

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНАЯ ПЕРЕСТРОЙКА КОСТНОЙ ТКАНИ ПРИ ПЕРИПРОТЕЗНЫХ ПЕРЕЛОМАХ В ЗОНЕ БЕДРЕННОГО КОМПОНЕНТА ЭНДОПРОТЕЗА**Н.Д. Батпенев**¹, **С.К. Рахимов**^{1,2}, **А.А. Степанов**¹, **Д.А. Оразбаев**¹,
К.Б. Манекенова², **Г.К. Смайлова**²¹ РГП на ПХВ «Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии» Министерства здравоохранения Республики Казахстан, г. Нур-Султан, Республика Казахстан;² НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан

Перипротезные переломы в зоне бедренного компонента после эндопротезирования тазобедренного сустава являются одной из причин выполнения ревизионных операций. Лечение пациентов с перипротезными переломами в зоне бедренного компонента всегда связано со многими осложнениями и поэтому не теряет своей актуальности. Цель работы — патоморфологическое исследование репарации костной ткани и реактивных изменений мягких тканей вокруг перипротезного перелома после эндопротезирования. Материалы и методы. Материалом для патоморфологических исследований послужили 16 фрагментов костной ткани из зоны перипротезного перелома, канала бедренной кости, измененная соединительная ткань, полученная при повторных вмешательствах в область перипротезного перелома при ревизионных эндопротезированиях. Патоморфологические исследования биоптатов костных фрагментов и мягких тканей производились после общепринятой гистологической обработки с изготовлением гистологических срезов, толщиной 5–7 микрон, с последующей окраской гематоксилином и эозином и по Ван Гизону. Результаты. В результате патогистологического исследования фрагментов костной и мягких тканей, изъятых из зоны переломов, были выявлены морфологические признаки структурной дезорганизации костной ткани в зоне перелома; различные варианты репарации костной ткани, а также реактивные изменения вплоть до ишемии со стороны окружающих мягких тканей. Наблюдались признаки повреждения канальцев, лакун, трабекул и внутрикостных ветвей питающих артерий. Репарация костной ткани в зоне перипротезных переломов осуществлялась как за счет прямого интрамембранного остеогенеза, так и путем энхондрального остеогенеза с обызвествлением новообразованного хряща. Отсутствие многоядерных остеокластов в исследованных нами костных тканях, по-видимому, связано с тем, что в зоне перелома развивается не физиологический, а патологический остеолит с признаками ишемии. Вывод. Результаты проведенных нами патогистологических исследований свидетельствуют, что к моменту ревизионного эндопротезирования в зоне переломов бедренной кости, развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления вплоть до микроишемии в кости и, конечно, в окружающих мягких тканях.

Ключевые слова: перипротезный перелом; биоптаты; репарация; остеокласты; остеолит; ишемия.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: исследование не имело спонсорской поддержки.

КАК ЦИТИРОВАТЬ: Батпенев Н.Д., Рахимов С.К., Степанов А.А., Оразбаев Д.А., Манекенова К.Б., Смайлова Г.К. Морфофункциональная перестройка костной ткани при перипротезных переломах в зоне бедренного компонента эндопротеза. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(2):24-29. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027224-29>

MORPHOFUNCTIONAL REMODELING OF BONE TISSUE DURING PERIPROTHETIC FRACTURES IN THE FEMORAL COMPONENT**N.D. Batpenov**¹, **S.K. Rakhimov**^{1,2}, **A.A. Stepanov**¹, **D.A. Orasbaev**¹,
K.B. Manekenova², **G.K. Smailova**²¹ Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan;² Department of Pathological Anatomy non-commercial joint-stock company “Astana medical university”, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan

Periprosthetic fractures in the area of the femoral component after hip replacement are one of the reasons for performing revision surgery. The treatment is always associated with many complications and therefore does not lose its relevance. The aim of our research was a pathomorphological study of bone tissue repair and reactive changes in the soft tissues around the periprosthetic fracture after arthroplasty. The research results will predict the long-term outcome and stability of the revision endoprosthesis. Materials and methods. The materials for pathomorphological studies were biopsy, (11 — periprosthetic fractures in the zone of the femoral component, 5 — from the hip joint), fragments of bone tissue from the zone of the periprosthetic fracture,

femoral canal, altered connective tissue obtained by repeated interventions in the area of periprosthetic fracture, and revision endoprosthetics. Pathomorphological studies of biopsy specimens of bone fragments and soft tissues were carried out after conventional histological processing with the production of histological sections, 5–7 µm thick, followed by staining with hematoxylin and eosin and according to Van Gieson.

