

ТРАВМАТОЛОГИЯ И ОРТОПЕДИЯ. ОБЗОРНАЯ СТАТЬЯ
TRAUMATOLOGY AND ORTHOPEDICS. REVIEW

DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-237-244

Сравнительный анализ хирургических вмешательств в лечении пациентов с метастатическим поражением бедренной кости в сочетании с патологическими переломами

Цзюнь Ван, Н.В. Харченко

Российский университет дружбы народов, г. Москва, Российская Федерация

Аннотация. Одним из наиболее тяжелых осложнений метастатического поражения костей скелета является развитие патологического перелома, который не только ухудшает качество жизни, затрудняет проведение адекватного системного лечения, но и негативно влияет на общую выживаемость. При патологическом переломе основным методом лечения является хирургический. Основной целью коррекции является достижение стабильности и снижение болевого синдрома в области поражения или перелома. На сегодняшний день наиболее популярными органосохраняющими операциями при метастатическом поражении бедренной кости, в сочетании с патологическим переломом, являются эндопротезирование и интрамедуллярный остеосинтез. В данной работе проведен сравнительный анализ результатов их использования, описаны преимущества и недостатки каждой из методик.

Ключевые слова: метастазы в кости, бедренная кость, хирургическое лечение, эндопротезирование, интрамедуллярный остеосинтез, патологический перелом.

Вклад авторов. Ван Ц. — концепция и дизайн исследования, сбор материалов, написание текста; Харченко Н.В. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материалов.

Заявление о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Поступила 29.05.2020. Принята 08.06.2020

Для цитирования: Ван Цзюнь, Харченко Н.В. Сравнительный анализ хирургических вмешательств в лечении пациентов с метастатическим поражением бедренной кости в сочетании с патологическими переломами // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Медицина. 2020. Т. 24. № 3. С. 237—244. DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-237-244

© Ван Цзюнь, Харченко Н.В., 2020



This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

Comparative analysis of surgical interventions in the treatment of patients with metastatic lesions of the femur in combination with pathological fractures

Jun Wang, N.V. Kharchenko

Peoples' Friendship University of Russia (RUDN University), Moscow, Russian Federation

Abstract. One of the most severe complications of metastatic lesion of the skeleton is the development of a pathological fracture, which not only affects the quality of life, makes it difficult to carry out adequate systemic treatment, but also has a negative effect on survival. In case of a pathological fracture, the main method of treatment is a surgical method. The main goal of the correction is to achieve stability and reduce metastatic pain in the area of damage or fracture. Today, the most popular organ-preserving operations for metastatic lesions of the femur in combination with pathological fractures are endoprosthesis and intramedullary osteosynthesis. In this paper, a comparative analysis of the results of their use is carried out, the advantages and disadvantages of each of the methods are described.

Key words: Bone metastases, femur, surgical treatment, endoprosthesis, intramedullary osteosynthesis, and pathological fracture

Author contributions. Wang j. — literature review, writing a text, research concept and design; Kharchenko N.V. — literature review, research concept and design.

Conflict of interest statement. The authors declare no conflict of interest.

Received 29.05.2020. Accepted 08.06.2020

For citation: Wang Jun, Kharchenko N.V. Comparative analysis of surgical interventions in the treatment of patients with metastatic lesions of the femur in combination with pathological fractures. *RUDN Journal of Medicine*. 2020; 24 (3): 237—244. DOI: 10.22363/2313-0245-2020-24-3-237-244

Метастазы в кости (МК) составляют 70—80 % всех злокачественных поражений костей, при этом они встречаются значительно чаще, чем первичные опухоли [1, 2]. Приблизительно одна треть среди всех диагностированных случаев внескелетного рака приводит к метастазированию в кости [3]. При распространенных формах злокачественных опухолей поражение скелета отмечается в 85—100 % случаев [4]. Среди МК одной из основных локализаций являются трубчатые кости [5, 6].

