

МАЛЬПОЗИЦИЯ ТИБИАЛЬНОГО КОМПОНЕНТА ПРИ ПЕРВИЧНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА И ЕЕ ПРОФИЛАКТИКА

Иванов Е.А.¹, Баитов В.С.¹, Гуражев М.Б.¹, Павлов В.В.¹

¹ФГБУ «ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна» Минздрава России, Новосибирск, e-mail: ivanov.evgeniy90@bk.ru

Тотальное эндопротезирование коленного сустава при остеоартрозе, распространенном тяжелом хроническом дегенеративном заболевании опорно-двигательной системы, приводящем к снижению качества жизни больного, нарушению трудоспособности и несущем значительный социально-экономический ущерб, считается одной из наиболее распространенных операций в ортопедической практике. Так как основными причинами, приводящими к некорректной установке эндопротеза (мальпозиции), являются ошибки в его ориентировании, целью настоящего исследования было оценить эффективность установки эндопротеза коленного сустава при помощи разработанного устройства для определения ротационного положения тибияльного компонента эндопротеза. Объектом исследования был 141 пациент с установленным диагнозом остеоартроза коленного сустава 3 ст., находившийся на лечении в отделении эндопротезирования Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна, соответствующий критериям включения/не включения и подписавший добровольное информированное согласие. Корректность установки эндопротеза коленного сустава оценивали при помощи мультиспиральной компьютерной томографии. Для оценки эффективности разработанного устройства, предназначенного для определения ротационного положения тибияльного компонента эндопротеза, проведено сравнительное исследование частоты корректной установки эндопротеза коленного сустава в группе больных, которым операция тотального эндопротезирования проводилась как с использованием данного устройства, так и без него. Разработанное авторами устройство продемонстрировало свою эффективность для профилактики мальпозиции эндопротеза, которая заключалась в снижении доли случаев некорректной установки тибияльного компонента эндопротеза коленного сустава. Применение разработанного устройства для определения ротационного положения тибияльного компонента эндопротеза коленного сустава во время операции является эффективным вспомогательным способом эндопротезирования, что подтверждается значительным снижением доли случаев мальпозиции эндопротеза у больных с первичным эндопротезированием коленного сустава.

Ключевые слова: мальпозиция, остеоартроз, коленный сустав, эндопротезирование, ротационное положение тибияльного компонента, устройство.

MALPOSITION OF THE TIBIAL COMPONENT IN PRIMARY KNEE ENDOPROSTHETICS AND ITS PREVENTION

Ivanov E.A.¹, Baitov V.S.¹, Gurajev M.B.¹, Pavlov V.V.¹

¹Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics Ya.L. Tsivyan, Novosibirsk, e-mail: ivanov.evgeniy90@bk.ru

Total knee arthroplasty in osteoarthritis, which is a common severe chronic degenerative disease of the musculoskeletal system, leading to the decrease of patient's quality of life, disability, and causing significant socio-economic damage, is considered as one of the most common operations in orthopedic practice. Since the main reasons leading to the endoprosthesis incorrect installation (malposition) are the errors in its orientation, the purpose of this study was to evaluate of the knee joint endoprosthesis installation effectiveness using the new device for determining the rotational position of the endoprosthesis tibial component. The object of the study were 141 patients with an established diagnosis of knee joint osteoarthritis, who were treated in the Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan arthroplasty department, who meet the inclusion/exclusion criteria and signed a voluntary informed consent. The correctness of knee joint endoprosthesis installation was assessed using multislice computed tomography. To evaluate of the developed device effectiveness for determining of the endoprosthesis tibial component rotational position, we conducted a comparative study of the correct placement frequency of the knee joint endoprosthesis in the group of patients who underwent total arthroplasty with or without this device. Results the device we developed demonstrated its effectiveness for the endoprosthesis malposition prophylactics, which consisted in reducing of the proportion of incorrect placement cases of the knee endoprosthesis tibial component. The use of the developed device for determining of the knee endoprosthesis tibial component rotational position is an effective auxiliary method of endoprosthesis replacement, as evidenced by a significant decrease in the proportion of cases of endoprosthesis malposition in patients with primary knee joint endoprosthesis replacement.

