

ПРИМЕНЕНИЕ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАВИГАЦИИ ДЛЯ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА У ПАЦИЕНТОВ С ГРУБЫМИ ДЕФОРМАЦИЯМИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОСИ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

Г. М. КАВАЛЕРСКИЙ, В. Ю. МУРЫЛЕВ, Я. А. РУКИН, А. П. СЕРЕДА, П. М. ЕЛИЗАРОВ,
А. В. МУЗЫЧЕНКОВ

Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, Москва
Городская клиническая больница имени С. П. Боткина, Москва

Тотальное эндопротезирование коленного сустава представляет собой высокоэффективный метод лечения повреждений коленного сустава, широко распространенный в мире. Однако многие пациенты, перенесшие тотальное эндопротезирование коленного сустава остаются недовольны результатом. Так, по данным Шведского национального регистра только 80 % пациентов удовлетворены результатами эндопротезирования, а 3 % пациентов выполняются ранние ревизионные операции в сроки до 2-х лет. По данным Национального регистра Англии и Уэльса через 1 год после эндопротезирования у 0,7 % пациентов выполняются ревизионные операции, через 2 года уже у 2,7 %, через 3 года – у 3,9 %, через 4 года – у 4,9 % [8]. Ряд неудач обусловлен механическими причинами, к которым относятся несоответствие положения компонентов эндопротеза механической оси конечности, нарушение ротации компонентов, а также дисбаланс связочного аппарата коленного сустава.

По данным ряда авторов компьютерная навигация позволяет повысить точность установки компонентов эндопротеза коленного сустава и улучшить клинический результат. Другие же авторы не нашли статистически значимого различия в группах больных с использованием компьютерной навигации и применением стандартных методик.

Мы проанализировали возможности тотального эндопротезирования коленного сустава с применением компьютерной навигации для лечения пациентов с гонартрозом, сопровождающимся грубыми деформациями оси нижней конечности.

Ключевые слова: тотальное эндопротезирование, коленный сустав, компьютерная навигация.

Тотальное эндопротезирование коленного сустава представляет собой высокоэффективный метод лечения повреждений коленного сустава, широко распространенный в мире. Однако многие пациенты, перенесшие тотальное эндопротезирование коленного сустава остаются недовольны результатом. Так, по данным Шведского национального регистра только 80 % пациентов удовлетворены результатами эндопротезирования, а 3 % пациентов выполняются ранние ревизионные операции в сроки до 2-х лет. По данным Национального регистра Англии и Уэльса через 1 год после эндопротезирования у 0,7 % пациентов выполняются ревизионные операции, через 2 года уже у 2,7 %, через 3 года – у 3,9 %, через 4 года – у 4,9 % [8]. Ряд неудач обусловлен механическими причинами, к которым относятся несоответствие положения компонентов эндопротеза механической оси конечности, нарушение ротации компонентов, а также дисбаланс связочного аппарата коленного сустава.

По данным ряда авторов компьютерная навигация позволяет повысить точность установки компонентов эндопротеза коленного сустава и улучшить клинический результат. Другие же авторы не нашли статистически значимого различия в группах больных с использованием компьютерной навигации и применением стандартных методик.

Мы проанализировали возможности тотального эндопротезирования коленного сустава с применением компьютерной навигации для лечения пациентов с гонартрозом, сопровождающимся грубыми деформациями оси нижней конечности.

Материалы и методы

В наше исследование в основную группу включены 105 пациентов с гонартрозом и грубыми деформациями оси нижней конечности, перенесших тотальное эндопротезирование коленного сустава с применением компьютерной навигации Stryker Navigation System с ноября 2008 года по декабрь 2013 года. К грубым деформациям оси нижней конечности относили деформацию во фронтальной плоскости 15° и более. Критериями исключения были: инфекция, ревизионное эндопротезирование коленного сустава, одномоментное эндопротезирование коленного сустава с двух сторон и деформация конечности во фронтальной плоскости менее 15°. В нашем исследовании женщин было 79 (75,2 %), а мужчин 26 (24,8 %). 17 пациентам с двусторонними грубыми деформациями нижних конечностей выполнено тотальное эндопротезирование коленного сустава с применением компьютерной навигации с двух сторон, таким образом общее количество операций составило 122.