Согласно статистике Скандинавского реестра скелетных метастазов, в которую вошло 1195 пациентов, наиболее часто наблюдаются метастазы в бедренную кость — у 64 %, несколько реже па-

тологический процесс обнаруживается в плечевой кости — у 21 % и тазовой кости — у 9 % пациентов. В бедренной кости 75 % поражений появляются в проксимальной части, а в плечевой кости, наоборот, диафиз является наиболее частой локализацией метастазов [7].

Обычно опухоль распространяется гематогенным путем, однако также может наблюдаться лимфатический и прямой пути распространения [3].

В здоровой кости наблюдается равновесие между образованием костной ткани — остеобластами и резорбцией ткани — остеокластами, при проникновении опухолевых клеток в скелет этот баланс нарушается [8, 9]. При метастазировании в кость

происходит снижение ее структурной целостности, в результате чего наблюдаются осложнения, часто объединяемые в группу skeletal related events (SRE). К этим осложнениям относят: патологический перелом, сдавление спинного мозга, гиперкальциемию и сильные боли в костях [10—12].

Одним из наиболее тяжелых осложнений метастатического поражения скелета является развитие патологического перелома, который не только ухудшает качество жизни, затрудняет проведение адекватного системного лечения, но и негативно влияет на общую выживаемость. Отмечено, что у пациентов с патологическими переломами риск смертности увеличивается на 32 %, а вероятность развития второго костного осложнения увеличивается в 2 раза после возникновения первого [13].

В соответствии с 12–балльной системой оценки риска патологических переломов в длинных костях, рекомендованной Mirels' в 1989 году, переломы с баллами > 8 имеют высокий риск и требуют внутренней фиксации, в то время как для поражений со счетом < 7 достаточно лучевой терапии [14].

При наличии метастатических новообразований с патологическими переломами костей целью оперативного лечения является восстановление двигательной активности больного, ликвидация болевого синдрома и улучшение качества жизни [3].

В настоящее время в лечении метастатического поражения длинных костей применяются различные хирургические методы: сегментарные резекции с эндопротезированием, погружной (интрамедуллярный, накостный остеосинтез), чрескостный остеосинтез, внеочаговый остеосинтез с помощью аппаратов наружной фиксации, кюретаж опухоли с заполнением дефекта костным цементом, а также органосохраняющие операции (экзартикуляции и ампутации конечностей).

Соответственно, при выборе лечения перед специалистами всегда стоит вопрос, какой же метод предпочесть, особенно, если имеется несколько альтернативных вариантов.

Именно поэтому целью работы стал анализ литературы, посвященной хирургическому лечению пациентов с метастатическим поражением бедренных костей. В данном обзоре мы постарались осветить

основные хирургические методики, которые используются на сегодняшний день, отметить результаты их применения, их преимущества и недостатки.

Результат исследования

Работа основывается на анализе статей различных авторов, среди которых 31 иностранных и 3 отечественных исследователей.

Обсуждение

На сегодняшний день двумя основными наиболее популярными органосохраняющими операциями при метастатическом поражении бедренной кости в сочетании с патологическим переломом являются эндопротезирование и интрамедуллярный остеосинтез. Поэтому в данной работе мы решили сделать акцент именно на них и провести сравнительный анализ результатов их использования.

Ортопедическая стабилизация метастатических поражений бедренной кости остается основой лечения патологических переломов костей. Основной целью коррекции является достижение стабильности и снижение болевого синдрома в области поражения или перелома. Как правило, патологические переломы, возникающие в результате метастатического заболевания, лечат путем восстановления или удаления имеющейся кости [15]. Интрамедуллярные гвозди или имплантация пластины, дополненной полиметилметакрилатом, являются наиболее распространенными стратегиями. В случае массивной потери кости или разрушенной поверхности сустава кость может быть удалена и заменена протезом [16, 17, 18].

