

УДК 616.728.2-002.18-018.4:611.718

Влияние формы проксимального отдела бедренной кости на ее функциональную структуру при диспластическом коксартрозе

А.Е. Лоскутов, А.Е. Олейник, Т.А. Зуб, О.А. Лоскутов

Днепропетровская государственная медицинская академия. Украина

Changes in the form of joint ends of bones in cases of dysplastic coxarthrosis (DCA) are caused by a rate of complications after total hip replacement. The form of the bone determines its structure. The purpose of the present work was to reveal regularities in the influence of the bone form on the functional structure of the proximal femur in DCA. The functional structure was estimated by 105 radiogrammes of dysplastic hip joints and 130 radiogrammes of normal hip joints. The following indices were studied: the cortical index, Singh's index and Noble's index. An analysis of the results revealed that specific functional reconstruction in DCA took place owing to the valgus direction of the total load vector in the hip joint and owing to the valgus direction of the femoral neck. The above reconstruction manifested itself with thickening of the cortical bone and narrowing of the medullary canal against a background of reconstruction in the trabecular structure of the metaphysis towards strengthening of the Adams' arch and rarefaction in the great trochanter region.

Зміна форми суглобових кінців кісток за умов диспластичного коксартрозу (ДК) пов'язана з частотою ускладнень після ендопротезування кульшового суглоба. Форма кістки визначає її структуру. Мета роботи — визначення закономірностей впливу функціональної форми на функціональну структуру проксимального відділу стегнової кістки у разі ДК. Функціональну структуру оцінено за рентгенограмами 105 кульшових суглобів з ДК та 130 кульшових суглобів без патології. Вивчали такі показники: кортикальний індекс, індекси Singh і Noble. Аналіз результатів виявив, що за умов ДК через вальгізацію загального вектора навантаження у кульшовому суглобі та вальгізацію шийки стегнової кістки відбувається функціональна перебудова, що проявляється потовщенням кортикальної кістки та звуженням кістковомозкового каналу на фоні перебудови трабекулярної структури метафіза в бік посилення дуги Адамса та розрідження у ділянці великого вертлюга.

Ключевые слова: проксимальный отдел бедренной кости, функциональная форма и функциональная структура кости, диспластический коксартроз

Введение

На современном этапе развития травматологии и ортопедии эндопротезирование тазобедренного сустава является одним из наиболее эффективных методов медицинской реабилитации больных с диспластическим коксартрозом (ДК). Однако количество неблагоприятных результатов эндопротезирования в условиях ДК остается достаточно высоким и составляет, по данным разных авторов, от 10% до 20% [9, 11–13]. Это определяет необходимость поиска причин и методов, позволяющих снизить количество осложнений эндопротезирования при данной патологии.

Очевидно, что в основе развития послеоперационных осложнений эндопротезирования лежит

характер изменений формы проксимального отдела бедренной кости при ДК, которая, в свою очередь, определяется особенностями формирования диспластического тазобедренного сустава. В основе пускового механизма ДК лежит изменение формы суставных концов костей, а именно вертлужной впадины и проксимального отдела бедренной кости. Закономерно, что нарушение функции пораженного сустава в сочетании с дегенеративно-дистрофическими процессами приводит к компенсаторно-адаптационной перестройке в области суставных концов костей, проявляющихся в виде ДК [5]. В результате изменяется качественное состояние костной ткани в зоне тазобедренного сустава. Отметим, что прямая взаимосвязь функциональных формы и структуры

костей скелета отмечены в работах П.Ф. Лесгафта, И.Ф. Богоявленского, А.Т. Бруско [1, 2, 6]. Авторы под термином функциональной структуры понимают строение определенного отдела или всей кости, находящихся под воздействием нагрузки. При этом характер функциональной перестройки определяется функциональной формой того или иного костного анатомического образования. Очевидно, что в условиях формирования патологической функциональной формы перестройка функциональной структуры кости также носит патологический характер.