К контрольной группе отнесли 56 пациентов с аналогичными грубыми деформациями оси нижней конечности во фронтальной плоскости более 15°, которых оперировали с помощью стандартных методик. Среди этих пациентов женщин было 37 человек (66,1 %), мужчин 19 человек (33,9 %). 8 пациентам с двусторонними грубыми деформациями коленных суставов операции выполнены с двух сторон, таким образом общее количество операций в этой группе составило 64. Критерии исключения были такими же, как критерии в основной группе.

Использованы следующие типы эндопротезов:

В основной группе: Scorpio PS – у 15 пациентов (14,3 %) (17 операций), Scorpio NRG PS – у 31 пациента (29,5 %) (36 операций), NexGen PS – 49 пациентов (58 операций), DePuy PFC Sigma PS – 8 пациентов (9 операций), ImplantCast ACS FB – 1 пациент (1 операция), Zimmer NexGen LССК – 1 пациент (1 операция).

В контрольной группе: Scorpio PS – у 4 пациентов (4 операции), Scorpio NRG PS – у 8 пациентов (10 операций), NexGen PS – 21 пациент (25 операций), DePuy PFC Sigma PS – 21 пациент (23 операции), Zimmer NexGen LССК – 2 пациента (2 операции).

В основной группе замена надколенника выполнена у 85 пациентов (100 операций), не выполнялась у 20 пациентов (22 операции).

В контрольной группе замена надколенника выполнена у 31 пациента (37 операций, не выполнена у 25 пациентов (27 операций)).

Перед операцией всем пациентам выполняли рентгенограммы коленного сустава в прямой и боковой проекциях, а также рентгенограмму всей нижней конечности в прямой проекции, чтобы определить деформацию конечности во фронтальной плоскости и рассчитать угол между анатомической осью бедренной кости и механической осью конечности. В случае стандартного эндопротезирования учитывали этот угол при выполнении дистальной резекции бедренной кости. Во время эндопротезирования с навигацией компьютер сразу показывает дистальную резекцию бедренной кости с учетом механической оси конечности.

Перед операцией все пациенты заполняли анкету шкалы Oxford Knee Scale.

Во всех операциях использовался медиальный парapatellarный доступ. Сначала выполняли дистальную резекцию бедренной кости, затем в зависимости от ситуации либо заканчивали обработку бедренной кости, либо выполняли резекцию большеберцовой кости, подбирали баланс связок, а после этого заканчивали обработку бедренной и большеберцовой костей.

В первой группе мы применяли навигационное оборудование фирмы Stryker (ver. 2.0). Эта система является активной и беспроводной, основана на инфракрасном приемнике 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 бедренной кости. Использовали бикортикальные винтовые пины.

Сначала вводили данные пациента в навигационный компьютер (фамилия, имя пациента, номер истории болезни, дата рождения, рост, вес, дизайн используемого импланта, сторона операции). После в стерильных условиях выполняли регистрацию трэкеров. Из отдельного доступа устанавливали тибиаальный трэкер. Выполняли основной доступ, устанавливали бедренный трэкер. Регистрировали нижнюю конечность в положении сгибания 90°, центр ротации головки бедренной кости и анатомические ориентиры бедренной и большеберцовой костей. После регистрации определяли и записывали ис-

ходный объем движений, деформацию осей нижней конечности и нестабильность связочного аппарата коленного сустава. Дистальную резекцию бедренной кости и резекцию большеберцовой кости выполняли с помощью специализированных резекционных блоков Pivotal фирмы Stryker. Для компонентов Stryker ротацию бедренного и большеберцового компонентов устанавливали с помощью специальных блоков адаптированных под установку трэкеров.

После резекции костей записывали объем движений, оси и функцию связочного аппарата сначала на примерочных компонентах, а потом и после окончательной установки компонентов эндопротеза коленного сустава.