При прогнозировании краткосрочной продолжительности жизни оптимальным является малоинвазивный интрамедуллярный остеосинтез с помощью блокирующих винтов и костного цемента. Пациент может нагружать конечность немедленно; послеоперационная лучевая терапия, при необходимости, может быть начата на ранней стадии. Однако частота возникновения усталостных переломов увеличивается со временем [6, 19, 20, 21]. Для лечения метастазов, расположенных вблизи коленного сустава, интрамедуллярные гвозди и угловые пластины с винтами, дополненными костным цементом, являются

хорошими вариантами для пациентов с ожидаемой кратковременной продолжительностью жизни, в то время как эндопротез должен использоваться для пациентов с лучшим прогнозом [21].

Подвертельные патологические переломы в сочетании с выраженным литическим и экстраоссальным компонентами могут лечиться путем краевой или широкой резекции с последующей эндопротезированием сустава. В качестве операции по замене проксимального отдела бедренной кости может быть выполнена как гемиартропластика, так и полная артропластика. Первый вариант операции часто является более предпочтительным в связи с удовлетворительной функцией и более низким риском развития вывиха в дальнейшем [22, 23].

Большинство авторов отдают предпочтение конструкциям эндопротеза с длинным стволом или модульным эндопротезам, которые обеспечивают немедленную подвижность пациента и связаны с меньшим количеством осложнений по сравнению с интрамедуллярными гвоздями или пластинами [20, 24]. Тем более что с каждым новым поколением их результаты становятся лучше. По данным Pala E. и соавт., среднесрочные результаты глобальной модульной системы замены являются многообещающими, с хорошими функциональными результатами и низкой частотой осложнений для первичных имплантатов [25].

Выбор имплантата и оперативной техники зависит от тщательного рассмотрения множества факторов, включая ожидаемую продолжительность жизни пациента, гистологический тип опухоли, воспринимаемый ответ на другие виды терапии, необходимость адъювантной лучевой терапии и химиотерапии, локализацию и количество метастатических поражений, степень поражения кости [26].

Таким образом, учитывая многообразие имеющихся подходов, очень важно выбрать тип лечения, который будет способствовать наилучшему прогнозу пациента. Поэтому все большую актуальность приобретают сравнительные исследования, оценивающие результаты хирургической коррекции при помощи различных методов.

Отмечено, что интрамедуллярные устройства имеют более низкий уровень механического по-

вреждения от 2 % до 22 %, но при этом смертность от сердечно-легочных осложнений колеблется от 1 % до 10 %. По мнению Harvey N., снижение показателей летальности возможно при хорошей предоперационной подготовке, использовании острых разверток для эндопротезов с длинным стволом и тщательной технике цементирования, что позволяет анестезиологу оптимизировать жизненно важные параметры пациента [20].

Price S.L. и соавт. исследовали результаты эндопротезирования бедренной кости у 42 пациентов и выявили, что у некоторых больных наблюдалась послеоперационная десатурация, длительная интубация и более широкое использование симпатомиметиков, однако эти события были кратковременными и не приводили к смертности пациентов. Хотя существует значительный риск при цементированной длинной стволовой артропластики, она может быть выполнена с низким риском смертельных сердечно-легочных осложнений и остается хирургическим вариантом при лечении пациентов с метастатическим заболеванием кости [27].

Wedin R. и соавт. при проведении сравнительной оценки применения интрамедуллярных устройств и эндопротезов при метастатических поражениях проксимального отдела бедренной кости обнаружили повышенный 2-летний риск повторной операции при остеосинтезе [28]. В то же время Janssen S.J. и соавт. по результатам систематического обзора более чем 40 статей сделали заключение, что общая частота повторных операций при эндопротезировании и интрамедуллярном остеосинтезе была сопоставимой [29].

Эндопротезы имеют самый низкий зарегистрированный уровень механического повреждения (менее 3,7 %) с частотой осложнений от 6 % до 35 % [20]. При эндопротезировании с использованием биполярных головок частота последующих вывихов относительно невысока и составляет от 1 % до 12 % [15]. Другие исследования, в которых также проводилось восстановление вертлужной впадины, сообщают о более высокой степени нестабильности — до 30 % по сравнению с биполярными имплантатами [30]. Дислокация может быть дополнительно уменьшена путем выполнения капсулярного восстановления [30].

