

## БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СТОЯНИЯ И ПОХОДКИ БОЛЬНЫХ ПОСЛЕ ТОТАЛЬНОГО ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ КОЛЕННОГО СУСТАВА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМПЬЮТЕРНОЙ НАВИГАЦИИ

Ю.А. Безгодков<sup>1</sup>, Н.Н. Корнилов<sup>2</sup>, А.И. Петухов<sup>2</sup>, Т.А. Куляба<sup>2</sup>, А.В. Селин<sup>2</sup>, Ю.И. Муранчик<sup>3</sup>, И.И. Кройтору<sup>2</sup>, В.Л. Игнатенко<sup>2</sup>, А.В. Сараев<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Санкт-Петербургская государственная педиатрическая медицинская академия» Минздрава России, ректор – д.м.н. профессор В.В. Леванович

<sup>1</sup>ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, директор – д.м.н. профессор Р.М. Тихилов  
Санкт-Петербург

<sup>2</sup>ГУЗ «Рязанская областная клиническая больница», главный врач – к.м.н. А.А. Низов

Для объективизации оценки функциональных результатов лечения больных, которым тотальное эндопротезирование коленного сустава выполнялось с использованием компьютерной навигации, был проведен биомеханический анализ стояния и ходьбы 25 пациентов до операции и через 6 и 12 месяцев после нее. Проведен сравнительный анализ с результатами обследования 25 больными, которым вмешательство проводилось по стандартной методике. После использования компьютерной навигации наблюдалось достоверное лучшее восстановление положения общего центра давления и центров давления конечностей. Показатели походки, такие как длительность шага и время опоры контралатеральной конечности, коэффициент ритмичности достоверно улучшались в обеих группах больных.

**Ключевые слова:** эндопротезирование, коленный сустав, компьютерная навигация, биомеханика.

## BIOMECHANICAL INDICES OF STANDING AND GAIT IN PATIENTS AFTER TOTAL KNEE REPLACEMENT USING COMPUTER NAVIGATION

Yu.A. Bezgodkov, N.N. Kornilov, A.I. Petukhov, T.A. Kulyaba, A.V. Selin, Yu.I. Muranchic, I.I. Croitoru, V.L. Ignatenko, A.V. Saraev

Several biomechanical parameters of standing and walking in 50 patients with osteoarthritis after total knee arthroplasty were evaluated. The patients were randomly divided in two equal groups: in the first group the surgery was performed with computer navigation system and in the second - with traditional instruments. After TKA with computer navigation centers of common body pressure and legs pressure during standing phase improved significantly better than in traditional group. Walking parameters like step length, ground contact time and rhythm coefficient improved in both groups of patients but without significant difference.

Thereby more precise orientation of implant that achieved during computer assisted TKA leads to better functional performance at 6 and 12 month after surgery.

**Key words:** total knee arthroplasty, computer assisted surgery, navigation, knee biomechanics.

### Введение

В последние десятилетия тотальное эндопротезирование стало методом выбора хирургического лечения больных с терминальными стадиями заболеваний коленного сустава дегенеративно-дистрофической или ревматологической этиологии. Продолжительность функционирования искусственного сустава определяется рядом факторов, одним из которых является надлежащая пространственная ориентация компонентов эндопротеза [7, 12]. Для повышения точности имплантации эндопротезов разработаны системы компьютерной навигации, эффективность которых подтверждена как отечественными, так и зарубежными исследователями

[2, 3, 14, 15]. Оптимальное расположение имплантата важно и с точки зрения полноценного восстановления функции коленного сустава, для оценки которой традиционно используются клинические и инструментальные методы [5]. Проводимая врачом клиническая оценка функции коленного сустава, особенно стояния (поддержания вертикальной статической позы) и ходьбы, в определенной степени субъективна. Объективизировать влияние тотального эндопротезирования коленного сустава на возможность поддержания позы в статике и на походку пациентов позволяют биомеханические методы исследования, в частности, стабилметрия, динамометрия, подография [1].

**Цель исследования** – изучить в динамике биомеханические показатели стояния и ходьбы у больных с патологией коленного сустава дегенеративно-дистрофической этиологии для объективной оценки эффективности клинического применения компьютерных оптических навигационных систем при первичном тотальном эндопротезировании.

