

ОПТИМАЛЬНЫЙ МЕТОД ПЕРВИЧНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА ПРИ ПОСЛЕДСТВИЯХ СЛОЖНЫХ ПЕРЕЛОМОВ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ

Гудз А.И., Ласунский С.А., Денисов А.О., Шильников В.А., Стафеев Д.В.

ФГБУ «Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: aigudz@rniito.ru

В статье проанализированы данные научной литературы по различным аспектам проблемы лечения пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины, проведена сравнительная оценка результатов лечения пациентов с данной патологией, пролеченных в РНИИТО им. Р.Р. Вредена, и выполнено математическое моделирование проведенных операций. Переломы вертлужной впадины являются наиболее сложным видом в структуре травмы костей таза и являются следствием высокоэнергетических воздействий, что обуславливает сочетанный и множественный характер повреждений у пострадавших, в результате чего своевременная диагностика и лечение переломов вертлужной впадины не всегда возможна. Наиболее часто встречающимся последствием переломов вертлужной впадины является прогрессирующее развитие деформирующего артроза тазобедренного сустава. Оптимальным функциональным методом восстановления поврежденного сустава является эндопротезирование тазобедренного сустава. Основной проблемой при выполнении артропластики в результате сложных переломов вертлужной впадины является достижение первичной стабильной фиксации ацетабулярного компонента, что связано с тяжелым нарушением анатомии вертлужной впадины, ее сферичности, наличием костных дефектов. Несмотря на большой перечень используемых методик и имеющихся современных имплантатов, частота осложнений и неудовлетворительных результатов хирургического лечения по-прежнему высока. В результате проведенного анализа выявлены наиболее перспективные методы артропластики тазобедренного сустава у пациентов с исследуемой патологией, позволяющие улучшить функциональный результат.

Ключевые слова: эндопротезирование, нарушение непрерывности тазового кольца, перелом вертлужной впадины, 3D-моделирование.

OPTIMAL METHOD OF PRIMARY TOTAL HIP ARTHROPLASTY AFTER SEVERE ACETABULAR FRACTURES

Gudz A.I., Lasunskiy S.A., Denisov A.O., Shilnikov V.A., Stafeev D.V.

Russian Scientific Research institute of Traumatology and Orthopedics n.a. R.R.Vreden, Saint- Petersburg, e-mail: aigudz@rniito.ru

This article analyzes data from scientific literature about various aspects of treatment of patients with consequences of severe acetabular fractures, compares the outcomes of different methods of operative treatment of patients with this pathology in Vreden's Russian Research Institute and creates mathematical models of performed operations. Acetabular fractures are the most severe type in structure of injuries of pelvis, they most commonly occur as a result of a high energy impact and are usually a part of polytrauma in such patients, this makes timely diagnosis and treatment of such fractures not always possible. The most common consequence of acetabular is progression of posttraumatic hip arthritis. Total hip arthroplasty is an optimal functional method of restoring damaged joint. The main problem during hip arthroplasty after complex acetabular fractures is achievement of stable fixation of acetabular component because of severely altered acetabular anatomy and bony defects. Although, there are numerous methods and contemporary implants, the rate of complications and poor results of surgical treatment is still quite high. As a result of performed analysis the most perspective methods of hip arthroplasty in patients with such pathology were found, allowing improvement of good functional outcomes.

Keywords: total hip arthroplasty, pelvis discontinuity, acetabular fractures, 3D modeling.

Переломы костей таза и вертлужной впадины составляют от 3 до 8% всех переломов скелета [1]. В структуре повреждений таза ацетабулярные переломы составляют от 7 до 20% [2]. В группе политравм эта цифра достигает 20%. На долю кататравм приходится 40%

случаев тяжелых повреждений вертлужной впадины [3]. Основной причиной переломов вертлужной впадины являются дорожно-транспортные происшествия (90% случаев) [4].

