

УДК 616.717/.718-006.04-007.1-089.843(045)

Аллокомпозитное эндопротезирование при хирургическом лечении пациентов со злокачественными опухолями длинных костей (обзор литературы)

О. Е. Вырва, Я. А. Головина, Р. В. Малык

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины», Харьков

This review is dedicated to substitution of bone defects in case of surgical treatment of patients with malignant bone tumors of the extremities. The most frequent locations of tumors are the areas in proximal humerus, femur and tibia. In present time in treatment of the patients with such lesions a promising method is allograft-prosthesis composite (APC) which was firstly used in the mid-1980s. In the article we present the results of research on benefits and drawbacks of existing methods of substitution of large bone defects comparing to APC. Particularly, in cases of arthroplasties refixation of muscles and tendons to the implant is a challenge problem, and a nascence of immune reactions, lysis and fracture of a graft are disadvantages of alloplasty of bone defects. APC method combines the advantages of arthroplasty and alloplasty. The authors presented the features of this technique proper selection and strict observance of which is indisputable condition of successful treatment outcomes. The main problem to be solved during surgery is stable allograft fixation to the endoprosthesis and allocomposite endoprosthesis to the bone of recipient. They might be solved through the use of cement fixation of allocomposite endoprosthesis and different types of osteotomy. Particular attention is paid to the restoration of soft tissue around the joints during surgery. The main objective of this phase of surgery is to ensure the stability of the joint in operated limb segment and biological refixation of muscles which creates prerequisites for restoration of function of the limb. The paper describes some types of allografts that can be used for APC and methods of their manufacturing (with help of low temperatures or γ -radiation). We presented indications and contraindications to APC. The main complications after APC experts called infectious ones as well as resorption, fractures and nonunion of allografts with bone. Key words: allograft-prosthesis composite, bone allografts, bone tumors.

Огляд присвячений заміщенню дефектів кісток під час хірургічного лікування пацієнтів зі злоякісними пухлинами кісток кінцівок. Найчастіша локалізація пухлин — ділянки проксимального відділу плечової, стегнової та великогомілкової кісток. Сьогодні для лікування хворих з такими ураженнями перспективним є метод алокомпозитного эндопротезування (АКЕ), уперше використаний у середині 1980-х років. У статті представлено результати досліджень щодо переваг та недоліків наявних методів заміщення великих дефектів кісток порівняно з АКЕ. Зокрема, під час эндопротезування складною проблемою є рефіксація м'язів та сухожилків до эндопротеза. Виникнення імунних реакцій, лізису та перелому трансплантата відносять до недоліків проведення алопластики дефектів кісток. Метод АКЕ поєднує переваги эндопротезування та алопластики. Автори представили особливості хірургічної техніки методу, правильний вибір та чітке дотримання якої є незаперечною умовою успішного результату лікування. Головні завдання, які необхідно вирішити під час хірургічного втручання, — це стабільна фіксація алотрансплантата до эндопротеза та алокомпозитного эндопротеза до кістки реципієнта. Їх вирішують завдяки використанню цементної фіксації алокомпозитного эндопротеза та різних видів остеотомій. Особливу увагу приділено відновленню м'язих тканин навколо суглобів у процесі хірургічного втручання. Головною метою цього етапу операції є забезпечення стабільності суглоба оперованого сегмента кінцівки та біологічна рефіксація м'язів, що створює передумови для відновлення функції кінцівки. У роботі описано види алотрансплантатів, які можна використовувати для АКЕ, способи їх виготовлення (за допомогою низьких температур або γ -випромінювання). Представлено показання, протипоказання для використання АКЕ. Головними ускладненнями після АКЕ фахівці називають інфекційні, а також резорбцію, переломи та незрощення алотрансплантатів з кісткою. Ключові слова: алокомпозитне эндопротезування, кісткові алотрансплантати, пухлини кісток.