Harvey N. и соавт. сравнивали результаты эндопротезирования и интрамедуллярного остеосинтеза по таким характеристикам, как функциональные особенности, осложнения и выживаемость [20]. По итогам проведенного исследования авторы не выявили различий в частоте осложнений между двумя группами. В группе интрамедуллярной фиксации 22 % пациентов испытывали болезненные ощущения. Наличие перелома приводило к увеличению частоты механического повреждения и повторных операций. Вероятность неудачи имплантации в этой группе увеличивается с увеличением выживаемости пациента. Интрамедуллярные гвозди предназначены для использования в качестве внутренних шин со свойствами распределения нагрузки, и предполагается, что они изначально несут большую часть нагрузки, а затем постепенно переносят ее на кость по мере заживления перелома. Эти устройства не были рассчитаны на то, чтобы нести всю нагрузку на пациента в оставшуюся часть жизни, и, таким образом, они подвержены более высокому риску отказа у пациентов с крупными дефектами кости или переломами, которые могут никогда не зажить. Кроме того, лечение метастатической болезни при внутрисуставном расположении опухоли проводится с помощью адьювантной лучевой терапии с использованием внешнего луча, что также может способствовать отсроченному сращению и, как следствие, неудаче имплантации [22]. Среди причин недостаточной жесткой фиксации в проксимальном отделе бедренной кости при остеосинтезе также называют слабость области, в которой формируется опухоль [22].

Несущие характеристики эндопротезов, напротив, обеспечивают немедленную послеоперационную стабильность и выносливость при низкой частоте механических нарушений [20]. Эндопротезная реконструкция может быть оптимальным выбором при метастатическом поражении проксимального отдела бедренной кости. После данной операции пациент может ходить, обеспечивая полную нагрузку весом тела, и заниматься повседневной деятельностью уже в начале послеоперационного периода.

Zacherl M. и соавт. выполнили сравнительное ретроспективное двухцентровое исследование для

анализа выживаемости и влияния на исход в соответствии с хирургической техникой (резекция или стабилизация), используемой для лечения патологических переломов проксимального отдела бедренной кости. Авторы пришли к выводу, что средние показатели выживаемости не различались между группами. Хирургические осложнения были выше в группе резекции ($n = 7$), чем в группе стабилизации ($n = 3$) без статистической значимости [31].

В исследовании А.И. Радченко и соавт., анализировавшем результаты лечения костных метастазов у пациенток с раком молочной железы, было показано, что вид хирургического лечения по поводу патологического перелома не оказал статистически значимого влияния на выживаемость, однако функциональный исход операций существенно хуже при выполнении остеосинтеза по сравнению с эндопротезированием. Наряду с этим на функциональный результат в группе остеосинтеза негативное влияние оказало проведение лучевой терапии на костный метастаз до момента развития патологического перелома. Таким образом, при принятии решения о выполнении остеосинтеза, который может рассматриваться как самостоятельный и конкурирующий метод восстановления опороспособности конечности при патологических переломах, следует учитывать не только сроки ожидаемой продолжительности жизни, но и потенциальную возможность последующей консолидации перелома на фоне специального лечения [32].

Хирургическое лечение патологических переломов проксимального отдела бедренной кости обеспечивает уменьшение болей, восстанавливает функцию пораженной конечности и улучшает качество жизни [16, 33]. Что касается последнего, то по качеству жизни у таких пациентов не так много исследований [13, 34]. Несмотря на лавинообразное увеличение работ, посвященных оценке качества жизни у онкологических пациентов, анализ влияния хирургического лечения метастазов в костях, сопровождающихся патологическим переломом, нашел отражение лишь в единичных сообщениях. А.И. Радченко отмечает, что на его показатели в раннем послеоперационном периоде оказывает развитие осложнений, связанных с заживлением

раны и нарушением стабильности кости в зоне метастаза [13].

Дополнительными преимуществами после операции являются улучшение эмоционального восприятия, психосоциального благополучия и способности семей заботиться о самих пациентах. Соответствующий уход и поддержка для большинства пациентов с патологическими переломами проксимального отдела бедренной кости с помощью оптимальных вариантов хирургического вмешательства достижимы при соблюдении оперативных показаний.