Keywords: malposition, osteoarthritis, knee joint, arthroplasty, rotational position of the tibial component, device.

Остеоартроз (ОА) коленного сустава (КС) – распространенное тяжелое хроническое заболевание опорно-двигательной системы, которое характеризуется дегенерацией хряща и субхондральной кости, а также синовитом. Данное заболевание сопровождается выраженным болевым синдромом, нарушением функции конечности и приводит к снижению качества жизни больного, нарушению трудоспособности и несет значительный социально-экономический ущерб в связи с ростом заболеваемости, хроническим характером течения, высокой долей инвалидизации пациентов [1; 2]. Распространенность инструментально подтвержденного остеоартроза КС у лиц старше 50-55 лет, по данным различных авторов, составляет от 35,1 до 80%, преобладает у женщин. Причем у лиц старше 70 лет, как мужчин, так и женщин, остеоартроз встречается практически у каждого [3-5]. По мнению исследователей, ОА – мультифакторный процесс, в основе которого лежат врожденные и приобретенные нарушения соотношений, формы и структурной организации суставных поверхностей. Аномальная механическая перегрузка и метаболические нарушения играют важнейшую роль в прогрессировании остеоартроза КС. Наличие генетической предрасположенности, старение индивидуума, травмы и ряд локальных биомеханических факторов предрасполагают к развитию остеоартроза КС [6-9]. Низкоградиентное воспаление в суставе без системных проявлений [10] также является важным фактором возникновения и прогрессирования ОА.

Клинически гонартроз проявляется наиболее часто болью в суставе, нарушением функции сустава и изменением стереотипа ходьбы. Боль «механического» характера, усиливается во время ходьбы, при спуске по лестнице, длительном стоянии, и затихает в покое. Характерен хруст в КС при движении, локальная болезненность при пальпации, главным образом в медиальной части сустава по ходу суставной щели; болезненное ограничение сгибания и разгибания, краевые костные разрастания, атрофия четырехглавой мышцы бедра. Диагноз ОА в настоящее время основывается на клинических симптомах и рентгенологических критериях (сужении суставной щели, остеофитах, субхондральном склерозе) [11-13].

Тотальное эндопротезирование КС является наиболее часто выполняемой процедурой для лечения тяжелого медиального и латерального остеоартрита и считается одной из наиболее распространенных операций в ортопедической практике [14]. Операция по замене КС связана с различными рисками послеоперационных осложнений, такими как бактериальная инфекция, асептическое расшатывание, нестабильность надколенника или большеберцово-бедренной кости, остеолитизис, переломы, которые часто требуют ревизии эндопротеза. Среди пациент-ассоциированных факторов избыточная масса тела представляет

значимый риск ревизии эндопротеза, причем частота ревизий снижается с увеличением опыта хирурга [15].

Целью настоящего исследования было оценить результаты установки эндопротеза коленного сустава при помощи разработанного устройства для определения ротационного положения тиббиального компонента эндопротеза при первичном эндопротезировании коленного сустава и выполнить сравнение полученных клинических и рентгенологических результатов с группой пациентов, которым проводилось стандартное эндопротезирование коленного сустава без использования данного устройства для оценки эффективности профилактики мальпозиции эндопротеза.

Материал и методы исследования. В Новосибирском НИИТО им. Я.Л. Цивьяна было разработано устройство для определения ротационного положения тиббиального компонента эндопротеза КС, содержащее корпус, шкалу, указатель положения, фиксаторы положения. Данное устройство было изготовлено и детально представлено в описании патентов [16; 17]. Исследование было выполнено в соответствии с требованиями ГОСТ Р ИСО 14155-2-2014 и иных международных и российских регламентирующих документов, действующих в сфере здравоохранения.