Results. Morphological signs of structural disorganization of bone tissue in the fracture zone were revealed after fragments of bone and soft tissues were removed from the fracture zone; various options for repair of bone tissue were investigated, as well as reactive changes up to ischemia from the surrounding soft tissues were observed. Signs of damage to the tubules, lacunae and trabeculae, and with them the intraosseous branches of the supplying artery were noticed. Bone tissue repair in the area of periprosthetic fractures was carried out in various ways: due to activation of osteoblasts, through endesmal osteogenesis (from preexisting fibrous structures), endochondral osteogenesis (from provisional corns), as well as mixed osteogenesis from complexes of bone–cartilaginous tissue. Slowing of osteogenesis was the reason for the formation of appositional gluing lines in bone trabeculae, which are considered as a morphological sign of delayed osteogenesis. The absence of multinucleated osteoclasts in the bone tissues we studied is apparently due to the fact that pathological osteolysis with signs of ischemia does not develop in the fracture zone. **Conclusion.** The results of our histopathological studies indicate that by the time of revision endoprosthetics in the area of femoral fractures, morphological signs of a slowdown in reparative osteogenesis develop with the pathological functional remodeling of bone tissue and microischemia in the bone and, of course, in the surrounding soft tissues.

Key words: periprosthetic fracture; biopsy; repair; osteoclasts; osteolysis; ischemia.

Funding: the study had no sponsorship.

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest.

TO CITE THIS ARTICLE: Batpenov ND, Rakhimov SK, Stepanov AA, Orasbaev DA, Manekeno-va KB, Smailova GK. Morphofunctional remodeling of bone tissue during periprotetic fractures in the femoral component. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(2):24-29. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027224-29>

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. По данным зарубежных авторов [2, 7, 8–14] перипротезные переломы при эндопротезировании составляют от 2,8 до 46 %. Нами отмечено, что «поздние» перипротезные переломы возникают в сроки от 2 месяцев до 11 лет после операции. Перипротезные переломы — это разрушение кости в зоне компонентов эндопротеза, возникающее интраоперационно или в любое время после замещения сустава. Проблема посттравматической регенерации костной ткани приобретает особое значение в связи с ростом локальных вооруженных конфликтов, терроризма, техногенных катастроф и, наряду с фундаментальным научным интересом, имеет социально-экономическую актуальность, связанную с необходимостью медицинской реабилитации после эндопротезирования, длительного и дорогостоящего лечения. Целостный анализ остеогистогенеза после перипротезных переломов и других повреждений, поиск и обоснованное применение средств, управляющих регенерацией костной ткани, возможны на основании углубленных знаний общих закономерностей гистогенеза, а также реактивных изменений костной ткани в процессе посттравматической регенерации. Изучение посттравматического остеогистогенеза с позиций структурной организации тканей представляется перспективным для решения ряда задач травматологии и ортопедии [1, 3–6]. На наш взгляд, вопрос о структурных изменениях мягкой и костной тканей в ложе эндопротеза изучены недостаточно, а литературные данные, на сегодняшний день, носят фрагментарный характер.

Целью нашей работы явилось патоморфологическое исследование репарации костной ткани и реак-

тивных изменений мягких тканей вокруг перипротезного перелома после эндопротезирования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом для патоморфологических исследований послужили 16 фрагментов костной ткани из зоны перипротезного перелома, канала бедренной кости, измененная соединительная ткань, полученные при повторных вмешательствах в область перипротезного перелома, ревизионных эндопротезированиях. Патоморфологические исследования биоптатов костных фрагментов и мягких тканей, производили после общепринятой гистологической обработки с изготовлением гистологических срезов, толщиной 5–7 микрон с последующей окраской гематоксилином и эозином и по Ван Гизону.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате патогистологического исследования фрагментов костной и мягких тканей, изъятых из зоны переломов, были выявлены морфологические признаки структурной дезорганизации костной ткани в зоне перелома, различные варианты репарации костной ткани, а также реактивные изменения со стороны окружающих мягких тканей. Структурная дезорганизация костной ткани проявлялась в недостаточной минерализации костной ткани, в деструкции костных балок с развитием очаговых признаков остеолита. Так, на фоне признаков неравномерно выраженного отека, полнокровия и разволокнения основного вещества выявлялись признаки деструкции костной ткани с образованием очаговых скоплений мелких фрагментов разрушенных костных

