

УДК 616.728.5-089.843(048.8)

Надп'яtkово-п'яtkовий артроерез (огляд літератури)

І. М. Зазірний¹, В. М. Ковальчук¹, А. П. Лябах², К. О. Гребенніков³

¹ Клінічна лікарня «Феофанія» ДУС, Київ, Україна

² Інститут травматології та ортопедії НАМН України, Київ

³ Київська міська клінічна лікарня № 12, Україна

Ключові слова: артроерез, надп'яtkово-п'яtkовий суглоб, еверсія, імпланти

Артроерез — це операційна процедура, метою якої є обмеження специфічних рухів суглоба. Для артроерезу надп'яtkово-п'яtkового суглоба (АНППС) використовують імплантат, який встановлюють у *sinus tarsi* як ендопротез для обмеження надмірної еверсії надп'яtkово-п'яtkового суглоба (НППС). У свою чергу, це обмеження, яке перешкоджає виникненню надмірної еверсії, запобігає наслідкам артроерезу.

Ідея АНППС належить Chambers (1946 р.). Він спробував обмежити еверсію стопи шляхом видалення невеликої частини переднього виростка п'яtkової кістки з кістковою пластиною дефекту [1]. Це зменшувало обсяг рухів у НППС і сприяло установці стопи у функціональному положенні.

У 1952 р. Grice опублікував власний метод реконструкції плоскої стопи в дітей з використанням кортикального трансплантата, який встановлюють у *sinus tarsi*. Автор назвав цю операцію «позасуглобовим» надп'яtkово-п'яtkовим артродезом, маючи на увазі інтактність власне суглобових поверхонь НППС. За даними літератури, цю операцію через великий ризик дегенеративного процесу надп'яtkової кістки застосовують обмежено [2].

Незважаючи на удосконалення техніки операції та матеріалів, АНППС залишається темою дискусій, особливо це стосується віку, показань, часу проведення операції, а також допоміжних процедур [3–6].

АНППС пропонують як варіант лікування гнучкої плоскої стопи в дітей і дорослих. Гнучка плоска стопа — це доволі часта патологія, яку реєструють у 5 % населення, хоча справжня її поширеність невідома [7].

Гнучка плоска стопа характеризується флексійним положенням і медіальною девіацією таранної

кістки, вальгусним положенням п'яtkової кістки, відведенням переднього відділу стопи.

Метою АНППС є відновлення нормальних анатомічних співвідношень у суглобах заднього відділу стопи, що оптимізує статико-динамічний стереотип навантаження нижньої кінцівки [8].

За однією з теорій S. Roth та співавт. [9], під час встановлення АНППС імплантату корекції досягають шляхом стимуляції пропріорецепції, що забезпечує постійний характер корекції. Завдяки методиці АНППС на стопі, яка росте, забезпечується розвиток кісток у фізіологічному положенні, що зберігається і після закриття зон росту [9, 12]. Згідно з даними R. L. Needleman, використання АНППС імплантату в дорослих дозволяє отримати стабільний ефект корекції плоскої стопи [10].

АНППС давно отримав популярність, тому що усуває надмірну пронацію, зберігаючи доопераційну інверсію, і сприяє адаптації задньої частини стопи по відношенню до передньої під час ходіння по нерівній поверхні [11].

Оскільки АНППС може супроводжуватись деякими ускладненнями, важливим є дотримання показань до операції та техніки її проведення.

Показання та протипоказання

Першочерговим показанням для АНППС є структурна та симптоматична гнучка плоска стопа в дітей [13].

Формування симптоматичної гнучкої плоскої стопи обумовлене особливостями торсійного розвитку нижньої кінцівки. Основними симптомами є наявність плоско-вальгусної деформації стопи та біль, пов'язаний з навантаженням. Вираженість деформації обумовлює функціональний дефіцит — від помірного обмеження активних рухів до неможливості встати навшпильки однією ногою [14].

Гнучка плоска стопа в дітей за відсутності скарг на біль рідко є показанням до хірургічного втручання, без адекватного лікування після шестирічного віку спонтанна корекція не відбувається [15, 16].

Переважно гнучку плоску стопу в дітей лікують консервативно [17], у разі неефективності застосовують хірургічне лікування. На противагу цьому АНППС може бути альтернативою традиційному етапному лікуванню гнучкої плоскої стопи.

