

*Мохаммад Али Алькатауне, Е. В. Жук, П. И. Беспальчук,
Д. И. Михалкевич*

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА

УО «Белорусский государственный медицинский университет»

Изучены исходы лечения у 124 пациентов (102 женщин и 22 мужчин) в возрасте от 51 до 83 лет (медиана – 69 [65;76] лет) на 124 коленных суставах. Пациенты были разделены на 2 группы: группу исследования – 62 человека в возрасте от 51 до 83 лет (медиана – 69,1 [64;74] лет), которым применяли компьютерную навигацию, и группу сравнения – 62 человек в возрасте от 56 до 83 лет (медиана – 69 [65;78] лет), в которой выполняли хирургическое вмешательство по стандартной методике. Отдаленные результаты изучены в сроки от 3 до 36 месяцев. При обследовании определяли вариант деформации, измеряли рентгенометрические показатели коленных суставов, используя шкалы Knee Society Score (KSS), Functional Knee Society Score (FKSS) и Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC). Также были произведены функциональные стресс-тесты для оценки стабильности коленного сустава во фронтальной плоскости и функциональные показатели амплитуды движений.

После операции в группе исследования показатели WOMAC уменьшились в 5,90 раза и медианное значение до 11 [8;15] балла ($p < 0,001$), в группе сравнения уменьшились в 4,81 раза – до 13,5 [8;16] баллов ($p < 0,001$), KSS увеличились в 3,88 раза. Медиана KSS в группе исследования увеличилась в 3,91 раза и достигла 86 [84;95] баллов ($p < 0,001$), в группе сравнения она повысилась в 3,86 раза лишь до 85 [77;95] баллов ($p < 0,001$). Данные FKSS увеличились в 1,75 раза. Медиана FKSS в группе исследования увеличилась в 2,08 раза и достигла 94 [85;99] баллов ($p < 0,001$), в группе сравнения она возрасла в 1,60 раза лишь до 93 [83;95] баллов ($p < 0,001$).

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

*Mohammad Ali Alqatawneh, E. V. Zhuk, P. I. Bepalchuk,
D. I. Mikhalkevich*

EFFICIENCY OF COMPUTER NAVIGATION TECHNOLOGY IN TOTAL KNEE REPLACEMENT

We studied the treatment outcomes in 124 patients (102 women and 22 men) aged 51 to 83 years (median 69 [65; 76] years) on 124 knee joints. Patients were divided into 2 groups: the study group – 62 people aged 51 to 83 years (median – 69.1 [64;74] years), who used computer navigation, and the comparison group – 62 people aged 56 to 83 years (median 69 [65;78] years), in which surgical intervention was performed according to the standard technique. Long-term results were studied in terms of 3 to 36 months. During the examination, the deformity variant was determined, radiometric parameters of the knee joints were measured using the Knee Society Score (KSS), Functional Knee Society Score (FKSS), and Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC) scales. Also, functional stress tests were performed to assess the stability of the knee joint in the frontal plane and functional indicators of the range of motion.

After surgery, in the study group, the WOMAC values decreased by 5.90 times and the median value to 11 [8;15] points ($p < 0.001$), in the comparison group they decreased by 4.81 times to 13.5 [8;16] points ($p < 0.001$), KSS increased by 3.88 times. Median KSS in the study group increased 3.91 times and reached 86 [84;95] points ($p < 0.001$), in the comparison group it increased 3.86 times only to 85 [77;95] points ($p < 0.001$). FKSS data increased by 1.75 times. The median FKSS in the study group increased 2.08 times and reached 94 [85;99] points ($p < 0.001$), in the comparison group it increased 1.60 times only to 93 [83;95] points ($p < 0.001$).

Key words: knee joint, arthroplasty, computer navigation.

Остеоартроз коленного сустава (гонартроз) – хроническое прогрессирующее дегенеративно-дистрофическое заболевание, характеризующееся деструкцией суставного хряща, изменениями суставных поверхностей эпифизов костей и околосуставных мягких тканей. При лечении гонартроза (ГА) основными направлениями являются снижение боли, коррекция функциональной недостаточности суставов, повышение качества жизни пациентов и ограничение прогрессирования заболевания.