### Материал и методы

Мы наблюдали 50 больных с дегенеративно-дистрофическими заболеваниями коленного сустава в возрасте от 41 до 80 лет, которые были разделены на две группы. Основную группу составили 25 больных, оперированных с использованием компьютерной оптической навигационной системы, а контрольную – 25 пациентов, которым эндопротезирование проводилось по традиционной методике с использованием инструментальных систем ориентировки резекторных блоков. Обе группы пациентов не имели значимых различий по половозрастным показателям, степени выраженности патологического процесса и имеющимся функциональным ограничениям (табл. 1).

При тотальном замещении коленного сустава у пациентов обеих групп использовали классический передне-срединный доступ. Разрез кожи начинали по средней линии примерно на 4–6 см выше надколенника, затем проходили через его середину и продолжали дистально над связкой надколенника и вдоль внутреннего края бугристости большеберцовой кости, а заканчивали на 4–5 см ниже суставной щели. Подкожную клетчатку и собственную фасцию обязательно рассекали в одной плоскости с кожей. *Musculus vastus medialis* остро отделяли от *musculus rectus femoris* в сухожильной части без расслаивания мышечных волокон. Затем через внутренний парapatеллярный доступ, отсут-

пив от надколенника 5 мм кнутри, вскрывали фиброзную капсулу коленного сустава и синовиальную оболочку. Дистально разрез заканчивали у внутреннего края бугристости большеберцовой кости.

Во время операции без применения компьютерной навигации использовались стандартные направители: экстрамедуллярные – для резекции большеберцовой кости и интрамедуллярные – для резекции бедренной кости.

В основной группе во время операции использовали оптическую навигационную систему «VectorVision» фирмы «BrainLAB AG» (Германия), состоящую из неподвижных и мобильных датчиков, инфракрасной камеры с излучателем, улавливающей перемещение датчиков в пространстве, и компьютера с программным обеспечением. Программное обеспечение было универсальным, что позволило применять эндопротезы и инструменты различных типов. В частности, мы использовали эндопротезы с фиксированной платформой AGC производства «Biomet» (Великобритания), а также «Sigma» производства «De Puy J&J» (США).

Обследование всех пациентов выполнено в Российском научно-исследовательском институте травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена на биомеханическом компьютерном диагностическом комплексе «ДиаСлед» (Санкт-Петербург, Россия), позволяющем осуществлять стабилometriю, динамометрию и подографию. При изучении опорной функции с помощью стабилometriи оценивали положение общего центра давления и определяли асимметрию положения центров давления нижних конечностей. Биомеханические исследования походки изучали с помощью стабилometriи и подографии. Последовательный компьютерный анализ показателей тензоэлементов позволяет регистрировать различные показатели,

Таблица 1

**Сравнительная характеристика исследуемых групп больных с гонартрозом в дооперационном периоде**

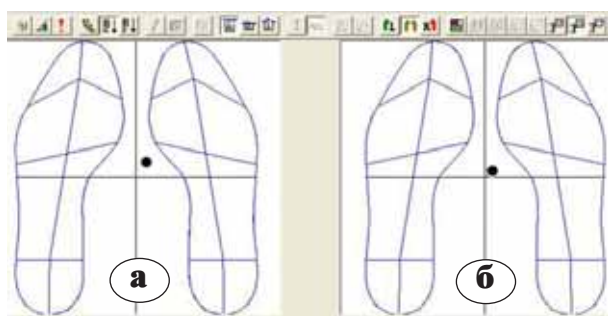
Характеристика	Группа	
	основная	контрольная
Пол	женщин – 19 (76%) мужчин – 6 (24%)	женщин – 22 (88%) мужчин – 3 (12%)
Средний возраст, лет	61,5±7,1	63,1±7,5
Деформация, град.	4,3±4,5	4,6±4,0
Средняя величина сгибания в коленном суставе, град.	88,9±17,5	94,3±21,6
Шкала WOMac, баллы	64,5±7,2	65,9±5,8
Шкала KSS KS, баллы	25,5±9,75	24,6±5,2
Шкала KSS FS, баллы	44,5±9,0	54,2±5,2

такие как длительность фаз шага, переката стоп и ритмичность в секундах, а также в процентах к продолжительности двойного шага. Это даёт возможность провести полноценный качественный и количественный анализ изучаемых параметров. Результаты обследования были обработаны методами параметрической и непараметрической статистики. Различие считали достоверным при значении  $p < 0,05$ .