Ключевые слова: аллокомпозитное эндопротезирование, костные аллотрансплантаты, опухоли костей

Наиболее часто локализациями злокачественных опухолей костей являются дистальный и проксимальный отделы бедренной кости, проксимальные отделы большеберцовой и плечевой костей. После удаления очага поражения, как правило, образуются дефекты костей сегментов конечностей и суставных поверхностей с дефицитом окружающей зону резекции мягких тканей. В специальной литературе описаны различные методики реконструкции пострезекционных дефектов костей — артродезы, ротационная пластика, аллопластика, эндопротезирование и аллокомпозитное эндопротезирование (АКЭ)*. Одной из довольно часто используемых методик является аллопластика (различные варианты трансплантатов) с фиксацией к кости реципиента динамическими компрессионными пластинами (DCP) и пластической реконструкцией окружающих мышц. Альтернативой аллопластике служит восстановление дефектов костей эндопротезами (индивидуальными, модульными, мегаэндопротезами). К преимуществам данного вида реконструкции относят отсутствие иммунных реакций (как при аллопластике) и более короткие сроки реабилитационного периода. В то же время реинсерция мышц и сухожилий к эндопротезу менее биологична и не так эффективна, как к аллотрансплантату [13, 17]. Таким образом, каждый из этих двух методов имеет свои недостатки и преимущества [8, 25]. Сочетание двух вышеописанных способов привело к созданию нового метода восстановления кости, а именно АКЭ [11, 25].

Использование АКЭ для реконструкции сегментов конечностей при дефектах проксимальных отделов бедренной, плечевой и большеберцовой костей началось с середины 1980-х гг. [6, 19]. С тех пор для уменьшения возможных осложнений и улучшения функциональных результатов лечения продолжается развитие и модернизация этой методики. Усовершенствуются способы заготовки аллотрансплантатов, изменяются конструкции эндопротезов и других металлических фиксаторов, улучшаются методы фиксации имплантатов в костях.

Операционная техника аллокомпозитного эндопротезирования

Одним из основных условий достижения сращения между костью реципиента и аллотрансплантатом является стабильная фиксация в зоне их контакта. В настоящее время для фиксации костного аллотрансплантата к эндопротезу широко применяют костный цемент, а фиксация имплантата в кости реципиента может быть как цементной, так и бесце-

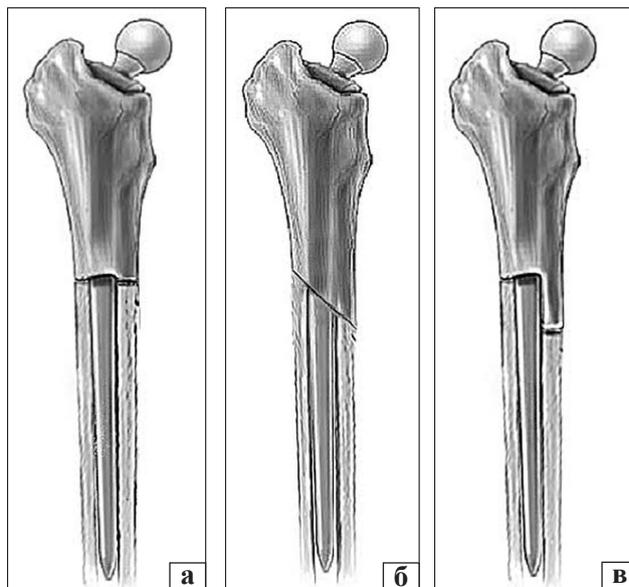


Рис. 1. Схематические изображения видов остеотомий при АКЭ: а) поперечная; б) косая; в) по типу «русского замка» (step-cut остеотомия)

ментной. При использовании тотальной цементной фиксации в аллотрансплантате и кости реципиента важно не цементировать зону их контакта. В. М. McGovern и соавт. [11] предложили использовать бесцементную фиксацию ножки эндопротеза для повышения шансов сращения аллотрансплантата и кости реципиента. Однако применение полностью бесцементной фиксации при АКЭ практически не осуществляется (встречаются лишь единичные упоминания без оценки результатов лечения).

