

Г.В. Дьячкова, Н.М. Ключин, Н.С. Мигалкин,  
Т.А. Ларионова, Д.С. Леончук,  
К.А. Дьячков, Н.Б. Бегимбетова

## Рентгено-гистологические параллели стадий хронического остеомиелита

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова, Курган

**Резюме.** Эндопротезирование тазобедренного сустава в травматологической и ортопедической практике вошло в разряд стандартных операций, выполняемых у взрослых. Из всех осложнений, неблагоприятно сказывающихся на исходах эндопротезирования, особое место занимает глубокое нагноение послеоперационной раны, хронический остеомиелит. Своевременная диагностика и выявление характера воспалительного процесса играют огромную роль в определении объема хирургического вмешательства. В последние годы в диагностический алгоритм остеомиелита предлагается включение морфологического подтверждения стадии и распространенности воспалительного процесса. У 58 больных хроническим остеомиелитом, используя мультисрезовую компьютерную томографию и гистологически изучены особенности структуры проксимального отдела бедра. Выявлены рентгенологические и морфологические особенности острого, подострого течения остеомиелита и состояния кости во время ремиссии. Найдены визуализационные отличия и морфологические параллели анатомии и архитектоники кости во время обострения и ремиссии. Так, в периоде обострения и в подострой фазе головка бедренной кости (или ее фрагмент), культя шейки имели неровные контуры, содержали зоны резорбции с плотностью в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда, плотность крыши вертлужной впадины, области большого вертела была значительно снижена. Корковая пластинка имела различную толщину и плотность, была ниже нормальных величин. При наличии свищей выявлялись дефекты корковой пластинки различной протяженности. Гистологически определялась рарифицированная губчатая кость головки бедра с почти полным разрушением суставного хряща, истончением субхондральной костной пластинки, некрозом костных трабекул, замещением межтрабекулярного пространства полями некротизированного детрита, скоплениями гнойного экссудата, грануляционной ткани, полями фиброобразования. При подострой форме определялось большое количество сегментоядерных лейкоцитов в межтрабекулярных пространствах губчатой порции исследованного материала. В периоде ремиссии сохранялись явления остеопороза в области вертлужной впадины и сохранившейся части бедренной кости, свежих деструктивных изменений не выявлялось. В ряде случаев морфологически определялись мелкие рыхлые безказеозные гранулы лимфоцитарного и макрофагального состава, участки репаративного костеобразования на поверхности частично некротизированных костных трабекул со слоем новообразованного остеоида и слоем остеобластов на эндостальной поверхности костного трабекулярного комплекса.

**Ключевые слова:** эндопротезирование, нагноение послеоперационной раны, хронический остеомиелит, безказеозные гранулы, рарифицированная губчатая кость, субхондральная костная пластинка, репаративное костеобразование, компьютерная томография, гистология.

**Введение.** Хирургические раневые инфекции являются наиболее распространенными послеоперационными осложнениями и представляют собой серьезную проблему для всех хирургических дисциплин [9, 12, 15]. В последние годы, учитывая увеличение количества эндопротезирований, наиболее остро стоит проблема перипротезной инфекции и хронического остеомиелита, который остается одним из самых распространенных и тяжелых заболеваний опорно-двигательной системы человека [1, 6, 18, 20, 21]. Хронический остеомиелит приводит к патологическим изменениям практически во всех анатомических и структурных образованиях бедра и голени [3–5]. Одним из важнейших этапов лечения больных хроническим остеомиелитом является диагностика, которая основана, как правило, на лучевых методах [5, 7, 8, 11, 13, 17, 22]. Н.Г. Schmidt et al. [19] разработали специальные показатели для формулирования диагноза «остеомиелит» с целью надежной классификации всех

используемых методов исследования. Оценка основана на пяти диагностических процедурах: клинические данные, лабораторные результаты, диагностическая визуализация, микробиологические и гистопатологические исследования [19]. Этот подход к диагностике остеомиелита можно считать сравнительно новым. Авторы считают, что только гистопатологическая оценка является «conditio sine qua non» – непеременимым условием для установления диагноза и принятия решения о лечении («must have»). Микробиологическая оценка является адьювантным фактором для постановки диагноза и принятия решения по лечению («nice to have»). Комплексное исследование в диагностике хронического остеомиелита также предлагают В.Ж. Lindbloom, Е.Р. James, W.C. McGarvey [16], Y. Zhang et al. [23]. Исходя из «100% правила Шмидта» и аналогично онкохирургии только полное хирургическое удаление очага инфекции приводит к устранению инфекции. Это условие многие

