодження під час корекції УВРНК використовують фіксацію шарнірними монолатеральними або круговими системами, інтенсивну фізичну підготовчу терапію, зміну швидкості дистракції до повної зупинки, короткочасну компресію у фіксаторі, за допомогою якого виконують корекцію. Є повідомлення про сприятливі результати реконструкції схрещених зв'язок, але віддалені не описано. Артроскопічну стабілізацію колінного суглоба у випадках УВРНК виконують рідко, лише за ізольованої агенезії ПСЗ. У разі патології обох схрещених зв'язок, або загальної НКС артроскопічне відновлення зв'язок недоцільне через те, що для створення правильної ізометрії трансплантатів і відтворення фізіологічного обсягу рухів і стабільності суглоба необхідне анатомічне розташування трансплантатів обох зв'язок, що неможливо за наявності гіпопластичних виростків стегнової кістки. Також важко, а іноді й неможливо виконати артроскопічно значну пластику міжвиростко-

вої ямки стегнової кістки, або її часткову резекцію [57–60].

З огляду на анатомічні особливості колінного суглоба за умов УВРНК для хірургічного лікування НКС більш доречно використовувати методики позасуглобової стабілізації, які не порушують внутрішньосуглобові адаптивні механізми. Найбільш комплексною процедурою позасуглобової стабілізації колінного суглоба є методика SUPER knee (Systematic Utilitarian Procedure for Extremity Reconstruction) за D. Paley [22], яка дає змогу за допомогою зв'язок, утворених із широкої фасції стегна, позасуглобово відтворити функціональні аналоги ПСЗ і ЗСЗ та зміцнити обидві зв'язки.

Висновки

Діти з УВРНК добре адаптуються до супутньої НКС, тому в повсякденному житті вона мало привертає увагу пацієнтів та їх батьків. Проте необхідно пам'ятати про ризик розвитку НКС до початку подовження та корекції деформації, оскільки УВРНК є варіабельними та складними й обумовлюють проведення багатоетапного хірургічного лікування.

Хороший функціональний результат корекції поздовжніх дефектів нижніх кінцівок може бути досягнуто лише в разі дотримання загальних правил корекції вад кінцівок із урахуванням профілактики НКС та, за необхідності, її хірургічної корекції. Основні показання до такого типу оперативного лікування — симптоматична НКС, яка не компенсується, незважаючи на консервативне лікування, підвивих/вивих під час або до процедури подовження, хірургічне лікування вродженого вивиху гомілки.

Конфлікт інтересів. Автори декларують відсутність конфлікту інтересів.

Список літератури

1. Indelicato P. A. Isolated medial collateral ligament injuries in the knee / P. A. Indelicato // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. — 1995. — Vol. 3 (1). — P. 9–14. — DOI: 10.5435/00124635-199501000-00002.
2. Knee trauma: cruciate ligament dysplasia associated with fibular hemimelia / M. Chelli-Bouaziz, N. Bouaziz, M. P. Bianchi-Zamorani [et al.] // *European Radiology*. — 2003. — Vol. 13 (10). — P. 2402–2404. — DOI: 10.1007/s00330-003-1892-x.
3. De Ponti A. Bilateral absence of the anterior cruciate ligament / A. De Ponti, V. Sansone, M. De Gama Malcher // *Arthroscopy*. — 2001. — Vol. 17 (6). — Article ID: e26. — DOI: 10.1053/jars.2001.22411.
4. Dysplasia of the cruciate ligaments: radiographic assessment and classification / H. M. Manner, C. Radler, R. Ganger, F. Grill // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*. — 2006. — Vol. 88 (1). — P. 130–137. — DOI: 10.2106/JBJS.E.00146.
5. Knee deformity in congenital longitudinal deficiencies of the lower

