

616.72-089.843

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРИ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА В ОРТОПЕДИЧЕСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ГВКГ ИМ. Н.Н. БУРДЕНКО МО РФ

Е. В. КРЮКОВ, Л. К. БРИЖАНЬ, Б. П. БУРЯЧЕНКО, Д. И. ВАРФОЛОМЕЕВ

ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, Москва

Информация об авторах:

Крюков Евгений Владимирович – проф., д.м.н., начальник ФГКУ «Главный военный клинический госпиталь им. Н.Н. Бурденко» Минобороны России, e-mail: evgeniy.md@mail.ru

Брижань Леонид Карлович – проф., д.м.н., начальник Центра травматологии и ортопедии, e-mail: brizhan.leonid@mail.ru

Буряченко Борис Павлович – к.м.н., заведующий ортопедическим отделением, e-mail: karelia1965@mail.ru

Варфоломеев Денис Игоревич – врач травматолог-ортопед ортопедического отделения, e-mail: d.i.burdenko@yandex.ru

Предоперационное планирование является важным этапом при эндопротезировании тазобедренного сустава. В настоящее время появились различные компьютерные программы для выполнения цифрового планирования. Для оценки результатов цифрового предоперационного планирования с использованием программы MediCAD в центре травматологии и ортопедии в период с 25.10.2016г. по 20.04.2017г. было выполнено 126 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с применением данного программного обеспечения. Совпадение результатов планирования вертлужного компонента, бедренного компонента, размеров головки и результатов операции отмечалось в 83, 72 и 56% случаев соответственно. Полученные результаты подтвердили, что использование цифрового предоперационного планирования позволяет с высокой точностью прогнозировать размеры компонентов эндопротеза тазобедренного сустава, а также другие параметры, необходимые при установке имплантатов.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава; предоперационное планирование; цифровое планирование; MediCAD.

Неудачное планирование – это планирование неудачи.

Актуальность

Современная травматология и ортопедия, развиваясь на стыке разных специальностей, в последние десятилетия превратилась в одну из самых высокотехнологичных областей медицины. Сегодня все больше используются цифровые рентгенограммы, КТ- и МРТ изображения, а также различные программы для их обработки.

При эндопротезировании тазобедренного сустава важным этапом является предоперационное планирование, которое обычно выполняется с использованием рентгенограмм таза в передне-задней проекции, рентгенограмм пораженного сустава в прямой и боковой проекциях и шаблонов компонентов эндопротезов [1–3]. В данном случае речь идет о двумерном планировании. Точность данного вида планирования напрямую зависит от выполнения рентгенограмм таза. Увеличение снимков, ротация бедренной кости оказывают влияние на различные параметры при планировании, например, на ширину канала бедренной кости [5]. По данным некоторых авторов, точность определения размеров бедренного и вертлужного компонента в пределах одного ± размера составляет 52–98% [6]. Несмотря на это, планирование позволяет предотвратить ряд интраоперационных осложнений, таких как неправильная глубина посадки вертлужного компонента, переломы вертлужной впадины и бедренной кости, различная длина конечностей после операции, а также ряд других осложнений [7]. Использование запланированной разметки положения компонентов

эндопротеза позволяет хирургу во время операции контролировать точность выполнения своих действий [8].

Использование компьютерных программ для предоперационного планирования позволило решить ряд проблем, связанных с различным увеличением рентгенограмм (на пленках), а также с необходимостью использования бумажных шаблонов компонентов эндопротезов [9].

По данным Haddad F.S., Blackley H.R, использование цифрового планирования позволяет повысить точность хирургического вмешательства, сократить его продолжительность, а также снизить риск развития асептического расшатывания и интраоперационных переломов [10, 11].

Цель

Оценка результатов цифрового предоперационного планирования при эндопротезировании тазобедренного сустава.

Материал и методы

В Центре травматологии и ортопедии Главного военного клинического госпиталя имени Н.Н. Бурденко МО РФ в период с 25.10.2016г. по 20.04.2017г. было выполнено 126 операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава с использованием предоперационного планирования в программе MediCAD Classic v.4.5.0.4 (mediCAD Hectec GmbH) [12]. Результаты цифрового планирования были включены в группу сравнения, контрольную группу составили 108 результатов планирования, выполненных с использованием стандартных рентгенограмм.