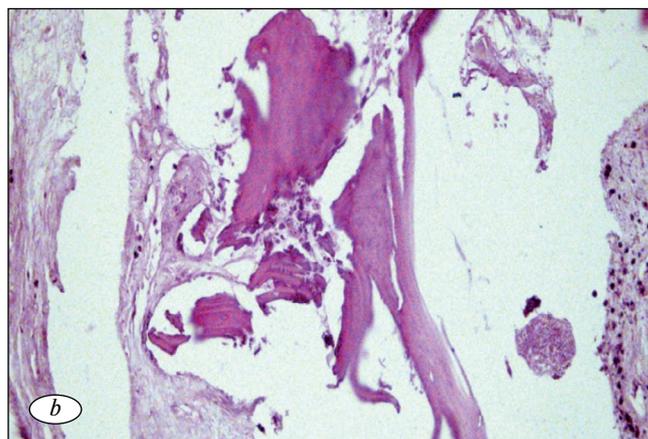
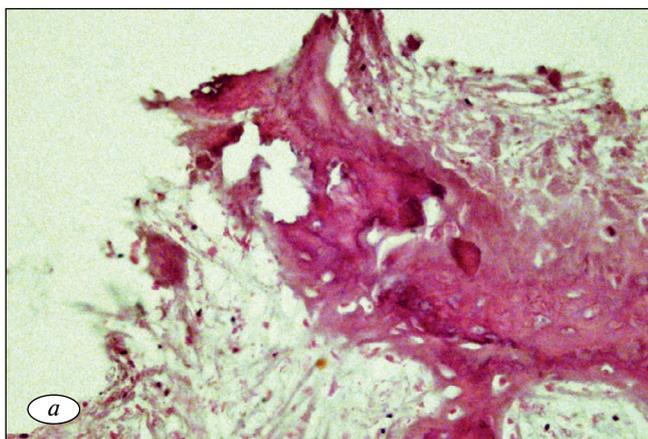


Рис. 1. Деструктивные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента: *a* — разрушенные костные балки с очаговыми скоплениями мелких костных обломков; *b* — пазушный остеолиз в зоне оссификации хрящевой ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 160$

Fig. 1. Destructive changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: *a* — destroyed bone beams with focal accumulations of small bone fragments; *b* — axillary osteolysis in cartilage ossification fabrics. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 160$

балок (рис. 1, *a*) и пазушного остеолиза с образованием полостей с неровными контурами в толще костной ткани (рис. 1, *b*).

Гистологическая картина репаративных процессов имела неравномерно выраженный и неоднородный характер. В исследуемых препаратах выявляли различные пути остеогенеза. В области перелома наблюдали признаки остеогенеза на фоне предсуществующей хрящевой мозоли, сформировавшейся в области перелома. При этом отмечались явления гиперплазии хрящевой ткани с неравномерным обызвествлением отдельных комплексов хрящевых клеток.

Новообразование костной ткани наблюдали также и вдоль стенки перипротезного канала. Стенка

перипротезного канала была представлена клеточно-волокнутой тканью. Во внутреннем слое стенки канала формируются грубоволокнистые костные структуры, которые, по мере созревания, прорастают вниз в виде новообразованных костных балок. В зонах формирования незрелой костной ткани выявляли преобладание отечного основного вещества, имевшего рыхло-волокнутое строение и содержащего множество запустевших тонкостенных сосудов (рис. 2).

Вместе с тем, в участках, построенных из зрелых костных балок, выявляли очаги хондронидной метаплазии основного вещества, волокнутого строения (рис. 3).

