

ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАВИГАЦИИ ПРИ ПЕРВИЧНОМ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

Г.М. Кавалерский, В.Ю. Мурyleв, Я.А. Рукин, А.В. Лычагин, П.М. Елизаров

ГБОУ ВПО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ГУЗ г. Москвы ГКБ им. С. П. Боткина Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, РФ

За период с 2007 по 2012 г. тотальное эндопротезирование коленного сустава с использованием компьютерной навигации проведено 449 пациентам в возрасте от 32 до 84 лет. Были определены ситуации, в которых применение данной методики представлялось наиболее оправданным: деформации нижней конечности во фронтальной плоскости более 15°; невозможность использования интрамедуллярных направлятелей; грубые изменения объема движений. В большинстве случаев (478 (93,2%)) устанавливали эндопротезы с задней стабилизацией. После операции механическую ось конечности оценивали по рентгенограммам, функциональные результаты — по шкале Oxford. Средний срок наблюдения составил 29,5 мес. Спустя 2 года и более после операции средний балл по шкале Oxford не опускался ниже 40. Использование компьютерной навигации позволило более точно установить компоненты эндопротеза, правильно подобрать баланс связочного аппарата, снизить частоту развития осложнений.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование, коленный сустав, компьютерная навигация, экстраартикулярные деформации, уровень резекции, угол ротации, задняя крестообразная связка, шкала Oxford.

Potentialities of Computed Navigation at Primary Total Knee Replacement

G.M. Kavalerskiy, V.Y. Murilev, Y.A. Rukin, A.V. Lichagin, P.M. Elizarov

During 2007–2012 total knee replacement with computed navigation was performed to 449 patients, aged 32 to 84 years. Indications to the application of that method were the deformities of lower extremities in frontal plane over 15°; inability to use intramedullary guides; rough changes in range of movements. In the majority of cases (478, 93.2%) devices with posterior stabilization were used. Postoperatively mechanical axis of the extremity was evaluated by X-rays, functional results — by Oxford scale. Mean follow up made up 29.5 months. Two years and over after surgery mean point by Oxford scale was not below 40. Use of computed navigation enabled to insert the implant components more accurately, to determine the correct balance of ligamentous system and to decrease the complication rate.

Key words: total arthroplasty, knee joint, computed navigation, extraarticular deformities, resection level, rotation angle, posterior cruciate ligament, Oxford scale

Тотальное эндопротезирование коленного сустава широко применяется в России и в мире. С увеличением частоты выполнения подобных операций растет количество проблем и потребность в ревизионных операциях, что говорит о необходимости дальнейших исследований и усовершенствований этого, несомненно, эффективного метода лечения тяжелых заболеваний и травм коленного сустава. Так, по данным Шведского национального регистра только 80% пациентов удовлетворены результатами эндопротезирования, а 3% пациентов выполняются ранние ревизионные операции в сроки до 2 лет. По данным Национального регистра Англии и Уэльса у 0,7% пациентов ревизионные операции выполняются через 1 год после эндопротезирования, у 2,7% — через 2 года, у 3,9% — через 3 года, у 4,9% — через 4 года [1]. К сожалению, обобщенных данных по Российской Федерации нет ввиду отсутствия единого реестра эндопротезирования суставов.

Ряд неудач операций эндопротезирования коленного сустава обусловлен механическими причинами, к которым относятся несоответствие положения компонентов эндопротеза механической оси конечности, нарушение ротации компонентов, а также дисбаланс связочного аппарата коленного сустава.

Необходимыми условиями достижения оптимального результата являются: отклонение конечности от механической оси не более 3°; правильное ротационное положение компонентов, обеспечивающее адекватное функционирование надколенника; оптимальный баланс связочного аппарата коленного сустава [2–4].

Часто хирурги сталкиваются с ситуациями, когда использование стандартного набора инструментов для эндопротезирования коленного сустава не позволяет адекватно позиционировать компоненты эндопротеза. Подобные ситуации возникают при наличии экстраартикулярных деформаций конеч-

ности, грубых деформаций мышечков бедренной и (или) большеберцовой кости, грубых контрактур, эндопротеза тазобедренного сустава с оперируемой стороны [5, 6].