годы определяет объем и методики хирургического лечения хронического остеомиелита, принятые в Центре Илизарова [6]. Гистологическое исследование является немаловажным дополнением к лучевым и микробиологическим, поскольку является «золотым стандартом» по отношению к любым визуализационным методикам [16]. Патоморфологические изменения при остеомиелите в настоящее время изучены достаточно хорошо, показаны отличия между острым и хроническим типами воспалительного процесса в кости [14, 22]. Единичные работы посвящены рентгено-морфологическим параллелям при изучении острого и хронического остеомиелита, а также комплексной оценке результатов лечения с использованием гистологических методик и микрокомпьютерной томографии [10, 14, 23].

**Цель исследования.** Изучить мультисрезовую компьютерную томографию (МСКТ) семиотики и патоморфологических особенностей посттравматического хронического остеомиелита и остеомиелита после приперипротезной инфекции в периодах ремиссии, подострого течения и обострения.

**Материалы и методы.** Используя рентгенографию и МСКТ изучена семиотика хронического остеомиелита проксимального отдела бедренной кости, в том числе после перипротезной инфекции, у 58 больных хроническим остеомиелитом проксимального отдела бедренной кости в возрасте от 48 до 74 лет. Мужчины составили 64,3%. МСКТ проводили на компьютерных томографах «GE Light Speed VCT» (Соединенные Штаты Америки), «Toshiba Aquilion-64» (Япония), программа – Extremity. Изучали особенности рентгеноморфологии и проводили количественную оценку показателей плотности костных структур тазобедренного сустава в единицах Хаунсфилда (НУ), анализ топографо-анатомических изменений в режиме 3D-реконструкций.

Материал для гистологического исследования забирали у больных хроническим остеомиелитом при подостром течении и обострении во время секвестрэктомии. При ремиссии – во время реэндопротезирования. После фиксации в 10% растворе нейтрального формалина костный материал подвергали вырезке, де-

кальцинировали, после чего осуществляли стандартную гистологическую обработку и окрашивали гематоксилином и эозином. Часть препаратов после микроскопии подвергали микросъемке с масштабированием в соответствии с применяемыми объективами микроскопа «AxioScope.A 1» с помощью цифровой камеры «AxioCam» с программным обеспечением «Zenblue».

Данные МСКТ были проанализированы с использованием программного обеспечения AtteStat, версия 10.8. для Microsoft Excel, результаты были представлены как  $M \pm$  (среднее  $\pm$  стандартное отклонение). Достоверность различий определяли на основании W-критерия Вилкоксона для независимых выборок [2].

**Результаты и их обсуждение.** У больных хроническим остеомиелитом проксимального отдела бедренной кости в периоде обострения с преобладанием гнойного воспаления головка бедренной кости была почти полностью разрушена в 42 случаях. Фрагмент сохранившейся головки содержал структуры различной плотности: от  $386,27 \pm 38,65$  НУ до  $105,23 \pm 35,17$  НУ, а также зоны резорбции с отрицательной плотностью. Плотность крыши вертлужной впадины не превышала  $56,16 \pm 11,63$  НУ, в сохранившихся участках головки субхондральный слой был истончен, плотность его составляла  $285,37 \pm 46,21$  НУ. Плотность кости в области большого вертела находилась в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда ( $-57,05 \pm 29,71$  НУ), рисунок 1.

При изучении гистологических препаратов головки бедренной кости больных хроническим остеомиелитом в периоде обострения, с преобладанием картины гнойного воспаления определялась разреженная губчатая кость головки бедра с почти полным разрушением суставного хряща, истончением субхондральной костной пластинки, некрозом костных трабекул, замещением межтрабекулярного пространства полями некротизированного детрита, скоплениями гнойного экссудата, грануляционной тканью и полями фиброобразования (рис. 2).

В некоторых участках головки бедренной кости межтрабекулярные пространства были заполнены гнойным экссудатом, обнаруживались поля грануляционной ткани разной степени зрелости (рис. 3).