В приложении к эндопротезированию тазобедренного сустава состояние структуры суставных концов костей играет важную роль, поскольку именно в этих костных образованиях осуществляется фиксация элементов конструкции эндопротеза. Заметим, что оценка состояния функциональной структуры суставных концов костей носит интегративный характер на основе ряда критериев. На ее базе осуществляют выбор конструкции эндопротеза и прогнозирование сроков функционирования конструкции в отдаленном послеоперационном периоде. Задача выбора конструкции эндопротеза, в свою очередь, определяет алгоритм предоперационного планирования, который включает в себя определение вида конструкции и особенностей техники выполнения хирургического вмешательства (рис. 1).

Выявление закономерностей влияния формы проксимального отдела бедренной кости на характер патологической перестройки функциональной структуры в условиях ДК в приложении к эндопротезированию тазобедренного сустава определяет актуальность исследования.

Цель работы — выявление закономерностей влияния функциональной формы на функциональную структуру проксимального отдела бедренной кости при диспластическом коксартрозе.

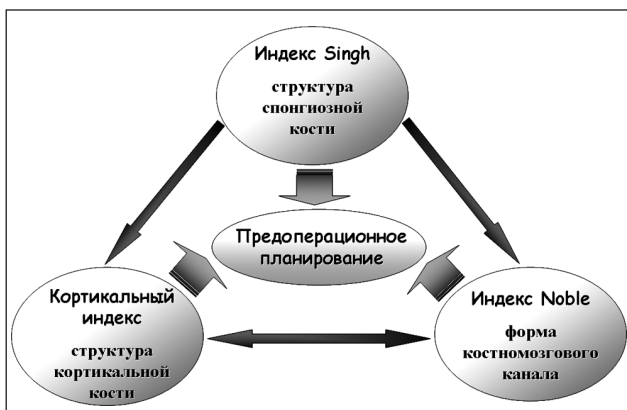


Рис. 1. Интегральная схема оценки структуры проксимального отдела бедренной кости при диспластическом коксартрозе

Материал и методы

Исследование проводили на основе сравнения рентгенограмм двух групп тазобедренных суставов — здоровых пациентов и больных с ДК — методами описательной остеологии. Это позволило стандартизировать методы исследования и получить достоверные результаты.

Первая группа (контрольная) включала обзорные рентгенограммы таза со 130 неизменными тазобедренными суставами (130 человек), которые были отобраны из архива. Среди них мужчин было 39, женщин — 91. Средний возраст в группе составил (59,3±16,9) лет.

Вторая группа — рентгенограммы 105 суставов (89 пациентов) с диспластическим коксартрозом. Мужчин — 16, женщин — 73. Средний возраст в группе — (52,7±11,7) лет. Систематизация в группе проведена согласно классификации N.S. Eftekhari и соавт. [10]. Данная систематизация выделяет 4 типа деформации тазобедренного сустава при ДК. Типы А — С представляют собой разные стадии подвывиха в тазобедренном суставе. Тип А — дисплазия — головка бедра расположена в пределах истинной впадины, впадина несколько удлинена. Тип В — средневысокий подвывих — головка бедра покрыта впадиной до 50%, впадина уплощена. Тип С — высокий подвывих, при котором головка бедра мигрирует кверху и контактирует с вертлужной впадиной менее 50% своей площади, впадина плоская, выражен дефект в верхнелатеральных отделах. Четвертая стадия (тип D) — высокий вывих, при котором головка бедра образует псевдоартроз с телом подвздошной кости, соответствует congenital dislocation, истинная вертлужная впадина недоразвита, уменьшена в размерах. В данном исследовании тип D не рассматривали. Согласно приведенной классификации 35 тазобедренных суставов были отнесены к типу А, 35 — к типу В, 35 — к типу С.

Изучали следующие параметры, характеризующие функциональную структуру проксимального отдела бедренной кости: кортикальный индекс, индекс Singh, индекс Noble [7]. Необходимо отметить, что указанные параметры, отражая минеральное состояние, одновременно являются характеристиками функциональной структуры проксимального отдела бедренной кости. Поэтому описывать ее функциональную структуру можно с позиции остеологии.