Згідно з Р. М. Koning та співавт. [11] ідеальним для АНППС є вік дітей до 8 років, тоді як після 10 АНППС не дає довготривалого ефекту. Інші дослідники констатують, що АНППС у ранньому віці пов'язаний з ризиком виникнення порожнисто-варусної деформації [18–21].

АНППС виявився корисним у випадках ригідної плоскої стопи внаслідок тарзальних конкресценцій (тарзальних зрощень — *tarsal coalitions*). S. Giannini зі співавт. [18] опублікували позитивні результати АНППС біоабсорбівними імплантатами у 20 дітей (28 стоп).

Протипоказанням до АНППС є кутові деформації колінного суглоба та ротаційні нижньої кінцівки. Потрібна обережність у разі багатоплощинних деформацій стопи, коли неможливо передбачити ефект обмеження еверсії [10, 22].

Запальні захворювання суглобів стопи, системні захворювання сполучної тканини (особливо синдром гіпереластозу) належать до абсолютних протипоказань виконання АНППС.

Типи імплантатів

Існує великий вибір імплантатів для артролізу, які Vogler розділив на три категорії, беручи за основу їх біомеханічні властивості: зміну осей НППС, блокування удару та самозамкнення (self-locking).

Імплантати, які змінюють осі, створюють вертикальні осі НППС, цим самим лімітуючи рух у фронтальній площині — виворот назовні.

Імплантати, що блокують удар, мають платформу і стрижень, який вставляють у п'яткову кістку якраз перед задньою частиною НППС, а платформа (або наконечник) видається вперед вище, перешкоджаючи зміщенню латеральної частини таранної кістки.

Самозамкнений імплантат має відрізок з різбою, який вставляють у *sinus tarsi*, обмежуючи плантарне згинання і аддукцію, лімітуючи цим самим еверсію п'яткової кістки. У такого імплантату є багато модифікацій, але це самий поширений у використанні дизайн.

Відповідно до типу використаного матеріалу імплантати належать до певної категорії, зазвичай, їх можна розділити на три: біоабсорбівні, неабсорбівні та комбіновані. Величезну кількість абсор-

бівних імплантатів, які постійно використовують, створюють з полі-L-молочної (poly-L-lactic) кислоти чи поліетилену ультравеликої молекулярної ваги. У випадку застосування біоабсорбівних імплантатів немає необхідності видаляти їх за умов ушкодження нижнього *sinus tarsi*, як це доводиться робити у разі неабсорбівних імплантатів, однак з біоабсорбівними пов'язані додаткові ускладнення.

V. S. Giannini зі співавт. [25] відзначали, що імплантати, зроблені з полі-L-молочної кислоти, втрачають цілісність через 1 рік, однак результати були хорошими впродовж 4 років післяопераційного спостереження.

У 1976 р. підтаранний артрорезний імплантат Сміта (STA-peg) (Wright Pharmaceutical, Arlington, TN, USA) був зроблений як диск з поліетилену ультравеликої молекулярної ваги зі стрижнем двох розмірів. Його вважали пристосуванням, яке змінювало осі НППС відповідно до класифікації Vogler [26].

Традиційно STA-peg встановлюють в основу *sinus tarsi* так, щоб задня поверхня таранної кістки могла зісковзнути на дорсальну поверхню імплантата, що тим самим запобігає плантарному згинанню і медіальній ротації таранної кістки. STA-peg було модифіковано, коли йому додали передній нахил для збільшення блокування і зменшення медіальної ротації.

Sgarlato Labs (Los Gatos, CA, USA) пропонує схожу модель, яка має назву Lundeen Subtalar Implant. У цього імплантата стрижень довший і має п'ять розмірів. Це дозволяє дорсальній поверхні диска торкатися латеральної стінки надп'яркової кістки. Як вважають P. Forg зі співавт. [13], модифікація Flake може бути корисною, коли осі НППС високі, тобто за наявності плоскої стопи, яка домінує в поперецьній площині.