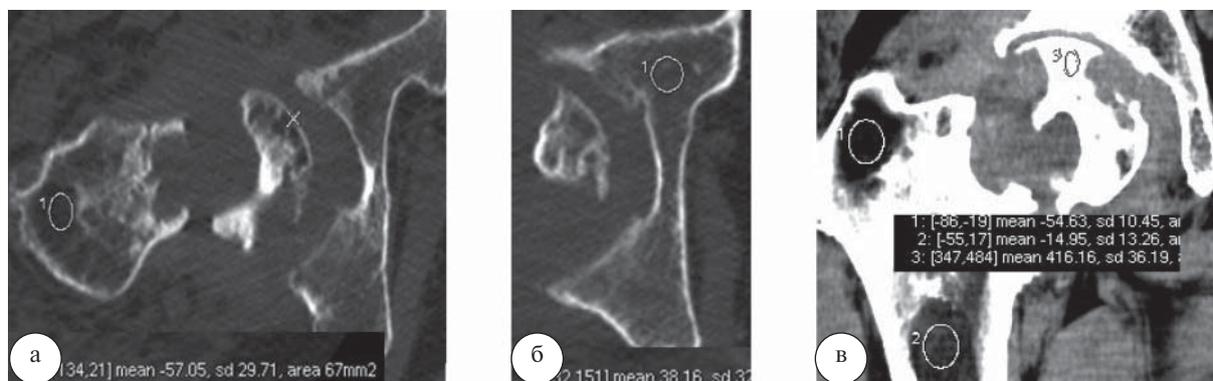
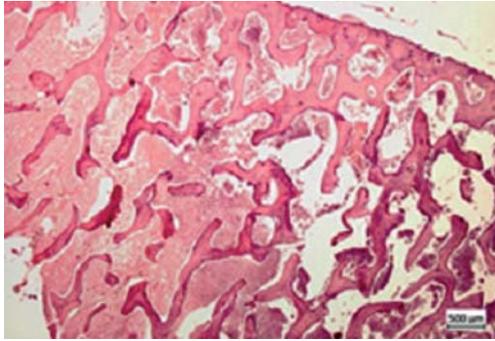


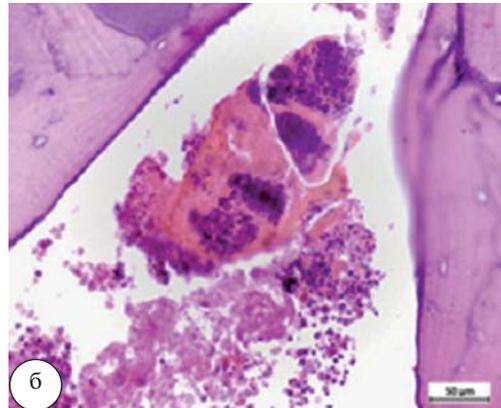
Рис. 1. МСКТ тазобедренного сустава больного Ц., 53 года. Аксиальные срезы (а, б). Выраженный остеопороз в области большого вертела ( $-57,05$  НУ), крыши вертлужной впадины ( $38,16$  НУ), неровные, «изъеденные» контуры фрагмента головки и сохранившейся части проксимального отдела бедренной кости МРР (в)

При наличии подострой формы хронического остеомиелита после ревизионного эндопротезирования правого тазобедренного сустава на фистулограммах у 17 больных определялись затеки контрастного вещества в мягкие ткани по наружной поверхности бедра. На аксиальных срезах тазобедренного сустава, после

удаления эндопротеза, плотность крыши вертлужной впадины, области малого вертела значительно снижена, корковая пластинка имела неравномерную толщину и плотность. В области малого вертела плотность кости составляла  $98,17 \pm 9,70$  HU, в области крыши вертлужной впадины –  $25,36 \pm 10,72$  HU (рис. 4).