Кортикальный индекс (КИ) — отношение толщины кортикального слоя кости к ее поперечнику на уровне 10 см ниже малого вертела (рис. 2, а). Величина КИ более 50% считается признаком нормальной минеральной плотности кости (НМПК),

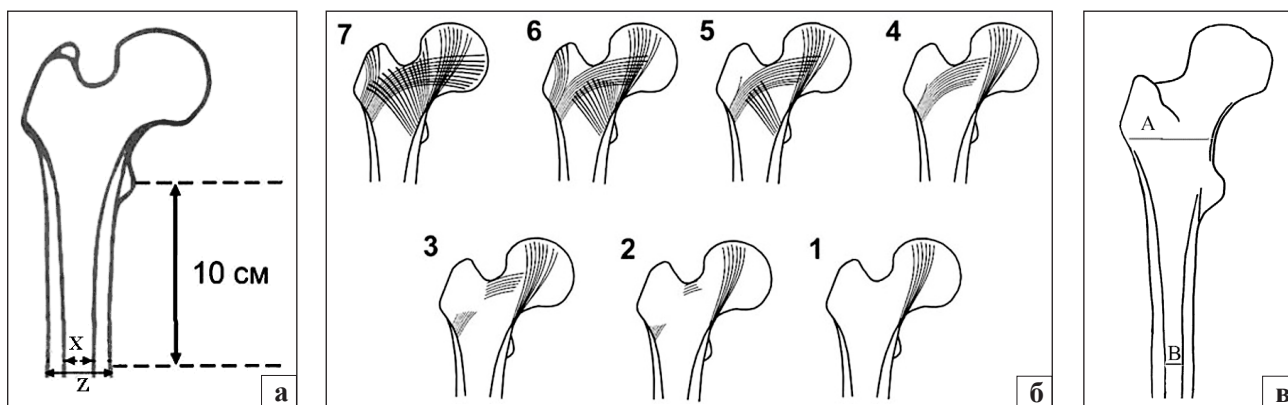


Рис. 2. Схема определения индексов: кортикального (а), Singh (б), Noble (в)

в пределах 40–50% расценивается как остеопения, менее 40% — остеопороз.

Индекс Singh отражает степень развития трабекулярной структуры в проксимальном метаэпифизе бедренной кости. Трабекулярная система представлена пучками, которые в проекции на переднезаднюю рентгенограмму образуют арочную опорную структуру, причем при снижении минеральной плотности пучки трабекул исчезают в строго определенной последовательности (рис. 2, б). Каждый имеющийся пучок оценивают в 1 балл, НМПК оценивают в 7 баллов, остеопению — 5–6 баллов, при 4 баллах и менее говорят об остеопорозе.

Индекс Noble, описывая форму костномозгового канала бедренной кости, по сути является характеристикой функциональной формы проксимального отдела бедренной кости. Для его определения измеряют поперечник костномозговой полости на уровне предполагаемого опилов шейки бедренной кости и перешейка (самой узкой части) костномозгового канала. Их отношение и представляет собой индекс Noble (рис. 2, в). При значении индекса менее 3 тип канала определяется как «дымоходная труба», при значении 3–4,5 — «нормальный тип», более 4,5 — «бокал шампанского». Последние два типа соответствуют НМПК, тип «дымоходная труба» свидетельствует об остеопении или остеопорозе.

Результаты и их обсуждение

Оценку с последующим сопоставлением полученных результатов проводили по каждому критерию.

Средние значения КИ во всех группах соответствовали НМПК (рис. 3). Наибольшие значения ($56,08 \pm 6,54$)% наблюдали при типе А ДК, а наименьшие ($52,46 \pm 8,87$)% — в контрольной группе. Доля НМПК была наибольшей при типе А (88,57%) со снижением к типу В и С (77,14% и 82,86% соответственно). В контрольной группе процент НМПК

КИ был наименьшим (62,3%) за счет пропорциональной доли остеопении. Отметим, что при типе В доля остеопороза, по данным КИ, была наибольшей и соответствовала 11,43% (рис. 4).

