

## Оценка болевого синдрома у пациентов после эндопротезирования коленного сустава

В.Ю. Мурылев<sup>1,2</sup>, С.С. Алексеев<sup>1,2</sup>, П.М. Елизаров<sup>1,2</sup>, Г.А. Куковенко<sup>1,2</sup>,  
А.А. Деринг<sup>2</sup>, Т.Б. Хаптагаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия

<sup>2</sup> ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва, Россия

### Реферат

Тотальное эндопротезирование является одним из самых эффективных методов лечения дегенеративных, системных и посттравматических заболеваний коленного сустава. Однако до 25% пациентов остаются неудовлетворенными результатами операции. В большинстве случаев пациенты предъявляют жалобы на боль в оперированном суставе. Определение причины боли может оказаться серьезным испытанием для врача. **Цель исследования** — определить причины болевого синдрома у пациентов после эндопротезирования коленного сустава с помощью стандартного алгоритма обследования. **Материал и методы.** Проведен анализ комплексного обследования 79 пациентов с жалобами на хронические боли в коленном суставе после операции первичного тотального эндопротезирования, обратившихся за помощью в период с начала 2016 г. по декабрь 2018 г. Критерии включения пациентов в исследование: наличие эндопротеза коленного сустава и болевого синдрома в прооперированном суставе. Критерии исключения: свищевая форма перипротезной инфекции, подозрение на «culture-negative» инфекцию и ревизионные операции. Все пациенты, включенные в исследование, проходили процедуру обследования по стандартному алгоритму комплексного обследования. **Результаты.** В результате обследования были выявлены наиболее вероятные причины болевого синдрома. У 39 (49,4%) пациентов обнаружена инфекция, у 14 (17,7%) вероятной причиной оказались ошибки пространственного положения компонентов, в 13 (16,5%) случаях обнаружено асептическое расшатывание компонентов, у 6 (7,6%) — нестабильность связочного аппарата, у 5 (6,3%) обнаружены внесуставные причины болевых ощущений, у 2 (2,5%) пациентов выявлен перипротезный перелом. У 17 (21,5%) пациентов было обнаружено несколько причин. **Заключение.** Обследование пациентов с болевым синдромом в коленном суставе должно проводиться в полном объеме, так как у пациента может быть сразу несколько проблем. Комплексный и систематический подход к диагностике болевых ощущений в прооперированном суставе является «ключом к успеху» для определения дальнейшей тактики лечения и позволяет определить необходимость и объем ревизионного вмешательства.

**Ключевые слова:** тотальное эндопротезирование коленного сустава, болевой синдром, перипротезная инфекция, ошибки позиционирования компонентов.

Мурылев В.Ю., Алексеев С.С., Елизаров П.М., Куковенко Г.А., Деринг А.А., Хаптагаев Т.Б. Оценка болевого синдрома у пациентов после эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(2):19-30. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-19-30.

**Cite as:** Murylev V.Yu., Alekseev S.S., Elizarov P.M., Kukovenko G.A., Dering A.A., Haptagaev T.H. [Evaluation of Pain Syndrome in Patients after Total Knee Replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(2):19-30. (In Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-2-19-30.

Мурылев Валерий Юрьевич / Valery Yu. Murylev; e-mail: nmuril@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 06.04.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 28.05.2019.

## Evaluation of Pain Syndrome in Patients after Total Knee Replacement

V.Yu. Murylev<sup>1,2</sup>, S.S. Alekseev<sup>1,2</sup>, P.M. Elizarov<sup>1,2</sup>, G.A. Kukovenko<sup>1,2</sup>, A.A. Dering<sup>2</sup>, T.H. Naptagaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

<sup>2</sup> Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

### Abstract

Total joint replacement is one the most effective methods for treatment of degenerative, systemic and posttraumatic diseases of the knee. However, up to 25% of patients remain dissatisfied with surgery outcomes. In the majority of cases the patients complain of pain in the operated joint. Identification of pain cause in the operated joint can turn to become a challenge for the surgeon. **Purpose of the study** – to identify the causes of pain syndrome basing on examination algorithm in patients after TKR as well as to assess the diagnostic value of each particular examination method. **Materials and Methods.** The authors analyzed results of comprehensive examination of 79 patients who complained of chronic knee pain after primary TKR and sought medical help from the beginning of 2016 until December 2018. Inclusion criteria were as follows: knee prosthesis and presence of pain syndrome in the operated joint. Exclusion criteria: fistulous peri-prosthetic infection, suspected “culture-negative” infection and revisions. All patients included into the study were managed according to the standard algorithm of comprehensive examination. **Results.** The most likely causes of pain were identified during the examination. Infection was observed in 39 patients (49.4%), errors in three-dimensional positioning of components was considered as a probable cause of pain in 14 patients (17.7%), aseptic loosening was reported in 13 cases (16.5%), ligamentous instability – in 6 patients (7.6%), extraarticular pain origin was observed in 5 patients (6.3%) and peri-prosthetic fractures were reported in two patients (2.5%). The authors confirmed a combination of several pain causes in 17 patients (21.5%). **Conclusion.** Examination of patients with painfull knee joint prosthesis should be comprehensive due to potential combination of issues in each particular case. Integral and systematic approach to pain diagnostics in the operated joint is the “key to success” for planning further treatment tactics and for understanding the necessity and scope of revision procedure.

**Keywords:** total knee joint arthroplasty, pain, periprosthetic infection, component malposition.

### Введение

Тотальное эндопротезирование является одним из самых эффективных методов лечения дегенеративных, системных и посттравматических заболеваний коленного сустава. Результатом проведения этой операции является стойкое уменьшение боли, улучшение функции и восстановление повседневной активности пациентов. За почти полувековую историю существования протезов мышечного типа дизайн имплантатов и хирургические техники значительно шагнули вперед. Несмотря на это, до 25% пациентов остаются неудовлетворенными результатами операции, а ревизионные операции в течение первых 2–5 лет после первичной артропластики проводятся в 60–80% случаев [1–4].

