

УДК 616-01/-099:[617-089.844/.872+666.32/.36]

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КРЕМНИЙСОДЕРЖАЩИХ КОМПОНЕНТОВ. КЛИНИКО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Шеститко Е.Ю., Шувалов С.А., Федорина Т.А., Шувалова Т.В.

*ФГБОУ ВО Самарский государственный медицинский университет Минздрава России, Самара,
e-mail: shestitko2000@gmail.com*

Тазобедренный сустав (ТБС) является одной из самых важных структур опорно-двигательного аппарата человека. С течением жизни факторы защиты изнашиваются, приводя к нарушению функционирования ТБС и образованию деструктивных необратимых изменений в нём. Для восстановления функции нижней конечности применяют эндопротезирование тазобедренного сустава. Решающим фактором срока службы эндопротеза является материал, из которого данный протез изготовлен. Комбинация различных материалов позволяет увеличить срок эксплуатации и снизить риск возникновения осложнений в послеоперационном периоде. Проведённый обзор литературы и собственные исследования по изучению эффективности эндопротезирования тазобедренного сустава (ЭТБС) в зависимости от возраста пациентов, нозологии, сопутствующих заболеваний, и самое главное материала, использованного при изготовлении оперативных конструкций, помогли определиться в частоте остеоартрозов ревматоидной этиологии, остеопороза, опухолей костей. Сопутствующие заболевания, требующие гормональной терапии, провоцируют не только разражение костной ткани, но и оказывают неблагоприятное воздействие на суставно-связочный аппарат тазобедренного сустава (ТБС), вызывая последовательную дезорганизацию соединительной ткани. Механические свойства эндопротеза улучшаются с применением кремнийсодержащих составляющих – керамики 4-го поколения Bioloх-Delta в паре с кросслинк-полиэтиленом, минимально повреждая окружающие ткани ТБС.

Ключевые слова: эндопротезирование, кремнийсодержащие компоненты, тазобедренный сустав, кросслинк-полиэтилен, клинико-морфологические особенности

THE EFFECTIVENESS OF HIP REPLACEMENT WITH THE USE OF SILICON-CONTAINING COMPONENTS. CLINICAL AND MORPHOLOGICAL ASPECTS

Shestitko E.Yu., Shuvalov S.A., Fedorina T.A., Shuvalova T.V.

*Samara State Medical University of the Ministry of Health of Russia, Samara,
e-mail: shestitko2000@gmail.com*

The hip joint (HJ) is one of the most important structures of the human musculoskeletal system. Over the course of life, the protection factors wear out, leading to disruption of the functioning of the HJ and the formation of destructive irreversible changes in it. Hip replacement is used to restore the function of the lower limb. The decisive factor in the service life of the endoprosthesis is the material from which this prosthesis is made. The combination of different materials makes it possible to increase the service life and reduce the risk of complications in the postoperative period. A review of the literature and our own research on the effectiveness of hip replacement (EHR) depending on the age of patients, nosology, concomitant diseases, and most importantly, the material used in the manufacture of surgical structures, helped determine the frequency of osteoarthritis of rheumatoid etiology, osteoporosis, bone tumors. Concomitant diseases requiring hormonal therapy provoke not only bone tissue discharge, but also have an adverse effect on the articular-ligamentous apparatus of the hip joint, causing consistent disorganization of connective tissue. The mechanical properties of the endoprosthesis are improved with the use of silicon-containing components – ceramics of the 4th generation Bioloх-Delta paired with crosslink polyethylene, minimally damaging the surrounding tissues of the HJ.

Keywords: endoprosthesis, silicon-containing components, hip joint, crosslink-polyethylene, clinical and morphological features

Тазобедренный сустав (ТБС) является одной из самых важных структур опорно-двигательного аппарата человека, играющей решающую роль в его передвижении. Несмотря на наличие богатого связочного аппарата и толстого суставного хряща, с течением жизни факторы защиты изнашиваются, приводя к нарушению функционирования ТБС и образованию деструктивных необратимых изменений в нём. Для сохранения жизни пациентов, повышения её качества, а также восстановления функции нижней конечности в хирургической прак-

тике применяют эндопротезирование тазобедренного сустава. Данный метод имеет большое количество преимуществ: восстановление движений в области проведения эндопротезирования, активизация пациента за счёт допускаемой ранней нагрузки на конечность, возможность сохранить орган в результате хирургической операции [1].

При этом успешность операции и срок функционирования эндопротеза зависит от следующих факторов: возраста, иммунного статуса, физической активности пациента, применения рациональной опе-

ративной техники. Нельзя не учитывать необходимость адекватного длительного реабилитационного лечения в послеоперационном периоде [2].