Заключение

Таким образом, хирургическое лечение при метастатическом поражении бедренной кости, сопровождающимся патологическим переломом, действительно эффективно, снижает болевой синдром, помогает пациенту вернуться к нормальной жизнедеятельности. Несмотря на сопоставимость основных результатов, остеосинтез и эндопротезирование имеют ряд особенностей, которые необходимо учитывать при выборе хирургической методики. Соответственно, подбор хирургического метода должен проводиться очень тщательно, с изучением всех индивидуальных особенностей больного и, что особенно важно, учитывая его прогноз и последующую терапию.

Библиографический список

1. Azad G.K., Taylor B., Rubello D., et al. Molecular and functional imaging of bone metastases in breast and prostate cancers: an overview. *Clin. Nucl. Med.* 2016. V. 41. № 1. P. 44—50.
2. Tatar Z., Soubrier M., Dillies A.F. et al. Assessment of the risk factors for impending fractures following radiotherapy for long bone metastases using CT scan-based virtual simulation: a retrospective study. *Radiat. Oncol.* 2014. V. 16. P. 227.
3. Sevimli R., Korkmaz M.F. Analysis of orthopedic surgery of patients with metastatic bone tumors and pathological fractures. *J. Int. Med. Res.* 2018. V. 46. № 8. P. 3262—3267.
4. Скрябин В.Л., Денисов А.С., Ладейщиков В.М., Булатов С.Б. Хирургическая тактика лечения больных с патологическими переломами при метастазах и первичных злокачественных опухолях опорно-двигательной системы. *Креативная хирургия и онкология.* 2012. № 2. С. 69—73.
5. Gdowski A.S., Ranjan A., Vishwanatha J.K. Current concepts in bone metastasis, contemporary therapeutic strategies and ongoing clinical trials. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* 2017. V. 36. № 1. P. 108.
6. Macedo F., Ladeira K., Pinho F. et al. Bone metastases: an overview. *Oncol. Rev.* 2017. V. 11. P. 321.
7. Ratasvuori M., Wedin R., Keller J. et al. Insight opinion to surgically treated metastatic bone disease: Scandinavian Sarcoma Group Skeletal Metastasis Registry report of 1195 operated skeletal metastasis. *Surg. Oncol.* 2013. V. 22, № 2. P. 132—138.
8. Simmons J.K., Hildreth B.E., Supsavhad W. et al. Animal models of bone metastasis. *Vet. Pathol.* 2015. V. 52. P. 827—841.
9. Zhu Y.F., Ungard R., Seidlitz E. et al. Differences in electrophysiological properties of functionally identified nociceptive sensory neurons in an animal model of cancer-induced bone pain. *Mol. Pain.* 2016. V. 12. P. 1—14.
10. Klaassen Z., Howard L.E., de Hoedt A. et al. Factors predicting skeletal-related events in patients with bone metastatic castration-resistant prostate cancer. *Cancer.* 2017. V. 123. № 9. P. 1528—1535.
11. Svendsen M.L., Gammelager H., Sværke C. et al. Hospital visits among women with skeletal-related events secondary to breast cancer and bone metastases: a nationwide population-based cohort study in Denmark. *Clin. Epidemiol.* 2013. V. 5. P. 97—103.
12. Wong K.W., Ma W.K., Wong C.W. et al. Impact of skeletal-related events on survival in patients with metastatic prostate cancer prescribed androgen deprivation therapy. *Hong Kong. Med. J.* 2016. V. 22, № 2. P. 106—115.
13. Радченко А.И. Влияние хирургического лечения метастазов в длинных трубчатых костях на качество жизни пациентов. *Онкологический журнал.* 2017. Т. 11. № 4 (44). С. 47—51.
14. Mirels H. Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnosing impending pathologic fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1989. V. 249. P. 256—264.
15. Chandrasekar C.R., Grimer R.J., Carter S. et al. Modular endoprosthetic replacement for tumours of the proximal femur. *J. Bone Joint. Surg. Br.* 2009. V. 91. P. 108—112.
16. Angelini A., Trovarelli G., Berizzi A. et al. Treatment of pathologic fractures of the proximal femur. *Injury.* 2018. V. 3. P. 77—83.
17. Cho Y.J., Cho Y.M., Kim S.H. et al. Clinical analysis of patients with skeletal metastasis of lung cancer. *BMC Cancer.* 2019. Vol. 19. № 1. P. 303.
18. Adamietz I.A., Wolanczyk M.J. Functional recovery after surgical stabilization and postoperative radiotherapy due to metastases of long bones. *Strahlenther. Onkol.* 2019. V. 195. № 4. P. 335—342.
19. Casimiro S., Luis I., Fernandes A. et al. Analysis of a bone metastasis gene expression signature in patients with bone metastasis from solid tumors. *Clin. Exp. Metastasis.* 2013. V. 29. № 2. P. 155—164.
20. Harvey N., Ahlmann E.R., Allison D.C. et al. Endoprostheses last longer than intramedullary devices in proximal femur metastases. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013. V. 470. № 3. P. 684—691.
21. Henrichs M.P., Krebs J., Gosheger G. et al. Modular tumor endoprostheses in surgical palliation of long-bone metastases: a reduction in tumor burden and a durable reconstruction. *World. J. Surg. Oncol.* 2014. V. 12. № 1. P. 330.
22. Choy W.S., Kim K.J., Lee S.K. et al. Surgical Treatment of Pathological Fractures Occurring at the Proximal Femur. *Injury.* 2018. V. 49. Suppl 3. P. 77—83.
23. Peterson J.R., Decilveo A.P. O'Connor BS. et al. What are the functional results and complications with long stem