За последнее столетие число пострадавших с тяжелыми переломами вертлужной впадины увеличилось почти в 20 раз [5]. Преобладающее большинство пациентов (до 73%) [6] с переломами вертлужной впадины - это трудоспособные, здоровые люди возраста моложе 50 лет, чаще мужчины. В связи с этим общество несет существенные социально-экономические потери, так как большинство пострадавших, по данным статистики, становятся стойкими инвалидами или вынуждены сменить профессию [7]. К сожалению, в нашей стране большинству пострадавших с такими травмами проводится консервативное лечение [8], в то время как в ведущих зарубежных учреждениях выполняют открытую репозицию и фиксацию вертлужной впадины со смещением отломков у 70% пострадавших [9]. Стоит отметить, что восстановление конгруэнтности вертлужной впадины еще не гарантирует благоприятного исхода, так как возможны случаи несращения таких переломов. По данным литературы, неблагоприятные результаты, в зависимости от точности репозиции, могут достигать до 50%. А при тяжелых переломах, когда происходит центральный вывих головки бедренной кости, отрицательный результат близок к 90% [10].

По мнению современных исследователей, последствиями переломов вертлужной впадины являются прогрессирование болевого синдрома и нарушение функции нижней конечности. К неблагоприятным исходам как консервативного, так и оперативного лечения переломов вертлужной впадины относятся посттравматический артроз тазобедренного сустава, асептический некроз головки бедренной кости, гетеротопические оссификаты в области тазобедренного сустава, перелом металлоконструкций, являющиеся, по мнению многих исследователей, поздними осложнениями рассматриваемой патологии [11].

Несмотря на успешное выполнение открытой репозиции и внутренней фиксации переломов вертлужной впадины, 20% пострадавших нуждаются в дальнейшем хирургическом вмешательстве [12] в связи с развитием поздних осложнений или несращением переломов. Наиболее часто встречающимся последствием переломов впадины является прогрессирующее развитие деформирующего артроза тазобедренного сустава (30%) [13]. Появлению артроза способствуют не только травмы сами по себе, но и перенесенные по поводу них операции на суставе.

Даже учитывая современные подходы и возможности крупных ортопедических клиник, выбор метода оперативного лечения последствий тяжелого перелома вертлужной впадины ограничен артродезом и тотальным эндопротезированием тазобедренного сустава. Принцип артродеза тазобедренного сустава заключается в стабилизации сустава путем обеспечения его механической неподвижности, что совершенно невыгодно в

функциональном отношении. В результате такой операции наступает декомпенсация со стороны пояснично-крестцового отдела позвоночника, коленного сустава.

В этой связи современными хирургами отдается предпочтение альтернативному методу функционального восстановления поврежденной конечности - тотальному эндопротезированию тазобедренного сустава с различными модификациями артропластики. Однако выполнение таких операций при последствиях тяжелых переломов вертлужной впадины - это трудоемкий процесс, который относится к операциям высокой сложности, обусловленный серьезными осложнениями, большой кровопотерей и продолжительной реабилитацией пострадавших после оперативного лечения. Также необходим высокий уровень подготовки хирурга, современное оснащение и наличие необходимых имплантов.

Анализ немногочисленных сведений специальной отечественной литературы о результатах эндопротезирования при тяжелых последствиях переломов вертлужной впадины определил актуальность данной темы научного исследования.

Цель исследования. Провести сравнительную оценку различных вариантов эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины с нарушением целостности тазового кольца на основании математического моделирования таких операций и сравнительного анализа среднесрочных и отдаленных исходов лечения.

Материалы и методы. 150 историй болезни, рентгенограмм, компьютерных томограмм пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины, пролеченных в отделениях ФГБУ «РНИИТО им Р.Р. Вредена» МЗ РФ в период с 2004 по 2016 год. Все пациенты были разделены на 4 группы в зависимости от используемого метода артропластики. Из них опрошено и анкетировано 150 человек. Основным показанием для включения пациентов являлось наличие у больных повреждения вертлужной впадины с нарушением непрерывности тазового кольца, относящиеся к 3 типу по классификации последствий сложных переломов вертлужной впадины, разработанной в РНИИТО им. Р.Р. Вредена в 2011 г. [14]:

1 тип – отсутствие видимых нарушений костных структур и правильное их взаимоотношение в суставе. Может наблюдаться после переломов вертлужной впадины без смещения либо при достижении на предварительных этапах лечения идеальной анатомической репозиции. Укорочение конечности может наблюдаться только в случаях асептического некроза головки.

