

ISSN 1814-6023 (Print)

ISSN 2524-2350 (Online)

УДК 616.728.3-089.28-009.7-02

<https://doi.org/10.29235/1814-6023-2021-18-2-160-168>

Поступила в редакцию 03.02.2021

Received 03.02.2021

**О. Л. Эйсмонт**

*Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии,  
Минск, Республика Беларусь*

## **ПРИЧИНЫ ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫХ ПЕРЕДНИХ БОЛЕЙ ПРИ ТОТАЛЬНОМ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИИ КОЛЕННОГО СУСТАВА**

**Аннотация.** Цель исследования – определить причины послеоперационной передней боли после выполнения тотального эндопротезирования коленного сустава для профилактики их возникновения и улучшения результатов операций.

Проанализированы результаты лечения 77 пациентов (112 случаев), у которых в ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» была выполнена операция без эндопротезирования надколенника. Использованы тотальные несвязанные эндопротезы коленного сустава с сохранением задней крестообразной связки. В исследованиях приняли участие 62 (80,5 %) женщины и 15 (19,5 %) мужчин. Средний возраст пациентов (Me (25–75 %)) составил 65 (60–70) лет. С варусной деформацией коленного сустава было 97 (87 %) случаев, с вальгусной деформацией – 15 (13 %). При этом средний угол варусной деформации составил  $11,22 \pm 3,81^\circ$ , средний угол вальгусной деформации –  $11 \pm 4,27^\circ$ . Обследование пациентов проводилось при появлении болей через 2–3, 4–5 и 6–7 мес. после операции с использованием клинического, рентгенографического (переднезадняя, боковая и аксиальная проекции, топограмма нижних конечностей), электромиографического, статистического методов.

Причинами передних послеоперационных болей являлись: нарушение установки компонентов эндопротеза и микроциркуляции надколенника (хондролит, аваскулярный некроз надколенника вследствие циркулярной денервации надколенника), дисбаланс в пателлофemorальном суставе, а также функциональные причины передней боли. Боли проявлялись при активной нагрузке на ногу, восстановлении объема движений в колене и силы мышц бедра: при нарушении установки компонентов эндопротеза – в сроки 2–3 мес. (34 (94 %) случая) и 4–5 мес. (2 (6 %)); при нарушении микроциркуляции надколенника – в сроки 4–5 мес. (5 (21 %)) и 6–7 мес. (19 (79 %)); при дисбалансе в пателлофemorальном суставе – в сроки 2–3 мес. (29 (69 %)) и 4–5 мес. (13 (31 %)); при функциональных причинах боли – в сроки 2–3 мес. (7 (70 %)) и 4–5 мес. (3 (30 %)).

Установлено, что причинами послеоперационных передних болей при тотальном эндопротезировании коленного сустава может быть как непосредственно нарушение техники оперативного лечения, так и изменения в кровоснабжении надколенника или в биомеханике пателлофemorального сустава вследствие дисбаланса мышц бедра.

**Ключевые слова:** остеоартрит, тотальное эндопротезирование коленного сустава, пателлофemorальный болевой синдром

**Для цитирования:** Эйсмонт, О. Л. Причины послеоперационных передних болей при тотальном эндопротезировании коленного сустава / О. Л. Эйсмонт // Вес. Нац. акад. навук Беларусі. Сер. мед. навук. – 2021. – Т. 18, № 2. – С. 160–168. <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2021-18-2-160-168>

**Oleg L. Eismont**

*Republican Scientific and Practical Centre for Traumatology and Orthopedics, Minsk, Republic of Belarus*

## **ANTERIOR KNEE PAIN CAUSES AFTER TOTAL KNEE ARTHROPLASTY**

**Abstract.** The objective of the study was to determine the causes of postoperative anterior knee pain after total knee arthroplasty for preventing its occurrence and improving the surgery results.

The treatment results of 77 (112 cases) patients with cruciate-retaining total knee arthroplasty without patellar replacement were analyzed. The study involved 62 (80.5 %) women and 15 (19.5 %) men. The average age (Me (25–75 %)) of the patients was 65 (60–70) years. There were 97 cases (87 %) with varus deformity of the knee joint, 15 cases with valgus deformity (13 %). The average angle of varus deformity was  $11.22 \pm 3.81^\circ$ , the average angle of valgus deformity was  $11 \pm 4.27^\circ$ . After the anterior pain appeared, patients were examined in 2–3, 4–5 and 6–7 months after surgery using clinical, X-ray (anterior-posterior, lateral and axial projections, topogram of lower extremities), and EMG methods.

The causes of anterior postoperative knee pain were: implant components misplacement, patellar microcirculation disorders (chondrolysis, avascular necrosis due to circular patella denervation), patellofemor joint imbalance, and functional causes. Pain manifested itself at active leg loading and knee motion because of implant components misplacement within 2–3 months in 34 cases (94 %), 4–5 months – in 2 cases (6 %). Patellar microcirculation disorders within 4–5 months – in 5 cases

(21 %), 6–7 months – in 19 (79 %) cases. Imbalance in the patellofemoral joint within 2–3 months – in 29 cases (69 %), 4–5 months – in 13 cases (31 %). Functional causes of pain appeared within 2–3 months – in 7 cases (70 %), 4–5 months – in 3 cases (30 %).