Навигацию фирмы Stryker для имплантов других производителей адаптировали следующим образом. Первичную резекцию бедренной и большеберцовой костей производили с помощью специализированных резекционных блоков Pivotal фирмы Stryker с возможностью крепления в них трэкеров. Выставляя углы для резекции в трех плоскостях, учитывали особенности имплантов определенной фирмы. Так резекцию под тибиаальные компоненты Zimmer NexGen и ImplantCast ACS выполняли с 7° наклоном назад, а резекцию под бедренные компоненты ImplantCast ACS выполняли с 15° гиперэкстензией, что было обусловлено дизайном этих компонентов. Ротационное положение компонентов устанавливали с помощью стандартных блоков определенной фирмы, устанавливая на них трэекеры на прямоугольных площадках.

Послеоперационное ведение

В первые сутки после операции сажали пациентов в кровати, а на вторые сутки удаляли дренажи и активизировали на костылях. В первые – вторые сутки после операции выполняли рентгенограммы оперированных суставов в прямой и боковой проекциях и рентгенограмму всей нижней конечности в прямой проекции. С помощью рентгенограммы конечности во фронтальной плоскости фиксировали механическую ось конечности. Механическую ось определяли, как линию, проходящую через центр головки бедренной кости, центр тибиаального плато и центр таранной кости. Положение тибиаального компонента определяли как отношение линии, проведенной через середину киля тибиаального компонента к оси большеберцовой кости, которую определяли как линию проведенную через центр тибиаального плато к центру таранной кости, положение бедренного компонента, как перпендикуляра к линии проведенной через наиболее выступающие точки латерального и медиального мыщелка бедренного компонента к механической оси бедренной кости, которую определяли как линию проведенную через центр эпифиза бедренной кости к центру ротации головки бедренной кости.

Антибиотики вводили в течение 3 – 5 дней с момента операции, антикоагулянты от 14 до 35 дней, в зависимости от вида применяемого антикоагулянта. В течение 2 месяцев с момента операции рекомендовали ходьбу с костылями и эластическую компрессию нижних конечностей.

Пациенты являлись на контрольные осмотры с рентгенограммами спустя 2, 6 и 12 месяцев с момента операции, далее

ежегодно. Во время контрольных осмотров оценивали функцию и состояние оперированного коленного сустава, рентгенограммы и просили пациентов заполнить анкету шкалы Oxford Knee Scale.

Результаты

В основной группе отмечен 1 случай глубокой перипротезной инфекции, потребовавшей удаления импланта (0,9% по отношению к общему количеству пациентов и 0,8 % по отношению к количеству установленных эндопротезов), в контрольной группе случаев глубокой перипротезной инфекции отмечено не было. Случаев асептического расшатывания эндопротезов, потребовавших удаления импланта не отмечено ни в одной из групп.

Распределение отклонения механической оси от нормальной показано на рисунке 1.

Отклонение бедренного компонента от механической оси бедренной кости показано на рисунке 2.

Отклонение положения тибияльного компонента от оси большеберцовой кости показано на диаграмме 3.

Таким образом, отклонение механической оси от нормальной в пределах 3 градусов в группе больных с использованием навигации отмечено в 115 случаях (94,3 %), а в группе больных с использованием стандартных методик в 51 случае (79,7 %) (диаграмма 4).

Отклонение бедренного компонента от механической оси более 3 градусов отмечено у 6 пациентов с применением навигации (5,7 %) и у 8 пациентов с применением стандартных методик (14,3 %). Отклонение большеберцового компонента от механической оси более 3 градусов отмечено у 4 пациентов с применением навигации (3,8 %) и у 12 пациентов с применением стандартного инструмента (21,4 %).

Пример восстановления механической оси нижней конечности при тотальном эндопротезировании коленного сустава с использованием компьютерной навигации у пациентки 76 лет

с посттравматической деформацией диафиза бедренной кости представлен на рисунке 5.

Средний балл по шкале Oxford Knee Scale представлен в таблице 1.

Таким образом, перед операцией средний балл по шкале Oxford у пациентов с применением стандартного инструментария был на 2,2 лучше, чем у пациентов с применением навигации, спустя 2 месяца после операции, средний балл у пациентов с применением навигации был лучше на 3,9, спустя 6 месяцев на 5,0, спустя год на 7,3, спустя 2 года на 6,2, спустя 3 года на 6,7, спустя 4 года на 7,5.