Компьютерная навигация способна облегчить правильное позиционирование компонентов эндопротеза коленного сустава в различных ситуациях [7]. В течение последних 13 лет в мире выполнено уже более 160 000 операций с использованием навигации, однако некоторые авторы сомневаются в целесообразности использования компьютерной навигации при эндопротезировании коленного сустава [8]. Кроме того, стоимость оборудования для навигации остается очень высокой, что делает затруднительным ее использование в ряде стран, в том числе и в России.

Мы проанализировали наш опыт применения компьютерной навигации при эндопротезировании коленного сустава.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С 2007 г. по настоящее время на базе Городского центра эндопротезирования костей и суставов ГКБ им. С. П. Боткина тотальное эндопротезирование коленного сустава с использованием компьютерной навигации проведено у 449 пациентов. При этом у 64 (14,3%) больных вмешательства выполнены с двух сторон, т. е. общее количество операций составило 513.

Среди прооперированных было 94 (20,9%) мужчины и 355 (79,1 %) женщин. Средний возраст пациентов составил 66,7 года (от 32 до 84 лет).

Мы использовали навигационное оборудование Stryker Navigation System фирмы «Stryker». Эта система является активной и беспроводной, представлена инфракрасным приемником с компьютером и тремя инфракрасными передатчиками (два трэкера и один поинтер). Один трэкер (большеберцовый) устанавливали из отдельного доступа в диафиз большеберцовой кости, второй (бедренный) — из основного доступа в дистальный метафиз бед-

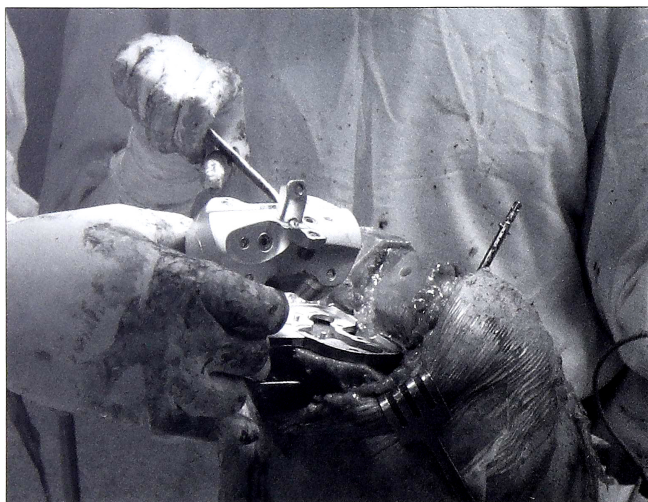


Рис. 1. Определение ротации тибияльного плато Zimmer NexGen LPS помощью навигационной системы Stryker.

ренной кости. С помощью поинтера после предварительной настройки системы отмечали анатомические ориентиры.

В 485 (94,5%) случаях использовали срединный кожный разрез, в 28 (5,5%) — медиальный парапателлярный, иссекая рубцы от предыдущих операций. Артротомию у всех больных выполняли медиальным парапателлярным доступом. Ни в одном случае не возникло необходимости в расширении операционного доступа за счет остеотомии бугристости большеберцовой кости или тенотомии сухожилия четырехглавой мышцы бедра.

Были использованы следующие типы имплантатов: Stryker Scorpio PS (61 операция), Scorpio NRG PS (188), Scorpio NRG CR (9); Zimmer NexGen LPS (205), Zimmer NexGen CR (26); DePuy PFC Sigma PS (20); ImplantCast ACS FB PS (4). Таким образом, в нашей серии преобладали эндопротезы с задней стабилизацией — 478 (93,2 %) имплантатов.