- extremity / H. M. Manner, C. Radler, R. Ganger, F. Grill // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — Vol. 448. — P. 185–192. — DOI: 10.1097/01.blo.0000218733.38753.90.
6. Фаткуллин Н. В. Современные подходы к оперативному лечению поврежденных крестообразных связок коленного сустава (обзор литературы) / Н. В. Фаткуллин, Г. Ф. Жигаев // *Acta Biomedica Scientifica*. — 2006. — № 6. — С. 226–228.
 7. Knee stability and movement coordination impairments: knee ligament sprain / D. S. Logerstedt, D. Scalzitti, M. A. Risberg [et al.] // *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. — Vol. 47 (11). — P. A1–A47. — DOI: 10.2519/jospt.2017.0303.
 8. Травматология та ортопедія: підручник для студ. вищих мед. навч. закладів / за ред. Г. Г. Голки, О. А. Бур'янова, В. Г. Климовицького. — Вінниця: Нова книга, 2013. — 400 с.
 9. Mindler G. T. The unstable knee in congenital limb deficiency / G. T. Mindler, C. Radler, R. Ganger // *Journal of Children's Orthopaedics*. — 2016. — Vol. 10 (6). — P. 521–528. — DOI: 10.1007/s11832-016-0784-y.
 10. Outcome of limb lengthening in fibular hemimelia and a functional foot / M. Changulani, F. Ali, E. Mulgrew [et al.] // *Journal of Children's Orthopaedics*. — 2010. — Vol. 4. — P. 519–524. — DOI: 10.1007/s11832-010-0291-52981715.
 11. Johnson K. Congenital and developmental abnormalities of the knee / K. Johnson, A. M. Davies // *Imaging of the knee. Medical radiology (diagnostic imaging)* / A. M. Davies, V. Casar-pullicino (eds). — Springer, Berlin, Heidelberg, 2003.
 12. Kwan K. Arthrogryposis and congenital absence of the anterior cruciate ligament: a case report / K. Kwan, K. Ross // *Knee*. — 2009. — Vol. 16 (1). — P. 81–82. — DOI: 10.1016/j.knee.2008.08.004.
 13. Agenesis of cruciate ligaments and menisci causing severe knee dysplasia in tar syndrome / D. Heron, C. Bonnard, C. Moraine, A. Toutain // *Journal of Medical Genetics*. — 2001. — Vol. 38 (8). — Article ID: e27. — DOI: 10.1136/jmg.38.8.e27.
 14. Mitsuoka T. Osteochondritis dissecans of the medial femoral condyle associated with congenital hypoplasia of the lateral meniscus and anterior cruciate ligament / T. Mitsuoka, S. Horibe, M. Hamada // *Arthroscopy*. — 1998. — Vol. 14 (6). — P. 630–633. — DOI: 10.1016/s0749-8063(98)70063-5.
 15. Congenital absence of the anterior cruciate ligament associated with discoid meniscus / I. P. Zorli, D. Gallone, S. Guerrasio [et al.] // *Journal of Orthopaedics and Traumatology*. — 2004. — Vol. 5 (2). — P. 106–109.
 16. Malumed J. Congenital absence of the anterior and posterior cruciate ligaments in the presence of bilateral absent patellae / J. Malumed, R. Hudanich, M. Collins // *The American Journal of Knee Surgery*. — 1999. — Vol. 12 (4). — P. 241–243.
 17. The long-term function of the knee in patients with fibular hemimelia and anterior cruciate ligament deficiency / D. A. Crawford, B. J. Tompkins, G. O. Baird, P. M. Caskey // *The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*. — 2012. — Vol. 94 (3). — P. 328–333. — DOI: 10.1302/0301-620x.94b3.27997.
 18. Congenital hypoplasia of the fibula: clinical manifestations / M. Cuervo, J. Albinana, J. Cebrian [et al.] // *Journal of Pediatric Orthopaedics. Part B*. — 1996. — Vol. 5 (1). — P. 35–38. — DOI: 10.1097/01202412-199605010-00007 1996;5:35–38.
 19. Single time angular deformity correction and treatment of knee instability in congenital fibular hemimelia A case report / D. Figueroa, R. Calvo, I. E. Villalon [et al.] // *Knee*. — 2012. — Vol. 19. — P. 504–507. — DOI: 10.1016/j.knee.2011.07.009.
 20. Limb lengthening and deformity correction in children with abnormal bone / A. Popkov, S. Ducic, M. Lazovic [et al.] // *Injury*. — 2019. — Vol. 50 (Suppl 1). — P. S79–S86. — DOI: 10.1016/j.injury.2019.03.045.