Дизайн исследования: проспективное, ретроспективное, одноцентровое, слепое, рандомизированное, контролируемое.

Протокол исследования был разработан в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами надлежащей клинической практики», утверждёнными Приказом МЗ РФ № 200н от 01.04.2016 г. Данная работа была одобрена локальным этическим комитетом Новосибирского НИИТО им. Я.Л. Цивьяна.

Объектом исследования был 141 больной (53 мужчины и 88 женщин) с установленным диагнозом остеоартроза коленного сустава (М 17 (МКБ 10)), находившийся на лечении в отделении эндопротезирования Новосибирского НИИТО им Я.Л. Цивьяна в период с 2019 по 2022 год, соответствующий критериям включения/невключения и подписавший добровольное информированное согласие.

Критерии включения: пациенты с остеоартрозом КС в возрасте 55-80 лет, которым было выполнено первичное эндопротезирование КС замещением/сохранением крестообразной связки (PS/CR) цементной фиксации. Критерии неключения: наличие общепринятых противопоказаний и отсутствие готовности к длительной работе с врачом. В ходе исследования было исключено 10 человек из-за отказа от дальнейшего сотрудничества и неявки на контрольный осмотр.

Было сформировано 2 группы пациентов, которых рандомизировали по полу и возрасту. Первая – контрольная группа (71 больной) с ОА, которым эндопротезирование КС проводилось без использования разработанного устройства. Вторая – группа исследования, 70 пациентов, которые были оперированы с использованием разработанного устройства.

Базовые демографические и клинические характеристики пациентов, включенных в исследование, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Демографическая и клиническая характеристика больных остеоартрозом коленного сустава
(Me (25%; 75))

Исследуемый параметр	Контрольная группа, n=71, без устройства		Группа исследования, n=70, с использованием устройства	
	Мужчины, n=21	Женщины, n=50	Мужчины, n=27	Женщины, n=43
Возраст, лет	64,0(56,0;69,0)	67,0(62,0;71,0)	65,5(55,0;69,5)	65,5(61,0;71,0)
Масса тела, кг	87,0(79,0;99,0)	84,5(73,5;93,0)	85,5(78,5;98,0)	85,0(73,0;94,5)
Рост, см	174,0(168,0;179,0)	159,5(156,0;164,0)	173,5(166,0;179,5)	158,5(155,5;165,5)
Индекс массы тела, ед.	29,1(26,2;31,8)	32,9(30,4;36,5)	28,6(26,0;32,7)	33,1(30,1;37,3)
Клинические опросники до операции (баллы)				
KSS	53,15(44,2;62,3)		51,9(43,5;61,3)	
KSSfs	63,1(58,4;69,7)		62,7(56,4;68,1)	
WOMAC, боль	16,1(15,6;18,9)		15,6(14,9;18,3)	
WOMAC, скованность	4,4(3,8;4,7)		4,4(4,1; 4,9)	
WOMAC, функция	41,4(35,9;43,2)		42,1(35,3;42,8)	

Примечание. Статистическая значимость различий с контрольной группой (U-критерий Манна - Уитни): * – $p < 0,05$, ** – $p < 0,01$.

Клинические и рентгенологические методы обследования. Всем пациентам контрольной группы и группы исследования перед операцией и через 5-7 дней после оперативного вмешательства проводились клинические и лучевые методы обследования.

Клиническая оценка исходов эндопротезирования КС, как и перед операцией, проводилась на основании опросников Knee Society Score (KSS), общая оценка коленного сустава (KSS knee score), KSSfs – оценка функции сустава (KSS function score) и Western Ontario and McMaster Universities Osteoarthritis Index (WOMAC); лучевые методы исследования включали рентгенографию коленного сустава стоя в двух проекциях и осевой снимок нижних конечностей (от головки бедренной кости до голеностопного сустава), а также МСКТ. На основании опросника KSS проводили общую оценку КС (KSS knee score) и функцию КС (KSS function score). Согласно опроснику, WOMAC оценивали выраженность боли, скованности и функции КС.

