

*М.А. Аль Катауне, Д.И. Михалкевич*  
**ПЛАНИРОВАНИЕ РАЗМЕРА И ПОЛОЖЕНИЯ БЕДРЕННОГО  
КОМПОНЕНТА ЭНДОПРОТЕЗА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
НАВИГАЦИОННОЙ ТЕХНОЛОГИИ**

*Научный руководитель: канд. мед. наук, доц. П.И. Беспальчук*  
*Кафедра травматологии и ортопедии*  
*Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск*

*M.A. Alqatawneh, D.I. Mikhalkovich*  
**PLANNING THE SIZE AND POSITION OF THE FEMORAL COMPONENT  
OF THE ENDOPROSTHESIS USING NAVIGATION TECHNOLOGY**

*Tutor: professor P.I. Bepalchuk*  
*Department of Orthopedic and Traumatology*  
*Belarusian State Medical University, Minsk*

**Резюме.** Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) – эффективный и часто единственный способ восстановления утраченной функции нижней конечности, заключающийся в замещении патологически измененных поверхностей бедренной и большеберцовой костей на искусственные. Несмотря на опыт применения ТЭКС, у 3% пациентов развивается нестабильность компонентов эндопротеза в течение трех лет.

**Ключевые слова:** коленный сустав, эндопротезирование, компьютерная навигация, бедренный компонент.

**Resume.** Total knee arthroplasty (TKA) is an effective and often the only way to restore the lost function of the lower limb, which consists in replacing pathologically altered surfaces of the femur and tibia with artificial ones. Despite the experience of using TKA, 3% of patients develop instability of the endoprosthesis components within three years.

**Keywords:** knee joint, endoprosthetics, computer navigation, femoral component.

**Актуальность.** Гонартроз — хроническое прогрессирующее дегенеративно-дистрофическое заболевание коленного сустава, характеризующееся деструкцией суставного хряща, изменениями суставных поверхностей эпифизов костей и околоуставных мягких тканей. Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) – эффективный и часто единственный способ восстановления утраченной функции нижней конечности, заключающийся в замещении патологически измененных поверхностей бедренной и большеберцовой костей на искусственные [1]. Несмотря на опыт применения ТЭКС, у 3% пациентов развивается нестабильность компонентов эндопротеза в течение трех лет, что связано с рядом причин, одна из которых - нарушение их позиционирования, приводящее к несимметричной нагрузке на элементы сустава: ранний износ и асептическое смещение компонентов, что в дальнейшем требует необходимости выполнения ревизионного эндопротезирования. Компьютерная навигация - значительный шаг последних десятилетий: обеспечивает точное позиционирование компонентов благодаря инфракрасному сканированию индивидуальной анатомии пациента; обеспечивает возможность интраоперационного моделирования и объективного контроля различных анатомических и хирургических параметров; позволяет контролировать ось конечности и амплитуду движений.

**Цель:** повышение эффективности первичного эндопротезирования коленного сустава.

**Задачи:** оптимизация первичного эндопротезирования коленного сустава с помощью компьютерной навигации.

**Материал и методы.** 62 пациента (51 женщины и 11 мужчин) после эндопротезирования коленного сустава, находившихся на лечении в УЗ «б ГКБ Минска» в 2019 - 2020 годах. Рентгенологические результаты хирургического лечения пациентов с гонартрозом, оперированных с применением системы компьютерной навигации.

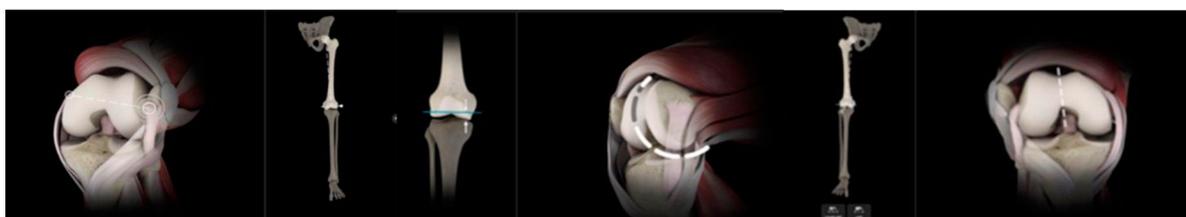
ТЭКС проводилось с использованием стандартного срединного разреза кожи и медиального парапателлярного доступа. Навигационная система («Brainlab») использовалась в режиме интраоперационного сканирования. Обязательным элементом в процессе выполнения костных резекций являлось также удаление (при наличии) костно-хрящевых разрастаний вокруг суставных поверхностей (экзостозов). Дальнейшим этапом хирургического вмешательства являлась регистрации бедренной кости;

Ориентиры для определения ротационного положения бедренного компонента:

- **Линия надмышелка:** Программа устанавливает положение бедренного компонента его поворотом относительно задней оси. Начальное положение компонента составляет  $0^\circ$  по отношению к линии надмышелков (рисунок 1 А));

- **Задние мышелки:** Программа устанавливает положение бедренного компонента его поворотом относительно задней оси. Начальное положение компонента составляет  $3^\circ$  по отношению к задней мышелковой линии (рисунок 1 Б));

- **Линия Уайтсайда:** Программа устанавливает положение бедренного компонента его поворотом под углом  $90^\circ$  к линии Уайтсайда (рисунок 1 В)).