Средние значения индекса Singh во всех группах показали снижение минеральной плотности до уровня остеопороза (рис. 5). Общая формальная интерпретация полученных данных индекса Singh для ДК показала крайне низкий процент НМПК. Заметим, что при ДК, ввиду крайне редких случаев НМПК, соотношения долей остеопении и остеопороза находятся в обратной зависимости: чем больше доля остеопороза, тем меньше остеопении. Доля остеопороза при типе В достигает максимума и составляет 71,43%, что в 2,5 раза больше, чем в контрольной группе; в 1,1 и 1,4 раза больше, чем при типах А и С диспластического коксартроза соответственно (рис. 4).

С точки зрения оценки структуры проксимального отдела бедренной кости при ДК, индекс Singh необходимо сопоставлять с КИ и индексом Noble.

Анализ данных, полученных по индексу Noble, показал следующие результаты. В контрольной группе преобладал тип «дымоходная труба» (59,4%), который встречался намного чаще, чем при диспластическом коксартрозе (9,5% во всей

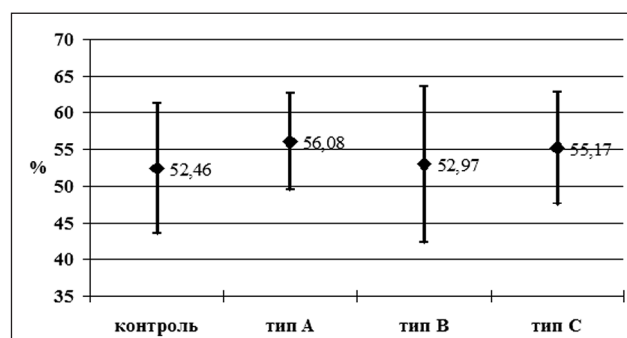


Рис. 3. Диаграмма величины кортикального индекса в исследуемых группах

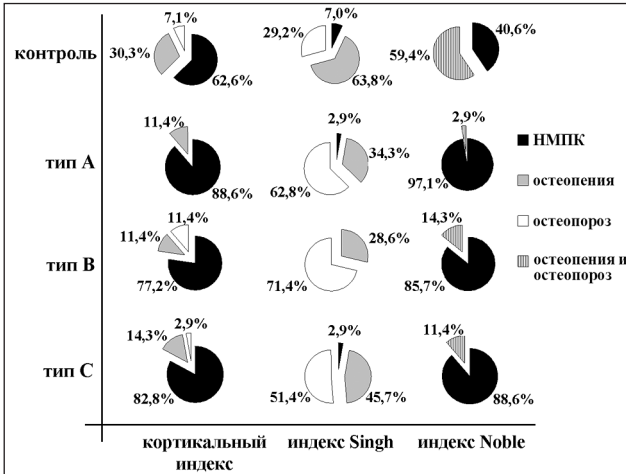


Рис. 4. Интерпретация показателей минеральной плотности проксимального отдела бедренной кости

выборке). При ДК, напротив, достаточно большую часть составлял тип «бокал шампанского»: 20% при типах А, С и 25,71% при типе В. При ДК доля типа канала «нормальный» почти в два раза больше, чем в контрольной группе (рис. 6). Таким образом, при ДК, по данным индекса Noble, признаки остеопении и остеопороза встречаются в незначительном количестве наблюдений (всего по выборке 9,5%) (рис. 4), что, на первый взгляд, противоречит показателям индекса Singh.

Однако это противоречие касается только оценки минеральной плотности, в то время как при оценивании структурно-функционального состояния очевидного взаимоисключения нет. Так, индекс Singh, описывающий состояние спонгиозной кости, указывает на значительное снижение минеральной плотности из-за уменьшения трабекулярных структур в метафизарном отделе, бедренная кость имеет узкий костномозговой канал и толстые стенки. Согласно данным индекса Noble при ДК такое изменение структуры диафиза бедренной кости, характерное для остеопороза, как «дымоходная труба» встречается редко.