Лучевыми методами определяли ось нижней конечности, наличие рентгенопрозрачных линий. Рентгенопрозрачные линии (RLLs) - линии, проходящие на границе кости и цемента, оценивались с использованием метода системы зональной рентгенологической оценки RKES (roentgenographic knee evaluation system, 1989 г.). Диапазон объема активного движения и имеющуюся дооперационную контрактуру измеряли в положении пациента лежа на спине, при помощи гониометра по проходящей «ноль» системы.

Первой послеоперационной точкой исследования служили данные при выписке пациента из стационара, а последующие промежуточные точки оценивались в срок 6, 12, 24, 36 месяцев после выписки. Конечной точкой был срок 36 месяцев после операции. Иногородные пациенты, не имеющие возможности получить очную консультацию, высылали рентгеновские снимки по почте, а заполнение шкал опросников выполнялось врачом дистанционно.

Техника операции. В положении пациента лежа на спине, под пневматическим жгутом, выполняется артротомия коленного сустава с использованием переднемедиального дугообразного доступа. Вход в сустав осуществляли посредством медиальной капсулотомии на 1 см от медиальной границы надколенника. Сухожилие *m. quadriceps* рассекали по длине, синовиальную оболочку субтотально иссекали. Остатки передней крестовидной связки удаляли, заднюю крестообразную связку иссекали до места прикрепления, в зависимости от ее сохранности, мениски резецировали. Вскрывали бедренный канал, затем устанавливали интрамедуллярный направитель с последующей фиксацией дистального опилочного шаблона бедра с вальгусным отклонением. Выполняли дистальную резекцию мышечков бедра и определяли размер бедренного компонента и производили фигурный опил мышечков бедра с удалением параартикулярных оссификатов с задней поверхности бедра. Плато большеберцовой кости выводили кпереди, устанавливали шаблон тибиальной резекции перпендикулярно механической оси, производили опил суставной поверхности большеберцовой кости. Затем имплантировали бедренный и тибиальный тестовые компоненты с тестовым вкладышем, контролировали оси конечности, стабильность и баланс связочного аппарата, объем движений и скольжение надколенника. Далее тестовый вкладыш, бедренный и тибиальный тестовые компоненты удаляли и выполняли измерение ротационного положения тестового тибиального компонента эндопротеза КС. Устройство для измерения ротационного положения тибиального компонента эндопротеза КС устанавливали иглой вертикального фиксатора в середину места прикрепления задней крестообразной связки. Высоту штока фиксировали через резьбовое отверстие в корпусе фиксатором в одно из углублений, в зависимости от размера кости пациента, так чтобы шайба проецировалась на середину бугристости большеберцовой кости. Затем горизонтальный фиксатор вкручивали

таким образом, чтобы шайба приходилась на середину бугристости большеберцовой кости, тем самым закрепляя устройство в положении, которое соответствует условному ориентиру – линии Акаги. Затем прорезь на направителе устанавливали в исходную нулевую позицию по транспорту, расположенному по центру выступа и в параллельное положение к горизонтальному фиксатору и линии Акаги. Далее, в зависимости от оперируемой стороны – правого или левого коленного сустава, перемещали кнутри направлятель и совмещали прорезь с разметкой от 0° до 15° на правом КС и, соответственно, на левом КС от 15° до 0°, определяя ротационное положение тиббиального компонента эндопротеза. Затем в одно из сквозных овальных отверстий направителя, в зависимости от роста пациента и структуры его кости, устанавливали пин параллельно прорези, что служило ориентиром для установки тестового тиббиального компонента, а в дальнейшем и постоянного тиббиального компонента эндопротеза. Далее горизонтальный фиксатор выкручивали, и шайба смещалась от середины бугристости большеберцовой кости. Иглу вертикального фиксатора вынимали из середины места прикрепления задней крестообразной связки КС. Затем устройство снимали таким образом, чтобы установленный пин прошел через отверстие направителя и остался в большеберцовой кости. Затем повторно устанавливали тестовый тиббиальный компонент таким образом, чтобы риски на нем совпадали с установленным пином, что соответствует корректному ротационному положению. Далее фиксировали тестовый тиббиальный компонент двумя фиксирующими устройствами, удаляли пин и формировали ложе тиббиального компонента эндопротеза соответствующей формы с помощью пробойника. Затем тестовый тиббиальный компонент удаляли и выполняли имплантацию постоянного эндопротеза КС. Первым этапом устанавливали тиббиальный компонент постоянного эндопротеза на костный цемент, ориентируясь на ранее сформированное ложе. Далее на костный цемент устанавливали бедренный компонент и полиэтиленовый вкладыш. После застывания цемента контролировали объем движений в КС.