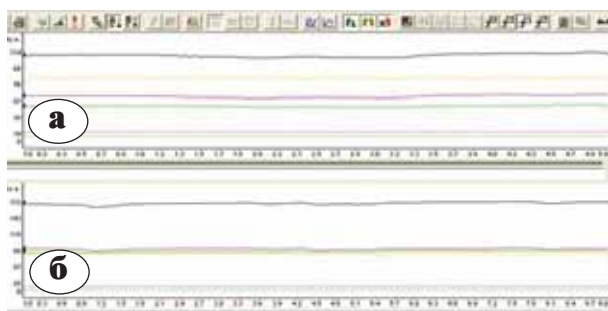
### Результаты и обсуждение

У обследованных пациентов выявлен ряд биомеханических особенностей поддержания вертикальной статической позы при стоянии и ходьбе, причём наиболее показательными оказались данные, полученные через 6 и 12 мес. после операции.

Для определения устойчивости положения тела пациента выполнялось стабилметрическое исследование. До операции анализ положения общего центра давления показал его смещение преимущественно в сторону контралатеральной (здоровой или менее поражённой) конечности.



**Рис. 1.** Стабилограмма пациента С., 69 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (контрольная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после операции



**Рис. 2.** График интегральной нагрузки пациента С., 69 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (контрольная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после операции. Горизонтальная ось – время проведения теста, сек.; вертикальная ось – величина нагрузки, усл. ед.; красная сплошная линия – график интегральной нагрузки правой нижней конечности; зеленая сплошная линия – график интегральной нагрузки левой нижней конечности

Через 6 и 12 месяцев после операции наблюдалось улучшение положения общего центра давления в обеих группах (рис. 1, 2, табл. 2).

На рисунке 1 а определяется смещение положения общего центра давления вправо на 5% и впереди на 5% относительно линий координат в сторону проекции переднего отдела правой стопы. На рисунке 1 б определяется уменьшение смещения положения общего центра давления (вправо на 1% и впереди на 3%) относительно линий координат в сторону проекции переднего отдела правой стопы.

На рисунке 2 а определяется асимметрия распределения нагрузки на нижние конечности: 45% – на левую, 55% – на правую, коэффициент асимметрии 1,24. На рисунке 2 б определяется уменьшение асимметрии распределения нагрузки на нижние конечности: 48% – на левую, 52% – на правую, коэффициент асимметрии – 1,09.

Наиболее показательным параметром, отражающим смещение общего центра давления и асимметрию давления под стопами, является коэффициент асимметрии (соотношение давления под наиболее нагружаемой конечностью к давлению под наименее нагружаемой конечностью) (табл. 2).

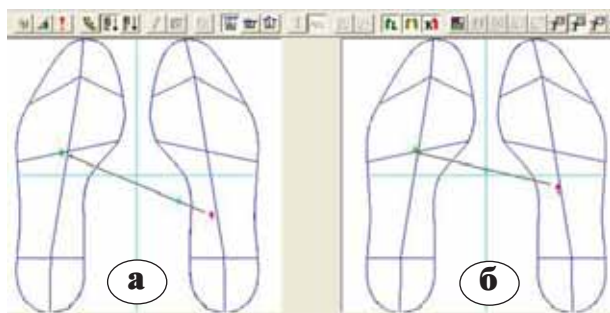
Таблица 2

Группа	Коэффициент асимметрии		
	Срок наблюдения		
	до операции	через 6 мес.	через 12 мес.
Основная	1,54±0,35*	1,17±0,12	1,13±0,12*
Контрольная	1,47±0,32	1,21±0,12	1,18±0,22

\* - различия показателей достоверны  $p < 0,05$ .

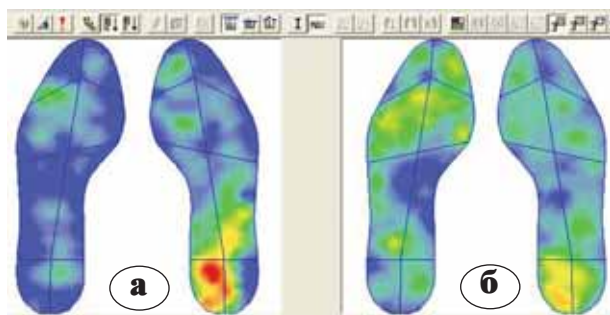
Таким образом, после операции эндопротезирования коленного сустава с использованием компьютерной навигации и без нее стабильность положения пациентов в статическом положении улучшается вследствие уменьшения асимметрии положения общего центра давления, более равномерного распределения нагрузки на ноги. Следует отметить, что у пациентов после использования компьютерной навигации наблюдается достоверно большее восстановление положения общего центра давления по сравнению с пациентами контрольной группы.