2 тип – наиболее часто встречающийся, является следствием повреждения задних отделов вертлужной впадины. В результате имеет место различной степени нарушение сферичности вертлужной впадины в сочетании с разнообразными дефектами задней стенки.

Головка бедренной кости находится в состоянии подвывиха или вывиха. Учитывая значительную вариабельность по степени подвывиха головки и объема повреждения задних структур сустава, в этом типе выделяют 2а, 2б и 2в подтипы.

3 тип является проявлением тяжелых (как правило, ассоциированных) переломов, при которых нарушается непрерывность тазового кольца, которые в процессе лечения не были надлежащим образом репонированы и адекватно фиксированы.

В группу 1 были включены пациенты, у которых при тотальном эндопротезировании выполнялась фиксация ацетабулярного компонента винтами (не менее 4). К группе 2, в дополнение к ацетабулярному компоненту, фиксированному винтами, имплантировалась реконструктивная пластина. В 3-ю группу входили пациенты, которым выполнялось эндопротезирование поврежденного сустава с использованием антипротрузионного кольца Бурх-Шнайдера. В группу 4 были включены пациенты с последствиями переломов вертлужной впадины, при которых нарушалась ее сферичность, но не было разрыва тазового кольца. Период наблюдения за пациентами составил от 1 до 5 лет. Проведено анкетирование исследуемой когорты пациентов, оценены Rg-граммы в среднесрочном и отдаленном периодах, а также выполнен математический эксперимент на основе 3D-моделирования.

Результаты исследования и их обсуждение

Результаты статистической обработки данных показали, что в целом структура контингента - это молодые, физически активные, трудоспособные, чаще мужчины (71%), люди, которые в результате тяжелых травм могут стать инвалидами. Выявлены статистически значимые различия по продолжительности оперативного вмешательства, наименьшее время, затраченное на операцию, было у пациентов 2-й исследуемой группы. Однако разницы по продолжительности хирургических манипуляций в группах молодых и возрастных пациентов нет. Анализ кровопотери в разных возрастных группах, а также в зависимости от продолжительности операции статистически значимых различий не выявил. Хирургический доступ, используемый при лечении пациентов с исследуемой патологией, зависел в основном от предпочтений хирурга, который выполнял операцию. Однако удалось установить статистически значимое отличие. Так, при использовании заднего доступа (31%) продолжительность и кровопотеря у пациентов обеих возрастных групп значительно меньше, чем при использовании двух других доступов. Все это позволяет разрабатывать единые рекомендации по выбору тактики лечения этого контингента пациентов независимо от возраста и пола.

Проведенное анкетирование и оценка среднесрочных результатов лечения пациентов подтвердило отсутствие специфических жалоб или их комбинаций. Многофакторный анализ, проводившийся на основании данных международных шкал (Harris для оценки

функционального состояния пациента, которому выполнялось тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, а также шкалы WOMAC и SF-36 для оценки психоэмоционального состояния), позволил составить суммарную картину среднесрочных результатов проведенного лечения. При этом усредненная оценка по оценочным шкалам показала различную степень достижения максимально возможного результата: Harris – 82, WOMAC-66, SF-36: PH- 48,672; MH- 57,036.

Проведенный сравнительный анализ ближайших и среднесрочных результатов лечения пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины с нарушением непрерывности тазового кольца с использованием 3 различных методик артропластики: 1 - установка и фиксация ацетабулярного компонента к костям таза винтами (не менее 4); 2 - дополнительно к вертлужному компоненту, фиксированному винтами, устанавливается реконструктивная пластина, соединяющая обе колонны таза; 3 - установка антипротрузионного кольца Бурх-Шнайдера с фиксацией его к костям таза винтами, позволил установить следующее. У пациентов после артропластики тазобедренного сустава с использованием трех вышеописанных методик на прослеженных этапах реабилитации (до 5 лет) значимой разницы функционального результата выявлено не было. Оценка ошибок и осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава, приводящих к нестабильности ацетабулярного компонента эндопротеза тазобедренного сустава и необходимости ревизионного вмешательства, у пациентов с последствиями сложного перелома вертлужной впадины с нарушением непрерывности тазового кольца выявила высокую степень зависимости функционального результата от выбора хирургом способа фиксации ацетабулярного компонента во время оперативного вмешательства.