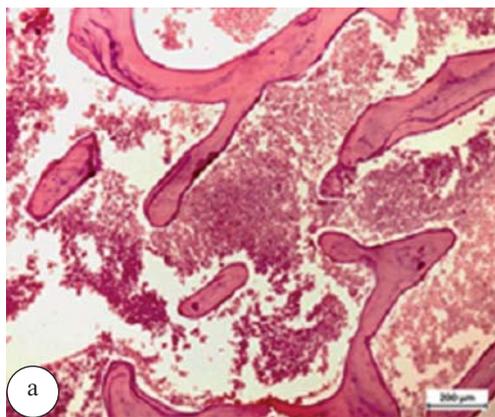


а

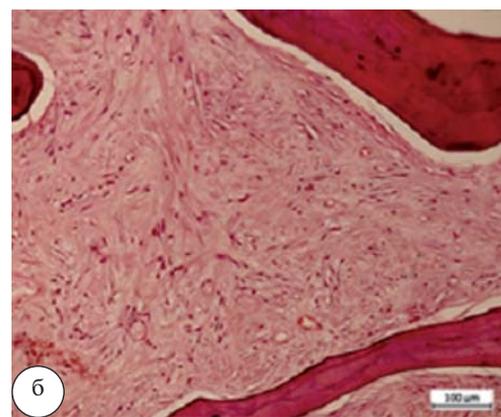


б

Рис. 2. Обзор участков головки кости. Суставной хрящ головки отсутствует. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 31,25$  (а). Очаги скопления кокковой микрофлоры в массах детрита. Ув.  $\times 500$  (б)



а

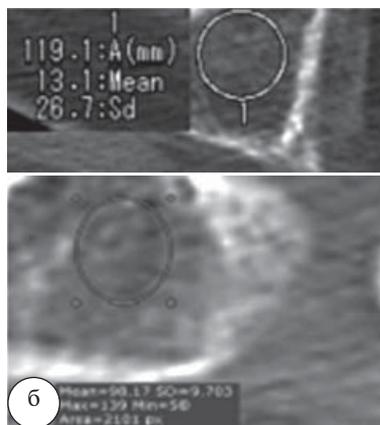


б

Рис. 3. Фрагмент головки бедренной кости. Межтрабекулярные пространства в головке бедра заполнены гнойным экссудатом: а – зрелая, с начальными признаками фиброзировния, ув.  $\times 125$ ; б – грануляционная ткань в межтрабекулярных пространствах губчатой некротизированной кости, ув.  $\times 250$ . Окраска гематоксилином и эозином



а



б



в

Рис. 4. Рентгенограмма (фистулограмма) тазобедренного сустава больного К., 74 года (а). Перипротезная инфекция. Хронический остеомиелит. МСКТ тазобедренного сустава: б – аксиальные срезы на уровне вертлужной впадины и малого вертела; в – аксиальный срез на уровне диафиза

При гистологическом исследовании, учитывая наличие заметного представительства сегментоядерных лейкоцитов в межтрабекулярных пространствах

губчатой порции исследованного материала, данное наблюдение расценивали как хронический остеомиелит в подострой форме (рис. 5).

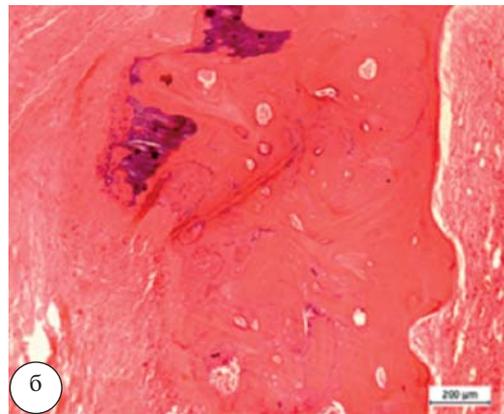
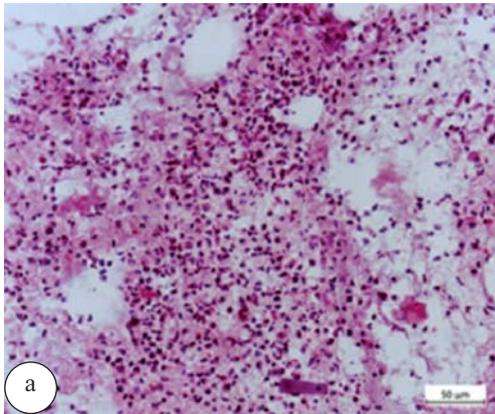


Рис. 5. Губчатый костный фрагмент: а – гнойный экссудат в межтрабекулярном пространстве. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 500; б – остеонекроз компактной кости, очаги патологической минерализации. К краям костных фрагментов примыкают поля грануляционной ткани с признаками фиброобразования. Ув.  $\times 125$