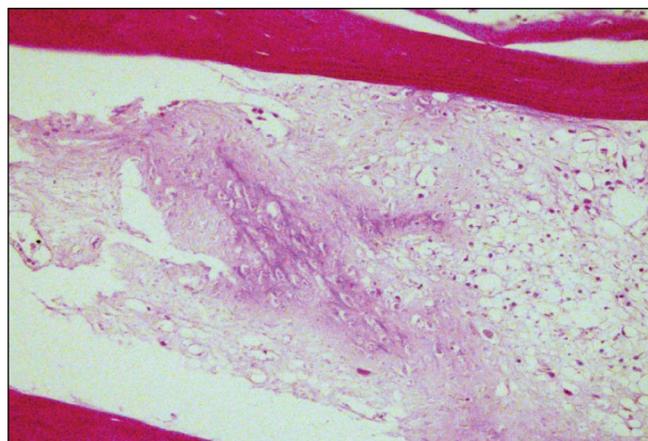
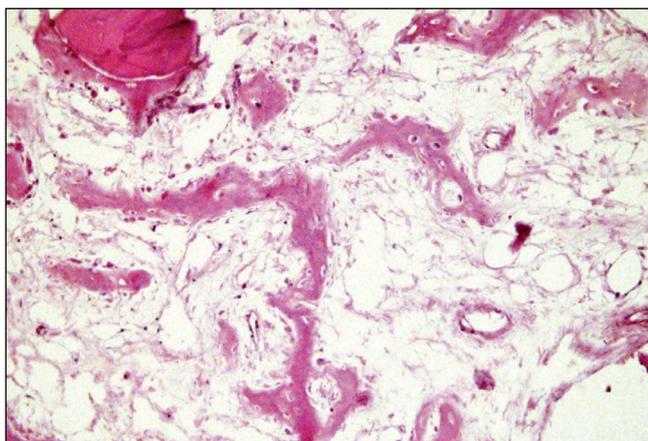


Рис. 2. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента. Зона формирования незрелой костной ткани с преобладанием рыхло-волокнутой межклеточной ткани, содержащей множество запустевших тонкостенных сосудов. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 100$

Fig. 2. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component. The zone of formation of immature bone tissue with a predominance of loosely fibrous interstitial tissue containing many neglected thin-walled vessels. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$

Рис. 3. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента: между зрелыми костными балками участок хондронидной метаплазии основного вещества костной ткани, волокнутого строения. Окраска по Ван Гизону. Увел. $\times 160$

Fig. 3. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: between the mature bone trabeculae — a section of chondroid metaplasia of bone tissue basic substance of fibrous structure. Staining according to Van Gieson. Magnification $\times 160$

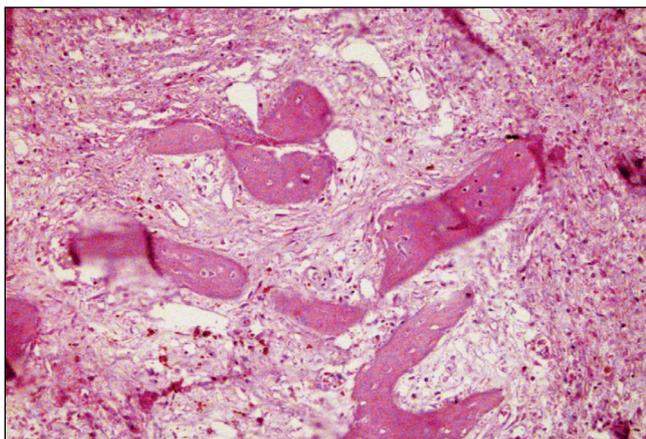


Рис. 4. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренного компонента: разрастания волокнистой фиброзной ткани вокруг осколков костных балок. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 160$

Fig. 4. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: proliferation of fibrous tissue around the fragments of the bone beams. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 160$