На основе изученного материала и проведенных экспериментов нами определено, что хорошие и отличные результаты эндопротезирования были достигнуты при всех 3 типах артропластики. Однако по результатам конечно-элементного расчета определены силы, действующие на каждый из винтов, фиксирующих ацетабулярный компонент. По найденным силам выполнен расчет усталостной прочности винтов при нагрузке на срез для каждой конфигурации артропластики. В окрестности каждого из фиксирующих винтов рассмотрены субмодели, учитывающие профиль резьбы, для получения уточненного напряженно-деформированного состояния вблизи винта. В отдельных точках на кромке резьбы рассчитаны коэффициенты интенсивности напряжений КИН, обусловленные появлением малой трещины в спонгиозной кости в окрестности вершины профиля резьбы. По найденным КИН вычислены возможные скорости роста усталостной трещины в кости на кромке резьбы на основе формулы Париса [15]. В процессе шага винт, который проводится из ацетабулярного компонента в передне-нижний квадрант вертлужной впадины (рис. 1),

для пациентов групп 1 и 2, подвергается наибольшему растягивающим силам, именно этот винт следует признать наиболее слабым. Винты, установленные в верхние квадранты, на всех стадиях шага испытывают только сжимающие воздействия. Эти тенденции сохраняются во всех рассмотренных конфигурациях.

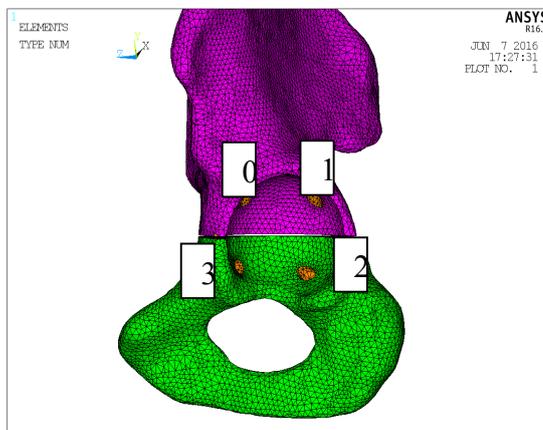


Рис. 1. Схема направления винтов, проводимых из ацетабулярного компонента в кости таза

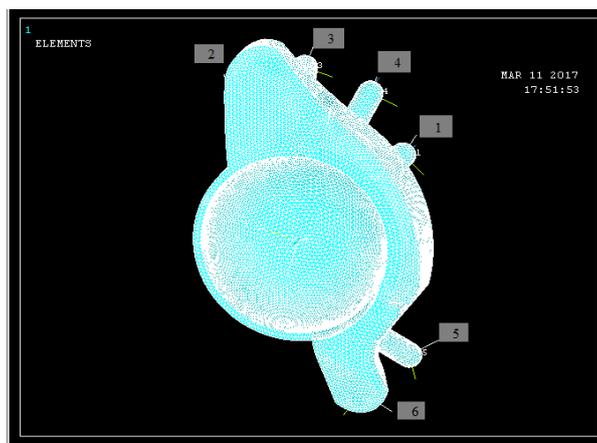


Рис. 2. Схема направления винтов, фиксирующих антипротрузионное кольцо Бурх-Шнайдера

Кольцо Бурх-Шнайдера фиксируется в вертлужной впадине с помощью шести спонгиозных винтов, расположенных так, как показано на рисунке 2. На практике в КБШ устанавливается вкладыш цементной фиксации. В силу того что КБШ имеет отверстия, цемент может обеспечивать дополнительную фиксацию самому кольцу (рис. 3). Крепление кольца к поверхности кости в ANSYS моделируется уравнениями связи AdjacentRegion.