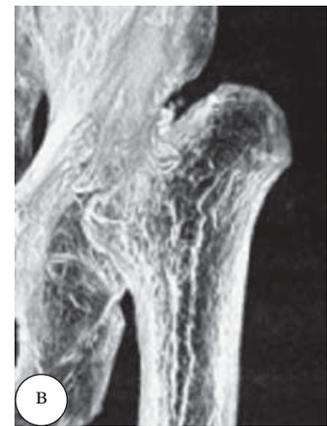


Рис. 6. МСКТ тазобедренного сустава больного П., 69 лет: а – аксиальный срез, плотность в области большого вертела ( $-43,6$  HU); б – MPR, отсутствие характерного трабекулярного строения в межвертельной области, плотность ( $-91,9$  HU); в – VRT

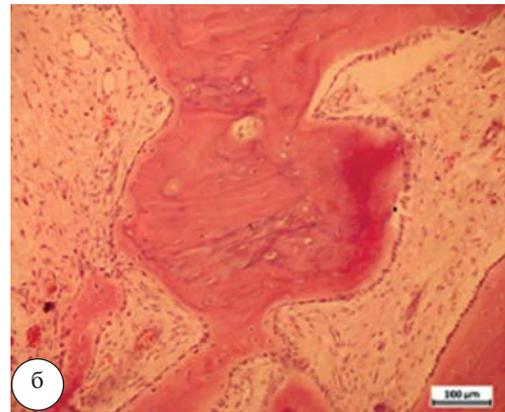
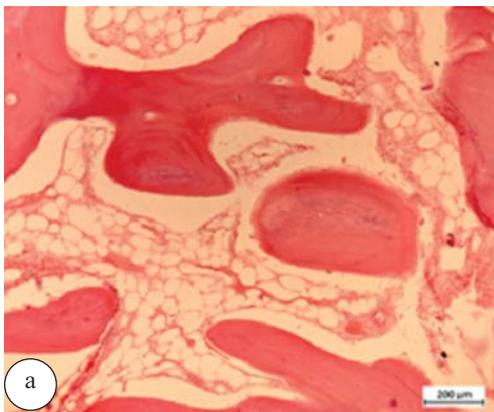


Рис. 7. Хронический остеомиелит. Остеонекроз: а – запустевшие лакуны остецитов, отсутствие слоя остеобластов на поверхностях rareфицированных костных трабекул. В межтрабекулярных пространствах хлопьевидный аморфный детрит и жировые капли. Ув.  $\times 125$ ; б – участок репаративного остеогенеза при хроническом остеомиелите, напластование остеоида на поверхности предсуществовавшей, частично некротизированной трабекулы. Окраска гематоксилином и эозином. Ув.  $\times 250$

У больного П., 69 лет после эндопротезирования левого тазобедренного сустава развился хронический остеомиелит. После удаления эндопротеза и резекции головки и шейки бедренной кости, проведенного лечения отмечена ремиссия. По данным МСКТ отмечался дефект проксимального отдела бедренной кости, смещение ее в проксимальном направлении, деформация суставной впадины, умеренный отек и рубцовые изменения мягких тканей. Выражен остеопороз проксимального отдела бедренной кости (плотность в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда). Аналогичная ситуация имела место у 8 больных (рис. 6).

По данным гистологического исследования выявлено наличие гранулематозного компонента с формированием мелких рыхлых безказеозных гранул лимфоцитарного и макрофагального состава с наличием гигантских многоядерных клеток типа инородных тел. Определялись участки репаративного костеобразования на поверхности частично некротизированных костных трабекул со слоем новообразованного остеоида и слоем остеобластов на эндостальной поверхности костного трабекулярного комплекса. В межтрабекулярном пространстве – грануляционная ткань с участками фиброретикулярной перестройки (рис. 7).

**Заключение.** Показано, что в периоде обострения и в подострой фазе головка бедренной кости (или ее фрагмент), культя шейки имели неровные контуры, содержали зоны резорбции с плотностью в отрицательном спектре шкалы Хаунсфилда, плотность крыши вертлужной впадины, области большого вертела была значительно снижена. Корковая пластинка имела различную толщину и плотность, была ниже нормальных величин. При наличии свищей выявлялись дефекты корковой пластинки различной протяженности. При гистологическом исследовании определялась рарифицированная губчатая кость головки бедра с почти полным разрушением суставного хряща, истончением субхондральной костной пластинки, некрозом костных трабекул, замещением межтрабекулярного пространства полями некротизированного детрита, скоплениями гнойного экссудата, грануляционной ткани, полями фиброобразования. При подострой форме определялось большое количество сегментоядерных лейкоцитов в межтрабекулярных пространствах губчатой порции исследованного материала.