Для статистической обработки данных использовался параметрический Т-критерий Стьюдента для несвязанных выборок. Расчеты проводились в программе SPSS Statistics v. 17.0.

Выбор данного программного обеспечения (ПО) был обусловлен рядом факторов, наиболее важными из которых являются:

- наиболее полный набор шаблонов современных эндопротезов, в т.ч. отечественных производителей, например, «Остеомед»;
- возможность использования подключаемых «индивидуальных» программных модулей, позволяющих применять в планировании индивидуальные инструменты, имплантаты и устройства, которые используются при выполнении операций;
- простой, удобный и понятный интерфейс программы;
- интеграция данного ПО в базу данных рентгенограмм лечебного учреждения.

Для оценки точности планирования сравнивались размеры компонентов, полученные при планировании, и размеры имплантатов, установленные во время операции. В группе сравнения также проводилась послеоперационная оценка длины оперированной конечности и офсета. В исследовании были использованы только «идеальные» рентгенограммы, которые соответствовали всем вышеперечисленным требованиям к рентгенограммам для планирования.

На рисунке 1 представлена структура системы предоперационного планирования в ГВКГ им. Н.Н. Бурденко МО РФ.

Алгоритм планирования состоит из нескольких последовательных этапов.

1. Вначале больным выполняются цифровые рентгенограммы с коллиматором. Правильное выполнение рентгенограмм является залогом успешного планирования. Для определения увеличения снимка целесообразно использовать коллиматор,

например, металлический шар диаметром 25 мм. Рентгенограммы должны быть, по возможности, выполнены в положении больного стоя. Линия симфиза должна проецироваться на середину крестца. Наклон таза в сагиттальной плоскости, определяемый на передне-задних рентгенограммах как расстояние между верхним краем симфиза и крестцово-копчиковым сочленением, должен быть нейтральным. По данным Thierry S Cheerlinck, это расстояние в среднем составляет 47 мм у мужчин (от 15 до 72 мм) и 32 мм у женщин (от 8 до 50 мм) [5]. Необходимым условием корректного планирования является выполнение снимков с внутренней ротацией бедренной кости 10-20 градусов для более точного определения длины шейки бедренной кости и шеечно-диафизарного угла.

2. Данные рентгенологического исследования сохраняются в базе данных рентгенограмм лечебного учреждения, из которой для планирования лечащим врачом выбираются необходимые рентгенограммы. Полученные с сервера снимки автоматически передаются в программу предоперационного планирования. Далее производится их автоматическая калибровка с использованием коллиматора. Важным условием для получения точных результатов планирования является расположение коллиматора строго на уровне бедренной кости, поскольку при его смещении за счет расхождения рентгеновских лучей происходит неточное определение размеров костей.

3. Следующим этапом проводится непосредственно планирование. Пример цифрового планирования в программе MediCad представлен на рисунке 2.

Как и планирование с использованием темплейтов, цифровое планирование предполагает те же этапы: определение разницы в длине конечностей, подбор типоразмеров бедренного и вертлужного компонентов, размера головки эндопротеза, а также определение их предполагаемого позиционирования.