Обсуждение

Многие исследователи пришли к выводу, что деформация механической оси нижней конечности более 3° в варусную или вальгусную сторону после эндопротезирования коленного сустава ухудшает отдаленные результаты эндопротезирования коленного сустава. Наше исследование показало, что у пациентов с исходными деформациями механической оси конечности 15° и более, установка компонентов эндопротезов коленного сустава с применением компьютерной навигации дает более точные результаты, чем с применением стандартного инструментария (отклонение механической оси нижней конечности не более 3° у 94,3% пациентов с применением навигации и у 78,1% пациентов с применением стандартного инструментария). Отклонение бедренного компонента от механической оси более 3 градусов отмечено у 6 пациентов с применением навигации (5,7 %) и у 8 пациентов с применением стандартных методик (14,3 %). Отклонение большеберцового компонента от механической оси более 3 градусов отмечено у 4 пациентов с применением навигации (3,8 %) и у 12 пациентов с применением стандартного инструмента (21,4 %). Столь высокий процент отклонения оси нижней конечности (21,9 %), а также отдельно бедренного (14,3 %) и большеберцового (21,4 %) компонентов во время

операций с применением стандартного инструментария вероятно обусловлен исходной грубой деформацией механической оси нижней конечности (15 градусов и более). Можно сделать вывод, что именно у пациентов с грубыми деформациями механической оси нижней конечности применение навигации является наиболее обоснованным.

Опрос пациентов по шкале Oxford Knee Scale также показал лучшие результаты у пациентов с применением навигации по сравнению с пациентами, которым операция выполнялась с использованием стандартного инструментария.

В ряде случаев экстраартикулярной деформации нижней конечности применение навигации может быть необходимым, так как с помощью

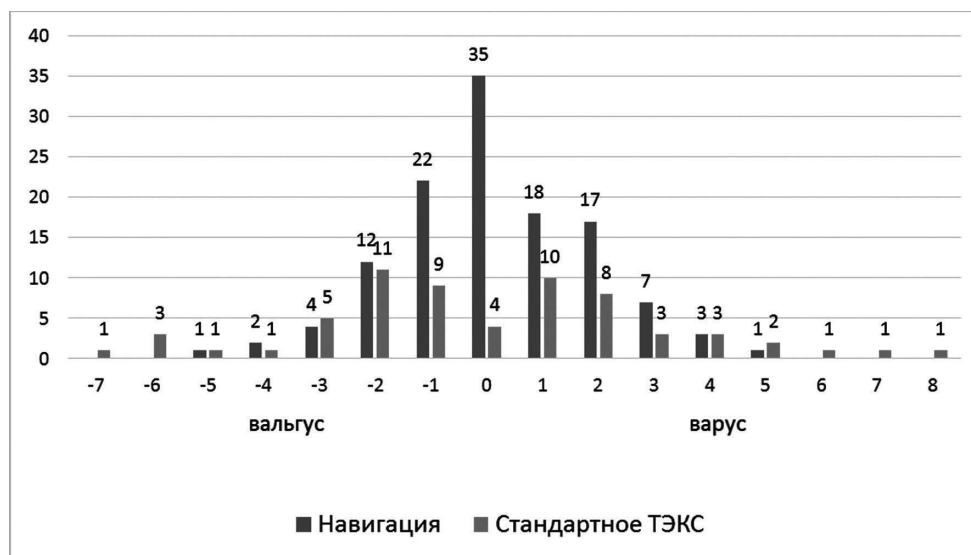


Рис. 1. Отклонение механической оси конечности после операций с использованием навигации и стандартных методик

стандартного инструмента нормальное позиционирование компонентов становится невозможным. Так, при последствиях переломов диафиза бедренной кости, сросшихся с деформацией, применение стандартных направителей для первого опиления бедренной кости заведомо приведет к некорректной установке бедренного компонента.

