

ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЕ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РОБОТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Пиманчев О.В.*¹, Ряполов Ю.В.¹,
Небелас Р.П.¹, Попов Н.В.¹,
Савотченко К.А.²

DOI: 10.25881/20728255_2022_17_2_125

¹ ФГБУ «Национальный медико-хирургический Центр им. Н.И. Пирогова», Москва

² ФГБУ ДПО «ЦГМА» УДП РФ, Москва

Резюме. Самым эффективным методом хирургического лечения дегенеративно-дистрофических заболеваний тазобедренного сустава в терминальной стадии является эндопротезирование. Однако положительные результаты данной операции и сроки службы эндопротеза зависят от правильного позиционирования его компонентов. Разработаны и активно внедряются в клиническую практику роботические системы, позволяющие заранее планировать положение и осуществить точную установку компонентов эндопротеза. На клиническом примере лечения пациента с коксартрозом мы показали применение роботической системы при эндопротезировании.

Ключевые слова: эндопротезирование тазобедренного сустава, лечение коксартроза, роботоассистированные операции, роботическая хирургия, клинический случай.

OUR EXPERIENCE IN HIP ARTHROPLASTY USING A ROBOTIC SYSTEM

Pimanchev O.V.*¹, Ryapolov Y.V.¹, Nebelas R.P.¹, Popov N.V.¹, Satovchenko K.A.²

¹ Pirogov National Medical and Surgical Center, Moscow

² Central State Medical Academy Administration of the President of the Russian Federation, Moscow

Abstract. The most effective method of surgical treatment of degenerative-dystrophic diseases of the hip joint in the terminal stages is arthroplasty. However, the positive results of this operation and the service life of the endoprosthesis depend on the correct positioning of its components. Robotic systems have been developed and are being actively introduced into clinical practice, allowing for pre-planning the position and precise installation of endoprosthesis components. On a clinical example of the treatment of a patient with coxarthrosis, we have shown the use of a robotic system in arthroplasty.

Keywords: Hip arthroplasty, treatment of coxarthrosis, robotic-assisted operations, robotic surgery, clinical case.

Введение

Эндопротезирование тазобедренного сустава в течение многих лет является эффективной операцией при лечении пациентов с терминальной стадией коксартроза [1]. Однако такие факторы, как особенности анатомии, хирургическая техника и дизайн имплантата, могут повлиять на результаты оперативного лечения в раннем и позднем послеоперационном периодах [2–4]. Одним из наиболее важных условий, влияющим на успех операции, является правильное позиционирование компонентов эндопротеза [5].

Неправильное позиционирование и выбор размеров имплантатов во время операции ведут к повышению риска послеоперационных осложнений, таких как: вывих эндопротеза, преждевременный износ вкладыша и асептическое расшатывание компонентов эндопротеза, а также к ограничению объема движений в суставе и разной длине конечностей [6; 7].

Левинек с соавт. в своей работе определили «безопасную зону» расположения вертлужного компонента, которая соответствует инклинации $40^\circ \pm 10^\circ$ и антеверсии $15^\circ \pm 10^\circ$ [8].

Однако в клинической практике часто встречаются отклонения от «безопасной зоны» примерно в 59–78% случаев при мануальном ТЭТБС [9; 10].

Такая частота отклонения стала причиной поиска различных методик позиционирования компонентов эндопротезов, разработки навигационных и роботизированных систем.

Навигационные системы предоставляют только анатомические данные конкретного пациента с рекомендациями по резекции кости и оптимальному расположению имплантата [11].

Роботизированная система использует компьютерное программное обеспечение для преобразования анатомической информации в виртуальную трехмерную (3D) модель таза конкретного пациента, которую оперирующий хирург использует для расчета и планирования оптимального расположения компонентов эндопротеза.

Интраоперационно роботизированная система помогает реализовать предоперационный план. Расширение и воздействие на вертлужную впадину контролируются тактильной границей [12].