У пациентов в периоде ремиссии сохранялись явления остеопороза в области вертлужной впадины и сохранившейся части бедренной кости, свежих деструктивных изменений по данным МСКТ не выявлялось. В ряде случаев морфологически определялись мелкие рыхлые безказеозные гранулемы лимфоцитарного и макрофагального состава, участки репаративного костеобразования на поверхности частично некротизированных костных трабекул со слоем новообразованного остеоида и слоем остеобластов на эндостальной поверхности костного трабекулярного комплекса.

## Литература

- Булыгина, Е.А. Исследование частоты встречаемости повторных операций при остеомиелите / Е.А. Булыгина, И.С. Зленко // Вестн. Рос. гос. мед. ун-та. – 2010. – № 2. Спец. вып. – С. 161.
- Гайдышев, И.П. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2002611109 / И.П. Гайдышев. – М., 28.06.2002.
- Гостищев, В.К. Прогнозирование изменений прочности длинных трубчатых костей в хирургии хронического остеомиелита / В.К. Гостищев [и др.] // Хирургия. Журн. им. Н. И. Пирогова. – 2010. – № 2. – С. 4–6.
- Дьячкова, Г.В. Оценка качества кости методом мультисрезовой компьютерной томографии у больных хроническим остеомиелитом / Г.В. Дьячкова [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2013. – № 3 (69). – С. 88–95.
- Кармазановский, Г.Г. Рентгенологическая семиотика хронического остеомиелита длинных костей / Г.Г. Кармазановский, И.А. Косова. – М.: ВИДАР, 2013. – 200 с.
- Клюшин, Н.М. Новые технологии лечения больных хроническим остеомиелитом – итог сорокалетнего опыта применения метода чрескостного остеосинтеза / Н.М. Клюшин [и др.] // Гений ортопедии. – 2011. – № 2. – С. 32–38.
- Ковалинин, В.В. Лучевая диагностика остеомиелита / В.В. Ковалинин, К.Ю. Клещевникова, Б.А. Джанчатов // Рос. электр. журн. лучевой диагностики. REJR. – 2014. – Т. 4, № 3. – С. 66–76.
- Котягина, С.Е. Магнитно-резонансная томография в диагностическом алгоритме хронического остеомиелита / С.Е. Котягина, В.Ю. Колесов // Аспирант и соискатель. – 2013. – № 6. – С. 128–131.
- Писарев, В.В. Инфекционные осложнения послеоперационной раны при металлоостеосинтезе закрытых переломов длинных трубчатых костей / В.В. Писарев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 2 (48). – С. 14–19.
- Шевцов, В.И. Роль комплексной лучевой и патоморфологической диагностики остеомиелитических поражений костей нижних конечностей в выборе тактики лечения больных методом управляемого чрескостного остеосинтеза / В.И. Шевцов [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – 2008. – № 2. – С. 44–47.
- Bires, A.M. Osteomyelitis: an overview of imaging modalities / A.M. Bires, B. Kerr, L. George // Crit. Care Nurs. Q. – 2015. – Vol. 38, № 2. – P. 154–164.
- Dovjak, P. Treatment and prevention of postoperative complications in hip fracture patients: infections and delirium / P. Dovjak [et al.] // Wien Med. Wochenschr. – 2013. – Vol. 163, No 19–20. – P. 448–454
- Hiasa, K. Preoperative computed tomography-derived bone densities in hounsfield units at implant sites acquired primary stability / K. Hiasa [et al.] // ISRN Dent. – 2011. – Vol. 2011. – P. 678729.
- Horst, S.A. A novel mouse model of Staphylococcus aureus chronic osteomyelitis that closely mimics the human infection: an integrated view of disease pathogenesis / S.A. Horst [et al.] // Am. J. Pathol. – 2012. – Vol. 181, № 4. – P. 1206–1214.
- Ikpeme, I.A. Diagnosis and treatment of pyogenic bone infections / I.A. Ikpeme, N.E. Ngim, A.A. Ikpeme // Afr. Health Sci. – 2010. – Vol. 10, № 1. – P. 82–88.
- Lindbloom, B.J. Osteomyelitis of the foot and ankle: diagnosis, epidemiology, and treatment / B.J. Lindbloom, E.R. James, W.C. McGarvey // Foot Ankle Clin. – 2014. – Vol. 19, № 3. – P. 569–588.
- Palestro, C.J. Radionuclide imaging of osteomyelitis / C.J. Palestro // Semin. Nucl. Med. – 2015. – Vol. 45, № 1. – P. 32–46.
- Prokopetz, J.J. Risk factors for revision of primary total hip arthroplasty: a systematic review / J.J. Prokopetz [et al.] // BMC Musculoskelet. Disord. – 2012. – Vol. 13. – P. 251.
- Schmidt, H.G. Definition of the Diagnosis Osteomyelitis – Osteomyelitis Diagnosis Score (ODS) / H.G. Schmidt [et al.] // Z. Orthop. Unfall. – 2011. – Vol. 149, № 4. – P. 449–460.