 21. Lengthening with external fixation is effective in congenital femoral deficiency / D. E. Prince, J. E. Herzenberg, S. C. Standard, D. Paley // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 2015. — Vol. 473 (10). — P. 3261–3271. — DOI: 10.1007/s11999-015-4461-04562947.
 22. Paley D. Treatment of congenital femoral deficiency. Operative techniques in orthopaedic surgery / D. Paley, S. C. Standard, S. W. Wiesel. — Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2010. — P. 1202–1223.
 23. Recurrence of axial malalignment after surgical correction in congenital femoral deficiency and fibular hemimelia / C. Radler, G. Antonietti, R. Ganger, F. Grill // *International Orthopaedics*. — 2011. — Vol. 35. — P. 1683–1688. — DOI: 10.1007/s00264-011-1266-y3193965.
 24. Roux M. O. Clinical examination and investigation of the cruciate ligaments in children with fibular hemimelia / M. O. Roux, H. Carliz // *Journal of Pediatric Orthopaedics*. — 1999. — Vol. 19 (2). — P. 247–251. — DOI: 10.1097/01241398 19990300 000022.
 25. Internal lengthening device for congenital femoral deficiency and fibular hemimelia / L. Shabtai, S. C. Specht, S. C. Standard, J. E. Herzenberg // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 2014. — Vol. 472. — P. 3860–3868. — DOI: 10.1007/s11999-014-3572-34397748.
 26. Buckup K. Clinical test for the musculoskeletal system: examinations – signs – phenomena / K. Buckup, J. Buckup. — 3rd ed. — Thieme, Stuttgart, 2016. — 400 p.
 27. Keith A. Human embryology and morphology / A. Keith. — William Wood & Co, Baltimore, MD, USA.
 28. Development of the human knee joint ligaments / J. A. Merida-Velasco, I. Sanchez-Montesinos, J. Espin-Ferra [et al.] // *The Anatomical Record*. — 1997. — Vol. 248 (2). — P. 259–268. — DOI: 10.1002/(SICI)1097-0185(199706)248:2<259::AID-AR13>3.0.CO;2-O.
 29. Gardner E. The early development of the knee joint in staged human embryos / E. Gardner, R. O'Rahilly // *Journal of Anatomy*. — 1968. — Vol. 102 (2). — P. 289–299.
 30. O'Rahilly R. The early prenatal development of the human knee joint / R. O'Rahilly // *Journal of Anatomy*. — 1951. — Vol. 85 (2). — P. 166–170.
 31. Ratajczak W. Early development of the cruciate ligaments in staged human embryos / W. Ratajczak // *Folia Morphologica*. — 2000. — Vol. 59 (4). — P. 285–290.
 32. Chahla J. Ligament reconstruction in congenital absence of the anterior cruciate ligament / J. Chahla, C. Pascual-Garrido, S. A. Rodeo // *HSS Journal: The Musculoskeletal Journal of Hospital for Special Surgery*. — 2015. — Vol. 11 (2). — P. 177–181. — DOI: 10.1007/s11420-015-9448-6.
 33. Giorgi B. Morphologic variations of the intercondylar eminence of the knee / B. Giorgi // *Clinical Orthopaedics*. — 1956. — Vol. 8. — P. 209–217.
 34. Accuracy of complex lower-limb deformity correction with external fixation: a comparison of the taylor spatial frame with the ilizarov ring fixator / H. M. Manner, M. Huebl, C. Radler [et al.] // *Journal of Children's Orthopaedics*. — 2007. — Vol. 1 (1). — P. 55–61. — DOI: 10.1007/s11832-006-0005-1.
 35. A comparative study of the correction of femoral deformity between the ilizarov apparatus and ortho-suv frame / D. Paley, L. N. Solomin, E. A. Shchepkina [et al.] // *International Orthopaedics*. — 2014. — Vol. 38. — P. 865–872. — DOI: 10.1007/s00264-013-2247-0.
 36. Baumgart R. A fully implantable motorized intramedullary nail for limb lengthening and bone transport / R. Baumgart, A. Betz, L. Schweiberer // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. — 1997. — Vol. 343. — P. 135–143. — DOI: 10.1097/00003086-199710000-00023.
 37. Femoral lengthening with a motorized intramedullary nail / J. Horn, A. H. Dagsgard, S. Huhnstock, H. Steen // *Acta Orthopædica*. — 2015. — Vol. 86. — P. 248–256. — DOI: 10.1097/17453674.2014.9606474404780.
 38. Kirane Y. M. Precision of the precise internal bone lengthen-