Для получения стабильной фиксации аллотрансплантата к кости реципиента усовершенствовались различные виды остеотомий и изучались их особенности [17, 19, 20]. Наиболее часто применяют поперечную остеотомию (рис. 1, а), при выполнении которой важно совпадение диаметров аллотрансплантата и кости реципиента. Однако при ее использовании наблюдается большой риск развития несращения, чем при других видах остеотомий. Для увеличения площади контакта между аллотрансплантатом и костью реципиента разработана косая остеотомия (не менее 2 см по длине) (рис. 1, б). С целью увеличения стабильности в зоне контакта алло- и аутокости и достижения лучшего сращения была предложена остеотомия по типу «русского замка», которая в англоязычной литературе получила название «step-cut» остеотомия (рис. 1, в) [13]. Данный вид остеотомии также еще и предупреждает развитие ротационной нестабильности, однако технически сложен для выполнения

* — авторский термин, англ. allograft-prosthesis composite (APC) reconstruction.



Рис. 5. Рентгенограмма плечевой кости после АКЭ с использованием интрамедуллярных блокированных ножек [16]

ние АКЭ в лечении пациентов с опухолями проксимального отдела бедренной кости показано в тех случаях, когда при резекции возможно сохранить большой вертел с последующей его рефиксацией, а также если уровень резекции и диаметр дистального отдела бедренной кости позволяют осуществить стабильную фиксацию с использованием длинной ножки эндопротеза. Если выполнить эти условия не удастся (слишком большая зона резекции (более половины длины бедра) с окружающими мышцами), предпочтение необходимо отдавать эндопротезированию с использованием опухолевых эндопротезов.

В. J. Miler и W. W. Virkus [16] сообщили об использовании аллотрансплантатов с интрамедуллярными блокирующими стержнями для замещения диафизарных пострезекционных дефектов длинных костей. Для устранения дефектов костей в проксимальных и дистальных отделах (преимущественно верхняя треть плечевой и большеберцовой костей) может быть применено АКЭ с длинными ножками, которые блокируются винтами в проксимальном и дистальном отделах (рис. 5).

Основная цель использования блокирования интрамедуллярной ножки при АКЭ — это обеспечение ротационного контроля стабильности в зоне соединения аллотрансплантата и кости реципиента и, следовательно, уменьшение количества случаев несращения [16, 21].

G. L. Farfalli и соавт. [7] отдельно исследовали применение АКЭ в области коленного сустава. Использовались «незамкнутые» системы модульных эндопротезов как с дополнительной фиксацией компрессионной пластиной, так и без нее. Применяли

также ревизионные системы эндопротезов: Coordinate Knee System (De Puy), Scorpio PS Revision Implant (Stryker Orthopaedics), Sigma PFC Revision Implant (De Puy), Nex Gen LCCK Revision Implant (Zimmer), Continuum Knee System (CKS), Genesis II implant (Smith & Nephew). Во второй группе больных использовали ревизионные модульные эндопротезы с коленным суставом шарнирного типа и ротационным тибиальным плато: Finn Knee Prosthesis Biomet, Custom-made Lane-Burstein (Biomet) Guepar prosthesis. В результате сравнения этих двух групп пациентов сделаны выводы, что выживаемость и функциональные результаты были одинаковыми, однако асептическую нестабильность наблюдали реже при АКЭ с «незамкнутыми» системами эндопротезов. Использование же эндопротезов с коленным суставом шарнирного типа и ротационным тибиальным плато следует рекомендовать в тех случаях, когда есть возможность восстановить мягкие ткани и выполнить их реинсерцию [7, 10].

Реконструкция мягких тканей при аллокомпозитном эндопротезировании

В результате удаления злокачественной опухоли образуется не только дефект кости, но и окружающих мягких тканей (мышц, связок, капсулы сустава). Проблема реконструкции мягких тканей и восстановления функции суставов и конечностей в целом при хирургическом лечении больных с опухолями костей остается актуальной и сегодня, так как функциональный результат эндопротезирования в первую очередь зависит от функции мышц и сухожилий в области оперируемого сустава [19].

Особенно функциональный результат хирургического лечения этой категории больных зависит от качества реконструкции мягких тканей при локализации опухоли в проксимальном отделе бедренной кости и проксимальном отделе большеберцовой кости [13].