У обследованных нами пациентов обеих групп наибольшая асимметрия положения центров давления конечностей определялась до хирургического лечения. После операции через 6 и 12 месяцев наблюдалось уменьшение асимметрии положения центров давления нижних конечностей в обеих группах (рис. 3, 4, табл. 3.).



**Рис. 3.** Стабилограмма пациента Ф., 72 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (основная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 мес. после операции.

Красным цветом показано положение центра давления правой нижней конечности, зеленым – левой, синим – общий центр давления, соединяющая их линия условно показывает степень асимметрии



**Рис. 4.** Статическая динамограмма пациента Ф., 72 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (основная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после операции

На рисунке 3 а определяется асимметричное (22%) положение центров давления правой и левой нижних конечностей относительно сагиттальной оси координат. На рисунке 3 б определяется более симметричное (12%) положение центров давления правой и левой нижних конечностей относительно сагиттальной оси координат.

Определяется уменьшение давления под левой стопой относительно правой до операции (рис. 4 а) и восстановление нагрузки на левую ногу (рис. 4 б). Восстановление симметрии рас-

пределения давления между правой и левой стопами подтверждает показания стабилотраграммы (см. рис. 3).

Таким образом, после операции эндопротезирования коленного сустава с использованием компьютерной навигации и без нее стабильность положения пациентов в статическом положении улучшается вследствие уменьшения асимметрии положения центров давления конечностей и более равномерного распределения нагрузки на ноги. Однако у пациентов после использования компьютерной навигации наблюдается достоверно большее восстановление положения центров давления конечностей по сравнению с пациентами контрольной группы.

При анализе стабилотрафических исследований оценивали траектории движения центров давления конечностей и движения общего центра давления тела пациента.

До операции наблюдалось ограничение амплитуды и уменьшение стабильности траектории общего центра давления на стороне поражения. После операции эти показатели улучшались у всех пациентов.

Наблюдаемое до операции уменьшение амплитуды центра давления большой конечности также со временем улучшалось.

Улучшение походки пациентов после эндопротезирования коленного сустава, установленное при стабилотрафии, подтверждалась при анализе подограмм на графиках интегрального давления.

У пациентов обеих групп до эндопротезирования коленного сустава наиболее информативные показатели изменялись следующим образом: длительность шага и время опоры контралатеральной конечности, а также коэффициент ритмичности были увеличены, а время опоры уменьшено.

После хирургического лечения показатели достоверно улучшались в обеих группах (табл. 4, 5, 6).

В качестве примеров приводим наблюдения биомеханического исследования походки у пациентов основной и контрольной групп.

Таблица 3

#### Асимметрия положения центров давления нижних конечностей

Группа	Срок наблюдения		
	до операции	через 6 мес	через 12 мес
Основная	8,84±6,34%*	5,19±4,72%	4,07±4,64%*
Контрольная	9,0±7,0%	6,02±4,59%	5,18±3,78%

Примечание: \* – различия показателей достоверны  $p < 0,05$ .



Таблица 4

**Длительность шага, сек.**

Группа	Срок наблюдения		
	до операции	через 6 мес	через 12 мес
Основная	1,62±0,19	1,34±0,12	1,22±0,12
Контрольная	1,68±0,20	1,33±0,15	1,26±0,17

Примечание: различия показателей достоверны  $p < 0,05$ .

Таблица 5

**Длительность времени опоры / переноса, сек.**

Группа	Срок наблюдения		
	до операции	через 6 мес	через 12 мес
Основная	1,16±0,19	0,8±0,12	0,68±0,12
	0,46±0,19	0,54±0,12	0,54±0,12
Контрольная	1,24±0,20	0,82±0,15	0,73±0,17
	0,44±0,20	0,51±0,15	0,53±0,17

Примечание: различия показателей достоверны  $p < 0,05$ .

Таблица 6

**Коэффициент ритмичности**

Группа	Срок наблюдения		
	до операции	через 6 мес	через 12 мес
Основная	0,86±0,04	0,94±0,04	0,96±0,03
Контрольная	0,85±0,04	0,94±0,04	0,95±0,03

Примечание: различия показателей достоверны  $p < 0,05$ .