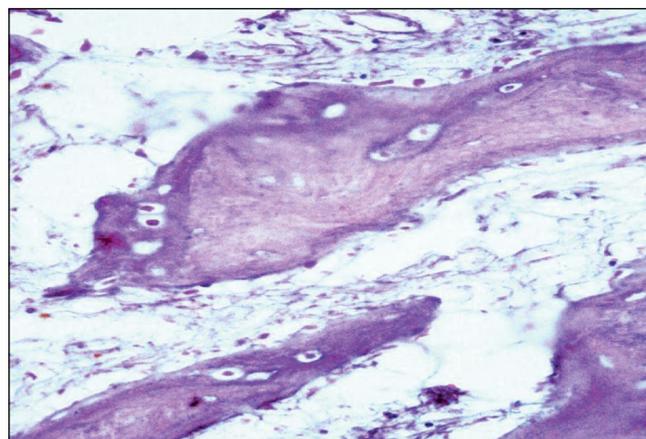


Рис. 6. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренной кости: энхондральная оссификация. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 200$

Fig. 6. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: enchondral ossification. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 200$

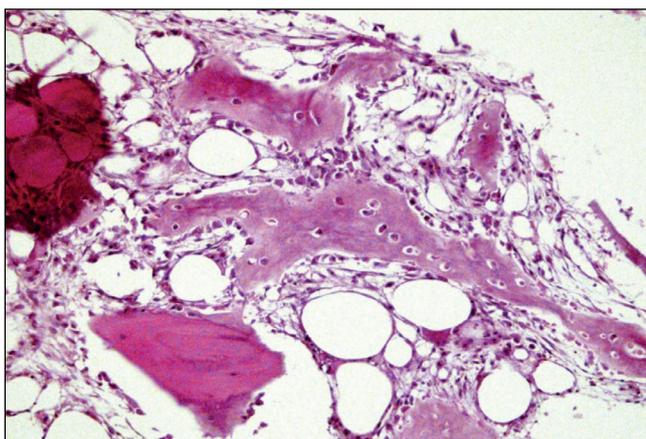


Рис. 5. Репаративные изменения костной ткани в зоне перипротезных переломов бедренной кости: гиперплазия остеобластов, расположенных вдоль формирующихся костных трабекул. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 200$

Fig. 5. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: hyperplasia of osteoblasts located along the forming bone trabeculae. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 200$

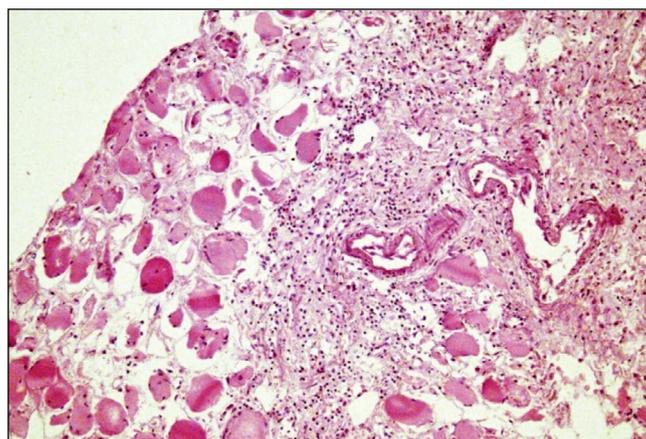


Рис. 7. Реактивные изменения мягких тканей в зоне перипротезных переломов бедренной кости. В толще мышечной ткани: выраженный межклеточный отек, участки фиброза с неравномерной лимфоцитарной инфильтрацией с примесью гистиоцитов и лейкоцитов. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 100$

Fig. 7. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component. In muscle tissues: pronounced interstitial edema, areas of fibrosis with uneven lymphocytic infiltration mixed with histiocytes and leukocytes. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$

Местами репаративные процессы проявлялись разрастаниями волокнистой фиброзной ткани вокруг осколков костных балок, по-видимому, для последующего использования их как арматурный материал в костеобразовании (рис. 4).

На границе с провизорной мозолью, вдоль формирующихся костных трабекул, обнаруживали очаги гиперплазированных остеобластов, одного из источников остеогенеза (рис. 5).

Одним из проявлений репаративных изменений костной ткани были явления энхондральной оссификации (рис. 6).

Реактивные изменения со стороны мягких тканей характеризовались развитием дистрофических и воспалительных процессов.

В мышечной ткани наблюдались явления выраженного межклеточного отека, участки фиброза с неравномерной лимфоцитарной инфильтрацией с примесью гистиоцитов и лейкоцитов. Отмечались также явления фиброза и фибриноидного набухания стенки сосудов, а также выраженных дистрофических изменений и набухания мышечных клеток (рис. 7).