The causes of postoperative anterior pain in total knee arthroplasty can be incorrect surgical technique, changes in patellar blood supply or in the biomechanics of the patellofemoral joint due to the imbalance of the thigh muscles.

**Keywords:** osteoarthritis, total knee arthroplasty, patellofemoral pain syndrome

**For citation:** Eismont O. L. Anterior knee pain causes after total knee arthroplasty. *Vestsi Natsyyanal'nai akademii navuk Belarusi. Seriya meditsinskikh navuk = Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Medical series*, 2021, vol. 18, no. 2, pp. 160–168 (in Russian). <https://doi.org/10.29235/1814-6023-2021-18-2-160-168>

**Введение.** Проблема боли в переднем отделе коленного сустава – одна из наиболее распространенных после тотального эндопротезирования коленного сустава (ТЭКС) и имеет не только выраженную медицинскую, но и социальную значимость. По данным ряда авторов, боль в переднем отделе коленного сустава после ТЭКС встречается в 4–50 % случаев [1, 2]. В результате хирургических вмешательств происходят изменения, которые влияют на взаимоотношения в пателлофemorальном суставе (ПФС). Результаты последних исследований показывают, что боль легкой и средней степени в переднем отделе коленного сустава присутствует у одной трети пациентов на первом году наблюдения после ТЭКС. Из них 30 % продолжают испытывать боль в течение 10 лет, а у 10 % пациентов она может развиваться в течение 5 лет с момента операции [3, 4].

Передние боли возникают по разным причинам. Но наиболее распространенным является мнение, что боль в переднем отделе коленного сустава после ТЭКС связана с пателлофemorальным отделом [3, 4]. Многие из этих проблем можно было бы избежать при первичном ТЭКС. Тем не менее, при каждом случае возникновения передней боли после ТЭКС должна быть исключена в первую очередь инфекция. Прежде чем связывать симптомы с балансировкой ПФС, нужно исключить другие возможные причины. Переднюю боль также могут вызывать усталостный перелом надколенника, остеонекроз надколенника, хондролитизис надколенника, повреждение разгибательного механизма голени и его мышечная атрофия, а также комплексный регионарный болевой синдром [5–8]. Дистантные патологии, такие как иррадирующие боли от тазобедренного сустава и поясничного отдела позвоночника, могут также имитировать переднюю боль колена [9]. Надколенник может располагаться дисконгруэнтно в борозде блока бедра, что может приводить к наклону, подвывиху, импиджменту, латеральной гиперпрессии и рецидивирующим вывихам надколенника [10]. Кроме того, пателлофemorальные проблемы после ТЭКС зависят от того, увеличивается ли пателлофemorальное давление и влияет ли это на мышечный рычаг. Причинами этого являются ошибки при установке офсета бедренного компонента эндопротеза, завышение размеров компонентов эндопротеза, нарушение ротационной и фронтальной установок бедренного и большеберцового компонентов эндопротеза. Все это может приводить к нарушению баланса в ПФС, а также к асептическому расшатыванию компонентов эндопротеза. Но, несмотря на наиболее распространенное на сегодняшний день мнение о том, что передняя боль в коленном суставе наиболее часто связана с пателлофemorальным контактом, нет четкого консенсуса относительно этиологии, лечения и профилактики этой боли при ТЭКС [11, 12].

Цель настоящего исследования – определить причины послеоперационных передних болей после тотального эндопротезирования коленного сустава для профилактики их возникновения и улучшения результатов операций.

**Материалы и методы исследования.** Для изучения причин послеоперационных болей при ТЭКС проанализированы результаты лечения 77 пациентов (112 случаев), у которых за период с 2010 по 2016 г. в ортопедическом отделении № 2 ГУ «Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии» (РНПЦТО) было выполнено оперативное вмешательство с использованием традиционной оперативной техники ТЭКС, описанной в руководствах и принятой в РНПЦТО [13–15].

Критерии исключения из исследования: воспалительные артропатии, пателлофemorальная нестабильность, остеотомии большеберцовой кости, предшествующие переломы надколенника, септический остеоартрит, выраженная (более 15°) варусно-вальгусная деформация или фиксированная сгибательно-разгибательная контрактура, сопутствующие заболевания и патология других суставов нижних конечностей, ограничивающие двигательную способность.

В исследовании приняли участие 62 (80,5 %) женщины и 15 (19,5 %) мужчин. Средний возраст пациентов (Me (25–75 %)) составил 65 (60–70) лет.

С варусной деформацией коленного сустава было 97 (87 %) случаев, с вальгусной деформацией – 15 (13 %). При этом средний угол варусной деформации составил  $11,22 \pm 3,81^\circ$ , средний угол вальгусной деформации –  $11 \pm 4,27^\circ$ .

При эндопротезировании во всех случаях использовали тотальные несвязанные эндопротезы коленного сустава следующих фирм-производителей: Stryker, Covision, W. Link, Biomet, DePuy Johnson & Johnson.

При анализе клинического материала использовали клинический, рентгенографический, электромиографический и статистический методы. Обследование проводили при появлении болей через 2–3, 4–5 и 6–7 мес. после операции.

*Клиническое обследование* пациентов выполнялось по общепринятым методикам и заключалось в уточнении характера жалоб пациента, подробном выяснении анамнеза заболевания и жизни, ортопедическом осмотре [16, 17].