**Наблюдение 1.**

Пациент П., 70 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (основная группа). Обследование до операции и через 12 месяцев после операции.

На рисунке 5 а определяется ограничение амплитуды траектории общего центра давления (левая составляющая – 34%) и центра давления левой нижней конечности (51%), на рисунке 5 б – увеличение амплитуды траектории общего центра давления (левая составляющая – 45%) и центра давления левой нижней конечности (65%).

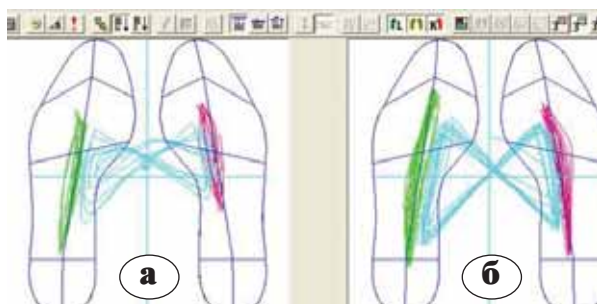
На рисунке 6 а для правой нижней конечности длительность шага – 1,68 сек, длительность переноса – 1,25 сек. (74%), длительность опоры – 0,43 сек (26%); коэф-

фициент ритмичности – 0,89. На рисунке 6 б для правой нижней конечности длительность шага – 0,92 сек., длительность переноса – 0,54 сек. (59%), длительность опоры – 0,38 сек. (41%); коэффициент ритмичности 0,96 (рис. 5, 6).

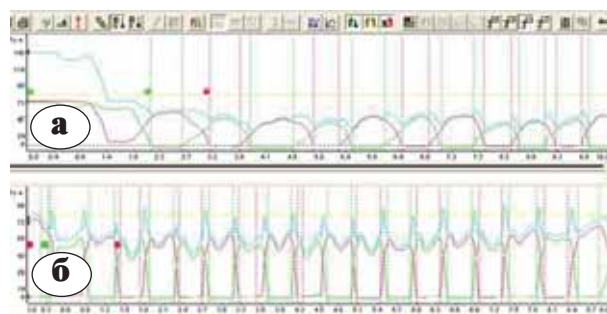
**Наблюдение 2.**

Пациент С., 77 лет, с деформирующим артрозом правого коленного сустава III ст. (контрольная группа). Обследование до операции и через 12 месяцев после операции (рис. 7, 8).

На рисунке 7 а определяется ограничение амплитуды траектории общего центра давления (правая составляющая – 32%) и центра давления правой нижней конечности (41%), на рисунке 7 б – увеличение амплитуды траектории общего центра давления (пра-



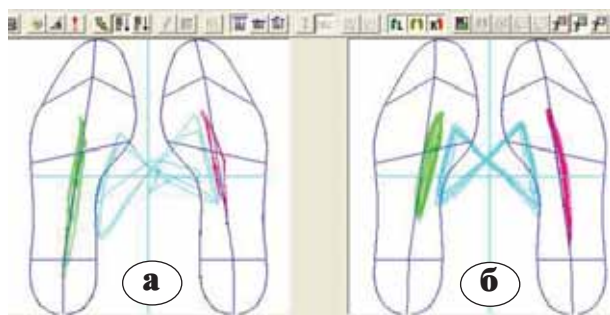
**Рис. 5.** Стабилограмма ходьбы пациента П., 70 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (основная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после операции



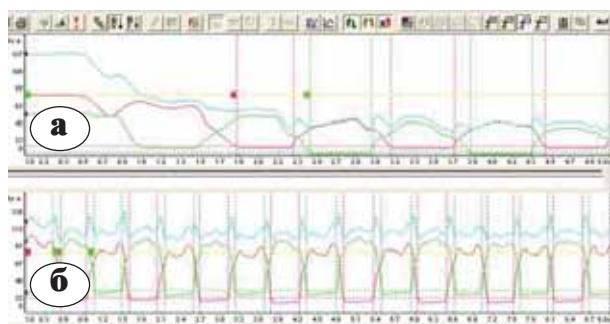
**Рис. 6.** График интегральной нагрузки пациента П., 70 лет, с деформирующим артрозом левого коленного сустава III ст. (основная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после операции

вая составляющая – 34%) и центра давления правой нижней конечности (50%) (рис. 7).