Окрім звичайних гвинтів, застосовують інші неабсорбівні артрорезні імплантати. Найчастіше використовують Maxwell-Brancheau Arthroereisis (MBA) (KMI, Carlsbad, CA, USA) — самозамкнений титановий імплантат у формі циліндра з канюлями та прорізами, вони дозволяють м'яким тканинам вrostати всередину, що допомагає міцно закріпити імплантат [22]. Його встановлюють на дистальній поверхні *sinus tarsi*. Імплантат MBA має п'ять розмірів (діаметр 6, 8, 9, 10 і 12 мм), що робить його зручнішим у застосуванні, ніж традиційні поліетиленові імплантати [23].

Імплантат Калікса (Kalix endorthesis) (Newdeal SA, Vienne, France) складається з титанового конічного корпусу, який вставляють в інший поліетиленовий конічний. Згідно з R. Viladot та співавт. [21] імплантат Калікса має великі переваги. Він отримав

відмінні результати під час біомеханічних тестів на компресію та втомлення. Крім того, конічний корпус адаптується краще до форми *sinus tarsi*, ніж циліндричні імплантати, а механізм розширення і латеральні зазублини запобігають зміщенню [27]. Імплантат Калікса затверджено адміністрацією Food і Drug (Food and Drug Administration) у 2000 р., його реалізують в США та Європі.

Інші імплантати в категорії самозамкнених — це конічний підтаранний (Conical Subtalar Implant — CSI), (Nexa Orthopedics, San Diego, CA, USA), Hy-ProCure (GraMedica, Macomb, MI, USA), Talar-Fit (Osteomed, Dallas, TX, USA) та Talus of Vilex (TOV) (Vilex, McMinnville, TN, USA). Імплантат CSI виготовлений з титану і має шість розмірів. Його було розроблено для покращення адаптації з *sinus tarsi*, однак немає публікацій з підтвердження цієї ідеї. Імплантат HyProCure описують як «стент, що самовстановлюється». Завдяки унікальному дизайну він має дистальний відрізок з різьбою, що дозволяє тканинам вrostати швидше, ніж вони досягнуть стінок *sinus tarsi*, а центральна гладенька конічна частина сприяє рівномірному розподілу навантаження і служить вкладкою. Голівка з пазами (нарізкою) також дозволяє тканинам вrostати, забезпечуючи додаткову стабільність. Імплантат Talar-Fit має конічну форму і округлий корпус з глибокими канавками (п'ять розмірів). Титановий конічний імплантат TOV має розміри від 8 до 18 мм.

Додаткові процедури

За показаннями багатоплощинні компоненти гнучкої плоскої стопи обумовлюють необхідність додаткових процедур [10].

Згинальне положення надп'яркової кістки, гіпермобільність поперечного суглоба заплесна та інверсія переднього відділу є невід'ємними супутниками гнучкої плоскої стопи [3, 10, 22]. R. L. Needleman рекомендує виправляти всі деформації, від проксимальних до дистальних [10].

Найтипівіші додаткові рекомендовані процедури — це селективна тенотомія литкового м'яза (операції Страйера і Сільверскійолда) та подовження ахіллової сухожилка [3, 10, 11, 13, 19, 21, 25, 28–30].

Реконструкція медіальної колони стопи показана у випадках приведення плесна [3, 10, 13, 30].

У деяких випадках L. D. Cicchinelli зі співавт. [3] продемонстрували значну корекцію в 20 дітей (28 стоп), коли АНППС проводили одночасно з селективною тенотомією литкового м'яза. У порівнянні з випадками, коли виконували лише АНППС, використання додаткової селективної тенотомії литкового м'яза давало значно кращу корекцію положення таранної кістки. Проте автори зробили висновок, що

додаткова реконструкція медіальної колони стопи може зменшити корегувальну дію артролізу.

Результати

Величина корекції та біомеханічні наслідки АНППС були темою багатьох досліджень на трупних препаратах та в клінічних серіях. У двох окремих публікаціях з досліджень на трупних препаратах були зроблені одні й ті самі висновки.

Встановлення імплантату спричинює обмеження еверсійних рухів у надп'ярково-п'ярково-суглобі [7, 31].

J. C. Christensen та його колеги [7] встановили в дослідженні на трупах зміни положення надп'яркової кістки та їх вплив на інші кістки стопи, що було підтверджено багатьма авторами [3, 13, 20, 21, 28, 29].