Тем не менее применение навигации может иметь некоторые недостатки. Описаны случаи переломов большеберцовой кости после введения пинов, однако в нашей серии таких переломов отмечено не было. Навигация удлиняет время операции, поскольку дополнительно необходима установка бедренного и большеберцового трекеров и регистрация анатомических ориентиров, однако в сложных случаях деформации оси нижней конечности использование стандартного инструмента может быть связано с трудностями, что также занимает дополнительное время. Нужно прецизионно рассчитывать уровни опиления бедренной и большеберцовой костей, правильно определять ротацию бедренного и большеберцового компонентов. Несомненно, навигация облегчает эту задачу. Навигационное оборудование стоит дорого, что ограничивает его применение в центрах, занимающихся эндопротезированием коленного сустава.

Таким образом, в случае тяжелых деформаций оси нижней конечности применение компьютерной навигации является обоснованным.

Список литературы

1. Jeffery RS, Morris RW, Denham RA. Coronal alignment after total knee replacement. J Bone Joint Surg Br. 1991;73:709-14.
2. Parratte S, Pagnano MW, Trousdale RT, Berry DJ. Effect of postoperative mechanical axis alignment on the fifteen-year survival of modern, cemented total knee replacements. J Bone Joint Surg Am. 2010;92:2143-9.

Срок	Навигация	Стандартное эндопротезирование	Разница
Перед операцией	9,5 (4 – 22)	11,7 (7 – 19)	2,2
2 месяца	24,4 (11 – 33)	21,5 (9 – 27)	3,9
6 месяцев	30,3 (20 – 48)	25,3 (11 – 39)	5,0
1 год	43 (19 – 45)	35,7 (15 – 47)	7,3

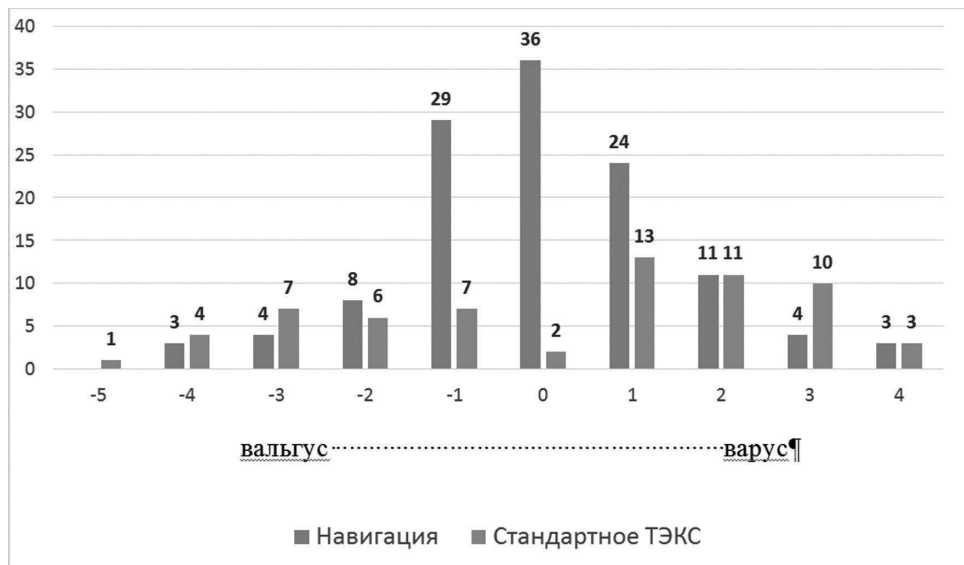


Рис. 2. Отклонение бедренного компонента от механической оси бедренной кости после операций с использованием навигации и стандартных методик