*Рентгенографическое исследование* включало рентгенограммы коленных суставов в двух стандартных проекциях (передне-задней и боковой), аксиальный снимок надколенника и топограмму нижних конечностей.

Тяжесть дегенеративно-дистрофического процесса коленного сустава определяли по общепринятой классификации рентгенологических признаков артроза, разработанной И. Келгреном и И. Лоуренсом [18].

На полученных после эндопротезирования снимках определяли правильность установки эндопротеза, механическую и анатомическую оси конечности, угол наклона надколенника. Рентгенологическими показателями правильной установки и стабильности компонентов эндопротеза считали:

- 1) правильное пространственное соотношение компонентов;
- 2) соответствие размеров эндопротеза объему и форме мыщелков бедренной кости, плато большеберцовой кости;
- 3) отсутствие костных повреждений на уровне компонентов эндопротеза;
- 4) отсутствие диастаза между костной тканью и цементом;
- 5) правильность механической оси.

*Электромиографическое обследование* выполняли с использованием методов суммарной и стимуляционной электромиографии.

*Статистический анализ* полученных данных был осуществлен при помощи методов описательной статистики с использованием программного обеспечения STATISTICA 6.0 (StatSoft Inc, США). Учитывая малые объемы выборки, а также проведенный статистический анализ оцениваемых критериев, выявивший асимметричное распределение данных, использовали методы непараметрической статистики.

**Результаты и их обсуждение.** В нашем исследовании при эндопротезировании во всех случаях использовали тотальные несвязанные эндопротезы коленного сустава с сохранением задней крестообразной связки. Данный тип эндопротеза был использован в случаях не резко выраженной осевой деформации в коленном суставе ( $<15^\circ$  варуса,  $<15^\circ$  вальгуса) обследуемых пациентов [13–15].

Эндопротезирование суставной поверхности надколенника не выполнялось ни в одном случае, поскольку данная процедура не решает проблему боли в переднем отделе коленного сустава после ТЭКС, а лишь увеличивает риск возможных послеоперационных осложнений [19].

Причинами передних послеоперационных болей являлись: нарушение установки компонентов эндопротеза, нарушение микроциркуляции надколенника (хондролиз, аваскулярный некроз надколенника вследствие циркулярной денервации надколенника), дисбаланс в пателлофemorальном суставе (ПФС), а также функциональные причины боли.

Боли проявлялись при активной нагрузке на ногу, восстановлении объема движений в колене и силы мышц бедра: при нарушении установки компонентов эндопротеза – в сроки 2–3 мес. (34 (94 %) случая) и 4–5 мес. (2 (6 %)); при нарушении микроциркуляции надколенника – в сроки 4–5 мес. (5 (21 %)) и 6–7 мес. (19 (79 %)); при дисбалансе в ПФС – в сроки 2–3 мес. (29 (69 %)) и 4–5 мес.

(13 (31 %)); при функциональных причинах боли – в сроки 2–3 мес. (7 (70 %)) и 4–5 мес. (3 (30 %)). Распределение пациентов по причинам передней боли и срокам возникновения боли после ТЭКС представлены в таблице.

*Нарушение установки компонентов эндопротеза.* При анализе результатов в 36 (100 %) случаях выявлено некорректное стояние бедренного или большеберцового компонентов эндопротеза в сагиттальной или фронтальной плоскостях, что послужило причиной возникновения передней боли после ТЭКС.

*Нарушение установки большеберцового компонента эндопротеза.* В 3 (8 %) случаях в сагиттальной плоскости выявлен наклон большеберцового компонента кпереди. Этот наклон способствовал нарушению сгибания в коленном суставе, приводя к разгибательной контрактуре, а также к постоянному повышению давления на передний отдел коленного сустава, что вызывало передние боли [20, 21].

В 9 (25 %) случаях в сагиттальной плоскости был завышен угол наклона большеберцового компонента кзади. Это вызывало нестабильность в большеберцово-бедренном отделе сустава, увеличивая давление на передние отделы сустава, чем и было обусловлено возникновение передней боли [20–22].

#### Распределение пациентов в зависимости от причин и сроков возникновения передней боли после ТЭКС

##### Distribution of patients by the causes and timing of anterior pain after TKA

Причина передней боли	К-во случаев			
	всего	через 2–3 мес.	через 4–5 мес.	через 6–7 мес.
Нарушение установки компонентов эндопротеза	36 (32 %)	34 (94 %)	2 (6 %)	
Нарушение микроциркуляции надколенника	24 (21 %)		5 (21 %)	19 (79 %)
Дисбаланс в ПФС	42 (38 %)	29 (69 %)	13 (31 %)	
Функциональные причины	10 (9 %)	7 (70 %)	3 (30 %)	

Медиализация большеберцового компонента выявлена в 7 (19 %) случаях. Большеберцовый компонент, который размещен медиально, выводил бугристость большеберцовой кости в относительно латерализованное положение. Это оказывало влияние на увеличение Q-угла, что приводило к латеропозиции надколенника и повышенному давлению в передне-латеральном отделе пателлофemorального сустава, обуславливая боль в переднем отделе коленного сустава после ТЭКС [22].