Z. S. Husain та L. Y. Fallat кількісно встановили ступінь обмеження діапазону рухів НППС, ґрунтуючись на розмірі MBA імплантатів [23]. Дослідники виявили, що діапазон рухів НППС зменшувався на 32,0, 44,8, 58,0, 65,5 і 76,8 % за умов використання відповідно імплантатів діаметром 6, 8, 9, 10 та 12 мм. Автори також вважають, що зміна позиції НППС з положення еверсії в положення інверсії збільшує натяг ахіллової сухожилка.

Ступінь корекції, яку досягають за допомогою артролізу, кількісно важко встановити через виконання багатьох додаткових процедур, однак багато в чому ця корекція залежить від величини деформації до операції і від розміру застосованого імплантату.

Аналіз даних наукової літератури за останнє десятиліття показав, що корекція проявляється, головним чином, в обмеженні рухів таранної кістки в поперечній та сагітальній площинах [3, 10, 11, 13, 19–23, 25, 28, 29].

Але НППС можна використовувати для реконструкції гнучкої плоскої стопи незалежно від домінуючої площини деформації [3].

Задовільні результати НППС складають від 81 до 90 % у дітей [11, 13, 19], від 78 до 89 % у дорослих [10, 21, 32]. В. S. Giannini та співавт. [25] повідомили про покращення середніх показників за шкалою AOFAS на задній частині стопи з 29 балів до операції до 90 після неї в 12 пацієнтів, які перенесли резекції тарзальних конкресценцій та АНППС. Інші автори інформують про збільшення функції стопи від 82 до 90 балів [10, 21].

Ускладнення

Незважаючи на опубліковані позитивні результати та нескладність встановлення імплантату, АНППС може мати ускладнення. Здебільшого вони стосуються самого імплантату, який викликає дискомфорт чи зміщується.

У дітей, згідно з публікаціями, відсоткове співвідношення цих ускладнень складає відповідно 15,0 % та 29,6 % [11, 20]. У дорослих пацієнтів опубліковано дані про біль в *sinus tarsi* у 46 % випадків [10].

Здебільшого післяопераційний больовий синдром є показанням до видалення чи повторного встановлення імплантату і складає 39 % у дітей і дещо вищий відсоток у дорослих [10, 13, 20, 21, 25, 28]. У випадку видалення імплантату без його повторного встановлення можлива мінімальна втрата корекції [11, 19]. R. L. Needleman [10] спостерігав мінімальну втрату корекції після видалення імплантатів через 8 міс.

Інші ускладнення, про які повідомляли, — це синовіти, викликані стороннім тілом, з обширною грануломатозною гігантоклітинною реакцією та внутрішньокісткові кісти в надп'ятковій кістці [33]. T. E. Siff та W. M. Granberg [34] описують аваскулярний некроз надп'яткової кістки через 10 років після імплантації, що був пов'язаний з реакцією на стороннє тіло (уламки поліетилену).

Серед інших ускладнень зазначають поверхневу інфекцію рани [11] та перонеальний спазм [13]. Неправильний вибір імплантату обумовлює гіпо- або гіперкорекцію [20].

Висновки

В огляді досліджено використання АНППС для лікування гнучкої плоскої стопи у дітей та дорослих. Незважаючи на високу частоту болю в *sinus tarsi*, АНППС продовжує залишатись альтернативою резекціям та артродезам заднього відділу стопи. Разом з тим, публікації про віддалені результати АНППС поодинокі і не дають можливості оцінити ефективність цієї операції через тривалий час.