20. Wolf, B.R. Adverse outcomes in hip arthroplasty: long-term trends / B.R. Wolf [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2012. – Vol. 94, № 14. – P. e103.
21. Wright, E.A. Risk factors for revision of primary total hip replacement: results from a national case-control study / E.A. Wright [et al.] // Arthritis Care Res. – 2012. – Vol. 64, № 12. – P. 1879–1885.
22. Xiao, L. Detecting Chronic Post-Traumatic Osteomyelitis of Mouse Tibia via an IL-13R2 Targeted Metallofullerene Magnetic Resonance Imaging Probe / L. Xiao [et al.] // Bioconjug. Chem. – 2017. – Vol. 28, № 2. – P. 649–658.
23. Zhang, Y. Efficient induction of antimicrobial activity with vancomycin nanoparticle-loaded poly (trimethylene carbonate) localized drug delivery system / Y. Zhang [et al.] // Int. J. Nanomedicine. – 2017. – Vol. 12. – P. 1201–1214.

G.V. Diachkova, N.M. Klyushin, N.S. Migalkin, T.A. Larionova, D.S. Leonchuk, K.A. Diachkov, N.B. Begimbetova

### Radiographic and histological parallels of stages of chronic osteomyelitis

**Abstract.** Hip joint replacement in trauma and orthopedic practice has become a standard surgery for adult patients. Among all complications, which have negative effect on the outcome of joint replacement, the special place is taken by a deep infection of the surgical wound, chronic osteomyelitis. Timely diagnostics and revealing the character of the infection process play an enormous role in determining amount of surgical intervention. In recent years it has been proposed to include morphologic confirmation of the stage and extension of the infection process in diagnostic algorithm of osteomyelitis. In 58 patients with chronic osteomyelitis peculiarities of structure of the proximal femur were studied by method of multi-section computer tomography and histologically. Radiographic and morphological properties of acute, sub-acute course of osteomyelitis and bone condition during remission were revealed. Visual differences and morphological parallels of anatomy and architectonics of bone during acute stage and remission were discovered. The head of the femur (or a fragment thereof), the cervical stump had uneven contours, contained resorption zones with density in the negative spectrum of the Hounsfield scale, the density of the acetabular roof, the area of the large trochanter was significantly reduced in the period of exacerbation and in the subacute phase. Cortical plate had a different thickness and density and was below normal values. Cortical plate defects of various lengths were detected in the presence of fistulas. The specified spongy bone of the femoral head was determined histologically with almost complete destruction of the articular cartilage, thinning of the subchondral bone plate, necrosis of the bone trabeculae, substitution of the intertubular space with necrotic detritus fields, clusters of purulent exudate, granulation tissue, fibrosing fields. In the subacute form, a large number of segment-nucleated leukocytes were determined in the intertrackal spaces of a spongy portion of the examined material. The phenomena of osteoporosis in the acetabular region and the preserved part of the femur remained, no fresh destructive changes were detected in the period of remission. In a number of cases, small, loose, caseless granulomas of lymphocytic and macrophagal composition, parts of reparative bone formation on the surface of partially necrotic bone trabeculae with a layer of newly formed osteoid and a layer of osteoblasts on the endosteal surface of the bone trabecular complex were morphologically determined.

**Key words:** endoprosthetics, suppuration of the postoperative wound, chronic osteomyelitis, caseless granulomas, broken spongy bone, subchondral bone plate, reparative bone formation, computer tomography, histology.

Контактный телефон: 8 (3522) 45-26-14; e-mail: gv2003@list.ru