- hemiarthroplasty in patients with metastases to the proximal femur. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2017. V. 475. № 3. P. 745—756.
24. Liska F., Schmitz P., Harrasser N. et al. Metastasen der Extremitäten. *Der. Unfallchirurg.* 2016. V. 121. № 1. P. 1—10.
 25. Pala E., Henderson E.R., Calabrò T. et al. Survival of current production tumor endoprostheses: complications, functional results, and a comparative statistical analysis. *J. Surg. Oncol.* 2013. V. 108. P. 403—408.
 26. Issack P., Barker J., Baker M. et al. Surgical management of metastatic disease of the proximal part of the femur. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 2014. V. 96. P. 2091—2098.
 27. Price S.L., Farukhi M.A., Jones K.B. et al. Complications of cemented long-stem hip arthroplasty in metastatic bone disease revisited. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013. V. 471. P. 3303—3307.
 28. Wedin R., Hansen B.H., Laitinen M. et al. Complications and survival after surgical treatment of 214 metastatic lesions of the Humerus. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2014. V. 21. № 8. P. 1049—1055.
 29. Janssen S.J., Teunis T., Homicek F.J. et al. Outcome after fixation of metastatic proximal femoral fractures: A systematic review of 40 studies. *J. Surg. Oncol.* 2016. V. 114. № 4. P. 507—519.
 30. Menendez L.R., Ahlmann E.R., Kermani C., Gotha H. Endoprosthetic replacement for neoplasms of the proximal femur // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013. V. 450. P. 46—51.
 31. Zacherl M., Gruber G., Glehr M. et al. Surgery for pathological proximal femoral fractures, excluding femoral head and neck fractures: resection vs. stabilization // *Int. Orthop.* 2013. V. 35. № 10. P. 1537—1543.
 32. Радченко А.И., Жуковец А.Г., Богдаев Ю.М. Результаты хирургического лечения патологических переломов длинных трубчатых костей у пациенток, страдающих раком молочной железы. Саркомы костей, мягких тканей и опухоли кожи. 2016. № 3.С. 11—15.
 33. Malviya A., Gerrand C. Evidence for orthopaedic surgery in the treatment of metastatic bone disease of the extremities: a review article. *Palliat Med.* 2013. V. 26. № 6. P. 788—796.
 34. Tharmalingam S., Chow E., Harris K. et al. Quality of life measurement in bone metastases: a literature Review. *J. Pain Res.* 2013. V. 1. P. 49—58
 5. Gdowski, A.S, Ranjan A., Vishwanatha J.K. Current concepts in bone metastasis, contemporary therapeutic strategies and ongoing clinical trials. *J. Exp. Clin. Cancer Res.* 2017; 36(1): 108.
 6. Macedo, F, Ladeira K., Pinho F. et al. Bone metastases: an overview. *Oncol. Rev.* 2017; 11: 321.
 7. Ratasvuori, M, Wedin R., Keller J. et al. Insight opinion to surgically treated metastatic bone disease: Scandinavian Sarcoma Group Skeletal Metastasis Registry report of 1195 operated skeletal metastasis. *Surg. Oncol.* 2013; 22(2): 132—8.