В большинстве случаев неудовлетворенные результатами пациенты предъявляют жалобы на боль в оперированном суставе [1]. Понимание природы этих болевых ощущений крайне важно для определения тактики лечения пациента. По опыту многих лет в мире достигнуто соглашение, что проведение ревизии возможно только при дос-

товерном определении проблемы. Причины могут быть как связаны с протезом (механические, инфекционные, интраоперационные), так и быть внесуставными [5–8]. Также в литературе описываются редкие случаи «необъяснимых» болевых ощущений и случаи комплексного регионального болевого синдрома [9, 10].

Диагностика причины боли в прооперированном суставе может быть непростой задачей. Зачастую пациенты длительное время не обращаются за помощью, либо не получают должного внимания и продолжают верить в «светлое будущее» своего протеза, а спустя какое-то время обращаются в другое учреждение. Как правило, такие пациенты в лучшем случае предоставляют стандартные рентгенограммы и выписной эпикриз, в связи с чем на определение причины может уйти немало времени, что впоследствии сказывается на состоянии самого пациента.

**Цель исследования** – определить причины болевого синдрома у пациентов после эндопротезирования коленного сустава с помощью стандартного алгоритма обследования.

## Материал и методы

За период с начала 2016 г. по конец 2018 г. в ГКБ им. С.П. Боткина обратилось 79 пациентов с жалобами на хронические боли в коленном суставе после операции тотального эндопротезирования. Оперативные вмешательства были проведены в различных лечебных учреждениях Москвы и Московской области. Средний срок обращения с момента операции составил 24 мес. (от 3 до 127 мес.). Средний возраст пациентов 67 лет (от 53 до 83). Женщин было 60 (76%), мужчин — 19 (24%).

Критерии включения пациентов в исследование: наличие эндопротеза коленного сустава и болевого синдрома в прооперированном суставе. Критерии исключения: свищевая форма перипротезной инфекции, подозрение на «culture-negative» инфекцию и ревизионные операции.

Все пациенты, включенные в исследование, проходили процедуру обследования по стандартному алгоритму, схожему с алгоритмом S. Hofmann с соавторами [4].

Перед началом обследования пациентам рекомендовали выполнить стандартные рентгеновские снимки и КТ-исследование.

При поступлении в стационар пациентам выполняли общий и биохимический анализы крови и анализ на С-реактивный белок. Обследование начинали с подробного изучения данных анамнеза, включая выписки и заключения, архива рентгенограмм и анализов, определения хронологии возникновения болевого синдрома. Учитывались такие данные, как характер и локализация болевого синдрома и уровень физической активности пациента до операции, наличие факторов риска развития инфекционных заболеваний и любых инвазивных вмешательств и травм как в пред-, так и послеоперационном периоде, сроки возникновения существующего болевого синдрома после операции, объем полученного реабилитационного лечения [11]. Особое внимание уделялось наличию сопутствующих и инфекционно-воспалительных заболеваний в анамнезе.

Далее пациентов просили охарактеризовать болевые ощущения по ряду параметров. Учитывали локализацию, характер, интенсивность, время возникновения и длительность, связь с определенными движениями и активностью, эффективность применения НПВС для купирования болевого синдрома и частоту применения этих препаратов.

Следующим этапом проводилось тщательное клиническое обследование пациентов. Последовательно проводили оценку опороспособности, ходьбы по ровной поверхности, ходьбы по лестнице вниз и вверх. Затем исследовали объем активных и пассивных движений в прооперированном суставе. Также проводили клиническое

исследование поясничного отдела позвоночника, тазобедренного и голеностопных суставов, оценку неврологического статуса.

Затем оценивали последние стандартные рентгенограммы в прямой и боковой проекциях в сравнении с архивом пред- и послеоперационных рентгенограмм. Определяли стабильность фиксации компонентов, наличие признаков остеолизиса, адекватность размера и пространственного расположения установленных компонентов, оценивали высоту положения надколенника [12–14]. Далее проводился тщательный анализ КТ-сканирования, оценка положения компонентов в аксиальной плоскости по технике, описанной R.A. Berger с соавторами [15, 16]. После этого принималось решение о необходимости выполнения дополнительных лучевых исследований, таких как полноразмерные рентгеновские снимки с нагрузкой (weight-bearing full leg standing radiographs) [7, 17] и тангенциальные снимки надколенника («sunrise view») [18].

В связи с тем, что перед госпитализацией пациента для обследования мы уточняли наличие противопоказаний к проведению пункции (прием антибактериальных препаратов в течение последних 14 дней), всем пациентам проводилась диагностическая пункция коленного сустава. Аспирация жидкости производилась в асептических условиях и без использования местных анестетиков. Для доступа к полости сустава стандартно использовали доступ с латерального края надколенника. Однако в ряде случаев было необходимо проводить пункцию разными доступами и из разных отделов полости сустава (рис. 1). Полученную в результате пункции жидкость оценивали макроскопически. Далее полученный материал порционно направлялся в лабораторию на цитологическое и бактериологическое исследование. Полученные в ходе исследования данные оценивали по пороговым критериям диагностики хронической инфекции AAOS/MSIS [19]. При необходимости, с учетом макроскопической оценки жидкости на предмет включения крови, производили коррекцию числа содержания лейкоцитов по формуле Ghanem [20].

Непосредственно перед проведением пункции проводили тщательный объективный осмотр коленного сустава с пальпацией окружающих мягких тканей и определением болевых точек, осмотр послеоперационного рубца. Оценивали стабильность коленного сустава, состоятельность связочного аппарата, трекинг надколенника. При необходимости производили повторные диагностические пункции через каждые 14 дней.

После проведения обследования по вышеуказанному алгоритму пациенту давали рекомендации на период ожидания результатов цитологического и бактериологического исследования пунктата.



**Рис. 1.** При проведении пункции с латерального края надколенника было получено только 20 мл синовиальной жидкости желтого цвета — 3338 лейкоцитов на мм<sup>3</sup>, 62,5% полиморфноядерных нейтрофилов. При пункции того же коленного сустава с медиальной стороны получено около 120 мл жидкости коричнево-красного цвета — 3,1% полиморфноядерных нейтрофилов, 26586 лейкоцитов на мм<sup>3</sup>. Рост *Enterococcus faecium* выявлен только в материале, полученном с медиальной стороны

**Fig.1.** Puncture from the lateral aspect of meniscus provided only 20 ml of synovial fluid of yellow color — 3338 leukocytes per mm<sup>3</sup>, 62,5% of polymorphonuclear neutrophils. Medial puncture of the same joint provided about 120 ml of brown-red fluid — 3,1% of polymorphonuclear neutrophils and 26586 leukocytes per mm<sup>3</sup>. *Enterococcus faecium* growth was observed only in the fluid obtained medially

### Результаты

По результатам обследования у всех пациентов были определены наиболее вероятные причины болевого синдрома и предложены варианты их решения.