Установка большеберцового компонента кзади в сагиттальной плоскости отмечалась в 10 (28 %) случаях. Существует связь между увеличением контактного давления в ПФС и позиционированием большеберцового компонента в сагиттальной плоскости кзади (6 мм и более). При такой установке пателлофemorальное контактное давление увеличивается, чем обусловлены передние боли после ТЭКС. Корректной установкой большеберцового компонента для уменьшения пателлофemorального контактного давления при ТЭКС является нейтральное расположение в сагиттальной плоскости или кзади (3 мм) [23].

*Нарушение установки бедренного компонента эндопротеза.* Увеличение переднего офсета (смещения) бедренного компонента эндопротеза, выявленное в 2 (6 %) случаях, являлось нарушением установки бедренного компонента в сагиттальной плоскости. Передний офсет имеет большое влияние на биомеханику ПФС. Излишнее переднее выступание бедренного компонента могло быть вызвано его неправильным подбором (большим по размеру [24, 25]) или чрезмерно малой передней резекцией, что привело к выпячиванию переднего фланга бедренного компонента. Это способствовало повышенному давлению на надколенник и окружающие его мягкотканые структуры и, соответственно, передним болям в коленном суставе.

В 2 (6 %) случаях бедренный компонент был установлен с наклоном кпереди. Такая его установка создает приподнятое расположение переднего фланга, вызывая тем самым импиджмент между надколенником и проксимальной частью блока бедренного компонента, что вызывает боли и крепитацию в переднем отделе коленного сустава [26].

Медиализация бедренного компонента выявлена в 3 (8 %) случаях. Отметим, что такой медиализации следует избегать, так как она способствует увеличению Q-угла и повышает напряжение в латеральном отделе ПФС. Это приводит к латеропозиции надколенника и повышению давления в ПФС, вызывая образование латерального остеофита надколенника с последующим импиджментом и, как следствие, боль в переднем отделе коленного сустава после ТЭКС [27].

*Нарушение микроциркуляции надколенника.* Для профилактики и лечения передней боли при ТЭКС используется циркулярная денервация надколенника элетрокоагулятором [28]. Однако циркулярная денервация может стать причиной разрушения суставного хряща (хондролита), а также аваскулярного некроза надколенника в результате нарушения микроциркуляции в нем [29].

В 24 (100 %) случаях причиной передних болей являлось нарушение микроциркуляции надколенника вследствие выполненной циркулярной термической его денервации, что в 22 (92 %) случаях привело к хондролиту надколенника, а в 2 (8 %) – к его аваскулярному некрозу.

*Капсульно-связочный дисбаланс в ПФС.* В 42 (100 %) случаях выявлен капсульно-связочный дисбаланс в ПФС, что явилось причиной возникновения передней боли после ТЭКС. У всех пациентов данной группы выявлено нарушение конгруэнтности в ПФС: латеральная гиперпрессия надколенника с его наклоном более 5° (15 (36 %) случаев), латеральная гиперпрессия надколенника с образованием латерального остеофита на фоне повышенного давления на передне-латеральный отдел ПФС (23 (55 %)), подвывих надколенника (4 (9 %)).

При анализе данных нами не выявлено четкой взаимосвязи между видом деформации (варус, вальгус) до операции и изменением угла наклона надколенника. В 36 (86 %) случаях угол наклона надколенника был выше нормы (более 5°). Таким образом, поскольку во всех случаях имелась деформация (варусная или вальгусная), наклон надколенника, скорее всего, связан с нарушением механической оси нижней конечности, что напрямую влияло на конгруэнтность в ПФС.

*Латеральная гиперпрессия надколенника.* При анализе послеоперационных данных в 15 (36 %) случаях латеральная гиперпрессия надколенника сопровождалась его наклоном, что привело к нарушению конгруэнтности в ПФС. Причиной возникновения (сохранения после операции) латеральной гиперпрессии с наклоном надколенника служило либо неполноценное интраоперационное выполнение релиза латерального сухожильного растяжения, либо некорректное определение трекинга надколенника. Вследствие перегрузки латерального отдела ПФС развились передние боли в коленном суставе [22, 30, 31].

*Латеральная гиперпрессия надколенника в сочетании с латеральным остеофитом.* В 23 (55 %) случаях выявлена латеральная гиперпрессия надколенника в сочетании с образованием латерального остеофита, что привело к нарушению конгруэнтности в ПФС.

*Подвывих надколенника.* В 4 (9 %) случаях отмечался наклон надколенника в сочетании с его подвывихом, что привело к нарушению конгруэнтности в ПФС и болям в колене.

*Функциональные причины передней боли после ТЭКС.* Проведены электромиографические обследования мышц нижних конечностей группы пациентов с гонартрозом (10 (100 %) случаев), которые предъявляли жалобы на передние боли в коленном суставе как до операции, так и после ТЭКС. Как известно, широкие мышцы бедра являются стабилизаторами коленного сустава, осуществляют моторную деятельность в фазе экстензии, оказывают огромное влияние на ПФС. Значимый вклад в возникновение передней боли вносит измененная биомеханика ПФС, которая усугубляется также несостоятельностью мышц бедра, особенно разгибательным аппаратом коленного сустава. Сопоставление параметров биоэлектрической активности (БА) *m. quadriceps* показало, что медиальная порция ее подвержена более резким изменениям по сравнению с *m. vastus lateralis*. Это обусловлено большей площадью и особой топографией латеральной порции, позволяющей ей активизироваться уже при начальных 30° экстензии, в то время как медиальная порция подключается только в последние 20–15° и практически не может участвовать в напряжении в условиях болевого синдрома или сгибательной контрактуры. Отличия амплитуд БА флексоров – *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus* – на пораженной и интактной стороне, а также по сравнению с контрольными данными были относительно умеренными и составляли 25–30 %.