Тотальное эндопротезирование коленного сустава (ТЭКС) – это распространенная ортопедическая операция, которая включает замену суставных поверхностей (мышцелков бедра и плато большеберцовой кости) коленного сустава металлом и прочным полиэтиленовым пластиком [4, 6]. Хирургическое вмешательство направлено на улучшение качества жизни пациентов с остеоартритом в 3–4 стадии для уменьшения боли и восстановления функции [4].

Компьютерная навигация (КН) – значительное достижение последних десятилетий [1]: обеспечивает точное позиционирование компонентов эндопротеза, благодаря инфракрасному сканированию индивидуальной анатомии пациента, улучшает возможность интраоперационного моделирования и объективного контроля различных анатомических и хирургических параметров, а также позволяет контролировать ось конечности и амплитуду движений. КН создает возможность выполнения точной (перпендикулярно механической оси конечности) ориентации дистального опиала бедра и проксимальной резекции голени, позволяет рассчитать размер и положение бедренного компонента, предотвратить его ротацию, выявить механическую ось конечности, повысить стабильность коленного сустава, осуществить спилы указанных костей без вскрытия костномозгового канала.

Навигация была внедрена в ТЭКС для совершенствования выполнения данного хирургического вме-

шательства, поскольку она повышает точность резекции костей в коронарной и сагиттальной плоскостях.

На кафедре травматологии и ортопедии УО «Белорусский государственный медицинский университет» предложен метод ТЭКС с использованием компьютерной навигационной технологии, который позволяет выполнять более точные резекции бедренной и большеберцовой костей как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскостях (инструкция по применению МЗ РБ № 103-0922) [2].

Цель исследования: сравнить эффективность компьютерной навигации и стандартного метода ТЭКС при хирургическом лечении гонартроза.

Материалы и методы

В ходе исследования проведен анализ исходов ТЭКС 124 пациентов: 102 (82,3 %) женщин и 22 (17,7 %) мужчин в возрасте от 51 до 83 лет (медиана – 69 [64,5;76] лет), оперированных в 6-й ГКБ Минска с 2019 по 2020 годы.

Пациенты были разделены на 2 группы: группу исследования – 62 человека в возрасте от 51 до 83 лет (медиана – 69,1 [64;74] лет), которым применяли КН, и группу сравнения – 62 человека в возрасте от 56 до 83 лет (медиана – 69 [65;78] лет), оперированных по стандартной методике.

Общая характеристика пациентов по группам представлена в таблице 1. Согласно представленным данным, статистически значимых различий по полу ($p = 1,00$) и возрасту ($p = 0,44$) пациенты обеих групп не имели.

Состояние коленных суставов оценивали перед операцией и в отдаленном периоде после хирургического вмешательства.

Сагиттальная стабильность коленного сустава. Амплитуда движения оценивалась при помощи программы {Angle Meter 1.01–1.9}, в положении лёжа или при осмотре стоя сбоку, со стороны поражённо-

Таблица 1. Общая характеристика пациентов

Признак	Количество пациентов (n = 124)	Группы пациентов		Статистическая значимость различий
		группа 1 исследования (n = 62)	группа 2 сравнения (n = 62)	
Пол, абс. (%)				$\chi^2 = 0,0$, $p = 1,00$
мужской	22 (17,7)	11 (17,7)	11 (17,7)	
женский	102 (82,3)	51 (82,3)	51 (82,3)	
Возраст, лет, Ме [Q25; Q75]	69 [65; 76]	69,1 [64; 74]	69 [65; 78]	$U = 1769$, $p = 0,44$

го сустава. Из разогнутого положения голени 180° активное сгибание совершается в пределах 128° и увеличивается на 30° при пассивном движении. При осмотре пациента тоже определяется ограничение объема движений (контрактура) в коленном суставе: если ограничивается разгибание – сгибательная контрактура, при дефиците сгибания – разгибательная, или уменьшении движений в обоих диапазонах – смешанная.

Возможны деформации колена в сагитальной плоскости в виде прогибания сустава кзади (*genu recurvatum*) и задний подвывих голени (*subluxation cruris posterior*).