Навигационную систему фирмы «Stryker» для имплантатов других производителей адаптировали следующим образом. Первичную резекцию бедренной и большеберцовой костей производили с помощью специализированных резекционных блоков Pivotal фирмы «Stryker», предусматривающих возможность крепления в них трэкеров. Выставляя углы для резекции в трех плоскостях, учитывали особенности имплантатов определенной фирмы. Так, опилов под тибияльные компоненты Zimmer NexGen выполняли с наклоном назад под углом 7°, а опилов под бедренные компоненты ImplantCast ACS — с гиперэкстензией в 15°, что было обусловлено дизайном этих компонентов. Ротацию и переднезаднее положение компонентов определяли уже с помощью резекционных блоков фирмы — производителя имплантов, адаптируя к ним трэекеры на прямоугольной площадке (рис. 1).

Для имплантации эндопротезов с сохранением задней крестообразной связки (35 имплантатов) использовали разработанное нами долото для тотального эндопротезирования коленного сустава с сохранением задней крестообразной связки (пат. на полезную модель № 103718). Рабочая часть долота имеет длину 15 мм, заострена и изогнута под углом 90° в виде стрелки (рис. 2). Перед резекцией большеберцовой кости данное долото забивается в плато перед местом прикрепления задней крестообразной связки стрелкой вперед. Таким образом,

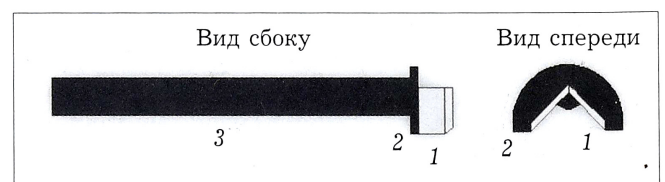


Рис. 2. Долото для тотального эндопротезирования коленного сустава с сохранением задней крестообразной связки.

1 — полотно, 2 — защитник, 3 — рукоятка.

во время работы пилой долото надежно защищает место прикрепления задней крестообразной связки к большеберцовой кости.

Мы выделили группы «сложных» случаев, в которых применение компьютерной навигации считаем наиболее обоснованным:

Деформации нижней конечности во фронтальной плоскости более 15°

- пациенты с экстраартикулярными деформациями нижней конечности более 15° — 16 (3,6%) человек, из них у 10 диагностирована варусная деформация, у 6 — вальгусная. Использование интрамедуллярных направителей при стандартной методике в этой группе либо невозможно, либо заведомо приведет к некорректной установке имплантата по отношению к механической оси, а также к некорректной ротации компонентов. Навигация позволяет установить компоненты в соответствии с механической осью, не вскрывая при этом каналы бедренной и большеберцовой костей;

- пациенты с интраартикулярными деформациями нижней конечности более 15° — 89 (19,8%) человек, из них 81 с варусной деформацией, 8 с вальгусной. В условиях грубых дефектов мышечков большеберцовой и (или) бедренной кости навигация позволяет более точно подобрать уровни резекции и уменьшить частоту использования дополнительных блоков. Вальгусная деформация требует увеличения наружной ротации бедренного компонента для нормального функционирования надколенника, а компьютерная навигация обеспечивает условия для более точного выставления угла ротации бедренного компонента.

Невозможность использования интрамедуллярных направителей

- пациенты с уже установленными эндопротезами тазобедренного сустава на оперируемой стороне — 21 (4,7%) человек. Эндопротезирование тазобедренного и коленного сустава в один этап на одной стороне выполнено у 6 (1,3%) пациентов. В подобных ситуациях первым этапом выполняют эндопротезирование тазобедренного сустава, а наличие ножки эндопротеза в канале бедренной кости делает невозможным или существенно затрудняет правильное позиционирование интрамедуллярного направителя для резекции бедренной кости. Навигация позволяет решить эту проблему.

Грубые изменения объема движений

- больные с гиперэкстензией более 5° — 13 (2,9%) человек;

- больные со сгибательной контрактурой более 20° — 35 (7,8%) человек. В случае гиперэкстензии необходимо уменьшить уровни резекции бедренной кости, а у больных со сгибательной контрактурой, напротив, увеличить. Использование навигации позволяет менять уровни резекции с точностью до миллиметра.