Проведенные физиологические обследования показывают, что оперативное вмешательство сопровождается в ближайшем послеоперационном периоде изменением моторной и рефлекторной

возбудимости, резким снижением (на 50–70 %) активности мышц голени и бедра, особенно у пациентов с выраженным дефицитом нейромоторной функции до операции [5–8].

Таким образом, выявленная до и после имплантации эндопротеза коленного сустава выраженная слабость *vastus medialis*, несбалансированность ее активности с *m. vastus lateralis*, изменение параметров БА *m. biceps femoris*, *m. semitendinosus*, *m. tensor fasciae latae* ведет к несоответствию их функциональных взаимоотношений и к повышенной тяге надколенника кнаружи, что создает перенагрузку передне-наружного отдела коленного сустава и оказывает компрессионное воздействие на нервные структуры, чем и обусловлена боль у данных пациентов [32, 33]. Динамический анализ результатов показывает, что спустя 12–14 мес. еще имеется дефицит моторной функции мышц, а оптимальное восстановление может занять около 2 лет и более. В связи с этим огромную роль играет предоперационная подготовка пациентов.

### Выводы

1. При обследовании 77 пациентов в 112 (100 %) случаях причинами послеоперационных передних болей после ТЭКС являлись: нарушение установки компонентов эндопротеза (36 (32 % случаев)), капсульно-связочный дисбаланс в ПФС (42 (38 %)), нарушение микроциркуляции надколенника (24 (21 %)) и изменение биомеханики ПФС вследствие дисбаланса четырехглавой мышцы бедра (10 (9 %)).

2. В 36 (100 %) случаях выявлено некорректное стояние бедренного или большеберцового компонентов эндопротеза в сагиттальной (26 (72 % случаев)) и фронтальной (10 (28 %)) плоскостях, что привело к нарушению конгруэнтности, повышению давления в ПФС и послужило причиной возникновения передней боли после ТЭКС.

3. В 24 (100 %) случаях причиной передних болей у пациентов анализируемой группы являлось нарушение микроциркуляции надколенника вследствие выполненной циркулярной термической денервации надколенника, что привело к хондролиту надколенника в 22 (92 %) случаях, а в 2 (8 %) наблюдениях – к его аваскулярному некрозу.

4. Капсульно-связочный дисбаланс в ПФС в 42 (100 %) случаях явился причиной возникновения передней боли после ТЭКС. Вследствие этого у пациентов данной группы выявлены различные виды нарушения конгруэнтности в ПФС: латеральная гиперпрессия надколенника с его наклоном (15 (36 % случаев)), латеральная гиперпрессия надколенника с образованием латерального остеофита на фоне повышенного давления на передне-латеральный отдел ПФС (23 (55 %)), подвывих надколенника (4 (9 %)).

5. В 10 (100 %) наблюдениях выраженные послеоперационные передние боли были связаны с нарушениями биомеханики ПФС вследствие неравномерного снижения активности мышц бедра при тяжелых формах остеоартрита коленного сустава. Физиологические критерии функционального состояния мышц – снижение амплитуды биоэлектрической активности *m. vastus medialis*, *m. vastus lateralis*, *m. tensor fasciae latae*, *m. biceps fem.*, *mm. gastrocnemius* на 22–70 %, рефлекторной возбудимости (Н/М %) ниже 40 % – отражают закономерности развития периферических изменений и функции моторных ядер пояснично-крестцовых сегментов спинного мозга, являются основой для оценки динамики лечения при тотальном эндопротезировании коленного сустава.

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

### Список использованных источников

1. Less anterior knee pain with a mobile-bearing prosthesis compared with a fixed-bearing prosthesis / S. J. Breugem [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 2008. – Vol. 466, N 8. – P. 1959–1965. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0320-6>
2. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study with five to seven years of follow-up / R. L. Barrack [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 2001. – Vol. 83-A, N 9. – P. 1376–1381. <https://doi.org/10.2106/00004623-200109000-00013>
3. Different factors conduct anterior knee pain following primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis / G. Duan [et al.] // J. Arthroplasty. – 2018. – Vol. 33, N 6. – P. 1962–1971e3. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.12.024>
4. Maistrelli, G. L. Anterior knee pain in total knee arthroplasty / G. L. Maistrelli // GIOT. – 2012. – Vol. 38, suppl. 2. – P. S157–S159.