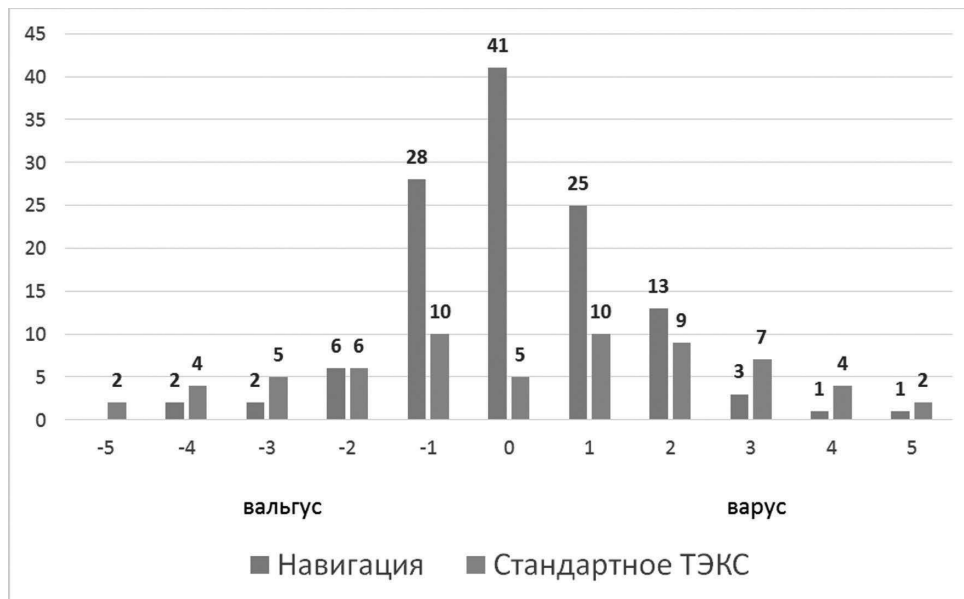


Рис. 3. Отклонение тибального компонента от оси большеберцовой кости после операций с использованием навигации и стандартных методик

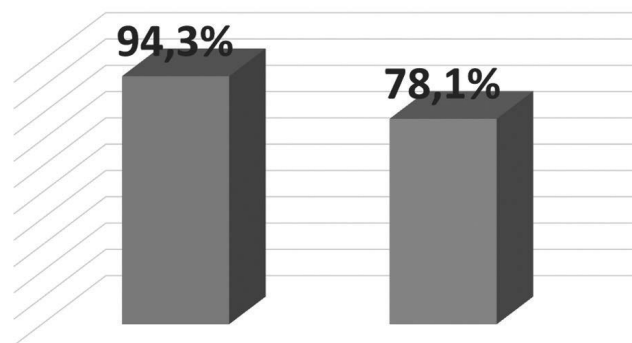


Рис. 4. Процентное отношение отклонения механической оси в пределах 3 градусов после операций с использованием навигации и стандартных методик



Рис. 5. Рентгенограммы пациентки Я., 76 лет до и после операции с применением компьютерной навигации

3. **Rand JA, Coventry MB.** Ten-year evaluation of geometric total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1988;232:168-73.
4. Ritter MA, Faris PM, Keating EM, Meding JB. Postoperative alignment of total knee replacement. Its effect on survival. *Clin Orthop Relat Res.* 1994;299:153-6.
5. **Chin PL, Yang KY, Yeo SJ, Lo NN.** Randomized control trial comparing radiographic total knee arthroplasty implant placement using computer navigation versus conventional technique. *J Arthroplasty* 2005;20:618-26.
6. **Daubresse F, Vajeu C, Loquet J.** Total knee arthroplasty with conventional or navigated technique: comparison of the learning curves in a community hospital. *Acta Orthop Belg* 2005;71:710-13.
7. **Guo-qiang Zhang, Ji-ying Chen, Wei Chai, Ming Liu, Yan Wang.** Comparison Between Computer-Assisted-Navigation and Conventional Total Knee Arthroplasties in Patients Undergoing Simultaneous Bilateral Procedures. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93:1190-6.
8. **Hoffart HE, Langenstein E, Vasak N.** A prospective study comparing the functional outcome of computer-assisted and

conventional total knee replacement. *J Bone Joint Surg Br.* 2012;94-B, N2, 194 – 199.