Для реконструкции мягких тканей в области проксимального отдела бедра при отсутствии поражения опухолью большого вертела последний отсекается вместе с прикрепленными к нему мышцами, таким образом, осуществляется трансротационный доступ. После замещения пострезекционного дефекта бедренной кости проводится реинсерция большого вертела к эндопротезу или к аллотрансплантату при АКЭ. Данная методика дает лучший результат при фиксации большого вертела к аллотрансплантату, как наиболее физиологичная. В тех случаях, когда большой вертел вовлечен в опухолевый процесс и мышцы-абдукторы отсекаются, оставшиеся после резекции мышцы

и сухожилия фиксируются к мягким тканям на аллотрансплантате [23].

При использовании транстрокантерного дос-тупа описан высокий риск развития несращения большого вертела и аллотрансплантата, предложена для рефиксации специальная пластина, чтобы исключить проксимальную миграцию большого вертела [17]. Таким образом, сохранение большого вертела с прикрепленными к нему абдукторами и последующая его реинсерция позволяют улучшить стабильность тазобедренного сустава и функцию нижней конечности после операции [19].

После замещения пострезекционных дефектов проксимального отдела большеберцовой кости часто нарушено разгибание коленного сустава. Это связано с удалением бугристости большеберцовой кости и несостоятельностью разгибательного аппарата [10]. Для реконструкции дефектов мягких тканей в данной зоне проводят мышечную аутопластику васкуляризованными лоскутами, что, в свою очередь, улучшает приживляемость аллотрансплантата и уменьшает процент возникновения инфекционных осложнений. Для мышечной пластики используется медиальная ножка *m. gastrocnemius*, а при слишком больших дефектах — дополнительно лоскут из *m. soleus* или свободный лоскут из *m. rectus abdominis* [6]. Наилучший эффект достигается в случаях применения аллотрансплантатов с сохраненными местами прикрепления мышц и сухожилий. АКЭ проксимального отдела большеберцовой кости многие авторы признают одной из лучших техник реконструкции данного отдела, потому что она объединяет механическую стабильность и биологическое восстановление разгибательного аппарата коленного сустава. Применение этой методики, по мнению ряда авторов [4, 5], рекомендовано для молодых пациентов с агрессивными доброкачественными или высокодифференцированными злокачественными опухолями, при лечении которых не требуется проведение полихимиотерапии и лучевой терапии.

Виды аллотрансплантатов

Сегодня аллотрансплантаты обрабатывают двумя способами: γ -облучением (125 кГр) и замораживанием (fresh-frozen) до температуры $-75\text{ }^{\circ}\text{C}$ [19, 22].

После сравнения видов аллотрансплантатов, обработанных при помощи этих двух методов, отмечено, что в случае применения замороженных трансплантатов повышается риск инфекционных осложнений. В то же время при введении в плоскость дефекта кости γ -облученных трансплантатов, особенно массивных, обнаружено повышение риска их переломов. Поскольку радиация влияет на структурные свойства аллотрансплантатов, их

не рекомендуется использовать при АКЭ и в виде массивных трансплантатов [1, 2].

Для рентгенологической оценки состояния оперированных сегментов скелета после АКЭ была разработана и широко применяется радиографическая система ISOLS (International Society Of Limb Salvage) [13, 19]. Она предполагает оценку рентгенограмм сегмента конечности в двух ортогональных проекциях при помощи следующих критериев:

- ремоделирование кости (исследуют зону контакта аллотрансплантата и кости реципиента);
- состояние зоны контакта ножки эндопротеза с костью (оценивают контакт поверхности ножки эндопротеза и кости);
- качество фиксации эндопротеза в кости;
- сращение аллотрансплантата и кости реципиента;
- резорбция в зоне контакта аллотрансплантата и кости реципиента;
- переломы аллотрансплантатов.

Каждый фактор имеет оценку: отлично, хорошо, удовлетворительно и плохо [13, 19].

Осложнения аллокомпозитного эндопротезирования

Наиболее частые осложнения, которые наблюдаются после АКЭ, такие:

- инфекционные — от 0 до 19 %;
- резорбция аллотрансплантата — от 7 до 46 %;
- переломы аллотрансплантатов — от 12,5 до 27 %;
- несращение аллотрансплантата с костью реципиента — от 4 до 22 % [12, 15, 19, 25].