В жировой ткани определялись признаки продуктивного воспаления со скоплениями макрофагов с крупной зернистой цитоплазмой (рис. 8).

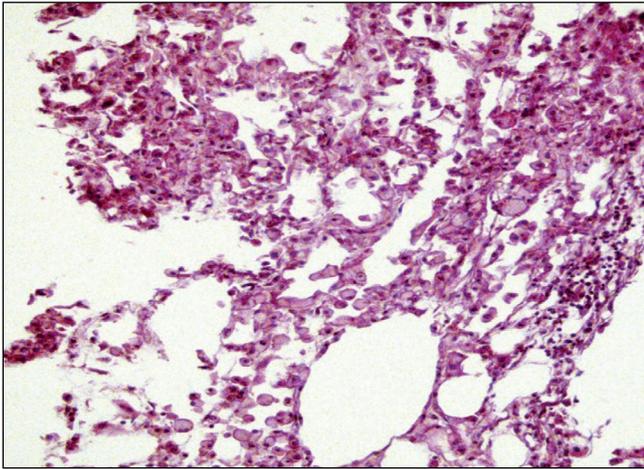


Рис. 8. Реактивные изменения мягких тканей в зоне перипротезных переломов бедренной кости: продуктивное воспаление в жировой ткани со скоплениями макрофагов с крупной зернистой цитоплазмой. Окраска гематоксилином и эозином. Увел. $\times 100$

Fig. 8. Reparative changes in periprosthetic fractures bone tissue of the femoral component: productive inflammation in adipose tissue with clumps of macrophages with large granular cytoplasm. Staining with hematoxylin and eosin. Magnification $\times 100$

ОБСУЖДЕНИЕ

Таким образом, в связи с выключением микроциркуляторного русла компактной кости в области перипротезных переломов бедренного компонента развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления вплоть до микроишемии в концах отломков в зоне бедренного компонента. Репарация костной ткани в зоне перипротезных переломов осуществлялась как за счет десмального (интрамембранного) остеогенеза, так и путем энхондрального остеогенеза. Отсутствие многоядерных остеокластов в исследованных нами костных тканях, по-видимому, связано с тем, что в зоне перелома развиваются не физиологический, а патологический остеолит и ишемия на концах отломков. Мы считаем, что размеры выключения микроциркуляторного русла (трабекул, лакун, канальцев) и очагов ишемического повреждения на концах перелома трудно проследить и нельзя утверждать, что имеются очаги «аваскулярности» в области перелома кости в зоне бедренного компонента.

Результаты проведенных нами патогистологических исследований свидетельствуют, что к моменту ревизионного эндопротезирования, в зоне переломов бедренной кости, развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления в зоне перипротезного перелома и, конечно, в окружающих мягких тканях. Можно считать, что результаты морфологических оценок патологических изменений в месте перелома в зоне бедренного

компонента позволяют выдвинуть предположение об очагово-зональном характере ишемического поражения кости, что обусловлено пространственно-временными особенностями нарушения трабекул, лакун и канальцев бедренным компонентом. Что, в свою очередь, подтверждается признаками остеолита и ишемии в зоне перелома. Здесь можно сделать ссылку и на исследования Wang Yun Chao et al. [15], которые указывали, что в концах отломков длительно сохраняются признаки ишемии. То есть мы нашли только единственную работу, где исследования также подтверждают ангиоморфологические изменения в зоне перелома кости, результатом которых было выявление признаков ишемии и остеолита. Что касается костной ткани в зоне перипротезного перелома, то можно думать об очагах инфаркта кости в концах отломков, наверно, это связано с процессами травмы, реваскуляризации.

ВЫВОДЫ

Репарация костной ткани в зоне перипротезных переломов осуществлялась как за счет десмального (интрамембранного) остеогенеза, так и путем энхондрального остеогенеза. Отсутствие многоядерных остеокластов в исследованных нами костных тканях, по-видимому, связано с тем, что в зоне перелома развивается не физиологический, а патологический остеолит с признаками ишемии.