Выявленные в ходе обследования диагностические признаки представлены в таблице 1. Стоит отметить, что у 17 (21,5%) пациентов было выявлено несколько причин. Распределение пациентов по основным причинам представлено в таблице 2.

Таблица 1

#### Результаты обследования пациентов

Метод обследования	Диагностический признак	Количество выявленных признаков	% от общего числа пациентов
Объективный осмотр	Связочная нестабильность	7	8,9
	Артрофиброз	8	10,1
	Признаки воспаления	9	11,4
	Внесуставные причины	5	6,3
Лучевая диагностика	Ошибки позиционирования компонентов	28	35,4
	Расшатывание/ остеолиз	31	39,2
	Перипротезный перелом	2	2,5
	Связочная нестабильность	7	8,9
	Внесуставные причины	4	5,1
Анализ крови	СОЭ >30 мм/ч	52	65,8
	С-реактивный белок >10 мг/л	41	51,9
Пункция	Наличие жидкости	71	89,9
	Лейкоциты синовиальной жидкости >3000	38	53,5
	Полиморфноядерные нейтрофилы >70%	33	41,8
	Рост микроорганизма в одном посевах	40	50,6
	Рост микроорганизма в двух и более посевах	36	45,6

Таблица 2

## Распределение пациентов по основным причинам болей

Причина	Количество пациентов	% от общего числа пациентов
Инфекция	39	49,4
Ошибки позиционирования компонентов	14	17,7
Асептическое расшатывание	13	16,5
Нестабильность связочного аппарата	6	7,6
Внесуставные причины	5	6,3
Перипротезный перелом	2	2,5

На первом месте среди всех причин находится инфекция — 39 (49,4%) пациентов. Причем у 6 (15,4%) из них, помимо инфекции, были выявлены ошибки позиционирования компонентов, а у одной пациентки обнаружена несостоятельность внутренней коллатеральной связки. Результаты бактериологического исследования пунктата пациентов с выявленной перипротезной инфекцией представлены в таблице 3. В таблице 1 представлено, что пункционный материал удается получить не у всех обследуемых пациентов («dry tap») [21]. Так, у 2 из 8 пациентов с подобной ситуацией диагноз перипротезной инфекции был установлен на основании других лабораторных показателей, данных клинико-рентгенологического обследования и анамнеза.

Вторыми по частоте оказались изолированные проблемы с положением компонентов в разных плоскостях, включая нарушения ротационных взаимоотношений — 14 (17,7%) пациентов.

В 13 (16,5%) случаях клинико-рентгенологически был установлен диагноз «асептическое расшатывание компонентов». Причем у 6 из этих 13 (46,2%) пациентов были обнаружены признаки неправильного пространственного положения компонентов в архиве рентгенограмм.

У 6 (7,6%) пациентов обнаружена нестабильность связочного аппарата коленного сустава (без учета пациентки с комбинированной проблемой инфекции и нестабильности внутренней коллатеральной связки, о которой упоминалось выше). У одной пациентки из этой группы, вероятно, произошел разрыв наружной внутренней коллатеральной связки на фоне неправильного позиционирования компонентов во фронтальной плоскости (рис. 2).

Еще у одной из пациенток выявлена нестабильность собственной связки надколенника в сочетании с несоответствием сгибательного и разгибательного промежутков в результате несоответствия между ротационным положением бедренного и большеберцового компонентов. Также было диагностировано 2 случая сочетания нестабильности с коксартрозом на оперированной стороне.

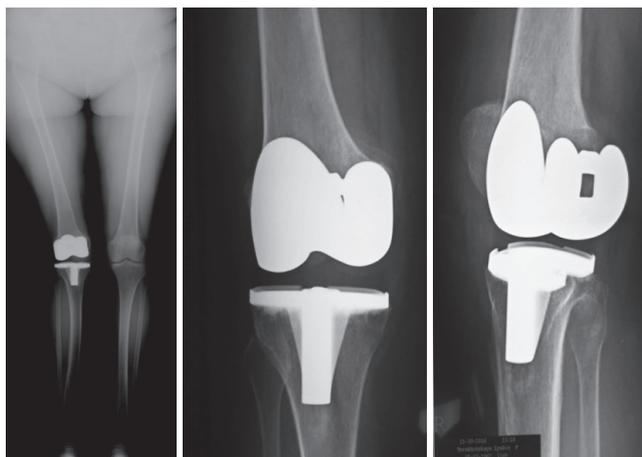
Таким образом, если объединить все выявленные случаи, ошибки в установке компонентов в различных комбинациях выявлены у 28 из 79 пациентов (35,4%).

Еще из внутрисуставных причин было обнаружено 2 (2,5%) перипротезных перелома: перелом надколенника, перелом наружного мыщелка большеберцовой кости без смещения

Таблица 3

## Выявленные микроорганизмы у пациентов с перипротезной инфекцией

Микроорганизм	Количество
<i>Staphylococcus epidermidis</i>	12
MRSE	6
<i>Staphylococcus aureus</i>	6
MRSA	3
Коагулазонегативные стафилококки	6
<i>Echerichia coli</i>	1
<i>Enterococcus faecium</i>	1
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	1



**Рис. 2.** Рентгенологическое подтверждение медиальной связочной нестабильности на фоне неправильного положения компонентов во фронтальной плоскости

**Fig. 2.** X-rays confirming medial ligament instability and incorrect frontal positioning of components

В остальных 5 (6,3%) случаях были определены внесуставные причины болевого синдрома: в 2 случаях обнаружен коксартроз на стороне протезированного коленного сустава, 2 случая спинальной корешковой симптоматики и один случай обострения подагрического артрита.