Фронтальная стабильность коленного сустава. определяется по механической оси нижней конечности (прямая линия от центра головки бедра до центра голеностопного сустава переходя через коленный сустав), а угол между механической и анатомической осью диафиза бедренной кости варьирует от 4° до 8° вальгуса, составляя в среднем 6 градусов, угол меняется за счет роста ($-1^\circ \geq 180$ см) и пола (-1° муж.). При отклонении голени кнутри (*genu-valgum*) и кнаружи (*genu valgum*), деформация выявляется при осмотре пациента стоя сзади с помощью Angle Meter и уточняется по рентгенограммам.

Также были произведены функциональные стресстесты для оценки стабильности коленного сустава во фронтальной плоскости: смещаемость центра голеностопного сустава во фронтальной плоскости более чем на 3 см (что соответствует $>4^\circ$ раскрытия суставной щели) при фиксированном коленном суставе регистрировалась как наличие фронтальной нестабильности.

Для клиничко-функциональной оценки использовали анкеты, основанные на шкалах Американского общества коленного сустава разделенных на два варианта. Первый оценивает колено клинически посредством физического осмотра (KSS), а второй демонстрирует функциональные возможности (FKSS) [5]. Нами также применена шкала Western Ontario and McMaster University Osteoarthritis Index (WOMAC) для характеристик параметров ГА [3].

Статистическую обработку данных проводили с использованием стандартного пакета программ Excel и Statistica 10,0 (StatSoft Inc., США). Количественные показатели выражали в виде медианы (Me), нижнего и верхнего квартилей [25 %; 75 %], значения качественных показателей приводили в виде абсолютных данных и процентов – абс. (%). Определение статистически значимых различий между сравниваемыми параметрами до и после оперативного лечения проводили непараметрическим методом с вычислением *T*-критерия Вилкоксона. Сравнение количественных показателей в группах осуществляли по критерию Манна-Уитни (*U*-критерий), качественных показателей – с помощью точного критерия Фишера (*F*) для малых частот и критерия хи-квадрат (χ^2). Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Хирургическое лечение проведено на 124 коленных суставах: оперировано 62 в группе исследования и 62 в группе сравнения. Шкальная характеристика пациентов обеих групп до и после ТЭКС представлена в таблице 2.

До операции не было обнаружено значимых различий между группами в клинических шкалах, о чем свидетельствовали показатели: KSS ($p > 0,5$), WOMAC ($p > 0,5$). При оценке функциональных данных нами было выявлено значимой разницы между исследуемыми группами пациентов в функциональном состоянии коленных суставов до хирургического вмешательства ($p < 0,5$) это обусловлено подобранными пациентами с более тяжелыми деформациями для использования КН.

После операции в группе исследования показатели WOMAC уменьшились в 5,90 раза и медианное значение до 11 [8;15] балла ($p < 0,001$), в группе сравнения снизились в 4,81 раза – до 13,5 [8;16] баллов ($p < 0,001$). Данные KSS увеличились в 3,88 раза. Медиана KSS в группе исследования повысилась в 3,91 раза и достигла 86 [84;95] баллов ($p < 0,001$), в группе сравнения она увеличилась в 3,86 раза лишь до 85 [77;95] баллов ($p < 0,001$). Результаты FKSS

Таблица 2. Шкальная характеристика пациентов обеих групп до и после ТЭКС

Параметры до операции	Все пациенты, $n = 124$	Группы пациентов		Статистическая значимость различий по группам
		Основная (КН) группа, $n = 62$	Контрольная группа, $n = 62$	
KSS до операции, Me [Q25; Q75]	22 [15;33]	24 [11;34]	22 [17;27]	$U = 1879, p = 0,83$
KSS после операции, Me [Q25; Q75]	85 [78;95]	86 [84;95]	85 [77;95]	$U = 1817, p > 0,05$
Статистическая значимость различий по времени KSS	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	–
FKSS до операции, Me [Q25; Q75]	53,5 [44;58]	45 [30;54]	58 [53;60]	$U = 546, p = 0,00$
FKSS после операции, Me [Q25; Q75]	93 [85;98]	94 [85;99]	93 [83;95]	$U = 1610, p > 0,05$
Статистическая значимость различий по времени FKSS	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	–
WOMAC до операции, Me [Q25; Q75]	66 [60,5;71]	65 [60;74]	65 [61;71]	$U = 1740, p = 0,36$
WOMAC после операции, Me [Q25; Q75]	11 [8;15]	11 [8;15]	13,5 [8;16]	$U = 1670, p > 0,05$
Статистическая значимость различий по времени WOMAC	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	$T = 0,0,$ $p < 0,001$	–