Интерпретация результатов. Корректность установки эндопротеза КС оценивали при помощи рентгенографического исследования, а также, в ряде случаев, мультиспиральной компьютерной томографии (МСКТ). Для оценки эффективности разработанного устройства подсчитывали относительное количество корректной установки эндопротеза КС в группе больных, которым операция тотального эндопротезирования проводилась с использованием данного устройства, по сравнению с таковым в группе больных, которым операция тотального эндопротезирования проводилась классическим методом.

Статистический анализ данных проводился с использованием коммерческого пакета Statistica 10.0 (StatSoft, USA), U-критерия Манна - Уитни. Результаты представляли в виде медианы и интервала между 1 и 4 квартилями (Me (25%; 75%)). Сравнение частот

корректной и некорректной установки тиббиального компонента эндопротеза между исследованными выборками проводили с использованием двустороннего варианта точного критерия Фишера. Уровень статистической значимости принимали при $p < 0,05$. Проверка выборки на нормальность распределения проводилась с помощью критерия Колмогорова - Смирнова. В пояснениях к таблицам приведены значения критериев и достигнутого уровня статистической значимости, количество проанализированных случаев обозначено «n».

Результаты исследования и их обсуждение. С целью оценки эффективности корректной установки тиббиального компонента эндопротеза КС при помощи разработанного нами устройства было проведено сравнительное исследование частоты корректной установки эндопротеза КС в группе больных, у которых применялось или не применялось данное устройство. Средний срок наблюдения составил 36,0 (34,0;80,0) месяцев. Пациенты контрольной группы и группы исследования не отличались по возрасту, росту, массе тела, частоте правой или левой стороны операции, наличию предоперационной сгибательной контрактуры, а также данных клинических опросников. Доля пациентов, имеющая избыточную массу тела, составила 91,4% и 93,2% в контрольной группе и группе исследования соответственно ($p > 0,05$). У больных группы исследования отмечалось более длительное время проведения операции ($p < 0,05$). По данным опросников KSS и WOMAC, клинические результаты послеоперационного периода в сравнении с предоперационным периодом в обеих группах улучшились и не имели статистических различий между группой контроля и группой исследования (табл. 2).

Таблица 2

Показатели шкал клинической оценки коленного сустава (Me (25%; 75%))

Клинические опросники	До операции, балл		Значение р-критерия	После операции, балл		Значение р-критерия
	Группа контроля	Группа исследования		Группа контроля	Группа исследования	
KSS	53,15(44,2;62,3)	51,9(43,5;61,3)	0,139	80,1(73,5;85,2)*	80,4(72,8;84,3)*	0,02
KSSfs	63,1(58,4;69,7)	62,7(56,4;68,1)	0,456	82,2(76,8;88,1)*	81,7(75,4;89,2)*	0,03
WOMAC, боль	16,1(15,6;18,9)	15,6(14,9;18,3)	0,371	5,5(4,9; 5,8)*	5,3(4,9; 5,6)*	0,004
WOMAC, скованность	4,4(3,8;4,7)	4,4(4,1; 4,9)	0,280	1,9(1,3;2,2)*	1,8(1,4;2,6)*	0,009
WOMAC, функция	41,4(35,9;43,2)	42,1(35,3;42,8)	0,312	8,6(8,4;9,0)*	7,9(7,5;9,1)*	0,01

Примечание. * $p < 0,05$; ** $p < 0,001$ статистическая значимость различий (U-критерий Манна - Уитни) между показателем до операции и после операции.