Подобные изменения анатомии проксимального отдела бедренной кости следует рассматривать с позиции процессов адаптации и компенсации костной ткани при данной патологии. В нормальном тазобедренном суставе нагрузка передается с верхнего полюса головки бедренной кости на соответствующий отдел вертлужной впадины. В результате чего в головке формируется характерная трабекулярная структура. На рентгенограмме тазобедренного сустава в прямой проекции эта структура представлена первым пучком трабекул, который соответствует одному баллу по индексу Singh (рис. 2, б). Остальные пучки костных трабекул формируют

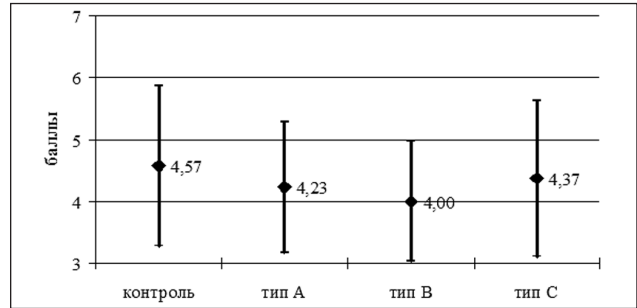


Рис. 5. Диаграмма величины индекса Singh в исследуемых группах

арочную структуру, количество их определяет соответствующую балльную оценку по Singh.

При изменении функциональной формы суставных концов костей запускается механизм формирования ДК. Проксимальный отдел бедренной кости перестраивается под действием условий изменения нагрузки, вызванных дисплазией. Нагрузка передается с ограниченного участка головки бедренной кости на такой же ограниченный участок вертлужной впадины, вальгизируется основной вектор нагрузки. Происходит вальгизация шейки бедренной кости, что изменяет архитектуру проксимального отдела бедренной кости в целом. Пучки трабекул, соответствующие 7–4 баллам по Singh, даже у пациентов до 30 лет отсутствуют. При прогрессировании процесса вальгизации шейки бедренной кости трабекулярная система, располагающаяся в зоне большого вертела и головки бедренной кости, исчезает. При этом сохраняется система трабекул в области дуги Адамса. В большинстве случаев эта трабекулярная система гипертрофируется за счет выраженной кортикальной перестройки и параоссальных костных наслоений в медиальном отделе шейки бедренной кости (рис. 7). В результате вальгизации с последующей перестройкой проксимального метаэпифиза также происходит утолщение диафиза бедренной кости за счет разрастания внутреннего кортикального слоя. Это проявляется увеличением КИ. В нашем исследовании доля