На рисунке 8 а для левой нижней конечности длительность шага – 1,38 сек., длительность переноса – 0,88 сек. (64%), длительность опоры – 0,5 сек. (36%); коэффициент ритмичности – 0,91. На рисунке 8 б для левой нижней конечности длительность шага – 1,16 сек., длительность переноса 0,7 сек. (60%), длительность опоры – 0,38 сек. (40%); коэффициент ритмичности 0,94.



**Рис. 7.** Стабилограмма ходьбы пациента С., 77 лет, с деформирующим артрозом правого коленного сустава III ст. (контрольная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после него



**Рис. 8.** График интегрального давления пациента С., 77 лет, с деформирующим артрозом правого коленного сустава III ст. (контрольная группа): а – до хирургического вмешательства; б – через 12 месяцев после операции

Компьютерная навигация за последнее десятилетие зарекомендовала себя как надёжный инструмент, позволяющий повысить точность пространственной ориентации компонентов эндопротеза коленного сустава, что, по мнению большинства исследователей, должно снизить частоту асептического расшатывания имплантатов [8, 11].

Вместе с тем, данные о влиянии компьютерной навигации на функциональные исходы тотального замещения коленного сустава остаются противоречивыми.

Так, С. Bertsch с соавторами при анализе функции коленного сустава с использованием шкалы KSS в сроки через 10 дней и через 3 месяца после операции не выявили значимых

различий между группами, в которых операция выполнялась стандартно и с навигацией [4].

С.Д. Peterline с соавторами отмечают, что уже к 6 месяцам после тотального замещения коленного сустава с применением компьютерной навигации качество жизни пациентов достигает нормальных показателей, соответствующих данной возрастной группе [13].

По мнению R. Decking с соавторами, через год после артропластики как при использовании традиционной техники, так и компьютерной навигации, амплитуда движений, количество осложнений и показатели стандартных опросников (KSS, WOMAC) одинаковы [6].

J. Lutzner с соавторами продемонстрировали, что через 20 месяцев после эндопротезирования улучшение по шкале KSS в группе больных, где использовалась навигация, значительно отличалась от контроля [10].

J.M. Spencer с соавторами, изучая функциональное состояние коленного сустава пациентов по пяти различным шкалам через 2 года после эндопротезирования, несмотря на достигнутое лучшее пространственное расположение компонентов эндопротеза при использовании компьютерной навигации, не зафиксировали достоверного улучшения клинических результатов [16].

Y.D. Kamat с соавторами установили, что через 3 года после тотального эндопротезирования существенной разницы в суммарных показателях функции коленного сустава, оцененной при помощи Oxford Knee Score, у больных основной и контрольной групп нет. Однако если из пациентов, оперированных по стандартной методике, выделить тех, у кого отклонение оси конечности составило более 3 градусов – 15,5% (в навигационной – 2,9%), то в данной подгруппе функция коленного сустава была хуже, нежели у больных с нормальной осью конечности [9].

Противоречивость результатов приведённых выше исследований свидетельствует о том, что балльные системы, традиционно используемые для оценки результатов эндопротезирования, не обладают достаточной чувствительностью, позволяющей установить различия в функциональном статусе рассматриваемых категорий больных. Биомеханические исследования стояния и походки позволяют объективизировать оценку функции коленного сустава и всей нижней конечности в целом, оценивая изменения на качественно новом уровне.

## Заключение

Несмотря на то, что биомеханические показатели статики улучшались в обеих группах, в основной группе улучшение было достоверным, причём для показателей основной группы

наблюдалась более выраженная положительная динамика. Биомеханические показатели походки также улучшались в обеих группах, однако в основной группе изменения были более существенными.

Таким образом, применение компьютерной навигации при тотальном эндопротезировании коленного сустава положительно влияет не только на точность пространственного расположения компонентов эндопротеза, но и на восстановление опорной и двигательной функции пациентов.