Оценку результатов лечения проводили через 2, 6, 12 мес после операции, далее ежегодно. Механическую ось конечности оценивали по рентгено-

граммам, функциональные результаты — с помощью шкалы Oxford (Oxford 12-item Knee Score), которая была специально разработана для оценки болевого синдрома и функционального состояния коленного сустава после тотального эндопротезирования.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Средний срок наблюдения составил 29,5 (2–51) мес.

При анализе послеоперационных рентгенограмм отклонение оси нижней конечности во фронтальной плоскости в пределах нормы (до 3°) отмечено у 405 (90,2%) пациентов. Среди пациентов «сложных» групп отклонение фронтальной оси в пределах нормы отмечено у 159 (88,3%) человек.

23 (5,1%) пациента не явились ни на один динамический осмотр. Таким образом, в динамике мы смогли оценить результаты лечения у 426 пациентов. Результаты обследования по шкале Oxford представлены на рис. 3.

Трое (0,7%) больных оперированы по поводу поздней глубокой перипротезной инфекции: 2 пациенткам уже выполнен второй этап операции с установкой ревизионного эндопротеза, 1 пациентке пока имплантирован цементный спейсер, и она ожидает ревизионного эндопротезирования.

Одна (0,2%) пациентка оперирована в связи с ранней глубокой перипротезной инфекцией (спустя 1,5 мес после операции). При ревизии выявлен фрагмент трансплантата передней крестообразной связки, который, вероятно, являлся субстратом инфекции. Фрагмент удален, сустав санирован без удаления компонентов, уложен антисептический материал коллатамп. Рана зажила первичным натяжением. Спустя 3 мес после санации рецидива инфекционного процесса не отмечено.

Одной (0,2%) больной выполнено ревизионное эндопротезирование по поводу асептического расшатывания компонентов эндопротеза. У 8 (1,8%) больных отмечен краевой некроз послеоперационного рубца. Всем пациентам выполнено иссечение

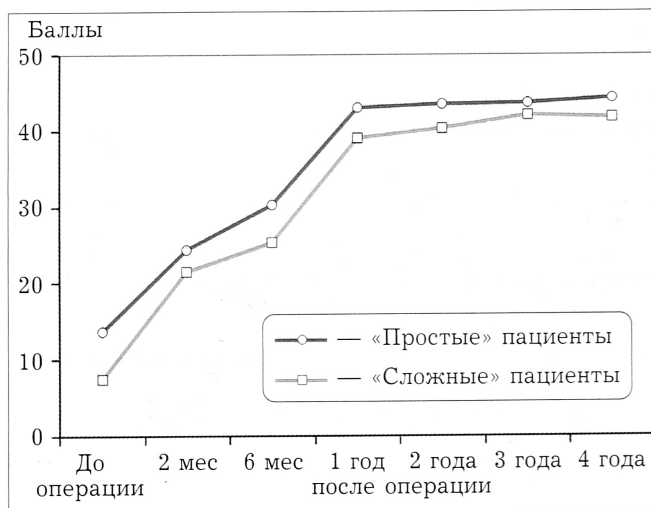


Рис. 3. Динамика среднего балла по шкале Oxford.

некроза с ушиванием дефекта кожи. Во всех случаях достигнуто полное выздоровление.

Приводим клинические наблюдения.

Больная Ч., 60 лет. В 1989 г. получила производственную травму вследствие удара тяжелым предметом по правой ноге. Диагностирован открытый перелом правой бедренной кости в дистальной трети. После обработки раны перелом лечили консервативно в гипсовой повязке. Перелом консолидировался, однако больную постоянно беспокоили боли в правом коленном суставе. В течение последних 2 лет боли носили постоянный характер, резко ограничивая повседневную активность пациентки. При поступлении: клинически грубая варусная деформация до 30°, сгибательная контрактура 20°, резкие боли при движениях. На рентгенограммах: консолидированный перелом правой бедренной кости с деформацией в трех плоскостях, артроз правого коленного сустава III стадии (рис. 4, а). Состояние по шкале Oxford соответствовало 12 баллам.