Немаловажным в эффективности ЭТБС является наличие сопутствующих заболеваний, изменяющих состояние костных, хрящевых и прилегающих к суставу мягких тканей (ревматоидная этиология, остеопороз, сахарный диабет, фоновая гормональная терапия и др.) [3].

Решающим фактором срока службы эндопротеза является материал, из которого данный протез изготовлен. Комбинация различных материалов позволяет увеличить срок эксплуатации и снизить риск возникновения осложнений в послеоперационном периоде [4].

Самой частой причиной повторного вмешательства в протезированный сустав является асептическая нестабильность его компонентов. Выбор оптимальной пары трения при изготовлении эндопротеза позволяет минимизировать факторы, вызывающие развитие асептической нестабильности, и увеличить его срок службы [5].

Данная статья направлена на обзор материалов, используемых при эндопротезировании ТБС (ЭТБС), их преимуществ и недостатков.

Проводилась оценка эффективности реабилитации после проведения хирургического вмешательства с целью эндопротезирования тазобедренного сустава в разных возрастных группах по восстановлению объема движения больных после операции. Основными причинами эндопротезирования в молодом возрасте (17 – 30 лет) были врожденный вывих бедра, ревматоидная патология, асептический некроз, миастения. Вторая возрастная группа больных от 31 до 40 лет по численности больше предыдущей: распределение по нозологии было следующим: преобладал коксартроз и травмы, затем следовал врожденный вывих бедра, ревматоидная патология, болезнь Пертеса, асептический некроз и опухоль. В третьей возрастной группе от 41 до 50 основными причинами эндопротезирования тазобедренных суставов стали посттравматические изменения, ревматоидная патология, асептический некроз, коксартроз, врожденный вывих бедра, болезнь Пертеса, полиомиелит, защемление седалищного нерва. Пациенты возрастной группы 51–60 летнего возраста преобладали среди прооперированных с целью эндопротезирования. Причинами выполнения названной операции был коксартроз, травмы, ревматоидная патология, асептический некроз, врожденный вывих бедра. В воз-

растной группе от 61 до 70 лет операция эндопротезирования была показанием у пациентов с коксартрозом различной этиологии, с травмами, в том числе переломом шейки бедра, с ревматоидной патологией, с асептическим некрозом, с болезнью Пертеса.

1. Металл-полиэтилен. Наиболее часто применяемой парой трения в ЭТБС до середины 90-х годов являлся металл-полиэтилен. За годы практики протезирования были использованы сплавы различных металлов, такие как нержавеющая сталь, сплавы титана и кобальт-хромовые сплавы. Структура головок Co-Cr-Mo сплава представлена кобальтовой матрицей с примесью молибдена и хрома. Данная комбинация металлов обуславливает прочность и антикоррозионные свойства материалов. Головки металлических эндопротезов подвергаются физической обработке (нагревание, отжиг, обработка давлением, термоводородная обработка), что дополнительно увеличивает прочность материалов. Несмотря на высокую прочность и устойчивость к коррозии, в клинической практике наблюдается ряд осложнений при использовании пары трения металл-полиэтилен, ранее отмеченных в паре трения металл-металл.

Существует гипотеза, связанная с применением головок сплава Co-Cr-Mo и ножек из сплава Co-Cr или сплава Ti, которые являются причиной дебриса в точке контакта конической шейки с головкой протеза, что ранее наблюдалось в паре металл-металл. Отмечается выраженная местная реакция мягких тканей, за счет износа компонентов и образования дебриса (мусора) в узле трения [6]. Принимая во внимание данное осложнение, следует более избирательно относиться к применению пары трения металл-полиэтилен.

2. Керамика-полиэтилен. Под термином «керамика» в эндопротезировании подразумевается любой материал, не являющийся металлом или полимером. В ЭТБС керамика применяется благодаря своим качествам – жесткости, смачиваемости и биологической инертности. Изначально керамика позиционировалась как хрупкий и непрактичный *in vivo* материал [6]. Керамика современного поколения проходит химическую обработку для укрепления её механических свойств. Наиболее часто используемая алюминиевая керамика (Al_2O_3) имеет гексагональную структуру.

Последнее поколение керамики – Biolox-Forte (CeramTec, Ploching, Germany) [7]. Существующая структура полного окисления в данном сплаве даёт прочность и твердость материала, малый износ, био-

логическую инертность. Данные свойства керамики делают её материалом выбора при эндопротезировании тазобедренного сустава. Но имеется также и отрицательный момент – это низкий порог прочности, склонность к переломам головки.

Керамика Biolox-Delta (CeramTec, Ploching, Germany) является алюминиевым сплавом с примесью атомов циркония, иттрия, и других окисей, таких как стронций и хром, что придаёт материалу специфический розовый цвет. Равномерное распределение иттрия по всей поверхности керамики способствует увеличению механической прочности эндопротеза. Применение керамики в ЭТБС обеспечило статистически значимое снижение частоты образования сером в области операционного вмешательства на 10,7%, относительно пациентов, прооперированных с использованием металлических материалов, что улучшало исходы выполненных операций эндопротезирования у пациентов [8].