## Литература

1. Безгодков, Ю.А. Оценка статики и походки у больных с патологией крупных суставов нижних конечностей / Ю.А. Безгодков // Материалы X юбилейного Российского национального конгресса "Человек и его здоровье". — СПб., 2005. — С. 11.
2. Мурылев, В.Ю. Оценка ближайших результатов тотального эндопротезирования коленного сустава с применением компьютерной навигации / В.Ю. Мурылев [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2009. — № 1. — С. 29–33.
3. Петухов, А.И. Анализ пространственного расположения компонентов эндопротеза коленного сустава и ранние функциональные результаты эндопротезирования с использованием компьютерной навигации / А.И. Петухов [и др.] // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. — 2009. — № 3. — С. 51–55.
4. Bertsch, C. Early clinical outcome after navigated total knee arthroplasty. Comparison with conventional implantation in TKA: a controlled and prospective analysis / C. Bertsch [et al.] // Orthopade. — 2007. — Bd. 36, N. 8. — S. 739–745.
5. Davies, A.P. Rating systems for total knee replacement / A.P. Davies // Knee. — 2002. — Bd. 9, N. 4. — P. 261–266.
6. Decking, R. On the outcome of computer-assisted total knee replacement / R. Decking [et al.] // Acta Chir. Orthop. Traumatol. Cech. — 2007. — Vol. 74, N. 3. — P. 171–174.
7. Fang, D.M. Coronal alignment in total knee arthroplasty: just how important is it / D.M. Fang, M.A. Ritter, K.E. Davis // J. Arthroplasty. — 2009. — Vol. 24, N. 6. — P. 39–43.
8. Haaker, R. Computer-assisted navigation increases precision of component placement in total knee arthroplasty / R. Haaker [et al.] // Clin. Orthop. — 2005. — N. 433. — P. 152–159.
9. Kamat, Y.D. Does computer navigation in total knee arthroplasty improve patient outcome at midterm follow-up? / Y.D. Kamat [et al.] // Int. Orthop. — 2009. — Vol. 33, N. 6. — P. 1567–1570.
10. Lützner, J. Functional outcome after computer-assisted versus conventional total knee arthroplasty: a randomized controlled study / J. Lützner, K.P. Günther, S. Kirschner // Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc. — 2010. — Vol. 18, N. 10. — P. 1339–1344.
11. Maculé-Beneyto, F. Navigation in total knee arthroplasty. A multicenter study / F. Maculé-Beneyto [et al.] // Int. Orthop. — 2006. — Vol. 30, N. 6. — P. 536–540.
12. Maniar, R.N. Margin of error in alignment: a study undertaken when converting from conventional to computer-assisted total knee arthroplasty / R.N. Maniar [et al.] // J. Arthroplasty. — 2011. — Vol. 26, N. 1. — P. 82–87.
13. Peterlein, C.D. Clinical outcome and quality of life after computer-assisted total knee arthroplasty: results from a prospective, single-surgeon study and review of the literature / C.D. Peterlein [et al.] // Chir. Organi Mov. — 2009. — Vol. 93, N. 3. — P. 115–122.
14. Picard, F. A quantitative method of effective soft tissue management for varus knees in total knee replacement surgery using navigational techniques / F. Picard [et al.] // Proc. Inst. Mech. Eng. — 2007. — Vol. 221, N. 7. — P. 763–772.
15. Siston, R.A. Surgical navigation for total knee arthroplasty: a perspective / R.A. Siston [et al.] // J. Biomech. — 2007. — Vol. 40, N. 4. — P. 728–735.
16. Spencer, J.M. Computer navigation versus conventional total knee replacement: no difference in functional results at two years / J.M. Spencer [et al.] // J. Bone Joint Surg. — 2007. — Vol. 89-B, N. 4. — P. 477–480.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Безгодков Юрий Алексеевич – д.м.н. профессор кафедры госпитальной хирургии с курсом травматологии, ортопедии и ВПХ;  
 Корнилов Николай Николаевич – д.м.н. ведущий научный сотрудник отделения патологии коленного сустава;  
 Петухов Алексей Иванович – младший научный сотрудник отделения патологии коленного сустава  
 E-mail: drpetukhov@yandex.ru  
 Куляба Тарас Андреевич – к.м.н. руководитель отдела, заведующий отделения патологии коленного сустава;  
 Муранчик Юрий Иванович – заведующий травматолого-ортопедическим отделением;  
 Селин Александр Викторович – к.м.н. научный сотрудник отделения патологии коленного сустава;  
 Кройтору Иосиф Иванович – к.м.н. научный сотрудник отделения патологии коленного сустава;  
 Игнатенко Василий Львович – младший научный сотрудник отделения патологии коленного сустава;  
 Сараев Александр Викторович – ординатор отделения патологии коленного сустава.