Пациентке показано тотальное эндопротезирование правого коленного сустава. Однако, учитывая деформацию дистальной трети правой бедренной кости, использование стандартных инструментов в данной ситуации привело бы как к ошибке позиционирования бедренного компонента во всех трех плоскостях. Принято решение оперировать больную с использованием навигации.

Под контролем навигации установлен эндопротез Zimmer NexGen LPS. На послеоперационных рентгенограммах видна восстановленная механическая ось нижней конечности (рис. 4, б). Достигнут следующий объем движений: разгибание полное, сгибание 100°. Оценка по шкале Oxford через 2 мес после операции составила 18 баллов, через 6 мес — 33. Наблюдение продолжается.

Больная Л., 48 лет, страдает ревматоидным полиартритом. С 2008 г. беспокоят боли в тазобедренных и коленных суставах, с сентября 2010 г. из-за болей не может ходить. Состояние при поступлении оценено в 6 баллов по шкале Oxford. На рентгенограммах выявлены двусторонний протрузионный коксартроз III стадии, двусторонний гонартроз III стадии (рис. 5).

Замена суставов проведена в два этапа. Первым этапом 20.04.11 выполнены тотальное эндопротезирование правого тазобедренного сустава протезом Zimmer бесцементной фиксации и тотальное эндопротезирование правого коленного сустава протезом Zimmer NexGen LPS гресоат цементной фиксации с внутренним тибиальным блоком под контролем навигации. Вторым этапом 18.01.12 произведены тотальное эндопротезирование левого тазобедренного сустава протезом Zimmer бесцементной фиксации и тотальное эндопротезирование ле-

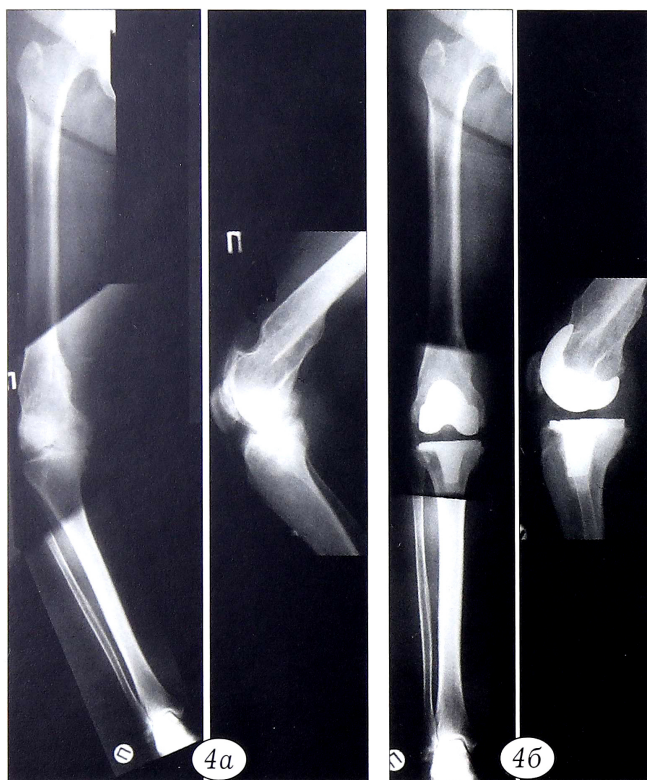
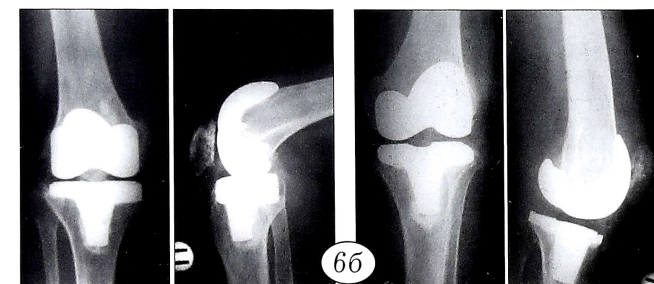
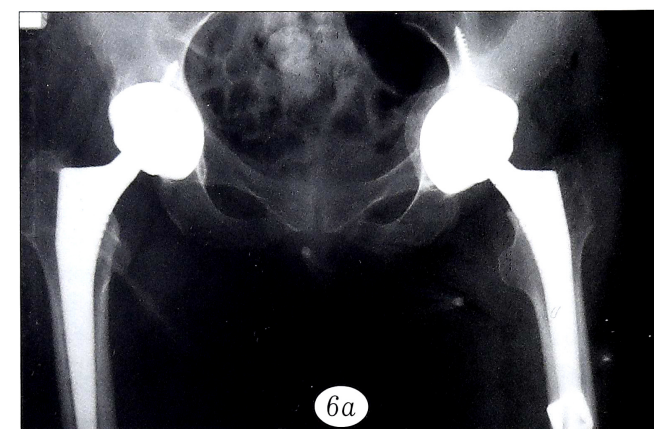
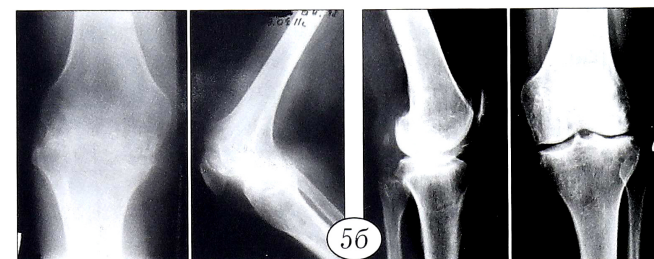
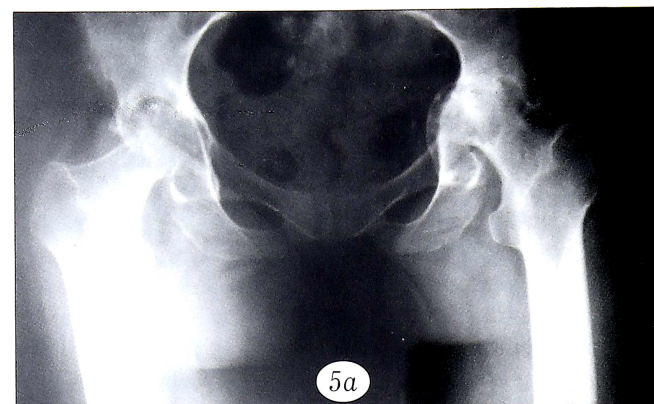