 8. Simmons, J.K, Hildreth B.E., Supsavhad W. et al. Animal models of bone metastasis. *Vet. Pathol.* 2015; 52: 827—41.
 9. Zhu, Y.F, Ungard R., Seidlitz E. et al. Differences in electrophysiological properties of functionally identified nociceptive sensory neurons in an animal model of cancer-induced bone pain. *Mol. Pain.* 2016; 12: 1—14.
 10. Klaassen, Z, Howard L.E., Hoedt A. de et al. Factors predicting skeletal-related events in patients with bone metastatic castration-resistant prostate cancer. *Cancer.* 2017; 123(9): 1528—35.
 11. Svendsen, M.L, Gammelager H., Sværke C. et al. Hospital visits among women with skeletal-related events secondary to breast cancer and bone metastases: a nationwide population-based cohort study in Denmark. *Clin. Epidemiol.* 2013; 5: 97—103.
 12. Wong, K.W, Ma W.K., Wong C.W. et al. Impact of skeletal-related events on survival in patients with metastatic prostate cancer prescribed androgen deprivation therapy. *Hong. Kong. Med. J.* 2016; 22(2): 106—15.
 13. Radchenko A.I. Influence of surgical treatment of long bones metastases on patient's quality of life. *Oncological Journal.* 2017; 11.4 (44): 47—51. (In Russ).
 14. Mirels, H. Metastatic disease in long bones. A proposed scoring system for diagnosing impending pathologic fractures. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1989;249: 256—64.
 15. Chandrasekar, C.R, Grimer R.J., Carter S. et al. Modular endoprosthetic replacement for tumours of the proximal femur. *J. Bone Joint. Surg. Br.* 2009; 91: 108—12.
 16. Angelini, A, Trovarelli G., Berizzi A. et al. Treatment of pathologic fractures of the proximal femur. *Injury.* 2018; 3: 77—83.
 17. Cho, Y.J, Cho Y.M., Kim S.H. et al. Clinical analysis of patients with skeletal metastasis of lung cancer. *BMC Cancer.* 2019; 19(1): 303.
 18. Adamietz, I.A, Wolanczyk M.J. Functional recovery after surgical stabilization and postoperative radiotherapy due to metastases of long bones. *Strahlenther. Onkol.* 2019;195(4): 335—42.
 19. Casimiro S., Luis I., Fernandes A. et al. Analysis of a bone metastasis gene expression signature in patients with bone metastasis from solid tumors. *Clin. Exp. Metastasis.* 2013; 29(2): 155—64.
 20. Harvey N, Ahlmann E.R., Allison D.C. et al. Endoprostheses last longer than intramedullary devices in proximal femur metastases. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013; 470(3): 684—91.
 21. Henrichs M.P, Krebs J., Gosheger G. et al. Modular tumor endoprostheses in surgical palliation of long-bone metastases: a reduction in tumor burden and a durable reconstruction. *World. J. Surg. Oncol.* 2014; 12(1): 330.
 22. Choy W.S, Kim K.J., Lee S.K. et al. Surgical Treatment of Pathological Fractures Occurring at the Proximal Femur. *Injury.* 2018; 49 Suppl 3: 77—83.