### Обсуждение

Все пациенты, неудовлетворенные результатом тотального эндопротезирования коленного сустава, предъявляют жалобу на боль в прооперированном суставе. Определение истинной причины возникновения болевого синдрома зачастую является непростой задачей, ведь по описанию характера и локализации боли, мучающей пациента, практически никогда нельзя однозначно сказать, в чем заключается проблема. Например, жалобы пациентов с подтвержденной перипротезной инфекцией были очень разнообразны. Одни описывали свою боль как жжение по передней поверхности голени, другие — как режущие («как острое стекло») боли внутри коленного сустава, третьи сравнивали боли с электрическим током. Разнообразие характера болевого синдрома наблюдалось как у пациентов с перипротезной инфекцией, так и у пациентов с асептическими причинами. В то же время жалобы на стартовые боли зачастую говорят о расшатывании компонентов эндопротеза. В нашем исследовании из 13 пациентов с рентгенологической картиной расшатывания 7 (54%) подтвердили снижение выраженности болевого синдрома после непродолжительной ходьбы.

Подробное изучение данных анамнеза может предоставить ценную информацию о вероятной причине болей. Например, наличие информации

о травме с повреждением связочного аппарата коленного сустава в предоперационном периоде или падении на согнутую ногу в послеоперационном периоде было в 3 из 7 (42,9%) подтвержденных рентгенологически и клинически случаях нестабильности. Также в одном случае нестабильность связочного аппарата коленного сустава была выявлена в сочетании с неправильным положением большеберцового компонента, которая, вероятно, и явилась причиной развития нестабильности. Еще у 2 пациентов нестабильность связочного аппарата сочеталась с выявленным коксартрозом, что может быть связано с изменением центра ротации и механической оси конечности. Помимо этого, отсылки к инфекционно-воспалительным заболеваниям в анамнезе могут говорить о развитии гематогенной перипротезной инфекции — у всех трех пациентов с гематогенной инфекцией (Tsukayama III) [22] в анамнезе были перенесенные острые инфекционно-воспалительные заболевания.

Объективный осмотр наиболее информативен в случаях нестабильности связочного аппарата — проведение стандартных тестов позволило определить наличие нестабильности у всех 7 пациентов, в том числе дисбаланс сгибательного и разгибательного промежутков при ходьбе по лестнице. Также в результате объективного осмотра удастся определить возможные внесуставные причины болей — в нашем исследовании у 4 пациентов были определены болевые ощущения в области «гусиной лапки» в сочетании с клинкорентгенологическими признаками коксартроза на стороне проведенной операции, и в одном случае пациент был направлен к неврологу с подозрением на наличие корешкового синдрома.

У пациентов с перипротезной инфекцией объективный осмотр может выявить лишь малые диагностические признаки, такие как изменение пигментации кожных покровов, выраженная отечность и локальная гиперемия. Все эти признаки не имеют большой ценности в установлении диагноза, тем не менее должны приниматься во внимание в случаях, когда диагноз перипротезной инфекции находится под сомнением из-за наличия сопутствующих заболеваний или отсутствия жидкости в суставе, что будет описано дальше.

Наличие у пациентов признаков тугоподвижности и жалобы на боль в «переднем отделе коленного сустава» (в области надколенника) при подъеме со стула или ходьбе по лестнице могут свидетельствовать о проблемах пателло-фemorального сочленения вследствие ротационных отклонений. Это предположение требует обязательного подтверждения результатами рентгенологического исследования, КТ-сканирования и данными тангенциальных снимков.

Зачастую в мировой литературе наличие артрофиброза коленного сустава рассматривается как самостоятельная причина неудовлетворенности пациента лечением [4, 5, 7, 8, 23–25]. В то же время существуют исследования, которые описывают явление артрофиброза как следствие других причин инфекционной и механической этиологии [26, 27]. Вероятно, это связано с отсутствием точного общепринятого определения артрофиброза [25]. Наиболее распространенными критериями этого явления считаются тугоподвижность, сгибательная контрактура и наличие «избыточной» рубцовой интра- и параартикулярной ткани [23, 25]. В нашем исследовании у всех 8 пациентов с клинической картиной выраженной фиброзной перестройки сустава были выявлены различные причины развития этого состояния: у 5 пациентов были обнаружены проблемы с позиционированием компонентов, у 3 — хронический инфекционный процесс. Причем не всегда данное состояние сопровождалось ограничением объема движений. Этот факт требует дальнейшего исследования и большего количества наблюдений.

Методы рентгенологического обследования — наиболее ценный инструмент в определении проблем биомеханической этиологии. Но стандартные рентгенограммы позволяют определить лишь стабильность фиксации компонентов и грубые ошибки в позиционировании или высоту суставной линии. В группе пациентов с инфекцией рентгенологические признаки обнаружены у 18 из 39 пациентов (46,2%): 10 случаев расшатывания компонентов и 8 — признаки остеолита. При оценке рентгенограмм пациентов с хронической вялотекущей инфекцией в динамике с момента операции не всегда обнаруживалась связь между сроком после операции и степенью остеолита. В то же время при оценке архива рентгенограмм пациентов с септическим расшатыванием компонентов обращает на себя внимание стремительный характер этого процесса — у 6 из 10 пациентов с расшатыванием хронологически удалось установить, что период между стабильной фиксацией компонентов и расшатыванием составлял менее 12 нед. У пациентов с асептической природой расшатывания компонентов, наоборот, рентгенологические признаки прогрессировали медленно, и зачастую изображения не отражали текущей ситуации, если соотносить архив рентгенограмм с анамнестическими данными пациента.

По данным полноразмерных рентгенограмм у 3 пациентов были выявлены ошибки позиционирования двух компонентов во фронтальной плоскости, у одного — только бедренного и у 3 — только большеберцового компонентов.

Самым распространенным вариантом нарушения позиционирования компонентов оказа-

лись ошибки в аксиальной плоскости. По данным различных исследований, значимыми считаются: внутренняя ротация только большеберцового компонента выше  $5-6^\circ$ , внутренняя ротация только бедренного компонента выше  $4^\circ$ , суммарная внутренняя ротация компонентов  $6-10^\circ$  и несоответствие ротационных положений компонентов от  $5^\circ$  [16, 28–30]. В соответствии с этими данными ошибки позиционирования компонентов в аксиальной плоскости были выявлены у 19 пациентов (24%).