Разные авторы в своих работах приходят к схожим выводам, что применение роботизированной системы при эндопротезировании тазобедренного сустава обеспечивает более высокую точность позиционирования вертлужного компонента, контроля длины ног и офсета бедра [13] и связано с уменьшением числа осложнений и улучшением качества жизни пациентов [14].

Целью данной работы было описание особенностей предоперационного планирования, интраоперационного применения роботизированной системы на клиническом примере.

Особенности операции с использованием роботизированной системы

Устройство системы

Использованная нами роботизированная система состоит из 3 модулей (Рис. 1): стойка камеры компьютерной навигации с экраном хирурга, роботического манипулятора с силовой установкой и стойки ассистента-оператора. Роботический манипулятор укрывается стерильным укрывным материалом, чтобы хирург мог взаимодействовать с ним во время операции.

* e-mail: pimanchev@mail.ru



Рис. 1. Устройство роботической системы: 1 — стойка камеры компьютерной навигации с экраном хирурга, 2 — роботический манипулятор с силовой установкой, 3 — стойка ассистента-оператора.



Рис. 2. Установка антенны навигационной системы в крыло подвздошной кости.

Камера позволяет системе идентифицировать расположение установленных на пациенте и манипуляторе антенн в пространстве.

Стойка ассистента используется для переключения между роботическими этапами операции, интраоперационной коррекции положения компонентов эндопротеза, а так же оценки планируемых, ожидаемых и полученных результатов.

Предоперационная подготовка

Пациенту выполняется компьютерная томография таза для построения цифровой трехмерной модели в программном обеспечении роботизированной системы. На виртуальной модели хирург выбирает оптимальный размер компонентов эндопротеза для восстановления длины оперируемой конечности и оффсета тазобедренного сустава.

Хирургический этап

Пациент располагается на операционном столе так же, как и при мануальной методике операции, с фиксацией таза двумя упорами, сгибанием контралатеральной нижней конечности в коленном суставе до 90°, в соответствии с предпочтениями хирурга.

Роботический манипулятор всегда располагается со стороны живота пациента. Перед обработкой операционного поля, в области нижнего полюса надколенника приклеивается электрод ЭКГ, для создания легко воспроизводимой референсной точки.

После обработки операционного поля устанавливается антенна в крыло подвздошной кости, которая позволяет точно позиционировать пациента в программном обеспечении роботической системы (Рис. 2).

После выполнения доступа устанавливается два контрольных указателя (check-point) до выполнения вывиха бедренной кости. Первый контрольный указатель устанавливается на крыше вертлужной впадины в положении 12 часов условного циферблата и необходим для подтверждения точности регистрации перед риммированием вертлужной впадины и импакцией чаши эндопротеза. Второй контрольный указатель устанавливается в области большого вертела бедренной кости и используется для оценки относительной длины конечности и оффсета во время примерки компонентов и после окончательной установки имплантатов.

Выполняется хирургический доступ, регистрация исходных данных оперируемой конечности. Для этого датчик располагается поочередно в контрольном указателе в области большого вертела и стационарной метки в области надколенника (в нашем случае — заранее прикрепленного ЭКГ-электрода). Таким образом, система «видит» исходное положение бедренной кости в пространстве.

Выполняется «классический» опил шейки бедренной кости, головка удаляется из операционной раны. Затем удаляются мягкие ткани в области вертлужной впадины.

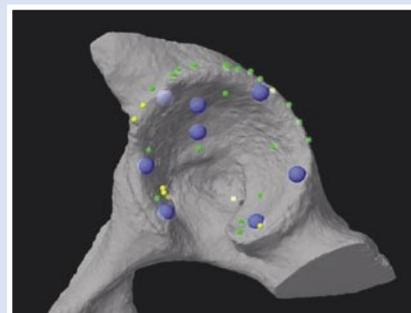


Рис. 3. Регистрация вертлужной впадины.

При помощи остроконечного датчика выполняется регистрация вертлужной впадины для точного совмещения её позиции в пространстве с КТ-картиной. Хирург прокалывает хрящ до субхондральной кости (Рис. 3).