Рис. 4. Рентгенограммы больной Ч. 60 лет до (а) и после (б) операции.

Рис. 5. Рентгенограммы тазобедренных (а) и коленных (б) суставов больной Л. 48 лет до операции.

Рис. 6. Рентгенограммы тазобедренных (а) и коленных (б) суставов той же больной после операции.

вого коленного сустава протезом Zimmer NG LPS цементной фиксации под контролем навигации (рис. 6). Применение навигации позволило правильно установить бедренные компоненты без ориентации на каналы бедренных костей, в которых уже находились ножки эндопротезов. На этапном визите спустя 6 мес после второй операции пациентка ходит без дополнительной опоры (43 балла по шкале Oxford).

ОБСУЖДЕНИЕ

Применение компьютерной навигации у наших пациентов позволило более точно установить компоненты эндопротезов, а следовательно, уменьшить количество осложнений, обусловленных механическим фактором. Так, асептическое расшатывание эндопротеза отмечено всего в 1 (0,2%) наблюдении. Глубокая перипротезная инфекция явилась причиной замены компонентов эндопротеза в 3 (0,7%) случаях. Тем не менее даже при современных возможностях диагностики перипротезной инфекции вопрос о том, что было: расшатывание компонентов с последующим инфицированием или инфицирование с последующим расшатыванием — остается открытым. Полученные нами результаты сопоставимы с таковыми, представленными в зарубежных реестрах.

Средний балл по шкале Oxford спустя 2 года после операции у «сложных» пациентов не был ниже 40 (при 48 возможных), что можно считать очень хорошим результатом. Наличие дополнительных отверстий для трэкеров в бедренной и большеберцовой кости, на наш взгляд, никак не влияет на результаты операции.