Список літератури

- Chambers E. F. An operation for the correction of flexible flat feet of adolescents / E. F. Chambers // West J. Surgery Obstet. Gynecol. — 1946. — Vol. 54. — P. 77–86.
- Grice D. S. An extra-articular arthrodesis of the subastragal joint for correction of paralytic flat feet in children / D. S. Grice // J. Bone Joint Surg. — 1952. — Vol. 34 (4). — P. 927–956.
- Cicchinelli L. D. Analysis of gastrocnemius recession and medial column procedures as adjuncts in arthroereisis for the correction of pediatric pes planovalgus: a radiographic retrospective study / L. D. Cicchinelli, J. Pascual Huerta, F. J. Garcia Carmona // J. Foot Ankle Surg. — 2008. — Vol. 47 (5). — P. 385–391.
- Lepow G. M. A modified subtalar arthroereisis implant for the correction of flexible flatfoot in children. The STA Peg procedure / G. M. Lepow, S. D. Smith // Clin. Podiatr. Med. Surg. — 1989. — Vol. 6 (3). — P. 585–590.
- Smith S. D. Subtalar arthrorisis and associated procedures / S. D. Smith, R. F. Ocampo // Clin. Podiatr. Med. Surg. — 1997. — Vol. 14 (1). — P. 87–98.
- Vedantam R. Subtalar arthroereisis for the correction of planovalgus foot in children with neuromuscular disorders / R. Vedantam, A. M. Capelli, P. L. Schoenecker // J. Pediatr. Orthop. — 1998. — Vol. 18 (3). — P. 294–298.
- Christensen J. C. Closed kinetic chain tarsal mechanics of subtalar joint arthroereisis / J. C. Christensen, N. Campbell, K. DiNucci // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. — 1996. — Vol. 86 (10). — P. 467–473.
- Arangio G. A. A biomechanical model of the effect of subtalar arthroereisis on the adult flexible flat foot / G. A. Arangio, K. L. Reinert, E. P. Salathe // Clin. Biomech. — 2004. — Vol. 19 (8). — P. 847–852.
- Roth S. Minimally invasive calcaneo-stop method for idiopathic, flexible pes planovalgus in children / S. Roth, B. Sestan, A. Tudor // Foot Ankle Int. — 2007. — Vol. 28 (9). — P. 991–995.
- Needleman R. L. A surgical approach for flexible flatfeet in adults including a subtalar arthroereisis with the MBA sinus tarsi implant / R. L. Needleman // Foot Ankle Int. — 2006. — Vol. 27 (1). — P. 9–18.
- Koning P. M. Subtalar arthroereisis for pediatric flexible pes planovalgus: fifteen years experience with the cone-shaped implant / P. M. Koning, P. J. Heesterbeek, E. de Visser // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. — 2009. — Vol. 99 (5). — P. 447–453.
- Crawford A. H. Subtalar stabilization of the planovalgus foot by staple arthroereisis in young children who have neuromuscular problems / A. H. Crawford, D. Kucharzyk, D. R. Roy // J. Bone Joint Surg. — 1990. — Vol. 72-A (6). — P. 840–845.
- Forg P. Flake-Austin modification of the STA-Peg arthroereisis: a retrospective study / P. Forg, K. Feldman, E. Flake // J. Am. Podiatr. Med. Assoc. — 2001. — Vol. 91 (8). — P. 394–405.
- Smith S. D. Arthrorisis by means of a subtalar polyethylene peg implant for correction of hindfoot pronation in children / S. D. Smith, E. A. Millar // Clin. Orthop. Rel. Res. — 1983. — Vol. 181. — P. 15–23.
- Staheli L. T. The longitudinal arch. A survey of eight hundred and eighty-two feet in normal children and adults / L. T. Staheli, D. E. Chew, M. Corbett // J. Bone Joint Surg. — 1987. — Vol. 69 (3). — P. 426–428.
- Welton E. A. The Harris and Beath footprint: interpretation and clinical value / E. A. Welton // Foot Ankle. — 1992. — Vol. 13 (8). — P. 462–481.
- Soomekh D. J. Pediatric and adult flatfoot reconstruction: subtalar arthroereisis versus realignment osteotomy surgical options / D. J. Soomekh, B. Baravarian // Clin. Podiatr. Med. Surg. — 2006. — Vol. 23 (4). — P. 695–708.
- Giannini S. Operative treatment of flatfoot with talocalcaneal coalition / S. Giannini, F. Ceccarelli, F. Vannini // Clin. Orthop. Relat. Res. — 2003. — Vol. 411. — P. 178–187.
- Jerosch J. The stop screw technique—a simple and reliable method in treating flexible flatfoot in children / J. Jerosch, J. Schunck, H. Abdel-Aziz // Foot Ankle Surg. — 2009. — Vol. 15 (4). — P. 174–178.
- Scharer B. M. Treatment of painful pediatric flatfoot with Maxwell-Brancheau subtalar arthroereisis implant: a retrospective radiographic review / B. M. Scharer, B. E. Black, N. Sockrider // Foot Ankle Spec. — 2010. — Vol. 3 (2). — P. 67–72.
- Viladot R. Subtalar arthroereisis for posterior tibial tendon dysfunction: a preliminary report / R. Viladot, M. Pons, F. Alvarez // Foot Ankle Int. — 2003. — Vol. 24 (8). — P. 600–606.
- Maxwell J. R. Use of the Maxwell-Brancheau arthroereisis implant for the correction of posterior tibial tendon dysfunction / J. R. Maxwell, A. Carro, G. Sun // Clin. Podiatr. Med. Surg. — 1999. — Vol. 16 (3). — P. 479–489.
- Husain Z. S. Biomechanical analysis of Maxwell-Brancheau arthroereisis implants / Z. S. Husain, L. M. Fallat // J. Foot Ankle Surg. — 2002. — Vol. 41 (6) — P. 352–358.
- Banks A. S. McGlamry's comprehensive textbook of foot and