Для определения положения надколенника необходимо исследование тангенциальных снимков типа «sunrise view» [18]. По данным литературы, суммарная внутренняя ротация компонентов в диапазоне  $3-4^\circ$  приводит к наклону надколенника,  $5-9^\circ$  — к подвывиху и свыше  $10^\circ$  — к вывиху [15, 30]. Однако среди обследуемых нами пациентов вывих надколенника наблюдался только в одном случае при  $13^\circ$  суммарной внутренней ротации обоих компонентов ( $10^\circ$  большеберцового и  $3^\circ$  бедренного компонентов). У остальных 5 пациентов с суммарной внутренней ротацией более  $9^\circ$  наблюдался лишь наклон или подвывих надколенника, при этом деформация самого надколенника была выраженной. В единственном случае несоответствия ротации компонентов наблюдалась картина нестабильности надколенника — подвывих надколенника в положении сгибания  $30^\circ$  наклон при  $60^\circ$ , и нормальное положение в сгибании  $90^\circ$  и больше, при полном разгибании наблюдалась избыточная подвижность надколенника.

В 2011 г. American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS) опубликовала критерии диагностики перипротезной инфекции [31]. В 2013 г. в ходе проведения Международного симпозиума (Musculoskeletal Infection Society — MSIS) в Филадельфии данные рекомендации были модифицированы [19, 32]. Согласно этим рекомендациям, при отсутствии значимых признаков инфекции диагностические пункции необходимо проводить при уровне СОЭ выше 30 мм/ч и/или уровне С-реактивного белка выше 10 мг/л. В июле 2018 г. прошла Вторая международная согласительная конференция по скелетно-мышечной инфекции (Second International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection) [22], в ходе которой была подтверждена актуальность этих рекомендаций, но с некоторыми ограничениями. Они связаны с рядом исследований, отражающих низкую специфичность и относительно невысокую чувствительность индикаторов воспаления сыворотки крови в отношении инфекции, вызванной низковирулентными возбудителями [33–36].

В нашем исследовании уровень СОЭ был повышен в различной степени у 31 (79,5%) пациента с инфекцией и у 21 (52,5%) пациента из 40 без

подтвержденной инфекции. Уровень С-реактивного белка был повышен также у 31 (79,5%) пациента с инфекцией, при чем у трех пациентов наблюдалось повышение только одного индикатора воспаления (СОЭ или С-реактивный белок). У пациентов с асептической этиологией боли уровень С-реактивного белка выше 10 мг/л был повышен у 10 (25%) пациентов, и у 8 (20%) находился в диапазоне 6–10 мг/л.

Полученные данные подтверждают факт того, что использование сывороточных маркеров воспаления ограничено как в специфичности, так и в чувствительности [37, 38]. Повышенный уровень этих показателей может быть связан как с внесуставными причинами (сопутствующая патология, ревматические заболевания), так и с длительной травматизацией костной и параартикулярных тканей у пациентов с асептическим расшатыванием и нестабильностью. В ряде случаев наличие сопутствующей патологии может значительно затруднить диагностику проблемы. Например, в литературе описаны редкие случаи острого воспаления прооперированного коленного сустава на фоне обострения подагры [39–41]. В ходе исследования мы столкнулись с тремя подобными случаями, в связи с чем было принято решение о необходимости определения уровня мочевой кислоты в крови и, при необходимости, проведения исследования синовиальной жидкости на наличие кристаллов. В двух из этих трех случаев наблюдалось стремительное расшатывание компонентов эндопротеза на фоне присоединения инфекции, причем в одном из этих случаев диагноз перипротезной инфекции удался статистически значимо подтвердить только в ходе операции по установке спейсера. В третьем случае рентгенологических признаков расшатывания или остеолитизиса не наблюдалось, перипротезная инфекция не была подтверждена, и было получено стойкое уменьшение воспаления и болевого синдрома в результате пункции и консервативного лечения.

Согласно наиболее актуальным критериям диагностики AAOS и MSIS [42], при отсутствии свищевого хода диагноз может быть поставлен либо при двукратном выделении одного и того же микроорганизма при бактериологическом исследовании, либо при наличии как минимум 3 из 5 «малых» критериев. Из 5 возможных «малых» критериев два основаны на цитологическом исследовании пунктата и еще один — это бактериологическое исследование пунктата или биоптата. Исходя из этого, пункция коленного сустава является необходимым и наиболее ценным исследованием в диагностике перипротезной инфекции.

Из 79 обследованных нами пациентов получить пункционный материал удалось у 71 (89,9%). В остальных 8 случаях не удалось получить даже

небольшого количества жидкости («dry tap») в связи с выраженными рубцовыми изменениями сустава. Такая ситуация создает существенные трудности в дифференциальной диагностике проблем протезированного сустава. У 3 из этих 8 пациентов рентгенологически определялись стремительно прогрессирующее расшатывание и миграция компонентов эндопротеза, повышение уровня СОЭ и С-реактивного белка, в связи с чем было принято решение о проведении двухэтапного ревизионного вмешательства. В одном из этих случаев уровень С-реактивного белка мог быть повышен на фоне сопутствующей патологии, что создавало еще большие трудности в принятии решения, а окончательный диагноз возможно было установить только в процессе операции. Введение физиологического раствора в сустав с последующей аспирацией и исследованием не проводилось в связи с высоким риском ятрогенных осложнений и отсутствием убедительных доказательств эффективности данного метода в литературе [21].

Бактериологический посев полученной жидкости — наиболее надежный способ определения наличия перипротезной инфекции, который, с учетом изложенной выше информации, должен проводиться всем пациентам независимо от уровня сывороточных маркеров воспаления. Также бактериологическое исследование позволяет определить антибактериальную чувствительность, что имеет крайне высокую ценность для определения тактики дальнейшего лечения [38].

С учетом вероятности микробной контаминации исследуемого материала необходимо обязательно проводить повторную пункцию и, по возможности, при достаточном количестве материала соотносить с результатами цитологического исследования и макроскопическими параметрами. В ходе нашего исследования было 4 случая подтвержденной микробной контаминации.