- ing nail / Y. M. Kirane, A. T. Fragomen, S. R. Rozbruch // *Clinical Orthopaedics AND Related Research*. — 2014. — Vol. 472 (12). — P. 3869–3878. — DOI: 10.1007/s11999-014-3575-04397804.
39. Motorized intramedullary nail for management of limb-length discrepancy and deformity / S. R. Rozbruch, J. G. Birch, M. T. Dahl, J. E. Herzenberg // *The Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. — 2014. — Vol. 22 (7). — P. 403–409. — DOI: 10.5435/jaaos-22-07-403.
 40. Dynamic stability in the anterior cruciate ligament deficient knee / K. S. Rudolph, M. J. Axe, T. S. Buchanan [et al.] // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. — 2001. — Vol. 9 (2). — P. 62–71. — DOI: 10.1007/s001670000166.
 41. Diagnosis and treatment of injuries to the posterolateral ligament complex / J. P. Rue, C. K. Kilcoyne, C. J. Dickens, C. M. Kluk // *The Journal of Knee Surgery*. — 2011. — Vol. 24 (3). — P. 143–150. — DOI: 10.1055/s-0031-1284726.
 42. Specificity of muscle action after anterior cruciate ligament injury / G. N. Williams, P. J. Barrance, L. Snyder-Mackler [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research*. — 2003. — Vol. 21 (6). — P. 1131–1137. — DOI: 10.1016/s0736-0266(03)00106-2.
 43. Dynamic knee stability: current theory and implications for clinicians and scientists / G. N. Williams, T. Chmielewski, K. Rudolph // *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*. — 2001. — Vol. 31 (10). — P. 546–566. — DOI: 10.2519/jospt.2001.31.10.546.
 44. Wojtyś E. M. Neuromuscular performance in normal and anterior cruciate ligament-deficient lower extremities / E. M. Wojtyś, L. J. Huston // *The American Journal of Sports Medicine*. — 1994. — Vol. 22 (1). — P. 89–104. — DOI: 10.1177/0363546594022 00116.
 45. Buchanan T. S. Muscle activation at the human knee during isometric flexion-extension and varus-valgus loads / T. S. Buchanan, D. G. Lloyd // *Journal of Orthopaedic Research*. — 1997. — Vol. 5 (1). — P. 11–17. — DOI:10.1002/jor.1100150103.
 46. Хмизов С. А. Удлинение и коррекция деформаций бедра у детей и подростков компрессионно-дистракционными аппаратами на основе стержней : автореф. дисс. ... к. мед. н. / С. А. Хмизов. — Киев, 1993. — 19 с.
 47. Ортопедія і травматологія / за ред. проф. О. М. Хвисьюка. — Харків, 2013. — 656 с.
 48. Knee injury and osteoarthritis outcome score or international knee documentation committee subjective knee form: which questionnaire is most useful to monitor patients with an anterior cruciate ligament rupture in the short term? / B. I. Meer, D. E. Meuffels, M. M. Vissers [et al.] // *Arthroscopy*. — 2013. — Vol. 29 (4). — P. 701–715. — DOI: 10.1016/j.arthro.2012.12.015.2.
 49. Clinical examination of the knee: know your tools for diagnosis of knee injuries / R. Rossi, F. Dettoni, M. Bruzzone, U. Cottino // *Sports Medicine, Arthroscopy, Rehabilitation, Therapy & Technology*. — 2011. — Vol. 3. — Article ID: 25. — DOI: 10.1186/1758-2555-3-25.