5. *In vivo* patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain / F. Lin [et al.] // *J. Biomech.* – 2010. – Vol. 43, N 2. – P. 235–241. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.08.043>
6. Mizner, R. L. Altered loading during walking and sit-to-stand is affected by quadriceps weakness after total knee arthroplasty / R. L. Mizner, L. Snyder-Mackler // *J. Orthop. Res.* – 2005. – Vol. 23, N 5. – P. 1083–1090. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2005.01.021>
7. Mizner, R. L. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty / R. L. Mizner, S. C. Petterson, L. Snyder-Mackler // *J. Orthop. Sports Phys. Ther.* – 2005. – Vol. 35, N 7. – P. 424–436. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.7.424>
8. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty / R. L. Mizner [et al.] // *J. Rheumatol.* – 2005. – Vol. 32, N 8. – P. 1533–1539.
9. Burnett, R. S. Indications for patellar resurfacing in total knee arthroplasty / R. S. Burnett, R. B. Bourne // *Instr. Course Lect.* – 2004. – Vol. 53. – P. 167–186.
10. Patellofemoral pain after total knee arthroplasty: clinical pathway and review of the literature / H. R. Springorum [et al.] // *Der Orthopäde.* – 2011. – Vol. 40, N 10. – Art. 907. <https://doi.org/10.1007/s00132-011-1779-5>
11. Collado, H. Patellofemoral pain syndrome / H. Collado, M. Fredericson // *Clin. Sports Med.* – 2010. – Vol. 29, N 3. – P. 379–398. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2010.03.012>
12. Secondary resurfacing of the patella for persistent anterior knee pain after primary knee arthroplasty / H. E. Muoneke [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br. vol.* – 2003. – Vol. 85-B, N 5. – P. 675–678. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.85b5.13787>
13. Cho, W. S. Knee joint athroplasty / W. S. Cho. – London : Springer, 2013. – 317 p.
14. Scott, W. N. Insall & Scott surgery of the knee / W. N. Scott. – 5th ed. – N. Y. : Elsevier, 2012. – 1504 p.
15. Scuderi, G. R. Surgical techniques in total knee arthroplasty / R. G. Scuderi, A. J. Tria. – N. Y. : Springer-Verlag, 2002. – 773 p.
16. Маркс, В. О. Ортопедическая диагностика : рук.-справ. / В. О. Маркс. – Минск : Наука и техника, 1978. – 511 с.
17. Хегглин, Ю. Хирургическое обследование : пер. с нем. / Ю. Хегглин. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Медицина, 1991. – 462 с.
18. Kellgren, J. H. Radiologic assessment of osteo-arthrosis / J. H. Kellgren, J. S. Lawrence // *Ann. Rheum. Dis.* – 1957. – Vol. 16, N 4. – P. 494–502. <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>
19. The outcome of total knee arthroplasty with and without patellar resurfacing up to 17 Years: a report from the Australian orthopaedic association national joint replacement registry / J. A. Coory [et al.] // *J. Arthroplasty.* – 2020. – Vol. 35, N 1. – P. 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.08.007>
20. Radiographs are not sufficient for evaluation of component fit in subtle knee pain after total knee arthroplasty / M. E. Simsek [et al.] // *Knee Surg. Sports Traumatol. Arthrosc.* – 2020. – Vol. 28, N 6. – P. 2015–2022. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-05940-7>
21. Waelchli, B. Dislocation of the polyethylene inlay due to anterior tibial slope in revision total knee arthroplasty / B. Waelchli, J. Romero // *Knee Surg., Sports Traumatol., Arthrosc.* – 2001. – Vol. 9, N 5. – P. 296–298. <https://doi.org/10.1007/s001670100203>
22. McPherson, E. J. Patellar tracking in primary total knee arthroplasty / E. J. McPherson // *Instr. Course. Lect.* – 2006. – Vol. 55. – P. 439–448.
23. Anteroposterior positioning of the tibial component and its effect on the mechanics of patellofemoral contact / K. Diden [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br. vol.* – 2010. – Vol. 92, N 10. – P. 1466–1470. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.92b10.24221>
24. Association between femoral component sagittal positioning and anterior knee pain in total knee arthroplasty a 10-year case-control follow-up study of a cruciate-retaining single-radius design / C. E. H. Scott [et al.] // *J. Bone Joint Surg.* – 2019. – Vol. 101, N 17. – P. 1575–1585. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.18.01096>
25. Upsizing the femoral component increases patellofemoral contact force in total knee replacement / S. Kawahara [et al.] // *J. Bone Joint Surg. Br. vol.* – 2012. – Vol. 94, N 1. – P. 56–61. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.94b1.27514>
26. The John Insall Award: control-matched evaluation of painful patellar Crepitus after total knee arthroplasty / D. A. Dennis [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2011. – Vol. 469, N 1. – P. 10–17. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1485-3>
27. Hungerford, D. Biomechanics of the patellofemoral joint / D. Hungerford, M. Barry // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1979. – N 144. – P. 9–15. <https://doi.org/10.1097/00003086-197910000-00003>
28. Does circumferential patellar denervation result in decreased knee pain and improved patient-reported outcomes in patients undergoing nonresurfaced, simultaneous bilateral TKA? / N. C. Budhiparama [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 2020. – Vol. 478, N 9. – P. 2020–2033. <https://doi.org/10.1097/corr.0000000000001035>
29. Rand, J. A. Effect of electrocautery on fresh human articular cartilage / J. A. Rand, T. A. Gaffey // *Arthroscopy. J. Arthrosc. Relat. Surg.* – 1985. – Vol. 1, N 4. – P. 242–246. [https://doi.org/10.1016/s0749-8063\(85\)80091-8](https://doi.org/10.1016/s0749-8063(85)80091-8)
30. Bindelglass, D. F. Patellar tilt and subluxation in total knee arthroplasty. Relationship to pain, fixation, and design / D. F. Bindelglass, J. L. Cohen, L. D. Dorr // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1993. – N 286. – P. 103–109. <https://doi.org/10.1097/00003086-199301000-00016>
31. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty / R. A. Berger [et al.] // *Clin. Orthop. Relat. Res.* – 1998. – N 356. – P. 144–153. <https://doi.org/10.1097/00003086-199811000-00021>
32. Anterior knee pain after total knee arthroplasty: does it correlate with patellar blood flow? / S. Kohl [et al.] // *Knee Surg., Sports Traumatol., Arthrosc.* – 2011. – Vol. 19, N 9. – P. 1453–1459. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1418-z>
33. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis / R. Chester [et al.] // *BMC Musculoskelet. Disord.* – 2008. – Vol. 9, N 1. – Art. 64. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-64>