- ankle surgery / A. S. Banks, M. S. Downey, D. E. Martin. — Philadelphia (PA): Lippincott Williams & Wilkins, 2001. — P. 2051–2064.
25. Giannini B. S. Surgical treatment of flexible flatfoot in children a four-year follow-up study / B. S. Giannini, F. Ceccarelli, M. G. Benedetti // *J. Bone Joint Surg.* — 2001. — Vol. 83 (Suppl. 2) — P. 73–79.
 26. Pomeroy G. C. A new operative approach for flatfoot secondary to posterior tibial tendon insufficiency: a preliminary report / G. C. Pomeroy, A. Manoli 2nd // *Foot Ankle Int.* — 1997. — Vol. 18. — P. 798–802.
 27. The lateral column lengthening and medial column stabilization procedures / T. D. Chi, B. C. Toolan, B. J. Sangeorzan et al. // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1998. — Vol. 41 (2). — P. 244–250.
 28. Adelman V. R. Radiographic evaluation of endoscopic gastrocnemius recession, subtalar joint arthroereisis, and flexor tendon transfer for surgical correction of stage II posterior tibial tendon dysfunction: a pilot study / V. R. Adelman, J. A. Szczepanski, R. P. Adelman // *J. Foot Ankle Surg.* — 2008. — Vol. 47 (5). — P. 400–408.
 29. Nelson S. C. Flexible flatfoot treatment with arthroereisis: radiographic improvement and child health survey analysis / S. C. Nelson, D. M. Haycock, E. R. Little // *J. Foot Ankle Surg.* — 2004. — Vol. 43 (3). — P. 144–155.
 30. Scher D. M. Extensive implant reaction in failed subtalar joint arthroereisis: report of two cases / D. M. Scher, M. Bansal, S. Handler-Mataras // *HSS J.* — 2007. — Vol. 3 (2). — P. 177–181.
 31. Giorgini R. J. Subtalar arthroereisis: a combined technique / R. J. Giorgini, F. G. Schiraldi, P. A. Hernandez // *J. Foot Surg.* — 1988. — Vol. 27 (2). — P. 161–157.
 32. Kitaoka H. B. Clinical rating systems for the anklehindfoot, midfoot, hallux, and lesser toes / H. B. Kitaoka, I. J. Alexander, R. S. Adelaar // *Foot Ankle Int.* — 1994. — Vol. 15 (7). — P. 349–353.
 33. Rockett A. K. Bilateral intraosseous cystic formation in the talus: a complication of subtalar arthroereisis / A. K. Rockett, G. Mangum, S. S. Mendicino // *J. Foot Ankle Surg.* — 1998. — Vol. 37 (5). — P. 421–425.
 34. Siff T. E. Avascular necrosis of the talus following subtalar arthroereisis with a polyethylene endoprosthesis: a case report / T. E. Siff, W. M. Granberry // *Foot Ankle Int.* — 2000. — Vol. 17 (3). — P. 443–457.
 35. Mosca V. S. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot / V. S. Mosca // *J. Bone Joint Surg.* — 1995. — Vol. 77-A (4). — P. 500–512.
 36. Загородный Н. В. Современные методы хирургической коррекции плосковальгусной деформации стоп у пациентов с добавочной *os tibialis externum* / Н. В. Загородный, В. Г. Процко, Б. Г. Бугаев // *Травматология и ортопедия России.* — 2011. — № 2 (60). — С. 70–75.

Стаття надійшла до редакції 17.12.2012