Результаты проведенных нами патогистологических исследований свидетельствуют, что к моменту ревизионного эндопротезирования в зоне переломов бедренной кости развиваются морфологические признаки замедления репаративного остеогенеза с развитием патологической функциональной перестройки костной ткани и реактивного воспаления вплоть до микроишемии в концах перелома кости и, конечно, в окружающих мягких тканях.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Короткин А.А., Эль Мудни Ю.М., Ковалдов К.А., Новикова Я.С., Белоусов Б.Ю. Результаты лечения пациентов с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):34-44. [Korytkin AA, El Mudni YuM, Kovaldov KA, Novikova YaS, Belousov BYu. Outcome of periprosthetic femoral fractures in hip arthroplasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2018;24(3):34-44. (In Russ.)] <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2018-24-3-34-44>.
2. Матвейчук И.В., Карпов И.Н., Омеляненко Н.П., Денисов-Никольский Ю.И., Дорохин А.И., Миронов С.П. Современные возможности оптимизации репаративной регенерации костной ткани. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2002;(4):85-88. [Matveichuk IV, Karpov IN, Omel'yanenko NP, Denisov-Nikol'skii YuI, Dorokhin AI, Mironov SP. Modern opportunities for optimizing the reparative regeneration of bone tissue. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2002;(4):85-88. (In Russ.)]
3. Миханов В.А., Полякова В.С., Копылов В.А., Мхитарян Е.Е., Мещеряков К.Н., Бакаева Н.Р., Шурыгина Е.И. Репаративный гистогенез костной ткани в условиях открытого перелома диафиза длинной трубчатой кости у крыс при использовании препарата «Винфар». *Современные проблемы науки и образования*. 2015;(3):73.

- [Mikhaylov VA, Polyakova VS, Kopylov VA, Mkhitarian YU, Meshcheryakov KN, Bakaeva NR, Shurygina YI. Reparative histogenesis of bone tissue in an open shaft fractures of long bones in rats with preparations «Vinfar». *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2015;(3):73. (In Russ.)]
4. Неверов В.А., Мирошниченко О.И., Мирошниченко А.П. Особенности реабилитации пациентов после неинфекционных осложнений тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Вестник хирургии им. И.И. Грекова*. 2016;175(2):66-72. [Neverov VA, Miroshnichenko OI, Miroshnichenko AP. Features of the rehabilitation of patients after non-infectious complications of total hip arthroplasty. *Vestnik khirurgii im. I.I. Grekova*. 2016;175(2):66-72. (In Russ.)]
 5. Нуриев Р.И., Сушенцев Н.А., Яковлев В.В. Регенеративная медицина: обзор. В кн.: *Сборник материалов Международной биологической универсиады МГУ им. М.В. Ломоносова*. М.: МГУ; 2013. [Nuriev RI, Sushentsev NA, Yakovlev VV. Regenerative medicine: a review. In: *Proceedings of the International Biological University of Moscow State University n.a. M.V. Lomonosov*. Moscow: MSU; 2013. (In Russ.)]
 6. Нуждин В.И., Троценко В.В., Попова Т.П., Каграманов С.В. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2001;(2):66-71. [Nuzhdin VI, Trotsenko VV, Popova TP, Kagramanov CV. Revision hip arthroplasty. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2001;(2):66-71. (In Russ.)]
 7. Полевой Е.В., Загородный Н.В., Каграманов С.В., Чрагян Г.А., Александян О.А. Интраоперационные перипротезные переломы бедренной кости при эндопротезировании тазобедренного сустава. Обзор классификации и методов лечения. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2019;(2):67-72. [Polevoy EV, Zagorodnyi NV, Kagramanov CV, Chragyan GA, Aleksanyan OA. Intraoperative periprosthetic femoral fractures at total hip arthroplasty. Review of classifications and treatment techniques. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova*. 2019;(2):67-72. (In Russ.)]
 8. Пивень И.М., Бердюгин К.А. Классификация перипротезных переломов бедренной кости (обзор литературы). *Современные проблемы науки и образования*. 2016;(2):3. [Piven IM, Berdyugin KA. Classification of periprosthetic fracture of the femur (literature review). *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya*. 2016;(2):3. (In Russ.)]
 9. Хоминец В.В., Метленко П.А., Богданов А.Н., Кудяшев А.Л., Мироевский Ф.В. Ближайшие результаты лечения больных с перипротезными переломами бедренной кости после эндопротезирования тазобедренного сустава. *Траматология и ортопедия России*. 2015;(4):70-78. [Khominets VV, Metltnko PA, Bogdanov AN, Kudyashev AL, Miroevsky FV. Immediate results of treatment periprosthetic femoral fractures after hip replacement. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015;(4):70-78. (In Russ.)]
 10. Штейнле А.В. Посттравматическая регенерация костной ткани. Часть 1. *Сибирский медицинский журнал (г. Томск)*. 2009;4(1):101-108. [Shteinle AV. Posttraumatic bone tissue regeneration. Part 1. *Sibirskii meditsinskii zhurnal (g. Tomsk)*. 2009;4(1):101-108. (In Russ.)]
 11. Lewallen DG, Berry DJ. Femoral fractures associated with hip arthroplasty. *Reconstructive surgery of the joints*. 1993;2(5):1273-1288.
 12. Tsiridis E, Narvani AA, Lin Sin Cho G, Timperley J, Gie GA. 144 periprosthetic femoral fractures. Treatment and outcome. *J Bone Joint Surg*. 1997;86-B:303-d.
 13. Tamaki T, Jonishi K, Miura Y, Oinuma K, Shiratsuchi H. Cementless tapered-wedge stem length affects the risk of periprosthetic femoral fractures in direct anterior total hip arthroplasty. *J Arth*. 2018;33(3):805-809. <https://doi.org/10.1016/.i.arth.2017.09.065>.
 14. Villanueva-Lopez F, Psychoyios VN, Esteo-Perez I, Zambakis E. Periprosthetic supracondylar fracture of the femur. Is it the end of limb function? *J Bone Joint Surg*. 2003;85-B:234-d.
 15. Wang YC, Hsu CC, Chu YJ, Hsueh TM. An experimental microangiographic study of bone. *Chin Med J*. 1965;84(6):362-385.