В 2004 г. А. Trampuz с соавторами впервые определили пороговые значения уровня лейкоцитов и процентного содержания нейтрофилов в пунктате — 1700 лейкоцитов на мм<sup>3</sup> и выше 65% нейтрофилов [43, 44]. Позднее, в 2011 г. AAOS также предложили пороговые значения цитологического исследования, которые были модифицированы в ходе работы Международных согласительных конференций по перипротезной и скелетно-мышечной инфекции (International Consensus Meeting on Periprosthetic Joint Infection, Second International Consensus Meeting on Musculoskeletal Infection). На сегодняшний день «малому критерию» AAOS/MSIS диагностики хронической инфекции соответствует число лейкоцитов выше 3000 на мм<sup>3</sup> и более 70% полиморфноядерных нейтрофилов [19]. Важным условием для проведения цитологического исследова-

дования является то, что пунктат по возможности не должен содержать включения путевой крови, так как это может повлиять на результат. По этому поводу в 2008 г. E. Ghanem с соавторами опубликовали исследование, в котором представили формулу подсчета «истинных лейкоцитов» синовиальной жидкости [20]. Согласно этим данным, уровень лейкоцитов выше порогового значения был обнаружен у всех 36 пациентов с подтвержденной перипротезной инфекцией, которым удалось провести цитологическое исследование. В большинстве случаев уровень лейкоцитов значительно превышал 3000 на мм<sup>3</sup>. Процент содержания полиморфноядерных нейтрофилов выше порогового значения выявлен у 33 (92,7%) из них. У 3 остальных пациентов, по каким-то причинам, процентное содержание нейтрофилов было определено на уровне 3–5%, а полученная жидкость была макроскопически коричневого цвета и превышала в объеме 70 мл. Связи между этими данными и типом возбудителя получено не было — в 2 случаях получен *Staphylococcus epidermidis*, в 1 — *Enterococcus faecium*.

У 30 пациентов с асептическими причинами болей, которым удалось провести цитологический анализ, уровень лейкоцитов не превышал 2200 на мм<sup>3</sup>, а процент полиморфноядерных нейтрофилов в среднем составлял 25–30%.

При пересчете «истинных» лейкоцитов по формуле Ghanem изменения значений выше или ниже порогового не было получено ни у одного пациента с макроскопическим и цитологическим подтверждением наличия эритроцитов как у пациентов с асептическими причинами, так и у пациентов с инфекцией. При этом было отмечено, что значительное повышение уровня эритроцитов в пунктате может быть связано не только с травматически выполненной пункцией («traumatic tap»). Так, у 15 из 23 (65,2%) пациентов с асептическим или септическим расшатыванием компонентов было обнаружено повышение эритроцитов в синовиальной жидкости выше 25 000 на мм<sup>3</sup> при адекватно выполненной пункции. Вероятно, кровь может попадать в полость сустава в результате травматизации костной и параартикулярных тканей из-за утраты прочной фиксации компонентов к кости. Однако данное предположение требует дальнейшего наблюдения и в случае подтверждения может применяться для ранней диагностики асептического расшатывания, когда рентгенологические признаки не имеют характер очевидных.

В связи с многообразием причин, вызывающих болевой синдром после эндопротезирования коленного сустава, определение истинной проблемы может быть непростой задачей. Так, например, за

явлением артрофиброза может скрываться хроническая инфекция или ошибки в позиционировании компонентов эндопротеза. Сами эти ошибки остаются актуальной и распространенной проблемой, зачастую приводящей к раннему асептическому расшатыванию или нестабильности связочного аппарата. Помимо этого, любые выявленные механические или внесуставные причины могут сочетаться с хронической инфекцией, что обязательно необходимо учитывать в ходе обследования. Однако и наличие данных о воспалительном процессе должно быть дифференцировано с возможной системной или соматической патологией.

Обследование пациентов с болевым синдромом в коленном суставе должно проводиться в полном объеме. Комплексный и систематический подход к диагностике болевых ощущений в прооперированном суставе является «ключом к успеху» для определения дальнейшей тактики лечения и позволяет оценить необходимость и объем ревизионного вмешательства.

**Этика публикации:** пациенты дали добровольное информированное согласие на публикацию клинических наблюдений.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** государственное бюджетное финансирование.

#### Вклад авторов

*Мурылев В.Ю.* — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, анализ полученных данных, написание текста рукописи, коррекция и окончательная редакция рукописи.

*Алексеев С.С.* — разработка дизайна исследования, обзор публикаций по теме статьи, сбор и анализ данных, написание текста рукописи.

*Елизаров П.М.* — разработка дизайна исследования, анализ полученных данных.

*Куковенко Г.А.* — сбор и анализ данных.

*Деринг А.А.* — сбор и анализ данных.

*Ханмагаев Т.Б.* — сбор и анализ данных.

#### Литература [References]

1. Baker P.N., Van Der Meulen J.H., Lewsey J., Gregg P.J. The role of pain and function in determining patient satisfaction after total knee replacement. Data from the National Joint Registry for England and Wales. *J Bone Joint Surg Br.* 2007;89(7):893-900. DOI: 10.1302/0301-620X.89B7.19091.
2. Scott C.E., Howie C.R., Macdonald D., Biant L.C. Predicting dissatisfaction following total knee replacement: a prospective study of 1217 patients. *J Bone Joint Surg Br.* 2010;92(9):1253-1258. DOI: 10.1302/0301-620X.92B9.24394.
3. Bourne R.B., Chesworth B.M., Davis A.M., Mahomed N.N., Charron K.D.J. Patient satisfaction after total knee arthroplasty: who is satisfied and who is not? *Clin Orthop Relat Res.* 2010;468(1):57-63. DOI: 10.1007/s11999-009-1119-9.