**Рис. 1** – А) Линия надмышелка; Б) Задние мышелки; В) Линия Уайтсайда

Ориентиры для определения переднезаднего положения бедренного компонента:

- **передний:** Программа использует точку передней кортикальной зоны в качестве опорной точки для переднего размещения имплантата. Если изменить размер имплантата в процессе планирования, то его положение на бедренной кости останется выровненным по передней кортикальной зоне (рисунок 2 А));

- **задний:** Программа использует срединную точку задней мышелковой линии в качестве опорной для заднего расположения имплантата. Если изменить размер имплантата в процессе планирования, то его положение на бедренной кости останется выровненным по задней точке (рисунок 2 Б)).



Рис. 2 – А) Передняя точка кортикальной зоны; Б) Задние мыщелки

Планирование размера и положения бедренного компонента эндопротеза - программа автоматически вычисляет размер и положение бедренного компонента на основании точек, полученных во время регистрации, а также технических условий производителя эндопротеза.

Программа отображает полученные точки на модели кости таким образом, чтобы можно было верифицировать положение имплантата, используя их в качестве опорных элементов.

На экране планирования дистальной резекции бедренной кости отображается положение имплантата на основании автоматического плана.

При необходимости можно отрегулировать следующие параметры:

1. уровень дистальной резекции бедренной кости;
2. варусное /вальгусное положение имплантата (фронтальная плоскость);
3. угол сгибания/разгибания имплантата (сагиттальная плоскость);
4. размер имплантата.

Факторы, влияющие на начальное положение бедренного компонента:

1. Размер: Надмыщелковая линия задает ограничение для медиально-латерального размера. Точки в передней кортикальной зоне и на задних мыщелках являются референсными для переднезаднего размера.

2. Положение: зависит от настройки, выбранной в диалоговом окне «Настройки выравнивания»:

- «Передний»: передняя кортикальная зона является опорной точкой для переднего положения имплантата. Если изменить размер имплантата в процессе планирования, то его положение на бедренной кости останется выровненным по передней кортикальной зоне.

- «Задний»: срединная точка задней оси мыщелка является опорной для заднего положения имплантата. Если изменить размер имплантата в процессе планирования, то его положение на бедренной кости останется выровненным по задней точке.

3. Ротация имплантата: Положение внутренней/наружной ротации зависит от настройки, выбранной в диалоговом окне «Настройки выравнивания».

- Надмыщелковая линия: начальный поворот составляет  $0^\circ$  по отношению к оси надмыщелка.

- Задняя мыщелковая линия: начальный поворот составляет  $0^\circ$  по отношению к задней оси мыщелков.

- Линия Уайтсайда: начальный поворот составляет  $0^\circ$  по отношению к линии Уайтсайда.

4. Варус / вальгус: чтобы добиться нейтральной оси конечности во

фронтальной плоскости, программа вычисляет выравнивание варуса/вальгуса, перпендикулярно к механической оси бедренной кости.

5. Сгибание/ разгибание: чтобы добиться нулевого ( $0^\circ$ ) сгибания-разгибания, программа располагает имплантат параллельно механической оси в сагиттальной плоскости.

6. Уровень резекции: программа использует в качестве опорной крайнюю дистальную точку из полученных на бедренных мышечках, для определения уровня дистальной резекции бедренной кости. Толщина резекции по умолчанию соответствует толщине бедренного компонента, которая хранится в базе данных имплантатов.

**Результаты и их обсуждение.** Средний срок наблюдения - 12 месяцев. Частота неправильного расположения компонентов и / или нарушений оси конечностей более 3 гр. была значительно лучше с использованием компьютерной навигации: 3 (4,8 %).

Среднее отклонение от оси нижней конечности составило  $0,88^\circ \pm 1,95^\circ$  (диапазон от  $5^\circ$  варусной деформации до  $3^\circ$  вальгусной). В 95.1% (59/62) случаев ось нижней конечности варьировала в пределах  $\pm 3^\circ$ , в 4.9% (03/62) случаев ось нижней конечности выходила за пределы допустимых  $3^\circ$  (максимальное отклонение  $5^\circ$ ) (таблица 1).