Таблица 3. Фронтальная стабильность коленного сустава до и после операции

Оценка	Все пациенты, n = 124	Группы пациентов		Статистическая значимость различий
		Основная группа, n = 62	Контрольная группа, n = 62	
Нарушение анатомической оси $\geq 3^\circ$ до операции, % (n)	66,9 (83)	69,4 (43)	64,5 (40)	$\chi^2 = 0,8$, $p = 0,66$
	варус	54 (67)	58,1 (36)	
	вальгус	12,9 (16)	11,3 (7)	
	33,1 (41)	30,6 (19)	35,5 (22)	
Нарушение анатомической оси $\geq 3^\circ$ после операции, % (n)	12,9 (16)	6,5 (4)	19,4 (12)	$F = 0,192$, $p = 0,03$
Фронтальная нестабильность до операции, % (n)	21 (26)	19,4 (12)	22,6 (14)	$\chi^2 = 0,194$, $p = 0,66$
Фронтальная нестабильность после операции, % (n)	5,6 (7)	3,2 (2)	8,1 (5)	$F = 0,104$, $p = 0,24$

увеличились в 1,75 раза. Медиана FKSS в группе исследования повысилась в 2,08 раза и достигла 94 [85;99] баллов ($p < 0,001$), в группе сравнения – в 1,60 раза лишь до 93 [83;95] баллов ($p < 0,001$).

В результате анализа полученных данных нам не удалось выявить значимой разницы в оценке по шкалам KSS ($p > 0,05$), FKSS ($p > 0,05$), WOMAC ($p > 0,05$) между основной и контрольной группами, что, возможно, обусловлено малым сроком послеоперационного наблюдения.

Группы наблюдений были исследованы по поводу фронтальной нестабильности до операции ($p = 0,659$) и нарушения анатомической оси $\geq 3^\circ$ ($p = 0,656$) (таблица 3).

Так, отклонение анатомической оси нижних конечностей $\geq 3^\circ$, отмечено у 69,4 % пациентов (43) из них 58,1 % – с варусной деформацией (36) и 11,3 % – с вальгусной (7). А правильная ось констатирована на 30,6 % суставов (19) в основной группе. В контрольной – было выявлено наличие деформации у 64,5 % пациентов (40) из них 50 % с варусной (31) и 14,5 % с вальгусной (7). А правильная ось констатирована в 35,5 % суставах (22). Фронтальная неста-

бильность до операции выявлена в основной группе у 19,4 % пациентов (12) и в 22,6 % случаев (14) в контрольной группе.

После ТЭКС определена достоверно меньшая доля случаев несоответствия плоскостей резекции, по которым были выполнены опиловы, костей в основной группе (6,5 %) в сравнении с контрольной (19,4 %, $p < 0,05$). Кроме того, отмечена меньшая частота фронтальной капсульно-связочной нестабильности коленного сустава в основной группе (3,2 % против 8,1 %), однако без необходимого уровня достоверности данного утверждения ($p > 0,05$, возможно, это обусловлено малым числом наблюдений).

Для оценки сагиттальной стабильности был определен вид контрактуры $p = 0,042$ и измерена амплитуда движений в коленном суставе в исследуемых группах (таблица 4).

Так, смешанная контрактура отмечена в 54,8 % случаях (34), разгибательная – в 43,6 % (27) и сгибательная – в 1,6 % (1) в группе исследования. В контрольной – смешанная контрактура выявлена в 37,1 % случаях (23), разгибательная – в 53,2 % (33) и сгибательная – в 9,7 % (6).