9. **Kavalerskiy GM, Murylev VY, Rukin YA, Lichagin AV, Elizarov PM.** Possibilities of computer navigation in primary total knee arthroplasty. *Journal of Traumatology and Orthopedics . Priorov.* 2012, N 4, p. 27 – 31.
10. **Kavalerskiy GM, Murylev VY, Rukin YA, Elizarov PM, Terentiev DI.** Total knee arthroplasty using computer navigation. *J. Department of Traumatology and Orthopedics.* 2012, N 2, p. 8 – 11.
11. **Matziolis G, Krockner D, Weiss U, Tohtz S, Perka C.** A prospective, randomized study of computer-assisted and conventional total knee arthroplasty: three-dimensional evaluation of implant alignment and rotation. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89-A:236-43.
12. **Sparmann M, Wolke B, Czupalla H, Banzer D, Zink A.** Positioning of total knee arthroplasty with and without navigation support: a prospective, randomised study. *J Bone Joint Surg [Br]* 2003;85-B:830-5.
13. **Ensini A, Catani F, Leardini A, Romagnoli M, Giannini S.** Alignments and clinical results in conventional and navigated total knee arthroplasty. *Clin Orthop* 2007;457:156-62.
14. **Kim YH, Kim JS, Yoon SH.** Alignment and orientation of the components in total knee replacement with and without navigation support: a prospective, randomized study. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89-B:471-6.
15. **Kim YH, Park JW, Kim JS.** Computer-Navigated Versus Conventional Total Knee Arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am.* 2012;94:2017-24.
16. **Lütznier J, Krummenauer F, Wolf C, Günther K., Kirschner S.** Computer-assisted and conventional total knee replacement. *J Bone and Joint Surg Br.* Vol. 90-B, N 8, 1039-1044.
17. **Spencer JM, Chauhan SK, Sloan K, Taylor A, Beaver RJ.** Computer-navigation versus conventional total knee replacement: no difference in the functional results at two years. *J Bone Joint Surg Br* 2007;89-B:477-80.
18. **Jung HJ, Jung YB, Song KS, Park SJ, Lee JS.** Fractures associated with computer-navigated total knee arthroplasty. A report of two cases. *J Bone Joint Surg Am.* 2007;89:2280-4.
19. **Ossendorf C, Fuchs B, Koch P.** Femoral stress fracture after computer navigated total knee arthroplasty. *Knee.* 2006;13:397-9.

Информация об авторах:

Кавалерский Г.М. – д.м.н., профессор, директор НОКЦ «Инновационных технологий в травматологии и ортопедии» Первого МГМУ им. И.М. Сеченова

Серета А.П. – к.м.н., заместитель директора НОКЦ «Инновационных технологий в травматологии и ортопедии» по научной и инновационной работе

THE USE OF COMPUTERIZED NAVIGATION FOR TOTAL KNEE REPLACEMENT IN PATIENTS WITH SEVERE DEFORMITIES OF THE MECHANICAL AXIS OF THE LOWER LIMB

G. M. KAVALERSKIY, V. Y. MURYLEV, Y. A. RUKIN, A. P. SEREDA, P. M. ELIZAROV, A. V. MUZYCHENKOV,

*Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow
City Clinical Hospital Botkin, Moscow*

Information about the authors:

Cavalerskiy Gennadiy Mikhailovich – MD, Professor, Head of the Department, Moscow, Trubetskaya, d. 8, p. 2; phone: (499) 248-05-53; e-mail: gKavalerskiy@mail.ru

Sereda Andrey Petrovich – MD, director of the Federal State Institution «Federal Research and Clinical Center of Sports Medicine and Rehabilitation FMBA of Russia»; 7 (926) 555-06-46, e-mail: drsereda@gmail.com

We have analyzed results of total knee replacements in two groups of patients with severe deformity of the mechanical axis of the lower limb (equally or more 15 degrees). In the main group (105 patients, 122 operations), total knee replacements were performed with computer navigation, in the control group (56 patients, 64 operations) total knee replacements were performed with standard techniques. We have analyzed the deviation of the mechanical axis from the normal one on the preoperative and postoperative x-ray pictures. In addition, we have analyzed the position of femoral and tibial components in the frontal plane. We have compared deviations more than 3° in both groups. Accuracy of restore of the mechanical axis and positioning of the tibial component was statistically better in the main group with using of the computer navigation, but we did not obtain statistical evidence of the more precise of the femoral component in the main group.

We have compared Oxford Knee points before and after operations. In the group with using of navigation results were statistically better after 6 months, 1 year, 2 years and 3 years after operations.

Thus, in the case of severe deformity of the axis of the lower limb the use of computerized navigation is reasonable.

Key words: total joint replacement, knee, computer navigation.