После успешной регистрации вертлужной впадины её можно риммировать, используя циркулярную фрезу того же размера, что и запланированный вертлужный компонент. При значительном смещении центра ротации чаши от нативного, рекомендовано использование разверток двух размеров: меньшего — для первичной подготовки кости, окончательного — для придания вертлужной впадине формы гемисферы. Учитывая анатомические особенности пациента, интраоперационная корректировка размера чаши также допустима. При обработке вертлужной впадины роботическая система взаимодействует с хирургом с использованием тактильных, звуковых и визуальных сигналов.



Рис. 4. Обработка вертлужной впадины при помощи роботической системы.



Рис. 5. Позиционирование вертлужного компонента роботической системой.

На экране хирург контролирует объем резекции кости и углы направления развертки в плоскостях. Тактильно хирург ощущает «сопротивление» при попытке выйти за пределы области резекции, что предотвращает избыточный объем резекции кости (Рис. 4).

Вертлужный компонент фиксируется к роботическому манипулятору и заводится в рану. Роботическая система блокирует импактор в положении антеверсии и инклинации компонента, заданного при предоперационном планировании. При импакции чаши эндопротеза система позволяет хирургу контролировать глубину введения в мм (Рис. 5).

Подготовка бедренной кости производится аналогично мануальной методике.

При примерке и окончательной имплантации с использованием роботизированной системы хирург, регистрируя точки в области надколенника и большого вертела, может оценить изменение офсета и длины оперируемой конечности в сравнении с контралатеральной стороной и исходными данными до операции.

Пациент Е., 43 года. Госпитализирован в отделение травматологии и ортопедии ФГБУ НМХЦ им. Н.И. Пирогова с диагнозом: правосторонний коксартроз 4 ст, асептический некроз головки правой бедренной кости.

Пациенту выполнено КТ-исследование. При помощи программного обеспечения роботизированной системы создана трехмерная модель костных структур таза с тазобедренными суставами. Проведена антропометрическая оценка: укорочение оперируемой конечности составило 8 мм, уменьшение комбинированного офсета правой бедренной кости — 2 мм

по сравнению с противоположной стороной (Рис. 6).

Хирургом осуществлено позиционирование виртуальных моделей компонентов эндопротеза на плане. Размер и ориентация вертлужного компонента были основаны на форме исходной вертлужной впадины пациента (Рис. 7). Точное расположение компонентов может быть достигнуто при использовании КТ срезов.

Размер бедренного компонента определен исходя из ширины интрамедуллярного канала бедренной кости.

Расширенная регулировка может быть произведена путем выбора правильного размера головки и/или использования латерализованной ножки.

На рисунке №8 изображен планируемый результат операции: разность длин конечностей 0 мм, увеличение офсета на стороне операции на 2 мм.

Мы использовали экспресс-режим при эндопротезировании тазобедренного сустава. Его отличия от расширенного режима являются отсутствие регистрации бедренной кости и, соответственно, невозможность коррекции версии шейки бедренного компонента и контроля комбинированной версии.

Оперативное лечение проведено в соответствии с планом, в результате операции достигнут ожидаемый результат. При оценке с использованием роботизированной системы длина оперируемой конечности была на 1 мм короче в сравнении с контралатеральной конечностью, офсет на стороне операции увеличился на 3 мм (Рис. 9).

В послеоперационном периоде проводились лечебные, реабилитационные мероприятия, направленные на раннюю активацию пациента, заживление раны.

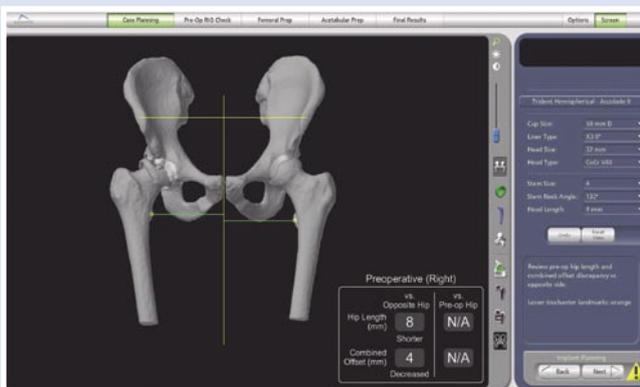


Рис. 6. Трехмерная модель костных структур таза с тазобедренными суставами. Определение разницы длины конечности и офсета.