References

1. Azad, G.K., Taylor B, Rubello D, et al. Molecular and functional imaging of bone metastases in breast and prostate cancers: an overview. *Clin. Nucl. Med.* 2016; 41(1): 44—50.
2. Tatar, Z., Soubrier M., Dillies A.F. et al. Assessment of the risk factors for impending fractures following radiotherapy for long bone metastases using CT scan-based virtual simulation: a retrospective study. *Radiat. Oncol.* 2014; 16: 227.
3. Sevimli, R., Korkmaz M.F. Analysis of orthopedic surgery of patients with metastatic bone tumors and pathological fractures. *J. Int. Med. Res.* 2018; 46(8): 3262—7.
4. Skryabin V.L., Denisov A.S., Ladeyshikov V.M., Bulatov S.B. Surgical approach to the treatment of patients with pathological fractures caused by metastasis and primary malignant tumors in locomotor system. *Creative surgery and oncology* 2012; 2: 69—73. (In Russ).

23. Peterson J.R, Decilveo A.P. O'Connor B.S. et al. What are the functional results and complications with long stem hemiarthroplasty in patients with metastases to the proximal femur? *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2017; 475(3): 745—56.
24. Liska F., Schmitz P., Harrasser N. et al. Metastasen der Extremitäten. *Der. Unfallchirurg.* 2016; 121(1): 1—10.
25. Pala E, Henderson E.R., Calabrò T. et al. Survival of current production tumor endoprostheses: complications, functional results, and a comparative statistical analysis. *J. Surg. Oncol.* 2013; 108: 403—8.
26. Issack P., Barker J., Baker M. et al. Surgical management of metastatic disease of the proximal part of the femur. *J. Bone Joint. Surg. Am.* 2014; 96:2091—8.
27. Price S.L, Farukhi M.A., Jones K.B. et al. Complications of cemented long-stem hip arthroplasty in metastatic bone disease revisited. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013; 471: 3303—7.
28. Wedin R., Hansen B.H., Laitinen M. et al. Complications and survival after surgical treatment of 214 metastatic lesions of the Humerus. *J. Shoulder. Elbow. Surg.* 2014; 21(8): 1049—55.
29. Janssen, S.J, Teunis T., Homicek F.J. et al. Outcome after fixation of metastatic proximal femoral fractures: A systematic review of 40 studies. *J. Surg. Oncol.* 2016; 114(4): 507—19.
30. Menendez L.R, Ahlmann E.R., Kermani C., Gotha H. Endoprosthetic replacement for neoplasms of the proximal femur. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 2013; 450: 46—51.
31. Zacherl M., Gruber G., Glehr M. et al. Surgery for pathological proximal femoral fractures, excluding femoral head and neck fractures: resection vs. stabilization. *Int. Orthop.* 2013; 35(10):1537—43.
32. Radchenko A.I., Zhukovec A.G., Bogdaev Ju.M. Treatment results of pathological fractures of the long bones in patients with breast cancer. *Bone and soft tissue sarcomas.* 2016; 3: 11—15. (In Russ).
33. Malviya A., Gerrand C. Evidence for orthopaedic surgery in the treatment of metastatic bone disease of the extremities: a review article. *Palliat Med.* 2013; 26(6): 788—96.
34. Tharmalingam S., Chow E., Harris K. et al. Quality of life measurement in bone metastases: a literature Review. *J. Pain Res.* 2013; 1: 49—58.

Ответственный за переписку: Ван Цзюнь — аспирант кафедры онкологии и рентгенодиагностики Медицинского института, Российский университет дружбы народов, 117997, ул. Профсоюзная, д. 86, г. Москва, Россия. E-mail: kbcwbw2000@163.com

Цзюнь Ван ORCID: 0000—0001—5625—0509

Н.В. Харченко SPIN: 1647—8322

Corresponding author: Wang Jun is a graduate student in the Department of Oncology and Radioradiology, Peoples' Friendship University of Russia, 117997, St. Trade Union, 86, Moscow, Russia. E-mail: kbcwbw2000@163.com

Jun Wang ORCID: 0000—0001—5625—0509