Такие факторы, как химиотерапия, лучевая терапия, длина резекции кости, степень дифференцировки первичной опухоли, проведение повторных ревизионных вмешательств, сопутствующие заболевания пациента, предшествующие операции, сложность и длительность хирургического вмешательства, профилактический антибактериальный протокол, переливание крови в анамнезе, — все это потенциально влияет на развитие тех или иных осложнений [9, 12, 15, 25]. Например, на развитие асептической нестабильности ножки эндопротеза или возникновение перипротезных переломов оказывает влияние способ фиксации эндопротеза. По данным В. А. Rogers и соавт. [17], цементная фиксация эндопротеза в кости реципиента приводит к 13,7 % развития данных осложнений, в то время как при бесцементной фиксации эти осложнения наблюдались в 9,1 % случаев.

Выводы

В системе лечения опухолей костей аллокомпозитное эндопротезирование представляет собой перспективный и постоянно развивающийся метод

замещения дефектов длинных костей и их суставных поверхностей, позволяющий осуществлять механическую и биологическую реконструкцию не только костей, но и окружающих оперируемый сегмент кости мягких тканей. Данный метод имеет ряд преимуществ перед использованием мегаэндопротезов ввиду своей физиологичности и более выраженной биоинертности. Однако существует целый ряд строгих показаний и противопоказаний для применения описанной методики, особенностей хирургической техники, которые необходимо учитывать и безукоризненно соблюдать для достижения наилучших функциональных, онкологических и психоэмоциональных результатов выполнения этой сложной хирургической операции.