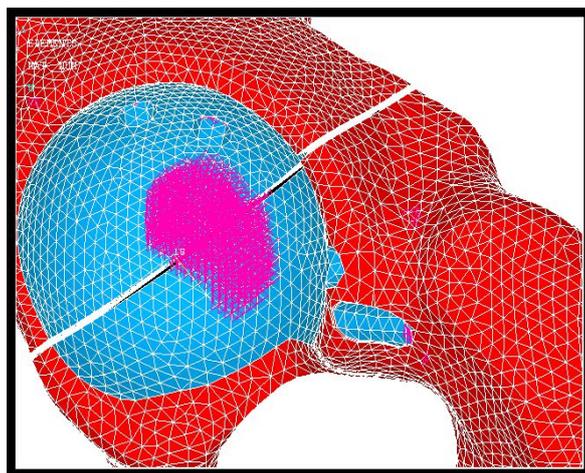


Рис. 3. Зона контакта цементной мантши КБШ и костей таза

В процессе шага винт 6 подвергается наибольшим растягивающим осевым нагрузкам и по этому формальному критерию должен быть признан наиболее опасным. Винты 1, 3, 4 на всех стадиях шага испытывают только сжимающие нагрузки (рис. 2). Длительная прочность винта 6 (имеет наибольшие растягивающие нагрузки) в конфигурации, рассмотренной в данной работе, формально обеспечивает число циклов, признанное достаточным для этапа первичной фиксации (9×10^5 при всех трех рассмотренных наборах параметров материала спонгиозной кости). Конфигурация с кольцом Бурх-Шнайдера является наиболее предпочтительной для создания первичной стабильности.

Заключение

В проведенном исследовании, основываясь на публикациях в современной литературе, полученных клинико-функциональных, рентгенологических и статистических данных, а также анализе ошибок и осложнений, повлекших за собой развитие неудовлетворительных результатов лечения, проведенном математическом эксперименте, нами был сформулирован алгоритм выбора конструкции при эндопротезировании пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины.

В основе разработанного нами алгоритма выбора лежит рентгенологическая оценка исходного повреждения вертлужной впадины. Для проведения данной оценки целесообразно выполнение рентгенографии травмированного тазобедренного сустава в 2 стандартных проекциях (прямая и аксиальная проекции), однако рентген-снимки поврежденного сустава не дают полного представления об объеме дефектов и степени смещения отломков, поэтому обязательным является выполнение спиральной компьютерной томографии. Компьютерная томография с 3D-реконструкцией костей таза позволяет максимально объективизировать степень повреждения и характер смещения отломков.

Анализ структуры контингента пациентов с последствиями сложных переломов

вертлужной впадины позволил выявить, что по гендерному распределению мужчины в исследуемом массиве преобладали (71%) над женщинами (29%). Средний возраст мужчин составил $45,7 \pm 12,1$ года (от 23 до 78 лет). Средний возраст женщин составил $47,3 \pm 14,2$ года (от 22 до 75 лет). При изучении социального статуса пациентов было установлено, что основная масса - это молодые, физически активные, трудоспособные люди в возрасте (до 50 лет) – 72%. Люди старших возрастных групп (до 78 лет) соответственно составили 28%. Полученные данные сопоставимы с общеевропейскими показателями, неоднократно отмечаемыми в отечественной и зарубежной литературе [16]. В группах исследуемых пациентов наибольшая продолжительность выполнения оперативного пособия зарегистрирована в 3-й группе, наименьшая – в группе 1. При анализе продолжительности операции в исследуемых группах статистически значимые различия выявлены в 3-й группе пациентов ($p= 0,00014$) по сравнению с остальными группами. При оценке длительности оперативного лечения пациентов молодой и возрастной групп статистически значимых различий не найдено.

На основании ретроспективных данных и их статистического анализа нами установлено, что наиболее оптимальным доступом при оперативном лечении пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины является задний доступ Кохера-Лангенбека к тазобедренному суставу, позволяющий хорошо визуализировать область вмешательства и осуществлять манипуляции, в связи с чем сокращается время операции. Продолжительность оперативного вмешательства при использовании заднего доступа короче, чем при использовании передне-наружного и комбинированного доступов ($p= 0,001$), в результате чего снижается кровопотеря. Так, наименьшая кровопотеря наблюдалась при использовании заднего доступа, в отличие от передне-наружного и комбинированного ($p= 0,004$). При клинико-рентгенологическом обследовании пациентов в послеоперационном периоде получены хорошие функциональные результаты.

По результатам математического расчета вариантом для создания первичной стабильности ацетабулярного компонента при тотальном эндопротезировании у пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины является способ артропластики с использованием антипротрузионного кольца Бурх-Шнайдера.