**Табл. 1.** Отклонение оси нижней конечности, град

Среднее	Минимум	Максимум	Среднее отклонение
1	-3	5	1,95

Оценка положения бедренного компонента во фронтальной плоскости ( $\alpha$ ). Для бедренного компонента у 100% (62/62) пациентов, отклонение от оси конечности во фронтальной плоскости (угол  $\alpha$ ) варьировало в пределах  $\pm 3$  (таблица 2).

**Табл. 2.** Положение бедренного компонента во фронтальной плоскости ( $\alpha$ ), град.

Среднее	Минимум	Максимум	Отклонение
0,3	$-3^\circ$	$3^\circ$	1.7

Оценка положения бедренного компонента в сагиттальной плоскости ( $\gamma$ ). У 95.2% (59/62) пациентов, отклонение бедренного компонента от оси нижней конечности в сагиттальной плоскости варьировало в пределах от  $0-5^\circ$  сгибания (таблица 3).

**Табл. 3.** Положение бедренного компонента в сагиттальной плоскости ( $\gamma$ ), град.

Среднее	Минимум	Максимум	Отклонение
$0.7^\circ$	$-3^\circ$	$5^\circ$	$1.1^\circ$

Тотальное эндопротезирование коленного сустава с компьютерной поддержкой показало лучшее выравнивание при вращении и сгибании бедренного компонента, задний наклон большеберцового компонента и соответствие бедренного и большеберцового компонентов при вращении. Различия были статистически значимыми и имели величину, которая поддерживает расширение компьютерной помощи в клинической ситуации [4].

Основным преимуществом компьютеризированной навигации является уменьшение отклонений в позиционировании механических осей и компонентов. Кроме того, навигация обеспечивает более точную и воспроизводимую оценку размеров компонентов, кинематики и балансировки связок. [2]

КН является ценным учебным пособием для хирургов, проходящих обучение эндопротезированию коленного сустава. Усилия для более последовательного достижения точного выравнивания механической оси в ТЭКС должны быть предприняты, чтобы существенно улучшить выживаемость имплантата. Повышенная точность и воспроизводимость потребуют использования компьютеризированной системы как в предоперационном, так и в интраоперационном периоде. [3]

По данным литературы и на основании собственных данных, использование компьютерной навигации при различных деформациях области коленного сустава, при его сгибательной контрактуре или гиперэкстензии оправданно, поскольку позволяет достичь лучшего позиционирования компонентов без значимых потерь с точки зрения длительности хирургического вмешательства, объема кровопотери и частоты инфекционных осложнений.

#### **Выводы:**

1. Использование компьютерной навигации повышает точность пространственной ориентации компонентов эндопротеза во всех плоскостях, что позволяет сохранить вариабельность оси нижней конечности в пределах  $\pm 3^\circ$ .

2. Компьютерная навигация может быть использована в большинстве первичных ТЭКС за исключением пациентов с анкилозом тазобедренного сустава и деформацией голеностопного сустава, позволяя добиться отличных результатов. При диафизарных деформациях бедренной и/или большеберцовой костей, а также обтурации их костномозгового канала, её применение является методом выбора.

3. Компьютерная навигация позволяет при выполнении дистального спила бедра учесть сгибательную контрактуру и гиперэкстензию коленного сустава, что сокращает время при тестовых примерках и для достижения адекватной амплитуды движений.

4. Навигация позволяет достичь высокоточной установки эндопротеза, более адекватного баланса связок, что способствует стабильности сустава, уменьшает болевой синдром и позволяет раньше получить хороший функциональный результат.

#### **Литература**

1. Герасименко, М. А. Патология коленного сустава у детей и пациентов молодого возраста / М. А. Герасименко, А. В. Белецкий // Мн.: Тэхналогія, 2015. – С. 215.
2. Bae, D. K. Computer Assisted Navigation in Knee Arthroplasty / D. K. Bae, S. J. Song // Clin Orthop Surg, 2011. – № 3 (4). – P. 259-267.
3. Ballas, R. Computer-assisted total knee arthroplasty: impact of the surgeon's experience on the component placement / R. Ballas, J.-L. Cartier, B. Boyer // Arch Orthop Trauma Surg Springer-Verlag Berlin Heidelberg. – 2012. – P. 8-13.
4. Chauhan, S. K. Computer-assisted total knee replacement / S. K. Chauhan, G. W. Clark, S. Lloyd // The Journal of Bone and Joint Surgery. British volume. – Vol. 86-B. – № 6. – P. 4-13.