Рис. 7. Планирование расположения вертлужного компонента. Показано смещение между центром ротации вертлужного компонента (зеленый цвет) и исходным центром ротации вертлужной впадины (фиолетовый цвет).



Рис. 8. Планируемый результат операции.



Рис. 9. Полученный послеоперационный результат.



Рис. 10. Контрольная рентгенограмма после операции.

После операции выполнена рентгенограмма таза. При сравнении контрольной рентгенограммы с моделированной рентгенограммой предоперационного планирования из роботизированной системы наблюдается высокое сходство. Угол инкликации вертлужного компонента на плане составляет 40°, на контрольной рентгенограмме 40° (Рис. 10).

Дальнейшее наблюдение за пациентами продолжается.

Заключение

Использование роботизированной системы при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава призвано повысить точность позиционирования компонентов эндопротеза, улучшить результаты оперативного лечения, снизить количество осложнений и ревизионных вмешательств.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов (The authors declare no conflict of interest).

ЛИТЕРАТУРА/REFERENCES

1. Knight SR, Aujla R, Biswas SP. Total Hip Arthroplasty — over 100 years of operative history. *Orthop Rev (Pavia)*. 2011; 3(2): e16.
2. Cherian JJ, Jauregui JJ, Banerjee S, Pierce T, Mont MA. What Host Factors Affect Aseptic Loosening After THA and TKA? *Clin Orthop Relat Res*. 2015; 473(8): 2700-9.
3. Hug KT, Watters TS, Vail TP, Bolognesi MP. The withdrawn ASR THA and hip resurfacing systems: how have our patients fared over 1 to 6 years? *Clin Orthop Relat Res*. 2013; 471(2): 430-8.
4. Janssen L, Wijnands KAP, Janssen D, Janssen M, Morrenhof JW. Do Stem Design and Surgical Approach Influence Early Aseptic Loosening in Cementless THA? *Clin Orthop Relat Res*. 2018; 476(6): 1212-20.
5. Callanan MC, Jarrett B, Bragdon CR, Zurakowski D, Rubash HE, Freiberg AA, et al. The John Charnley Award: risk factors for cup malpositioning: quality improvement through a joint registry at a tertiary hospital. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469(2): 319-29.
6. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*. 1978; 60(2): 217-20.
7. Widmer KH, Zurfluh B. Compliant positioning of total hip components for optimal range of motion. *J Orthop Res*. 2004; 22(4): 815-21.
8. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*. 1978; 60(2): 217-20.
9. Steppacher SD, Kowal JH, Murphy SB. Improving cup positioning using a mechanical navigation instrument. *Clin Orthop Relat Res*. 2011; 469(2): 423-8.
10. Saxler G, Marx A, Vandevelde D, Langlotz U, Tannast M, Wiese M, et al. Cup placement in hip replacement surgery -- A comparison of free-hand and computer assisted cup placement in total hip arthroplasty -- a multi-center study. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 2004; 142(3): 286-91.
11. Parratte S, Argenson JN, Flecher X, Aubaniac JM. Computer-assisted surgery for acetabular cup positioning in total hip arthroplasty: comparative prospective randomized study. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2007; 93(3): 238-46.
12. El Bitar YF, Jackson TJ, Lindner D, Botser IB, Stake CE, Domb BG. Predictive value of robotic-assisted total hip arthroplasty. *Orthopedics*. 2015; 38(1): e31-7.
13. Elson L, Douchis J, Illgen R, et al. Precision of acetabular cup placement in robotic integrated total hip arthroplasty. *Hip Int*. 2015; 25: 531-6.
14. Jacofsky DJ, Allen M. Robotics in Arthroplasty: A Comprehensive Review. *J Arthroplasty*. 2016; 31: 2353-63.