Правильность установки эндопротеза в раннем послеоперационном периоде оценивали функционально – по наличию болевого синдрома и объему движений в суставе, а также по результатам МСКТ. На амбулаторном этапе о корректности установки эндопротеза

свидетельствовали отсутствие жалоб на болевой синдром, достаточный объем движений в протезированном суставе и отсутствие обращений пациента к травматологу-ортопеду за медицинской помощью.

Результаты установки эндопротеза КС при помощи разработанного устройства представлены в таблице 3.

Таблица 3

Сравнительная частота корректной установки эндопротеза коленного сустава в двух группах

Группы больных	Корректная установка эндопротеза, чел. (%)	Некорректная установка эндопротеза (мальпозиция), чел. (%)
Группа контроля, n= 71	47 (66,3)	24 (33,7)
Группа исследования, n=70	54 (78,49)*	16 (21,51)*

Примечание. Статистическая значимость различий между группой контроля и группой исследования (F–критерий Фишера): * $p < 0,05$, ** $p < 0,01$.

Таким образом, было выявлено значительное (на 12,19%) увеличение доли случаев корректной установки эндопротеза КС при использовании разработанного устройства для определения ротационного положения тиббиального компонента эндопротеза коленного сустава. Отклонение в данном случае варьировало в диапазоне от 3 до 4 градусов.

Тщательно разработанная в настоящее время технология оперативного вмешательства и совершенный дизайн имплантатов обеспечивают успешные среднесрочные результаты эндопротезирования коленных суставов. При этом анатомически правильное расположение компонентов эндопротеза является важнейшей предпосылкой для длительного функционирования эндопротеза КС. Резекция суставных поверхностей производится на основании анатомических ориентиров, таких как надмышцелковая линия, переднезадняя ось и бугристость большеберцовой кости. Однако по сравнению с тотальным замещением тазобедренного сустава доля пациентов с неудовлетворительным исходом эндопротезирования КС остается достаточно высокой, достигая, по данным различных авторов, 10–12% и более. Одной из основных признаков этого, наряду с рентгенологическими, считают наличие стойкой боли в переднем отделе сустава, связанной с нестабильностью в пателло-фemorальном сочленении. Это осложнение, связанное с разгибательным механизмом сустава, возникает вследствие нарушения скольжения надколенника во фронтальной плоскости и служит наиболее частым показанием к ранним ревизионным операциям. Ротационное выравнивание бедренного и большеберцового компонентов также тесно связано с послеоперационными результатами тотального эндопротезирования КС; ротационное смещение между компонентами может вызвать боль в передней части сустава, дисфункцию