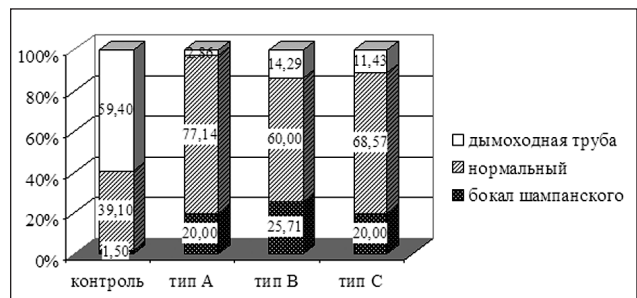


Рис. 6. Диаграмма типов канала бедренной кости по показателям индекса Noble

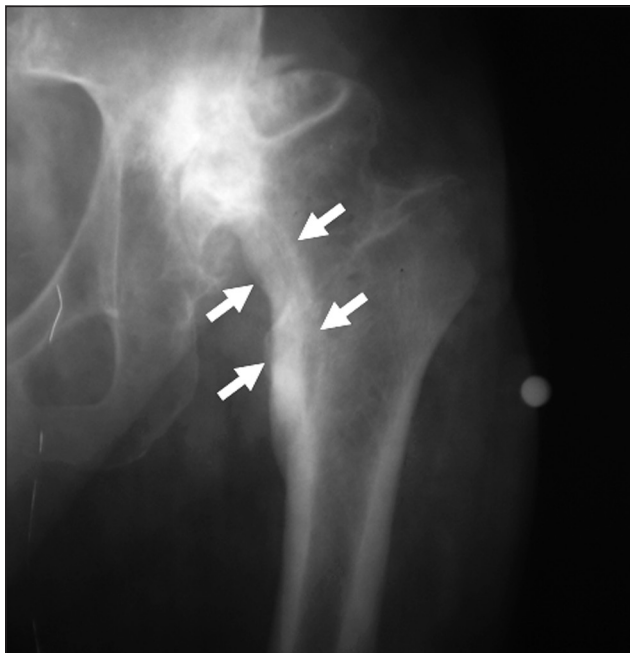


Рис. 7. Фото рентгенограммы. Локальная рабочая гипертрофия костной ткани в области медиальной поверхности шейки бедренной кости при ДК

случаев очень высоких значений кортикального индекса (более 60%) для типов А и С составила 25,71%, а для типа В — 17,14% против 11,5% в контрольной группе. Такое утолщение кортикальной кости при ДК можно считать проявлением общепатологического процесса компенсаторной (рабочей) гипертрофии. Гипертрофия кортикальной кости является результатом повышенной нагрузки в тазобедренном суставе вследствие ограничения контакта головки бедренной кости и вертлужной впадины и перестройки трабекулярной структуры в проксимальном метаэпифизе бедренной кости.

Внешний диаметр диафиза бедренной кости существенно не влияет на передачу нагрузки, поэтому отмечается значительное сужение канала. Формируется воронкообразный костномозговой канал с толстыми стенками, особенно утолщается медиальная стенка, в которой возникают повышенные напряжения в результате нагружения. Рабочая гипертрофия кортикальной кости подтверждается увеличением КИ и индекса Noble (канал типа «бокал шампанского»). В группе ДК при типе В она составила до 25,71%.

Заметим, что явление перестройки проксимального метаэпифиза бедренной кости при вальгизации шейки с успехом применяется при выполнении вальгизирующих корригирующих остеотомий [3–5, 8].

Перестройка кортикальной кости как проявление компенсации является длительным процессом.

Однако всякая компенсация при долговременном постоянном воздействии рано или поздно переходит в состояние декомпенсации. Причиной декомпенсации при ДК можно считать прогрессирование дегенеративно-дистрофического процесса и уменьшение мышечной силы. В результате уменьшается стабильность сустава и нарушается его нормальная трофика. Присоединение болевого синдрома значительно ограничивает нагрузку на конечность. Декомпенсация со стороны костной ткани проявляется атрофией проксимального метаэпифиза бедренной кости.

Очевидно, что начало декомпенсации происходит уже при типе В. Поэтому тип В ДК в нашем исследовании показал 11,43% и 14,29% остеопороза по значениям КИ и индекса Noble соответственно. Это в четыре раза выше, чем в группе С. Поэтому можно утверждать, что срыв адаптационных механизмов происходит при типе В в 11–14% случаев, далее процесс срыва адаптации трансформируется в типе С, характеризуясь снижением КИ до показателей нормы.

Таким образом, при выборе типа фиксации и конструкции эндопротеза в условиях ДК необходимо учитывать данные рентгенморфометрических показателей, которые характеризуют функциональную структуру кости в зоне имплантации конструкции. Заметим, что нормальная структура спонгиозной кости значительно улучшает первичные условия имплантации ножки эндопротеза.

Однако дегенеративно-дистрофические и посттравматические процессы в той или иной степени изменяют структуру костной ткани в неблагоприятную сторону, с точки зрения первичной стабильности имплантата. Оценка влияния негативных факторов перестройки структуры суставных концов костей позволяет выявить условия, которые способствуют имплантации конструкции и могут рассматриваться как положительные, даже несмотря на их патологическое происхождение. В этом случае именно свойства конструкции в сочетании с оценкой состояния структуры кости являются определяющим фактором при планировании имплантации.

Заметим, что исследованные параметры: кортикальный индекс, индексы Singh и Noble целесообразно анализировать именно в приведенной последовательности, которую следует рассматривать как алгоритм оценки функциональной структуры проксимального отдела бедренной кости в условиях ДК. При этом оценка минеральной плотности должна проводиться независимо от оценки функциональной структуры.