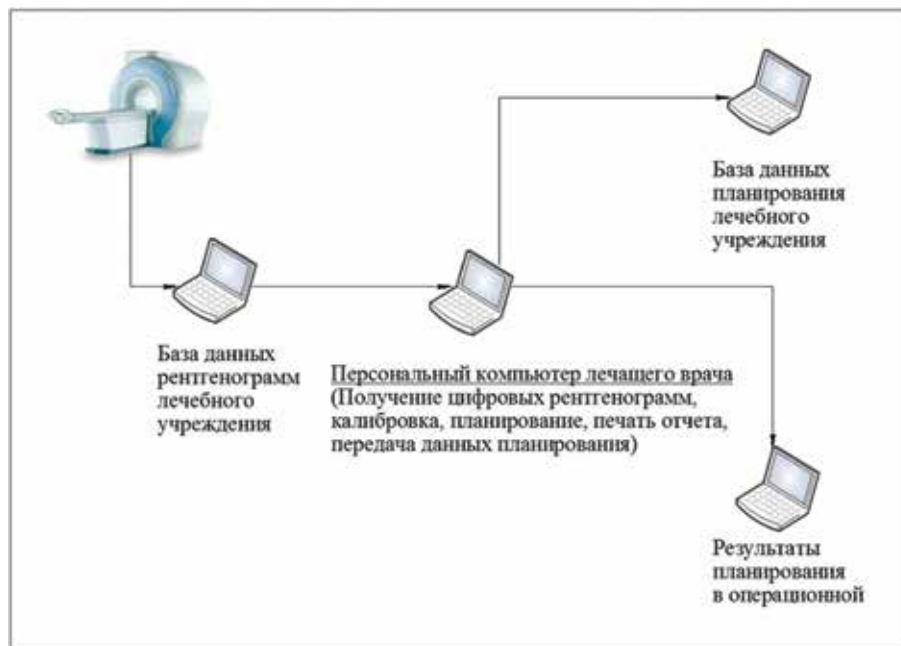


Рис. 1. Структура системы предоперационного планирования

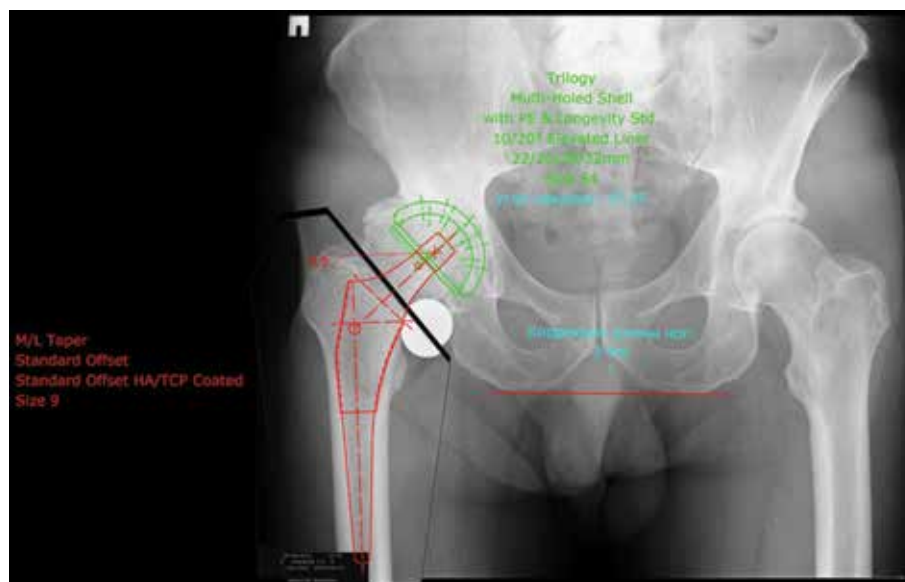


Рис. 2. Пример предоперационного планирования

4. Данные, полученные при планировании, сохраняются в базе данных планирования лечебного учреждения и передаются в компьютер, расположенный в операционной или распечатываются на принтере и передаются в операционную вместе с обычными рентгенограммами.

Полученные результаты и обсуждение

Одним из наиболее важных параметров, которые оцениваются при планировании, являются размеры компонентов эндопротеза. Наиболее важно их оценивать в тех случаях, когда речь идет о минимальных или максимальных размерах в наборе компонентов, поскольку во время операции могут быть варианты, при которых минимальный размер компонента невозможно будет установить или наоборот, максимального размера компонента будет недостаточно. Данные случаи, конечно, являются редкими, однако, их недооценка на предоперационном этапе приводит к серьезным проблемам во время операции. Результаты соответствия данных планирования и реально установленных имплантатов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Соответствие результатов планирования размеров компонентов и результатов операции в группе сравнения и в контрольной группе

Параметры	Точность планирования, %	
	Группа сравнения	Контрольная группа
Размер вертлужного компонента	82,5	81,5
Размер бедренного компонента	71,4	59,3
Размер головки	55,6	57,4

Точность планирования вертлужного компонента в группе сравнения составила 82,5%, в контрольной группе – 81,5%. Погрешности в определении размера чашки в группах были об-

условлены посттравматическими изменениями вертлужной впадины, а также, в ряде случаев, несоответствием передне-заднего и верхне-нижнего размеров впадины.

Точность определения бедренного компонента эндопротеза в группе сравнения составила 71,4%, в контрольной группе – 59,3%. Погрешность в определении размеров ножки с одной стороны может быть объяснена погрешностями при выполнении рентгенограмм (некорректная ротация бедра), а с другой – интраоперационными техническими трудностями, например, заклиниванием ножки в канале бедренной кости, вывихами в суставе при «глубокой» посадке ножки.