надколенника и бедренной кости, тугоподвижность сустава и износ полиэтилена, что в конечном итоге приводит к неблагоприятным исходам протезирования. Известно, что ротационное положение нижней конечности определяется тремя составляющими: антеверсией бедра – внутренней ротацией дистального отдела бедра относительно шейки бедра на всем протяжении диафиза бедра; сочленением в коленном суставе между дистальным отделом бедра и проксимальным отделом большеберцовой кости и переменной ротацией при сохранении конгруэнтности; торсией большеберцовой кости – наружной ротацией дистального отдела большеберцовой кости относительно проксимального отдела большеберцовой кости. У пациентов, перенесших эндопротезирование КС, ротационные изменения происходят на трех поверхностях, включая бедренный компонент - бедро, бедренный компонент - большеберцовый компонент и большеберцовый компонент - голень. Комбинация вращений, происходящих в этих трех интерфейсах, определяет изменение ротационного выравнивания нижних конечностей после эндопротезирования КС. Хотя восстановление нормального выравнивания коленного сустава в коронарной и аксиальной плоскостях является одной из основных целей эндопротезирования КС, ротационное выравнивание компонентов эндопротеза КС в аксиальной плоскости остается дискуссионным из-за ограниченной воспроизводимости и надежности, вызванных высокими вариациями анатомических параметров в популяции и низкой распознаваемостью ориентиров в операционном поле. На основании вышеизложенного было проведено исследование эффективности применения устройства для определения ротационного положения тиббиального компонента эндопротеза КС при лечении остеоартрита коленных суставов для определения целесообразности применения этого устройства в клинической практике с целью профилактики мальпозиции. Сформулированная рабочая гипотеза, которая заключалась в том, что при сравнении двух групп пациентов, клинико-рентгенологические показатели которых практически идентичны, использование разработанного устройства позволит добиться снижения количества случаев некорректной установки эндопротеза КС, была подтверждена результатами проведенного исследования.

Заключение. Авторами было разработано устройство для определения ротационного положения тиббиального компонента эндопротеза коленного сустава. Устройство имеет относительно простую конструкцию и лаконичный дизайн, простоту в использовании и высокую точность измерения, широкую область применения, например при двусторонних поражениях одинаковых сегментов на конечностях, и позволяет выравнивать компоненты эндопротеза коленного сустава в коронарной и аксиальной плоскостях, что является важным звеном корректной установки эндопротеза коленного сустава. В результате проведенного исследования разработанное устройство продемонстрировало свою эффективность, которая

заключается в снижении доли случаев мальпозиции эндопротеза при тотальном первичном эндопротезировании, что позволяет рассматривать применение данного устройства как перспективного вспомогательного способа для профилактики мальпозиции эндопротеза.

Список литературы

1. Madry H., Kon E., Condello V., Peretti G.M., Steinwachs M., Seil R., Berruto M., Engebretsen L., Filardo G., Angele P. Early osteoarthritis of the knee // *Knee, Surg, Sports Traumatol, Arthrosc.* 2016. Vol. 24. Is. 6. P. 1753-1762. DOI: 10.1007/s00167-016-4068-3.
2. Mesa-Castrillon C.I., Simic M., Ferreira M.L., Hatswell K., Luscombe G., de Gregorio A.M., Davis P.R., Bauman A., Bunker S., Clavisi O., Knox G., Bennell K.L., Ferreira P.H. EHealth to empower patients with musculoskeletal pain in rural Australia (EMPower) a randomised clinical trial: study protocol // *BMC Musculoskelet. Disord.* 2021. Vol. 22. Is. 1. P. 11. DOI: 10.1186/s12891-020-03866-2.
3. Hong J.W., Noh J.H., Kim D.J. The prevalence of and demographic factors associated with radiographic knee osteoarthritis in Korean adults aged ≥ 50 years: The 2010-2013 Korea National Health and Nutrition Examination Survey // *PLoS One.* 2020. Vol. 15. Is. 3. e0230613. DOI: 10.1371/journal.pone.0230613.
4. Suri P., Morgenroth D.C., Hunter D.J. Epidemiology of osteoarthritis and associated comorbidities // *PM R.* 2012. Vol. 4. Is. 5. S10-9. DOI: 10.1016/j.pmrj.2012.01.007.
5. Галушко Е.А., Bolshakova Т.У., Виноградова И.Б., Иванова О.Н., Лесняк О.М., Меньщикова Л.В., Петрачкова Т.Н., Эрдес Ш.Ф. Структура ревматических заболеваний среди взрослого населения России по данным эпидемиологического исследования (предварительные результаты) // *Научно-практическая ревматология.* 2009. Т.47. № 1. С. 11-17. DOI: 10.14412/1995-4484-2009-136.
6. Martel-Pelletier J., Barr A.J., Cicuttini F.M., Conaghan P.G., Cooper C., Goldring M.B., Goldring S.R., Jones G., Teichtahl A.J., Pelletier J.P. Osteoarthritis // *Nat. Rev. Dis. Primers.* 2016. Vol. 2. P. 16072. DOI: 10.1038/nrdp.2016.72.
7. Loeser R.F., Collins J.A., Diekmann B.O. Ageing and the pathogenesis of osteoarthritis // *Nat. Rev. Rheumatol.* 2016. Vol. 12. Is. 7. P. 412-420. DOI: 10.1038/nrrheum.2016.65.
8. Bortoluzzi A., Furini F., Scirè C.A. Osteoarthritis and its management - Epidemiology, nutritional aspects and environmental factors // *Autoimmun. Rev.* 2018. Vol. 17. Is. 11. P. 1097-1104. DOI: 10.1016/j.autrev.2018.06.002.
9. Vincent T.L., Wann A.K.T. Mechanoadaptation: articular cartilage through thick and thin // *J. Physiol.* 2019. Vol. 597. Is. 5. P. 1271-1281. DOI: 10.1113/JP275451.