Выводы

1. Функциональная структура проксимального отдела бедренной кости при ДК подлежит интегральной систематизации описательными методами оценки состояния минеральной плотности костной ткани в последовательности, приведенной для данной патологии.
2. Функциональная структура проксимального отдела бедренной кости при ДК в зоне имплантации бедренного компонента эндопротеза характеризуется значительной неоднородностью, что проявляется в сужении костномозгового канала в результате утолщения стенок при уменьшении основных трабекулярных элементов межвертельной и вертельной зон проксимального метафиза бедренной кости.
3. Трабекулярная структура проксимального метаэпифиза бедренной кости при ДК свидетельствует об уменьшении трабекулярных элементов в вертельной и межвертельной зонах от типа А к типу С, о чем можно судить по индексу Singh.
4. При ДК типа В прослеживается срыв адаптации костной ткани к нагрузке, который проявляется уменьшением кортикального слоя бедренной кости.
5. Необходимо дальнейшее исследование состояния проксимального отдела бедренной кости после эндопротезирования, выполненного в условиях срыва компенсаторных механизмов костной ткани, в зависимости от конструкции эндопротеза.

Література

1. Богоявленский И.Ф. Патологическая функциональная перестройка костей скелета / И.Ф. Богоявленский. — Л.: «Медицина», 1976. — 288 с.
2. Бруско А.Т. Функциональная перестройка костей и ее клиническое значение / А.Т. Бруско, Г.В. Гайко. — Луганск: Луганский государственный медицинский университет, 2005. — 212 с.
3. Гурьев В. Н. Коксартроз и его оперативное лечение / В.Н. Гурьев. — Таллин: «Валгус», 1984. — 342 с.
4. Кезля О.П. Место межвертельной вальгизирующей остеотомии в лечении диспластического коксартроза / О.П. Кезля // Белорусский медицинский журнал. — 2005. — № 1. — С. 49–51.
5. Диспластический коксартроз / А.А. Корж, Е.С. Тихоненков, В.Л. Андрианов и др. — М.: «Медицина», 1986. — 208 с.
6. Лесгафт П.Ф. Избранные труды по анатомии / П.Ф. Лесгафт. — М.: «Медицина», 1968. — 372 с.
7. Лоскутов О.Є. Методи оцінки щільності кісткової тканини при плануванні типу фіксації тотального ендпротезу кульшового суглоба (методичні рекомендації) / О.Є. Лоскутов, В.Б. Макаров, Д.А. Синегубов. — Київ, 2006. — 20 с.
8. Мирзоева И.И. Оперативное лечение вывиха бедра у детей / И.И. Мирзоева, М.Н. Гончарова, Е.С. Тихоненков. — Л.: «Медицина», 1976. — 232 с.
9. Biant L.C. Primary total hip arthroplasty in severe developmental dysplasia of the hip. Ten-year results using a cementless modular stem / L.C. Biant, W.J. Bruce, J.B. Assini et al. // J. Arthroplasty. — 2009. — Vol. 24 (1). — P. 27–32.
10. Eftekhari N.S. Principles of total hip arthroplasty / N.S. Eftekhari. — St Louis: C.V. Mosby, 1978. — 656 p.
11. Late dislocations after total hip arthroplasty / R. Meek, D.B. Allan, G. McPhillips et al. // Clin. Med. Res. — 2008. — Vol. 6, № 1. — P. 17–23.
12. Surgical treatment of developmental dysplasia of the hip in adults: II Arthroplasty options / J. Sanches-Sotelo, D.J. Berry, R.T. Trousdale, M.E. Cabanela // J. Am. Acad. Orthop. Surg. — 2002. — Vol. 10, № 5. — P. 334–344.
13. Synder M. Long-term results of total hip replacement in young patients / M. Synder, M. Drobniwsky, M. Bira: materials of 6th CEOC Congress. — Graz, Austria, 2006. — P. 49.

Статья поступила в редакцию 03.10.2011