Таблица 4. Сагиттальная стабильность коленного сустава до и после операции

Оценка	Все пациенты, n = 124	Группы пациентов		Статистическая значимость различий
		Основная группа, n = 62	Контрольная группа, n = 62	
Сагиттальная нестабильность (контрактура) до операции, % (n)	46 (57)	54,8 (34)	37,1 (23)	$\chi^2 = 3,3$ $p = 0,07$
	разгибательная	54,8(60)	43,6 (27)	
	сгибательная	48,4 (7)	1,6 (1)	
		9,7 (6)		$F = 0,0$, $p = 0,11$
Сагиттальная нестабильность после операции, % (n)	17,7 (22)	9,6 (6)	25,8 (16)	$\chi^2 = 5,5$ $p = 0,02$
	гиперэкстензия	15,3 (19)	8 (5)	
	сгибательная	2,4 (3)	1,6 (1)	
		3,2 (2)		$F = 0,0$, $p = 1,0$
АД до операции, Ме [Q25; Q75]	100 [90;110]	100 [90;110]	100 [90;110]	$U = 1734$, $p = 0,34$
АД после операции, Ме [Q25; Q75]	125 [125;125]	125 [125;125]	125 [125;130]	$U = 1529$, $p = 0,05$
Статистическая значимость различий по времени АД	$T = 0,0$, $p < 0,001$	$T = 0,0$, $p < 0,001$	$T = 0,0$, $p < 0,001$	-

Таблица 5. Оценка положения компонентов после операции

Оценка положения компонентов	Все пациенты, n = 124	Группы пациентов		Статистическая значимость различий
		Основная (КН) группа, n = 62	Контрольная группа, n = 62	
(α) Me [Q25; Q75]	6 [5;6]	6 [5;6]	5 [4;6]	U = 1551, p = 0,05
(β) Me [Q25; Q75]	0 [0;0]	0 [0;0]	0 [0;1]	U = 1862, p = 0,7
(γ) Me [Q25; Q75]	0[-1;0]	0 [-1;0]	0 [-2;0]	U = 1501, p = 0,02
(δ) Me [Q25; Q75]	-3 [-4;-2]	-3 [-3;-2]	-3 [-4;-2]	U = 1696, p = 0,24
(Ω) Me [Q25; Q75]	6 [5;6]	6 [5;6]	6 [4;6]	U = 1756, p = 0,41

После операции определена меньшая частота сагиттальной нестабильности коленного сустава в основной группе (9,6 % против 25,8 %), однако без необходимого уровня достоверности данного утверждения ($p = 0,061$).

Амплитуда движений перед оперативным лечением ($p > 0,5$) также значимо не отличалась в обеих группах.

Медианный показатель амплитуды движений до операции у пациентов в основной и контрольной группах был 100 [90;110], что указывает на отсутствие статистически значимых различий между группами перед операциями ($p = 0,348$). После хирургического вмешательства медиана амплитуды движений повысилась во всех группах в 1,25 раза и достигла 125 [125;125] в основной группе ($p < 0,001$), в то время, как в контрольной группе она увеличилась до 125 [125;130] градусов ($p < 0,001$). Представленные данные достоверно свидетельствуют ($p < 0,05$) о том, что имело место меньшее количество исходных результатов с гиперэкстезией или рекурвацией в основной группе. Отдаленные результаты оперативного лечения проследили у всех 124 пациентов в сроки от 3 до 36 месяцев.

Также была произведена сравнительная оценка рентгенограмм коленного сустава пациентов обеих групп для выявления отклонений положения компонентов (во фронтальной плоскости бедренного (α) от 3° до 7° и большеберцового (β) 0° или более в варусном или вальгусном отклонении, оцененное нами, как несоответствие плоскости резекции предоперационному плану, в сагиттальной плоскости (γ) и (δ) ком-

понентов в сагиттальной плоскости от запланированной: отклонение бедренного (γ) до 5° и большеберцового (δ) от 0 до -3 или более в переднем или заднем направлении оценено нами, как несоответствие плоскости резекции предоперационному плану. После операции сравнили соотношения обоих компонентов во фронтальной плоскости для оценки оси нижних конечностей (см. таблицу 5).

Представленные данные достоверно свидетельствуют о более точном позиционировании компонентов эндопротеза во всех плоскостях, однако без необходимого уровня достоверности данного утверждения в положении большеберцового компонента (β) и (δ) ($p > 0,05$). Но наблюдалась достоверно меньшая доля случаев ($p < 0,05$) в положении бедренного компонента.

Оценка отдаленных результатов с разделением на 4 группы исходов представлена в таблицах 6, 7, 8.