10. van den Bosch M.H.J. Inflammation in osteoarthritis: is it time to dampen the alarm(in) in this debilitating disease? // Clin. Exp. Immunol. 2019. Vol. 195. Is. 2. P. 153-166. DOI: 10.1111/cei.13237.
11. Altman R., Asch E., Bloch D., Bole G., Borenstein D., Brandt K., Christy W., Cooke T.D., Greenwald R., Hochberg M. Development of criteria for the classification and reporting of osteoarthritis. Classification of osteoarthritis of the knee. Diagnostic and Therapeutic Criteria Committee of the American Rheumatism Association // Arthritis Rheum. 1986. Vol. 29. Is. 8. P. 1039-1049. DOI: 10.1002/art.1780290816.
12. Bijlsma J.W., Berenbaum F., Lafeber F.P. Osteoarthritis: an update with relevance for clinical practice // Lancet. 2011. Vol. 377. Is. 9783. P. 2115-2126. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)60243-2.
13. Boffa A., Merli G., Andriolo L., Lattermann C., Salzmann G.M., Filardo G. Synovial Fluid Biomarkers in Knee Osteoarthritis: A Systematic Review and Quantitative Evaluation Using BIPEDs Criteria // Cartilage. 2021. Vol. 13. Is. 1. P. 82S-103S. DOI: 10.1177/1947603520942941.
14. Ackroyd C.E. Medial compartment arthroplasty of the knee // J. Bone Joint Surg. Br. 2003. Vol. 85. Is. 7. P. 937-42. DOI: 10.1302/0301-620x.85b7.14650.
15. Saylık M., Yenigul A.E., Atıcı T. Outcome of mobile and fixed unicompartmental knee arthroplasty and risk factors for revision // J. Int. Med. Res. 2022. Vol. 50. Is. 8. 3000605221115383. DOI: 10.1177/03000605221115383.
16. Иванов Е. А., Байтов В.С., Лаврищев Р. А., Павлов В.В. Устройство для определения ротационного положения тибиального компонента эндопротеза коленного сустава / Патент на изобретение 2764832 С1, 21.01.2022. Заявка № 2021124456 от 16.08.2021. № 202112445. Патентообладатель ФГБУ "ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна" Минздрава России. Бюл. № 3. 31 с.
17. Иванов Е. А., Байтов В.С., Лаврищев Р. А., Павлов В.В. Устройство для определения ротационного положения тибиального компонента эндопротеза коленного сустава / Патент на полезную модель 210530 У1, 19.04.2022. Заявка № 2021124470 от 16.08.2021. Патентообладатель ФГБУ "ННИИТО им. Я.Л. Цивьяна" Минздрава России. Бюл. № 11. 31 с.