Вариабельность размера головки обусловлена различными причинами, связанными с погрешностью в определении размеров ножки, офсета, положения центра ротации.

Следует отметить, что в группе сравнения точность планирования размеров бедренного компонента была достоверно выше, чем в контрольной группе ($p < 0.05$). Точность планирования размеров чашки и головки эндопротезов достоверно не отличались в группах ($p > 0.05$). Повышение точности определения размеров ножки в группе сравнения может быть обусловлена более корректным выполнением цифровых рентгенограмм, в частности, правильной ротацией бедренной кости, а также возможностью цифровой обработки изображений, позволяющей получить высокое качество снимков.

Результаты определения офсета и длины конечности в группе сравнения представлены в таблице 2.

У 52,4% прооперированных больных длина конечностей после операции была одинаковой, у 34,1% отмечалась разница в длине конечностей до 9 мм, и у 13,5% больных – более 9 мм. Разница в длине конечностей более 9 мм была обусловлена невозможностью корректной установки бедренного компонента эндопротеза за счет посттравматических изменений или дисплазии проксимального отдела бедренной кости.

Таблица 2

Соответствие результатов планирования длины конечности, офсета и результатов операции

Сравниваемый параметр	Среднее значение	Минимальное значение	Максимальное значение
Планируемый офсет, мм	40,6	32	58
Послеоперационный офсет, мм	38,9	30	56
Планируемая разница в длине конечностей, мм	7,1	0	21
Разница в длине конечностей после операции, мм	6,9	0	25

Необходимо отметить, что результаты планирования офсета в 85,7% случаев совпали с результатами, которые были получены при оценке послеоперационных рентгенограмм. Точность планирования длины конечности составила 82,5%.

Заключение

Полученные результаты при выполнении операций тотального эндопротезирования тазобедренного сустава подтвердили, что использование цифрового предоперационного планирования позволяет с высокой точностью прогнозировать размеры компонентов эндопротеза тазобедренного сустава, а также другие параметры, необходимые при установке имплантатов, таких как офсет, длина конечности, глубина установки. Расчеты, выполненные до операции, позволяют ортопеду предостеречь ряд возможных интра- и послеоперационных осложнений: повреждение тазовой и бедренной костей при небольших размерах вертлужной впадины или узком бедренном канале, вывихи при некорректном восстановлении офсета. Планирование также позволяет восстановить необходимую длину конечности и центр ротации в искусственном суставе.

В некоторых случаях, например, при планировании размеров ножки эндопротеза, точность цифрового планирования выше, чем точность планирования по стандартным рентгенограммам. Это позволяет уменьшить количество имплантатов, которые необходимо иметь в операционной, до \pm одного размера.

Использование цифровых технологий в получении, хранении и обработке рентгенограмм, а также программ предоперационного планирования в многопрофильном лечебном учреждении значительно упрощает процесс предоперационного планирования и сокращает затрачиваемое на него время. Применение цифровых технологий не требует дополнительных расходов на пленку для рентгенограмм, а также их печать.

Планирование операции по замене сустава по рентгенограммам имеет ряд ограничений, связанных с тем, что используется двумерное изображение с наложением рентгеновских теней на снимках. В сложных случаях эндопротезирования целесообразно использовать программы, в которых имеется возможность оценки состояния костей не только в 2D, но и в 3D режиме, а также учитывать состояние мягких тканей, окружающих тазобедренный сустав.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи подтвердили отсутствие конфликта интересов, о котором необходимо сообщить.