Сведения об авторах:

Нурлан Джумагулович Батпенев — д-р мед. наук, профессор, чл.-кор. АМН, директор РГП на ПХВ НИИТО, г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Серик Кульчанович Рахимов — д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник. НИИТО, г. Нур-Султан, Республика Казахстан; куратор отделения политравмы, профессор кафедры травматологии и ортопедии НАО «МУА», г. Нур-Султан, Республика Казахстан. E-mail: rakhimovsk@mail.ru.

Алексей Александрович Степанов — зав. отд. травматологии № 2 (политравма). НИИТО, г. Нур-Султан, Республика Казахстан. E-mail: jsars@mail.ru

Динар Амантаевич Оразбаев — ординатор отделения политравмы. НИИТО, г. Нур-Султан, Республика Казахстан. E-mail: zh.aitykova@mail.ru

Кенжегуль Борамбаевна Манекенова — д-р мед. наук, профессор, зав. кафедрой патологической анатомии. НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Гульзира Кулыбековна Смайлова — канд. мед. наук, ассистент кафедры патологической анатомии. НАО «Медицинский университет Астана», г. Нур-Султан, Республика Казахстан.

Nurlan D. Batpenov — Doctor of Medical Science, Professor, Corresponding member of Academy of Medicine Science, Director of the Research Scientific Institute of traumatology and orthopedics, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.

Serik K. Rakhimov — Doctor of Medical Science, Professor, Chief Scientific Researcher of Research Scientific Institute of traumatology and orthopedics, Curator of Polytrauma Department, Professor of the Department of traumatology and orthopedics of Astana Medical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan E-mail: rakhimovsk@mail.ru

Alexei A. Stepanov — Head of the Department of traumatology No. 2, Research Scientific Institute of traumatology and orthopedics, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan. E-mail: jsars@mail.ru

Didar A. Orasbaev — resident of the traumatology department No. 2 (polytrauma) SRITO, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan. E-mail: zh.aitykova@mail.ru

Kenzhegul B. Manekenova — Doctor of Medical Science, Professor, Head of the Department of Pathologic Anatomy of Astana Medical University, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.

Gulzira K. Smailova — Candidate of Medical Science, Assistant of the Department of Pathologic Anatomy, Nur-Sultan, Republic of Kazakhstan.