По нашему мнению, создание модульной системы (кольцо Бурх-Шнайдера + ацетабулярный компонент) при эндопротезировании тазобедренного сустава, у пациентов с исследуемой патологией, для создания первичной стабильности вертлужного компонента является предпочтительным направлением.

Разработанный алгоритм выбора способа оперативного лечения пациентов с последствиями сложных переломов вертлужной впадины позволяет определить

хирургическую тактику с минимальными материальными затратами на предоперационное обследование. Данный алгоритм позволяет улучшить функциональные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с исследуемой патологией.

Экономический фактор вместе с относительной простотой использования предложенного алгоритма позволяет рекомендовать его для практической работы травматологов-ортопедов.

Список литературы

1. Giannoudis P.V., Bireher M., Pohlemann T. Advances in pelvic and acetabulum surgery // *Injury*. - 2007. - № 38 (4). - С. 395-396.
2. Гудушаури Я.Г. Проблемные вопросы учения о политравме таза // *Технологии живых систем*. - 2016. - № 7. - С. 4-15.
3. Бесаев Г.М. Травматологические аспекты хирургической тактики лечения нестабильных повреждений таза в остром периоде травматической болезни / Г.М. Бесаев, В.Г. Багдасарьянц // *Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра СО РАМН*. – 2007. - № 4. – 30 с.
4. Halawi M.J. Pelvic ring injuries: Emergency assessment and management // *Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma*. – 2015. – 6 (4):252-258.
5. Kumar P., Sen R.K., Kumar V., Dadra A. Quality of life following total hip arthroplasty in patients with acetabular fractures, previously managed by open reduction and internal fixation // *Chinese Journal of Traumatology*. – 2016. – 19 (4):206-208.
6. Letournel E. Fractures of the acetabulum: a study of a series of 75 cases // *J. Orthop Trauma*. – 2006. - Jan; 20 (1 Suppl):S15-19.
7. Sen R.K. Posterior wall reconstruction using iliac crest strut graft in severely comminuted posterior acetabular wall fracture / R.K. Sen, S.K. Tripathy, S. Aggarwal, T. Tamuk // *Int. Orthop*. 2010. - Vol. 35, N 8. - P. 1223-1228.
8. Артюх В.А. Разработка усовершенствованных подходов к хирургическому лечению больных с переломами вертлужной впадины и их последствиями: автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 / [Место защиты: Воен.-мед. акад. им. С.М. Кирова]. – СПб., 2007. - 23 с.: ил. РГБ ОД, 9 07-5/417.
9. Xie S., Manda K., Wallace R.J. et al. Time Dependent Behaviour of Trabecular Bone at Multiple Load Levels // *Annals of Biomedical Engineering*. – 2017. – 45 (5):1219-1226.
10. Анкин Л.Н., Анкин Н.Л. Практика остеосинтеза и эндопротезирования. – Киев, 1994. - 272 с.
11. Тихилов Р.М. Руководство по хирургии тазобедренного сустава / Р.М. Тихилов, И.И.

Шубняков. - СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2015. - Т. II. – 85 с.

12. Morison Z., Moojen D.J.F., Nauth A. et al. Total Hip Arthroplasty After Acetabular Fracture Is Associated With Lower Survivorship and More Complications // *Clinical Orthopaedics and Related Research*. – 2016. – 474 (2):392-398.

13. Shin J.K. Analysis of Predictors of Results after Surgical Treatment of Acetabular Fractures / J.K. Shin, S.J. An, T.S. Go et al. // *The Korean Hip Society (KAMJE)*. – 2015. – 27 (2):104.

14. Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава при последствиях переломов вертлужной впадины: дис. ... канд. мед. наук: 14.01.15 / [Место защиты: ГУН «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии»]. – СПб., 2011. - 116 с.: ил.

15. Arola D., Bajaj D., Ivancik J. et al. Fatigue of Biomaterials: Hard Tissues // *Int J Fat*. – 2010. – 32 (9):1400–1412.

16. Anizar-Faizi A. Outcome of Surgical Treatment for Displaced Acetabular Fractures // *Malays Orthop J*. – 2014. - Nov; 8(3): 1–6.