В результате проведенного хирургического лечения в основной группе были достигнуты следующие отдаленные результаты: отличные у 74,2 % пациентов (46), хорошие – 17,7 % (11), удовлетворительные – 8,1 % (5), неудовлетворительные результаты не наблюдались. В контрольной группе отличные исходы получены у 58,1 % (36), хорошие – 29,0 % (18), удовлетворительные – 9,7 % (6), а неудовлетворительные результаты – 3,2 % (2). В итоге отличные и хорошие результаты после операции в основной группе получены в 91,9 % случаев, в то время как в группе сравнения – только в 87,1 % наблюдений (на 4,8 % меньше). Кроме того, неудовлетворительные исходы хирургического лечения в основной группе составили 0,0 %, а в группе сравнения – 3,2 %.

Таблица 6. Оценка отдаленных результатов лечения по KSS с выделением 4 групп исходов

Оценка по KSS	Основная группа (n = 36)		Контрольная группа (n = 54)		Статистическая значимость различий по группам
	абс.	%	абс.	%	
Отличный (85–100 баллов)	46	74,2	36	58,1	$\chi^2 = 5,0$, $p = 0,17$
Хороший (70–84 баллов)	11	17,7	18	29,0	
Удовлетворительный (60–69 баллов)	5	8,1	6	9,7	
Неудовлетворительный (60 и менее баллов)	0	0,0	2	3,2	

Таблица 7. Оценка отдаленных результатов лечения по FKSS с выделением 4 групп исходов

Оценка по FKSS	Основная группа (n = 36)		Контрольная группа (n = 54)		Статистическая значимость различий по группам
	абс.	%	абс.	%	
Отличный (85–100 баллов)	53	85,5	44	71,0	$\chi^2 = 4,80$, $p = 0,19$
Хороший (70–84 баллов)	8	12,9	14	22,6	
Удовлетворительный (60–69 баллов)	1	1,6	2	3,2	
Неудовлетворительный (60 и менее баллов)	0	0,0	2	3,2	

Таблица 8. Оценка отдаленных результатов лечения по WOMAC с выделением 4 групп исходов

Оценка по WOMAC	Основная группа (n = 36)		Контрольная группа (n = 54)		Статистическая значимость различий по группам
	абс.	%	абс.	%	
Отличный (0–14 баллов)	46	74,2	36	58,1	$\chi^2 = 6,17$ $p = 0,1$
Хороший (15–28 баллов)	16	25,8	22	35,5	
Удовлетворительный (29–38 баллов)	0	0,0	2	3,2	
Неудовлетворительный (39 и более баллов)	0	0,0	2	3,2	

В результате проведенного хирургического лечения в основной группе были достигнуты следующие отдаленные результаты: отличные у 85,5 % пациентов (53), хорошие – 12,9 % (8), удовлетворительные – 1,6 % (1), неудовлетворительные результаты не наблюдались. В контрольной группе отличные исходы получены у 71,0 % (44), хорошие – 22,6 % (14), удовлетворительные – 3,2 % (2), а неудовлетворительные результаты – 3,2 % (2). В итоге отличные и хорошие результаты после операции в основной группе получены в 98,4 % случаев, в то время как в группе сравнения – только в 93,6 % наблюдений (на 4,8 % меньше). Кроме того, неудовлетворительные исходы хирургического лечения в основной группе составили 0,0 %, а в группе сравнения – 3,2 %.

В результате проведенного хирургического лечения в основной группе были достигнуты следующие отдаленные результаты: отличные у 74,2 % пациентов (46), хорошие – 25,8 % (16), удовлетворительные и неудовлетворительные результаты не наблюдались. В контрольной группе отличные исходы получены у 58,1 % (36), хорошие – 35,5 % (22), удовлетворительные – 3,2 % (2), а неудовлетворительные результаты – 3,2 % (2). В итоге отличные и хорошие результаты после операции в основной группе получены в 100 % случаев, в то время как в группе сравнения – только в 93,6 % наблюдений (на 6,4 % меньше). Кроме того, неудовлетворительные исходы хирургического лечения в основной группе составили 0,0 %, а в группе сравнения – 3,2 %.