Несмотря на имеющиеся преимущества керамических материалов, у эндопротезов присутствует риск перелома головок. Переломы керамики хорошо описаны в литературе, где в 13% наблюдается перелом головки керамики первого поколения. Изменение качественного состава материалов, входящих в состав эндопротеза, позволило добиться его укрепления. Улучшения прочностных свойств добились уменьшением частиц оксидов, тем самым увеличилась плотность, что в конечном итоге уменьшило риск перелома керамических головок.

В настоящее время широкое распространение получила керамика 4-го поколения. В паре трения «керамика-полиэтилен», по данным компании Ceramtec, при использовании керамики 3-го поколения Biolox-Forte, на 100000 эндопротезов наблюдался 21 клинический случай перелома головок; износ полиэтиленового вкладыша был зафиксирован в 38 случаях. Аналогичное исследование проводилось в отношении керамики 4-го поколения Biolox-Delta: на 100000 случаев эндопротезирования в послеоперационном периоде были получены данные об одном случае перелома керамической головки и 26 случаях износа полиэтиленового вкладыша соответственно. Использование пары трения «керамика-керамика» (материал Biolox-Delta) позволяет значительно уменьшить риск перелома головки эндопротеза.

Использование пары трения «керамика-полиэтилен» с кросслинк-полиэтиленом позволило добиться отсутствия клинических случаев перелома.

3. Кросслинк-полиэтилен. Данный материал получил широкое распространение в эндопротезировании тазобедренного сустава с 60-х годов XX века. Сверхвысокомолекулярный полиэтилен высокой плотности (СВМПЭ) является модификацией термопластичного полиэтилена, изначально использовавшегося в эндопротезировании суставов широкого спектра. Данный полимер, используемый в паре трения, отличается от имеющихся материалов высокой механической прочностью, ударной вязкостью и низким коэффициентом трения. Кросслинк-полиэтилен позволяет создать высокопрочные оперативные конструкции, выдерживающие более высокую нагрузку.

Материал производят путём стерилизации полимера этилена гамма-облучением 5-10 мРад [9]. В результате образуются молекулы с числом последовательно расположенных звеньев не менее 36000, а также свободные радикалы, создающие ковалентные связи между собой. В эндопротезе из данных материалов свободные радикалы крайне редко связываются с кислородом, растворённым в биологических жидкостях окружающих тканей, вследствие чего редко подвергаются биологическому окислению. Показатель окислительных процессов *in vivo* значительно ниже, чем *in vitro*. Основная причина ревизионного вмешательства после эндопротезирования тазобедренного сустава обнаруживается после изучения статистических и качественных различий материала имплантов.

Исследования износа *in vivo* показали, что увеличение уровня изнашивания приводит к остеолиту с исходящими последствиями. Исследование факторов износа позволило выявить закономерность – к остеолиту прилегающих к эндопротезу тканей приводит увеличение уровня объёмного износа на конструкцию. Данная взаимосвязь зависит от числа, размера и формы молекул кросслинк-полиэтилена. При изнашивании эндопротеза частицы заполняют перипротезное пространство в зоне остеолита. Это указывает на отдачу предпочтения материалу, обладающим более высокой механической прочностью, поскольку в данном случае продуцируется оптимальное количество биологически активных частиц изнашивания. Поперечно-связанный кросслинк-полиэтилен позволяет уменьшить степень износа эндопротеза [10].

В 2019 году опубликована статья, в которой были обозначены результаты использования пары трения «керамика – кросслинк-полиэтилен» [11]. Эндопротез был изготовлен с применением керамики по-

следнего поколения Biolox-Delta в паре с кросслинк-полиэтиленом. Показатели скорости износа 0,006 мм/год являются одними из самых низких значений, зафиксированных в клинической практике.

Полученные данные указывают на увеличение выживаемости эндопротезов, изготовленных из кросслинк-полиэтилена. Малая распространённость и сравнительно недолгий срок использования в ЭТБС керамики Biolox-Delta с кросслинк-полиэтиленом, ограничивают проведённое исследование, но позволяют предположить о сроке службы эндопротеза до 30 лет [11].

Проведенный обзор литературы по клиническим, морфологическим функциональным показателям эффективности эндопротезирования тазобедренного сустава, привел к мысли о необходимости анализа материала, используемого при изготовлении составляющих частей эндопротеза. На данном этапе развития научных исследований, нельзя не согласиться с авторами, сторонниками использования кремнийсодержащих составляющих – керамики последнего поколения Biolox-Delta в паре с кросслинк-полиэтиленом, значительно увеличивающих «выживаемость» эндопротезов, в том числе за счет остеинтеграции.