Нам удалось адаптировать компьютерную навигацию для всех применяемых нами типов эндопротезов коленного сустава, т.е. при наличии навигационного оборудования одной фирмы мы не ограничены в выборе имплантатов для установки их под навигационным контролем.

Тем не менее остаются некоторые проблемы. Навигационное оборудование очень дорого, и до рутинного использования навигации в большинстве клиник, занимающихся эндопротезированием коленного сустава, еще очень далеко. На этапах освоения методики компьютерная навигация удлиняет время операции на 30–40 мин, однако в последующем при рутинном использовании возможна экономия времени за счет более легкого и точного позиционирования резекционных блоков.

На современном этапе развития технологий выполнять операцию только под компьютерным контролем нельзя, поэтому каждый шаг операции, выполняемый с помощью навигации, требует контроля опытного хирурга, в совершенстве владею-

щего традиционными методиками эндопротезирования коленного сустава.

ВЫВОДЫ

1. Использование компьютерной навигации для тотального эндопротезирования коленного сустава позволяет более точно установить компоненты эндопротеза в трех плоскостях (с точностью до 1°), правильнее подобрать баланс связочного аппарата, а следовательно, уменьшить количество осложнений, продолжительность реабилитации, добиться хороших отдаленных результатов эндопротезирования.

2. С помощью навигационной системы Stryker можно устанавливать любые типы эндопротезов, не ограничиваясь в выборе имплантата. При разнообразии инструментов фирм — производителей эндопротезов навигация позволяет стандартизировать имплантацию различных типов эндопротезов и сократить время операции.

3. Внедрению компьютерной навигации в широкую клиническую практику препятствует высокая стоимость оборудования.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://www.njrcentre.org.uk>
2. Barrack R.L., Schrader T., Bertot A.J., Wolfe M.W., Myers L. Component rotation and anterior knee pain after total knee arthroplasty. Clin. Orthop. Relat. Res. 2001; 392: 46–55.
3. Bonner T.J., Eardley W.G.P., Patterson P. The effect of post-operative mechanical axis alignment on the survival of primary total knee replacements after a follow-up of 15 years. J. Bone Jt Surg. Br. 2011; 93 (9): 1217–22.
4. Deckyng R., Markmann Y., Fuchs J., Puhl W. Leg axis after computer navigated total knee arthroplasty: a prospective randomized trial comparing computer – navigated and manual implantation. J Arthroplasty. 2005; 20: 282–8.
5. Кавалерский Г.М., Мурылев В.Ю., Елизаров П.М., Жучков А.Г., Рукин Я.А. Оценка ближайших результатов тотального эндопротезирования коленного сустава с применением компьютерной навигации. Вестн. травматол. ортопед. 2009; 1: 29–33.
6. Klein G.R., Austin M.S., Smith E.B., Hozzack W.J. Total knee arthroplasty using computer assisted navigation in patients with deformities of femur and tibia. J. Arthroplasty. 2006; 21: 284–8.
7. Dutton A.Q., Yeo S.J., Yang K.Y., Lo N.N., Chia K.U., Chong H.C. Computer-assisted minimally invasive total knee arthroplasty compared with standard total knee arthroplasty: a prospective, randomized study. J. Bone Jt Surg. Am. 2008; 90 (1): 2–9.
8. Bauwens K., Matthes G., Wich M., Gebhard F., Hanson B., Ekkernkamp A., Stengel D. Navigated total knee replacement: a meta-analysis. J. Bone Jt Surg. Am. 2007; 89 (9): 261–9.

Сведения об авторах: Кавалерский Г.М. — профессор, доктор мед. наук, зав. кафедрой травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ; Мурылев В.Ю. — профессор, доктор мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первого МГМУ; Рукин Я.А. — канд. мед. наук, ассистент той же кафедры; Лычагин А.В. — канд. мед. наук, доцент той же кафедры; Елизаров П.М. — канд. мед. наук, доцент той же кафедры. **Для контактов:** Рукин Ярослав Алексеевич. 143902, г. Балашиха, ул. Зеленая, дом 32, к.2, кв. 72. Тел.: +7 (910) 477-97-11. E-mail: yarbarmaley@gmail.com.