Компьютерная навигация повышает точность пространственной ориентации компонентов эндопротеза во всех плоскостях, снижает вариабельность оси нижних конечностей в пределах $\pm 3^\circ$, позволяет достичь лучших результатов оперативных вмешательств и может быть использована для решения большинства базовых задач, позволяя добиться отличных и хороших исходов операций в 100 % наблюдений по шкале WOMAC.

При диафизарных деформациях бедренной и/или большеберцовой костей, а также при обтурации их костномозгового канала использование КН является методом выбора.

Использование компьютерной навигации предотвращает возникновение сгибательной контрактуры и перерастяжения коленного сустава при выполнении дистального опиления бедренной кости.

КН позволяет добиться высокоточной имплантации эндопротеза, более адекватного баланса связок, что способствует стабильности сустава, снижает болевые ощущения и позволяет достичь хорошего функционального результата лечения.

Литература

1. Жук, Е. В. Сравнение результатов использования навигационной и традиционной методики тотального эндопротезирования коленного сустава / Е. В. Жук, П. И. Лознухо // *Инновации в медицине и фармации*. – 2018. – С. 265–268.
2. *Метод тотального эндопротезирования коленного сустава с использованием компьютерной навигационной технологии: инструкция по применению № 103-0922, утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 23.12.22 г. / УО «Белорусский государственный медицинский университет»; Мохаммад Али Аль Катауне, П. И. Беспальчук*. – Минск, 2022. – 20 с.
3. Bellamy, N. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee / N. Bellamy [et al.] // *J. Rheumatol.* – 1988. – Vol. 15, № 12. – P. 1833–184.
4. Evans, J. T., How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up / J. T. Evans, R. W. Walker, J. P. Evans, A. W. Blom, A. Sayers, M. R. Whitehouse // *The Lancet*. – 2019. – № 393. – P. 655–663.
5. Insall, J. N. Rationale of The Knee Society clinical rating system / J. N. Insall, L. D. Dorr, R. D. Scott, W. N. Scott // *Clin. Orthop.* – 1989. – № 248. – P. 13–14.
6. Palmer, S. Total Knee Arthroplasty (TKA) [online]. Medscape 2020. <https://emedicine.medscape.com/article/1250275overview#:~:text=The%20primary%20indication%20for%20total,pain%20caused%20by%20severe%20arthritis>.

References

1. Zhuk, E. V. Sravnenie rezul'tatov ispol'zovaniya navigacionnoj i tradicionnoj metodiki total'nogo endoprotezirovaniya kolennogo sustava / E. V. Zhuk, P. I. Loznuho // *Innovacii v medicinie i farmacii*. – 2018. – P. 265–268.
2. *Metod total'nogo endoprotezirovaniya kolennogo sustava s ispol'zovaniem komp'yuternoj navigacionnoj tekhologii: instrukciya po primeneniyu № 103-0922, utv. M-vom zdavoohraneniya Resp. Belarus' 23.12.22 g. / UO «Belorusskij gosudarstvennyj medicinskij universitet»; Mohammad Ali Al' Kataune, P. I. Bepal'chuk*. – Minsk, 2022. – 20 s.
3. Bellamy, N. Validation study of WOMAC: a health status instrument for measuring clinically important patient relevant outcomes to antirheumatic drug therapy in patients with osteoarthritis of the hip or knee / N. Bellamy [et al.] // *J. Rheumatol.* – 1988. – Vol. 15, № 12. – P. 1833–184.
4. Evans, J. T., How long does a knee replacement last? A systematic review and meta-analysis of case series and national registry reports with more than 15 years of follow-up / J. T. Evans, R. W. Walker, J. P. Evans, A. W. Blom, A. Sayers, M. R. Whitehouse // *The Lancet*. – 2019. – № 393. – P. 655–663.
5. Insall, J. N. Rationale of The Knee Society clinical rating system / J. N. Insall, L. D. Dorr, R. D. Scott, W. N. Scott // *Clin. Orthop.* – 1989. – № 248. – P. 13–14.
6. Palmer, S. Total Knee Arthroplasty (TKA) [online]. Medscape 2020. <https://emedicine.medscape.com/article/1250275overview#:~:text=The%20primary%20indication%20for%20total,pain%20caused%20by%20severe%20arthritis>.

Поступила 17.02.2023 г.