## References

1. Breugem S. J. M., Sierevelt I. N., Schafroth M. U., Blankevoort L., Schaap G. R., van Dijk C. N. Less anterior knee pain with a mobile-bearing prosthesis compared with a fixed-bearing prosthesis. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2008, vol. 466, no. 8, pp. 1959–1965. <https://doi.org/10.1007/s11999-008-0320-6>
2. Barrack R. L., Bertot A. J., Wolfe M. W., Waldman D. A., Milicic M., Myers L. Patellar resurfacing in total knee arthroplasty. A prospective, randomized, double-blind study with five to seven years of follow-up. *Journal of Bone and Joint Surgery-American*, 2001, vol. 83-A, no. 9, pp. 1376–1381. <https://doi.org/10.2106/00004623-200109000-00013>
3. Duan G., Liu C., Lin W., Shao J., Fu K., Niu Y., Wang F. Different factors conduct anterior knee pain following primary total knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis. *Journal of Arthroplasty*, 2018, vol. 33, no. 6, pp. 1962–1971e3. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.12.024>
4. Maistrelli, G. L. Anterior knee pain in total knee arthroplasty. *GIOT*, 2012, vol. 38, suppl. 2, pp. S157–S159.
5. Lin F., Wilson N. A., Makhous M., Press J. M., Koh J. L., Nuber G. W., Zhang L.-Q. *In vivo* patellar tracking induced by individual quadriceps components in individuals with patellofemoral pain. *Journal of Biomechanics*, 2010, vol. 43, no. 2, pp. 235–241. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2009.08.043>
6. Mizner R. L., Snyder-Mackler L. Altered loading during walking and sit-to-stand is affected by quadriceps weakness after total knee arthroplasty. *Journal of Orthopaedic Research*, 2005, vol. 23, no. 5, pp. 1083–1090. <https://doi.org/10.1016/j.orthres.2005.01.021>
7. Mizner R. L., Petterson S. C., Snyder-Mackler L. Quadriceps strength and the time course of functional recovery after total knee arthroplasty. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*, 2005, vol. 35, no. 7, pp. 424–436. <https://doi.org/10.2519/jospt.2005.35.7.424>
8. Mizner R. L., Petterson S. C., Stevens J. E., Axe M. J., Snyder-Mackler L. Preoperative quadriceps strength predicts functional ability one year after total knee arthroplasty. *Journal of Rheumatology*, 2005, vol. 32, no. 8, pp. 1533–1539.
9. Burnett R. S., Bourne R. B. Indications for patellar resurfacing in total knee arthroplasty. *Instructional Course Lectures*, 2004, vol. 53, pp. 167–186.
10. Springorum H. R., Rath B., Baier C., Lechler P., Lüring C., Grifka J. Patellofemoral pain after total knee arthroplasty: clinical pathway and review of the literature. *Der Orthopäde*, 2011, vol. 40, no. 10, art. 907. <https://doi.org/10.1007/s00132-011-1779-5>
11. Collado H., Fredericson M. Patellofemoral pain syndrome. *Clinics in Sports Medicine*, 2010, vol. 29, no. 3, pp. 379–398. <https://doi.org/10.1016/j.csm.2010.03.012>
12. Muoneke H. E., Khan A. M., Giannikas K. A., Hägglund E., Dunningham T. H. Secondary resurfacing of the patella for persistent anterior knee pain after primary knee arthroplasty. *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 2003, vol. 85-B, no. 5, pp. 675–678. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.85b5.13787>
13. Cho W. S. *Knee joint arthroplasty*. London, Springer, 2013. 317 p.
14. Scott W. N. *Insall & Scott surgery of the knee. 5th ed.* New York, Elsevier, 2012. 1504 p.
15. Scuderi G. R., Tria A. J. *Surgical techniques in total knee arthroplasty*. New York, Springer-Verlag, 2002. 773 p.
16. Marks V. O. *Orthopedic diagnostics: reference guide*. Minsk, Nauka i tekhnika Publ., 1978. 511 p. (in Russian).
17. Hegglin U. *Surgical examination. 2nd ed.* Moscow, Meditsina Publ., 1991. 462 p. (in Russian).
18. Kellgren J. H., Lawrence J. S. Radiologic assessment of osteo-arthrosis. *Annals of the Rheumatic Diseases*, 1957, vol. 16, no. 4, pp. 494–502. <https://doi.org/10.1136/ard.16.4.494>
19. Coory J. A., Tan K. G., Whitehouse S. L., Hatton A., Graves S. E., Crawford R. W. The outcome of total knee arthroplasty with and without patellar resurfacing up to 17 years: a report from the Australian orthopaedic association national joint replacement registry. *Journal of Arthroplasty*, 2020, vol. 35, no. 1, pp. 132–138. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2019.08.007>
20. Simsek M. E., Gursoy S., Akkaya M., Kapicioglu M. I. S., Bozkurt M. Radiographs are not sufficient for evaluation of component fit in subtle knee pain after total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2020, vol. 28, no. 6, pp. 2015–2022. <https://doi.org/10.1007/s00167-020-05940-7>
21. Waelchli B., Romero J. Dislocation of the polyethylene inlay due to anterior tibial slope in revision total knee arthroplasty. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2001, vol. 9, no. 5, pp. 296–298. <https://doi.org/10.1007/s001670100203>
22. McPherson E. J. Patellar tracking in primary total knee arthroplasty. *Instructional Course Lectures*, 2006, vol. 55, pp. 439–448.
23. Didden K., Luyckx T., Bellemans J., Labey L., Innocenti B., Vandenuecker H. Anteroposterior positioning of the tibial component and its effect on the mechanics of patellofemoral contact. *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 2010, vol. 92, no. 10, pp. 1466–1470. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.92b10.24221>
24. Scott C. E. H., Clement N. D., Yapp L. Z., MacDonald D. J., Patton J. T., Burnett R. Association between femoral component sagittal positioning and anterior knee pain in total knee arthroplasty a 10-year case-control follow-up study of a cruciate-retaining single-radius design. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 2019, vol. 101, no. 17, pp. 1575–1585. <http://dx.doi.org/10.2106/JBJS.18.01096>
25. Kawahara S., Matsuda S., Fukagawa S., Mitsuyasu H., Nakahara H., Higaki H., Shimoto T., Iwamoto Y. Upsizing the femoral component increases patellofemoral contact force in total knee replacement. *Journal of Bone and Joint Surgery. British volume*, 2012, vol. 94, no. 1, pp. 56–61. <https://doi.org/10.1302/0301-620x.94b1.27514>
26. Dennis D. A., Kim R. H., Johnson D. R., Springer B. D., Fehring T. K., Sharma A. The John Insall award: control-matched evaluation of painful patellar Crepitus after total knee arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2011, vol. 469, no. 1, pp. 10–17. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1485-3>