4. Hofmann S., Seitlinger G., Djahani O., Pietsch M. The painful knee after TKA: a diagnostic algorithm for failure analysis. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(9):1442-1452. DOI: 10.1007/s00167-011-1634-6.
5. Schroer W.C., Berend K.R., Lombardi A.V., Barnes C.L., Bolognesi M.P., Berend M.E. et al. Why Are Total Knees Failing Today? Etiology of Total Knee Revision in 2010 and 2011. *J Arthroplasty.* 2013;28(8 Suppl):116-119. DOI: 10.1016/j.arth.2013.04.056.
6. Hardcastle J.M., So D.H., Lee G.C. The Fate of Revision Total Knee Arthroplasty With Preoperative Abnormalities in Either Sedimentation Rate or C-Reactive Protein. *J Arthroplasty.* 2016;31(12):2831-2834. DOI:10.1016/j.arth.2016.05.044.
7. Seil R., Pape D. Causes of failure and etiology of painful primary total knee arthroplasty. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2011;19(9):1418-1432. DOI: 10.1007/s00167-011-1631-9.
8. Khan M., Osman K., Green G., Haddad F.S. The epidemiology of failure in total knee arthroplasty. *Bone Joint J.* 2016;98-B(1 Suppl A):105-112. DOI: 10.1302/0301-620X.98B1.36293
9. Парратте С., Корнилов Н.Н., Тиенпонт Э., Балдини А., Тихилов Р.М., Аргенсон Ж., Куляба Т.А. Необъяснимая боль после тотального эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2013;(4):92-96. DOI: 10.21823/2311-2905-2013--4-92-96. Parratte S., Kornilov N.N., Thienpont E., Baldini A., Tikhilov R.M., Argenson J., Kulyaba T.A. [Unexplained pain after total knee arthroplasty]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2013;(4):92-96. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2013--4-92-96.
10. Burns A., Parker D., Coolican M., Rajaratnam K. Complex Regional Pain Syndrome Complicating Total Knee Arthroplasty. *J Orthop Surg (Hong-Kong).* 2006;14(3):280-283. DOI: 10.1177/230949900601400309.
11. Kornilov N., Lindberg M.F., Gay C., Saraev A., Kuliaba T., Rosseland L.A. et al. Higher physical activity and lower pain levels before surgery predict non-improvement of knee pain 1 year after TKA. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2018;26(6):1698-1708. DOI: 10.1007/s00167-017-4713-5.
12. Insall J., Salvati E. Patella position in the normal knee joint. *Radiology.* 1971;101(1):101-104. DOI: 10.1148/101.1.101.
13. Blackburne J.S., Peel T.E. A new method of measuring patellar height. *J Bone Joint Surg Br.* 1977;59(2):241-242.
14. Behrend H., Graulich T., Gerlach R., Spross C., Ladurner A. Blackburne-Peel ratio predicts patients' outcomes after total knee arthroplasty. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2019;27(5):1562-1569. DOI: 10.1007/s00167-018-5016-1.
15. Berger R.A., Crossett L.S., Jacobs J.J., Rubash H.E. Malrotation causing patellofemoral complications after total knee arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res.* 1998;(356):144-153. DOI: 10.1097/00003086-199811000-00021.
16. Berger R.A., Crossett L.S. Determining the rotation of the femoral and tibial components in total knee arthroplasty: A computer tomography technique. *Oper Tech Orthop.* 1998;8(3):128-133. DOI: 10.1016/S1048-6666(98)80022-0.
17. Momoli A., Giaretta S., Modena M., Micheloni G.M. The painful knee after total knee arthroplasty: evaluation and management. *Acta Biomed.* 2017;88(2S):60-67. DOI: 10.23750/abm.v88i2-S.6515.
18. Merchant A.C., Mercer R.L., Jacobsen R.H., Cool C.R. Roentgenographic analysis of patellofemoral congruence. *J Bone Joint Surg Am.* 1974;56(7):1391-1396.
19. Parvizi J., Fassihi S.C., Enayatollahi M.A. Diagnosis of periprosthetic joint infection following hip and knee arthroplasty. *Orthop Clin North Am.* 2016;47(3):505-515. DOI: 10.1016/j.ocl.2016.03.001.
20. Ghanem E., Houssock C., Pulido L., Han S., Jaber F.M., Parvizi J. Determining „true“ leukocytosis in bloody joint aspiration. *J Arthroplasty.* 2008;23(2):182-187. DOI: 10.1016/j.arth.2007.08.016.
21. Tsukayama D.T., Estrada R., Gustilo R.B. Infection after total hip arthroplasty. A study of the treatment of one hundred and six infections. *J Bone Joint Surg Am.* 1996;78(4):512-523. DOI: 10.2106/00004623-199604000-00005.
22. Abdel Karim M., Andrawis J., Bengoa F., Bracho C., Compagnoni R., Cross M. et al. Hip and knee section, diagnosis, algorithm: proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty.* 2019;34(2S):S339-S350. DOI: 10.1016/j.arth.2018.09.018.
23. Manrique J., Gomez M., Parvizi J. Stiffness after total knee arthroplasty. *J Knee Surg.* 2015;28(2):119-126. DOI: 10.1055/s-0034-1396079.
24. Pitta M., Esposito C.I., Li Z., Wright T.M., Padgett D.E. Failure after modern total knee arthroplasty: A prospective study of 18,065 Knees. *J Arthroplasty.* 2018;33(2):407-414. DOI: 10.1016/j.arth.2017.09.041.
25. Cheuy V.A., Foran J.R.H., Paxton R.J., Bade M.J., Zeni J.A., Stevens-Lapsley J.E. Arthrofibrosis associated with total knee arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2017;32(8):2604-2611. DOI:10.1016/j.arth.2017.02.005.
26. Rutherford R.W., Jennings J.M., Levy D.L., Parisi T.J., Martin J.R., Dennis D.A. Revision total knee arthroplasty for arthrofibrosis. *J Arthroplasty.* 2018;33(7):S177-S181. DOI: 10.1016/j.arth.2018.03.037.
27. Boldt J.G., Stiehl J.B., Hodler J., Zanetti M., Munzinger U. Femoral component rotation and arthrofibrosis following mobile-bearing total knee arthroplasty. *Int Orthop.* 2006;30(5):420-425. DOI: 10.1007/s00264-006-0085-z.
28. Panni A.S., Ascione F., Rossini M., Braile A., Corona K., Vasso M, Hirschmann M.T. Tibial internal rotation negatively affects clinical outcomes in total knee arthroplasty: a systematic review. *Knee Surg Sport Traumatol Arthrosc.* 2018;26(6):1636-1644. DOI: 10.1007/s00167-017-4823-0.
29. Bell S.W., Young P., Drury C., Smith J., Anthony I., Jones B. et al. Component rotational alignment in unexplained painful primary total knee arthroplasty. *Knee.* 2014;21(1):272-277. DOI: 10.1016/j.knee.2012.09.011.
30. Жиженкова Т.В., Даниляк В.В., Ключевский В.В., Ключевский В.В. Оценка нестабильности надколенника после тотального эндопротезирования коленного сустава. *Травматология и ортопедия России.* 2015;(2):24-31. DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-24-31. Zhizhenkova T.V., Danilyak V.V., Kluchevsky V.V., Kluchevsky V.V. [Diagnostic of patellar instability after total knee arthroplasty]. *Травматология и ортопедия России* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2015. 1;2(2):24-31. (In Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2015-0-2-24-31.
31. Della Valle C., Parvizi J., Bauer T.W., DiCesare P.E., Evans R.P., Segreti J. et al. American Academy of Orthopaedic Surgeons clinical practice guideline on: the diagnosis of periprosthetic joint infections of the hip and knee. *J Bone Joint Surg Am.* 2011;93(14):1355-1357. DOI: 10.2106/JBJS.9314ebo.
32. Parvizi J., Gehrke T. Definition of periprosthetic joint infection. *J Arthroplasty.* 2014;29(7):1331. DOI: 10.1016/j.arth.2014.03.009.