Список литературы

1. Akkus O. Fracture resistance of gamma radiation sterilized cortical bone allografts / O. Akkus, C. M. Rimnac // *J. Orthop. Res.* — 2001. — Vol. 19 (5). — P. 927–934, doi: 10.1016/S0736-0266(01)00004-3.
2. Akkus O. Free radical scavenging alleviates the biomechanical impairment of gamma radiation sterilized bone tissue / O. Akkus, R. M. Belaney, P. Das // *J. Orthop. Res.* — 2005. — Vol. 23 (4). — P. 838–845, doi: 10.1016/j.orthres.2005.01.007.
3. Allograft-prosthesis composites after bone tumor resection at the proximal tibia / D. J. Biau, V. Dumaine, A. Babinet [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2007. — Vol. 456. — P. 211–217.
4. Allograft-prosthetic composite in the proximal tibia after bone tumor resection / D. Donati, M. Colangeli, S. Colangeli [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2008. — Vol. 466. — P. 459–465, doi: 10.1007/s11999-007-0055-9.
5. Allograft-prosthetic composite reconstruction of the proximal part of the tibia / N. F. Gilbert, A. W. Yasko, S. D. Oates [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2009. — Vol. 91. — P. 1646–1656, doi: 10.2106/SBJS.G.01542.
6. Bipolar proximal femoral replacement prostheses for musculoskeletal neoplasms / J. L. Finstein, J. J. King, E. J. Fox [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2007. — Vol. 459. — P. 66–75.
7. Comparison between constrained and semiconstrained knee allograft-prosthesis composite reconstructions / G. L. Farfalli, L. A. Aponte-Tinao, M. A. Ayerza [et al.] // *Sarcoma.* — 2013. — Vol. 2013. — Article 489652, doi: 10.1155/2013/489652.
8. Comparison of allograft reconstruction and modular prosthetic replacement in proximal femur bone tumors / M. G. Benedetti, E. Bonatti, C. Malfitano, D. Donati // *Acta Orthopaedica.* — 2013. — Vol. 84 (2). — P. 218–223, doi: 10.3109/17453674.2013.773119.
9. Complications of irradiated allografts in orthopaedic tumor surgery / S. A. Lietman, W. W. Tomford, M. C. Gebhardt [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2000. — Vol. 375. — P. 214–217, doi: 10.1097/00003086-200006000-00026.
10. Continuity and function of patellar tendon host-donor in tibial allograft / M. A. Ayerza, L. A. Aponte-Tinao, E. Abalo, D. L. Muscolo // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2006. — Vol. 450. — P. 33–38.
11. Evaluation of the allograft-prosthesis composite technique for proximal femoral reconstruction after resection of a primary bone tumour / B. M. McGovern, A. M. Davis, A. E. Gross, R. S. Bell // *Can. J. Surg.* — 1999. — Vol. 42 (1). — P. 37–45.
12. Factors affecting nonunion of the allograft-host junction / F. J. Hornicek, M. C. Gebhardt, W. W. Tomford [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2001. — Vol. 382. — P. 87–98.
13. Langlais F. Limb salvage: major reconstructions in oncologic and nontumoral conditions / F. Langlais, B. Tomeno. — Heidelberg, Germany: Springer, 1991. — 826 p.
14. Long-term results of allograft composite total hip prostheses for tumors / F. Langlais, J. C. Lambotte, P. Collin, H. Thomazeau // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2003. — Vol. 414. — P. 197–211.
15. Mankin H. J. Infection in massive bone allografts / H. J. Mankin, F. J. Hornicek, K. A. Raskin // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2005. — Vol. 432. — P. 210–216.
16. Miler B. J. Intercalary allograft reconstructions using a compressible intramedullary nail / B. J. Miler, W. W. Virkus // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2010. — Vol. 468. — P. 2507–2513, doi: 10.1007/s11999-010-1260-5.
17. Proximal femoral allograft for major segmental femoral bone loss: a systematic literature review / B. A. Rogers, A. Sternheim, D. Backstein [et al.] // *Advances in Orthopedics.* — 2011. — P. 1–7, doi: 10.4061/2011/257572.
18. Proximal femur allograft-prosthesis with compression plates and a short stem / D. L. Muscolo, G. L. Farfalli, L. A. Aponte-Tinao, M. A. Ayerza // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2010. — Vol. 468. — P. 224–230, doi: 10.1007/s11999-009-0903-x.
19. Results of 32 allograft-prosthesis composite reconstructions of the proximal femur / D. J. Bian, F. Larousserie, F. Thevenin [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2010. — Vol. 468. — P. 834–845, doi: 10.1007/s11999-009-1132-z.
20. Revision of the deficient proximal femur with a proximal femoral allograft / O. Safir, C. F. Kellett, M. Flint [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 2009. — Vol. 467. — P. 206–212, doi: 10.1007/s11999-008-0573-0.
21. Survival of massive allografts in segmental oncological bone defect reconstructions / P. H. Bullens, N. M. Minderhoud, M. C. de Waal Malefijt [et al.] // *International Orthopaedics.* — 2009. — Vol. 33 (3). — P. 757–760, doi: 10.1007/s00264-008-0700-2.
22. The effect of gamma radiation sterilization on the fatigue crack propagation resistance of human cortical bone / E. J. Mitchell, A. M. Stawarz, R. Kayacan, C. M. Rimnac // *J. Bone Joint Surg. Am.* — 2004. — Vol. 86. — P. 2648–2657.
23. The use of allograft prosthesis composite for extensive proximal femoral bone deficiencies: a 2- to 9,8-year follow-up study / S. H. Lee, Y. J. Ahn, S. J. Chung [et al.] // *J. Arthroplasty.* — 2009. — Vol. 24 (8). — P. 1241–1248, doi: 10.1016/j.arth.2009.06.006.
24. Treatment of malignant bone tumours by extracorporeally irradiated autograft-prosthetic composite arthroplasty / W. M. Chen, T. N. Chen, C. K. H // *J. of Bone Joint Surg. Br.* — 2002. — Vol. 84-B. — P. 1156–1161.
25. Zehr R. J. Allograft-prosthesis composite versus megaprosthesis in proximal femoral reconstruction. / R. J. Zehr, W. F. Enneking, M. T. Scarborough // *Clin. Orthop. Relat. Res.* — 1996. — Vol. 322. — P. 207–223, doi: 10.1097/00003086-199601000-00026.

DOI: <http://dx.doi.org/10.15674/0030-598720152120-125>

Статья поступила в редакцию 24.03.2015

ALLOGRAFT-PROSTHESIS COMPOSITE FOR SURGICAL TREATMENT IN PATIENTS WITH MALIGNANT TUMORS OF THE LONG BONES (REVIEW)

O. E. Vyrva, Ya. A. Golovina, R. V. Malyk

SI «Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology National Academy of Medical Science of Ukraine», Kharkiv