27. Hungerford D., Barry M. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1979, no. 144, pp. 9–15. <https://doi.org/10.1097/00003086-197910000-00003>

28. Budhiparama N. C., Hidayat H., Novito K., Utomo D. N., Lumban-Gaol I., Nelissen R. G. H. H. Does circumferential patellar denervation result in decreased knee pain and improved patient-reported outcomes in patients undergoing nonre-surfaced, simultaneous bilateral TKA? *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 2020, vol. 478, no. 9, pp. 2020–2033. <https://doi.org/10.1097/corr.0000000000001035>

29. Rand J. A., Gaffey T. A. Effect of electrocautery on fresh human articular cartilage. *Arthroscopy. Journal of Arthroscopic and Related Surgery*, 1985, vol. 1, no. 4, pp. 242–246. [https://doi.org/10.1016/s0749-8063\(85\)80091-8](https://doi.org/10.1016/s0749-8063(85)80091-8)

30. Bindelglass D. F., Cohen J. L., Dorr L. D. Patellar tilt and subluxation in total knee arthroplasty. Relationship to pain, fixation, and design. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1993, no. 286, pp. 103–109. <https://doi.org/10.1097/00003086-199301000-00016>

31. Berger R. A., Crossett L. S., Jacobs J. J., Rubash H. E. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 1998, no. 356, pp. 144–153. <https://doi.org/10.1097/00003086-199811000-00021>

32. Kohl S., Evangelopoulos D. S., Hartel M., Kohlhof H., Roeder C., Egli S. Anterior knee pain after total knee arthroplasty: does it correlate with patellar blood flow? *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2011, vol. 19, no. 9, pp. 1453–1459. <https://doi.org/10.1007/s00167-011-1418-z>

33. Chester R., Smith T. O., Sweeting D., Dixon J., Wood S., Song F. The relative timing of VMO and VL in the aetiology of anterior knee pain: a systematic review and meta-analysis. *BMC Musculoskeletal Disorders*, 2008, vol. 9, no. 1, art. 64. <https://doi.org/10.1186/1471-2474-9-64>

### Информация об авторе

Эйсмонт Олег Леонидович – д-р мед. наук, доцент, заместитель директора по научной работе. Республиканский научно-практический центр травматологии и ортопедии (ул. Кизhevатова, 60/4, 220024, г. Минск, Республика Беларусь). E-mail: [oleismont@tut.by](mailto:oleismont@tut.by)

### Information about the author

Oleg L. Eismont – D. Sc. (Med.), Associate Professor, Deputy director of scientific work. Republican Scientific and Practical Center of Traumatology and Orthopedics (60/4, Kizhevato Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: [oleismont@tut.by](mailto:oleismont@tut.by)