Эндопротезирование тазобедренного сустава применяется в хирургической практике для сохранения жизни пациентов, повышения её качества, а также восстановления функции нижней конечности. Фактором, определяющим срок службы эндопротеза и частоту возникновения послеоперационных осложнений в анамнезе, является применённый при его изготовлении материал. Наиболее часто применяемой парой трения в ЭТБС до середины 90-х годов являлся металл-полиэтилен. Комбинация металлов в парах трения «металл-металл» характеризовала себя как методика, формирующая значительное количество осложнений в послеоперационном периоде.

Керамика Biolox-Delta является алюминиевым сплавом с примесью металлов, придающих ей уникальные механические свойства. Использование пары трения «керамика-полиэтилен» позволило снизить риск ревизионного вмешательства и уменьшить частоту образования сером в области эндопротеза на 10,7% при сохранении его механической прочности.

На данный момент наиболее оптимальным материалом, применяемым для пары трения эндопротеза, является кросслинк-полиэтилен. Использование данного компонента в комбинации с керамикой последнего поколения Biolox-Delta в паре при проведении ЭТБС позволило снизить

показатель износа, частоту возникновения осложнений и, следственно, необходимость ревизионного вмешательства в область тазобедренного сустава. Зафиксированный показатель износа пары трения «керамика – кросслинк-полиэтилен» является одним из самых низких, зафиксированных в клинической практике.

Список литературы

1. Михайлов И.М., Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Денисов А.А., Григорьев П.В. Долгосрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава у пациентов с опухолевым поражением проксимального отдела бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2020. Т. 26. № 1. С. 11-20.
2. Шувалова Т.В., Шувалов С.А. Сравнительная ангиография у пациентов после эндопротезирования тазобедренных суставов в разные периоды реабилитационного лечения // Достижения современной морфологии – практической медицине и образованию: сборник научных статей по материалам Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 85-летию Курского государственного медицинского университета, 120-летию со дня рождения профессора К. С. Богоявленского, 100-летию со дня рождения профессора Д.А. Сигалевича, 100-летию со дня рождения профессора З. Н. Горбачевича. Курск: Издательство КГМУ, 2020. 651с.
3. Шувалов С.А., Шувалова В.С. Гистоморфометрическое исследование костной ткани у эндопротезированных больных с патологией тазобедренного сустава: сборник материалов Всероссийской итоговой 79-й студенческой научной конференции им. Н.И. Пирогова (Томск, 20–22 апреля 2020 г.). Томск: Издательство СибГМУ, 2020. 510 с.
4. Heisel C., Silva M., Schmalzried T.P. Bearing surface options for total hip replacement in young patients. Instr. Course Lect. Hip. 2007. P. 103-119.
5. Pachore J.A., Vaidya S.V., Thakkar C.J., Bhalodia H.K., Wakankar H.M. ISHKS joint registry: a preliminary report. Indian Journal of Orthopaedics. 2015. No.47. P. 50-59.
6. Cooper H.J., Della Valle C.J., Berger R.A., Tetreault M., Paprosky W.G., Sporer S.M. et al. Corrosion at the head-neck-taper as a cause for adverse local tissue reactions after total hip arthroplasty. The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume. 2012. Vol. 94. P. 1655-1661.
7. Hannouche D., Hamadouche M., Nizard R., Bizot P., Meunier A., Sedel L. Ceramics in total hip replacement. Clinical Orthopaedics and Related Research. 2015. No. 430. P. 62-71.
8. Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Григорьев П.В., Михайлов И.М., Засульский Ф.Ю. Результаты малоинвазивного хирургического лечения пациентов с угрозой патологического перелома на фоне метастатического поражения проксимального отдела бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2016. Т. 22. № 3. С. 54-64.
9. Тихилов Р.М., Пташников Д.А., Засульский Ф.Ю., Михайлов И.М., Григорьев П.В., Плиев Д.Г. Ближайшие и среднесрочные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава при опухолях проксимального отдела бедренной кости // Травматология и ортопедия России. 2014. № 2 (72). С. 14-21.
10. Sato T., Nakashima Y., Akiyama M., Yamamoto T., Mawatari T., Itokawa T. Wear resistant performance of highly cross-linked and annealed ultra-high molecular weight polyethylene against ceramic heads in total hip arthroplasty. Journal of Orthopaedic Research: Official Publication of the Orthopaedic Research Society. 2017. No. 30. P. 2031–2037.
11. Meftah M., Ebrahimpour P.B., He C., Ranawat A.S., Ranawat C.S. Preliminary clinical and radiographic results of large ceramic heads on highly cross-linked polyethylene. Orthopedics 2019. No. 34. P. 133-141.