Список литературы / References

1. *Ортопедия: национальное руководство* / под ред. С.П. Миронова, Г.П. Котельникова. – М.: ГЭОТАР – Медиа, 2008. – С. 227. *Ortopediya: natsional'noe rukovodstvo* / pod red. S.P. Mironova, G.P. Kotel'nikova. – М.: GEOTAR – Media, 2008; p. 227.
2. *Кавалерский Г.М., Серeda А.П., Мурылев В.Ю.* 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава // *Травматология и ортопедия России.* – 2015. – №4. – С. 95-102. DOI:10.21823/2311-2905-2015-0-4-95-102
Kavalerskii G.M., Sereda A.P., Murylev V.Yu. 2D-planirovanie endoprotezirovaniya tazobedrennogo sustava // *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* – 2015; (4): p. 95-102.
3. *Загородний Н.В.* Эндопротезирование тазобедренного сустава. Основы и практика: руководство. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – С. 460-466.
Zagorodnii N.V. Endoprotezirovaniye tazobedrennogo sustava. Osnovy i praktika: rukovodstvo. – М.: GEOTAR-Media, 2012; p. 460-466.
4. *Николенко В.К., Буряченко Б.П., Давыдов Д.В., Николенко М.В.* Эндопротезирование при ранениях, повреждениях и заболеваниях тазобедренного сустава: Руководство для врачей. – М.: «Издательство Медицина», 2009. – С. 134-136.
Nikolenko V.K., Buryachenko B.P., Davydov D.V., Nikolenko M.V. Endoprotezirovaniye pri raneniyakh, povrezhdeniyakh i zabolevaniyakh tazobedrennogo sustava: Rukovodstvo dlya vrachei. – М.: «Izdatel'stvo Meditsina», 2009; p. 134-136.
5. *Thierry S, Cheerlinck* Primary hip arthroplasty templating on standard radiographs. A stepwise approach / *Acta Orthop. Belg.* – 2010. –N76. – P. 432-442. PMID: 20973347
6. *Della Valle AG, Comba F, Taveras N, Salvati EA.* The utility and precision of analogue and digital preoperative planning for total hip arthroplasty / *Int. Orthop.* – 2008. –N32. – P. 289-294. DOI: 10.1007/s00264-006-0317-2
7. *Jasty M, Webster W, Harris W.* Management of limb length inequality during total hip replacement / *Clin Orthop Relat Res.* – 1996. – N333. – P.165-171.
8. *Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава* / под ред. Р.М. Тихилова, В.М. Шаповалова. – СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2008. – С. 193-194.
Rukovodstvo po endoprotezirovaniyu tazobedrennogo sustava / pod red. R.M. Tikhilova, V.M. Shapovalova. – SPb.: RNIITO im. P.P. Vredena, 2008. – p. 193-194.
9. *Bono J.* Digital Templating in Total Hip Replacement: A New Gold Standard? / *Journal of Bone and Joint Surgery, British.* – 2004. – Vol. 86-B, Issue SUPP_IV. – P. 413.
10. *Haddad F.S., Masri B.A., Garbuz D.S., Duncan C.P.* The Prevention of Periprosthetic Fractures in Total Hip and Knee Arthroplasty / *Orthop Clin North Am.* – 1999. – N30. – P. 191-207.
11. *Blackley H.R., Howell G.E., Rorabeck C.H.*: Planning and Management of the Difficult Primary Hip Replacement: Preoperative Planning and Technical Considerations / *Instr. Course Lect.* – 2000. –N49. – P. 3-11
12. *Сайт интернета* <https://www.hectec.de/content/index.php/ru/products/medicad-hip-3d>, дата обращения 21.06.2017г.

THE USE OF DIGITAL PLANNING FOR HIP REPLACEMENT
IN THE ORTHOPEDIC DEPARTMENT OF THE «MAIN MILITARY CLINICAL
HOSPITAL NAMED OF N.N. BURDENKO» MINISTRY OF DEFENSE
OF THE RUSSIAN FEDERATION

E. V. KRYUKOV, L. K. BRIZHAN, B. P. BURYACHENKO, D. I. VARFOLOMEEV

«Main military clinical hospital named of N.N. Burdenko» of the Ministry of Defense of Russia, Moscow

Preoperative planning is an important stage in the hip replacement. Various computer programs for digital planning have appeared at the present time. The MediCAD program was used for the pre-operative planning in the center of traumatology and orthopedics. 126 operations of total hip arthroplasty using this software were performed in the period from 25.10.2016. to 20.04.2017. The coincidence of the results of the planning of acetabular component, femoral component, head size and the results of the operation was noted in 83, 72 and 56%, respectively. The obtained results confirmed, that the use of digital preoperative planning allows to predict the sizes of the components of the hip endoprosthesis with high accuracy, as well as other parameters necessary for implant installation.

Key words: total hip arthroplasty; preoperative planning; digital planning; MediCAD.