 50. Clinical examination of the knee / R. Rossi, M. Bruzzone, F. Dettoni, F. Margheritini // *Orthopedic Sports Medicine, Principles and Practice* // Ed. F. Margheritini, R. Rossi. — Milan: Springer, 2010. — P. 319–340.
 51. Dohle J. The «empty» cruciate ligament notch. Aplasia or trauma aftereffect / J. Dohle, D. A. Kumm, M. Braun // *Unfallchirurg*. — 2000. — Vol. 103. — P. 693–695. — DOI: 10.1007/s001130050604.
 52. Arthroscopically pertinent anatomy of the anterolateral and posteromedial bundles of the posterior cruciate ligament / C. J. Anderson, C. G. Ziegler, C. A. Wijdicks [et al.] // *The Journal of Bone and Joint Surgery. American volume*. — 2012. — Vol. 94 (21). — P. e1936–e1945. — DOI: 10.2106/JBJS.K.01710.
 53. Schindler O. S. Surgery for anterior cruciate ligament deficiency: a historical perspective / O. S. Schindler // *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*. — 2012. — Vol. 20 (1). — P. 5–47. — DOI: 10.1007/s00167-011-1756-x.
 54. Custom knee device for knee contractures after internal femoral lengthening / A. Bhave, L. Shabtai, P. H. Ong [et al.] // *Orthopedics*. — 2015. — Vol. 38. — P. e567–e572. — DOI: 10.3928/01477447-20150701-53.
 55. Limb lengthening by implantable limb lengthening devices / D. Paley, M. Harris, K. Debiparshad, D. Prince // *Techniques in Orthopaedics*. — 2014. — Vol. 29. — P. 72–85. — DOI: 10.1097/bto.0000000000000072.
 56. Defining patho-anatomy of the knee in congenital longitudinal lower limb deficiencies / K. A. Saldanha, C. M. Blakey, P. Broadley, J. A. Fernandes // *Journal of Limb Lengthening & Reconstruction*. — 2016. — Vol. 2 (1). — P. 48–54. — DOI: 10.4103/24553719.182576.
 57. Unilateral aplasia of both cruciate ligaments / M. Balke, J. Mueller-Huebenthal, S. Shafizadeh [et al.] // *Journal of Orthopaedic Surgery and Research*. — 2010. — Vol. 5 (1). — Article ID: 11. — DOI:10.1186/1749-799x-5-11.
 58. Jackson D. W. Reconstructive knee surgery / D. W. Jackson. — Philadelphia : Lippincot William and Wilkins; 2008.
 59. Congenital absence of the anterior cruciate ligament: eight cases in the same family / R. Frikha, J. Dahmene, R. Hamida [et al.] // *Revue de Chirurgie Orthopedique et Reparatrice de L'appareil Moteur*. — 2005. — Vol. 91 (7). — P. 642–648. — DOI: 10.1016/s0035-1040(05)84468-x.
 60. Gabos P. G. Knee reconstruction in syndromes with congenital absence of the anterior cruciate ligament / P. G. Gabos, G. El Rassi, J. Pahys // *Journal of Pediatric Orthopedics*. — 2005. — Vol. 25. — P. 210–214. — DOI: 10.1097/01.bpo.0000153874.74819.29.

Стаття надійшла до редакції 12.01.2021

KNEE JOINT INSTABILITY IN CONDITIONS OF CONGENITAL MALFORMATIONS OF THE LOWER EXTREMITIES

S. O. Khmyzov, Ye. Yu. Yakushkin, Ye. S. Katsalap

Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Sciences of Ukraine, Kharkiv

✉ Sergij Khmyzov, MD, Prof. in Traumatology and Orthopaedics: s.khmyzov@gmail.com

✉ Yevgen Yakushkin: fregat.ya@gmail.com

✉ Yelizaveta Katsalap: lizaveta27@ukr.net