33. Ettinger M., Calliess T., Kielstein J.T., Sibai J., Brückner T., Lichtinghagen R. et al. Circulating biomarkers for discrimination between aseptic joint failure, low-grade infection, and high-grade septic failure. *Clin Infect Dis*. 2015;61(3):332-341. DOI: 10.1093/cid/civ286.
34. Corvec S., Portillo M.E., Pastucci B.M., Borens O., Trampuz A. Epidemiology and new developments in the diagnosis of prosthetic joint infection. *Int J Artif Organs*. 2012;35(10):923-934. DOI: 10.5301/ijao.5000168.
35. Berbari E., Mabry T., Tsaras G., Spangehl M., Erwin P.J., Murad M.H. et al. Steckelberg J., Osmon D. Inflammatory blood laboratory levels as markers of prosthetic joint infection. *J Bone Joint Surg Am*. 2010;92(11):2102-2109. DOI: 10.2106/JBJS.I.01199.
36. Pérez-Prieto D., Portillo M.E., Puig-Verdié L., Alier A., Martínez S., Sorlí L. et al. C-reactive protein may misdiagnose prosthetic joint infections, particularly chronic and low-grade infections. *Int Orthop*. 2017;41(7):1315-1319. DOI: 10.1007/s00264-017-3430-5
37. Винклер Т., Трампуз А., Ренц Н., Перка К., Божкова С.А. Классификация и алгоритм диагностики и лечения перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;(1):33-45. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45. Winkler T., Trampuz A., Renz N., Perka C., Bozhkova S.A. [Classification and algorithm for diagnosis and treatment of hip prosthetic infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016(1):33-45. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-33-45.
38. Божкова С.А. Современные принципы диагностики и антибактериальной терапии инфекции протезированных суставов (обзор литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2011;3(61):126-136. DOI: 10.21823/2311-2905-2011-0-3-126-13639. Bozhkova S.A. [Modern principles of diagnostics and antibacterial therapy of prosthetic joint infection (review)]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(3):126-136. (In Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2011-0-3-126-13639.
39. Crawford L., Kumar A., Shepard G. Gouty synovitis after total knee arthroplasty: a case report. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2007;15(3):384-385. DOI: 10.1177/230949900701500330.
40. Berger J.S., Weinik M.M. Acute gouty arthropathy mimicking infection after total knee arthroplasty. *PM R*. 2009;1(3):284-286. DOI: 10.1016/j.pmrj.2008.11.007.
41. Fokter S.K., Repše-Fokter A. Acute gouty arthritis in a patient after total knee arthroplasty. *Wien Klin Wochenschr*. 2010;122(11-12):366-367. DOI: 10.1007/s00508-010-1384-3.
42. Shohat N., Bauer T., Buttaro M., Budhiparama N., Cashman J., Della Valle C.J. et al. Hip and knee section, what is the definition of a periprosthetic joint infection (PJI) of the knee and the hip? Can the same criteria be used for both joints?: Proceedings of international consensus on orthopedic infections. *J Arthroplasty*. 2019;34(2):S325-S327. DOI: 10.1016/j.arth.2018.09.045.
43. Trampuz A., Hanssen A.D., Osmon D.R., Mandrekar J., Steckelberg J.M., Patel R. Synovial fluid leukocyte count and differential for the diagnosis of prosthetic knee infection. *Am J Med*. 2004;117(8):556-562. DOI: 10.1016/j.amjmed.2004.06.022.
44. Zimmerli W., Trampuz A., Ochsner P.E. Prosthetic-joint infections. *N Engl J Med*. 2004;351(16):1645-1654. DOI: 10.1056/NEJMra040181.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Мурьев Валерий Юрьевич* — д-р мед. наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия; заведующий Московским городским центром эндопротезирования на базе ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Алексеев Семен Сергеевич* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Елизаров Павел Михайлович* — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Valery Yu. Murylev* — Dr. Sci (Med.), professor, Department of Traumatology, Orthopaedic and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; head of Moscow City arthroplasty Centre, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Semen S. Alekseev* — PhD student, Sechenov First Moscow State Medical University; orthopaedic surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Pavel M. Elizarov* — Cand. Sci. (Med.), assistant professor, Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; orthopaedic surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Куковенко Григорий Андреевич* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия; врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Деринг Алексей Александрович* — заведующий ортопедическим отделением, врач травматолог-ортопед, ГБУЗ «Городская клиническая больница им. С.П. Боткина» Департамента здравоохранения г. Москвы, Москва

*Хантагаев Тимур Будаевич* — аспирант кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф, ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» (Сеченовский университет) Минздрава России, Москва, Россия, Москва

*Grigorii A. Kukovenko* — PhD student, Sechenov First Moscow State Medical University; orthopaedic surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Alexey A. Dering* — orthopaedic surgeon, the head of Orthopaedic Department, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

*Timur H. Haptagaev* — PhD student, Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation