

<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-4-59-67>

УДК 617.3



© Ю.А. Козлова, М.П. Павлив, В.Ю. Мурылев, П.М. Елизаров, Г.А. Куковенко, А.В. Музыченков, С.С. Алексеев, А.И. Руднев, Д.О. Голубкин, 2024

Обзор литературы / Literature review

ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С УЧЁТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ ПОЯСНИЧНО-ТАЗОВОГО КОМПЛЕКСА

Ю.А. КОЗЛОВА^{1,2}, М.П. ПАВЛИВ¹, В.Ю. МУРЫЛЕВ^{1,3}, П.М. ЕЛИЗАРОВ^{1,3}, Г.А. КУКОВЕНКО^{1,3},
А.В. МУЗЫЧЕНКОВ^{1,3}, С.С. АЛЕКСЕЕВ¹, А.И. РУДНЕВ^{1,3}, Д.О. ГОЛУБКИН³

¹ММНКЦ имени С.П. Боткина, 125284, Москва, Россия

²ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России, 125993, Москва, Россия

³ФГАОУ ВО Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова Минздрава России (Сеченовский Университет), 119991, Москва, Россия

Аннотация

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава является клинически одной из самых успешных операций, частота которой постоянно увеличивается вследствие роста заболеваемости первичным коксартрозом [1,2]. Считается, что около 5% вмешательств осложняются нестабильностью и вывихами, несмотря на расположение бедренного компонента эндопротеза в "безопасной зоне" [15-18]. При таком позиционировании протеза наиболее часто осложнения встречаются у пациентов с ригидным позвоночником [37]. Дооперационное обследование с обязательным проведением рентгенографии поясничного отдела позвоночника и тазобедренного сустава в боковой проекции в положении стоя и сидя с оценкой наклона крестца, наклона таза, постоянного угла таза, поясничного лордоза и других параметров пояснично-тазового комплекса позволяет более точно планировать расположение эндопротеза и снизить риск вывиха [13, 19]. Ригидность позвоночника может быть повышена у пациентов старше 65 лет, при болезни Бехтерева или предшествующем спондилодезе. В таком случае рекомендуется увеличение угла инклинации и антеверсии при позиционировании вертлужного компонента эндопротеза для компенсации уменьшенного наклона таза кзади в положении сидя [46]. В данном обзоре мы приводим различные классификации деформаций пояснично-тазового комплекса и рекомендации по позиционированию вертлужного компонента при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава. Более персонализированный подход может снизить риск нестабильности протеза и количество ревизионных операций [55].

Ключевые слова: Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава; Пояснично-тазовый комплекс; Анкилозирующий спондилоартрит; Спондилодез; Ригидность поясничного отдела позвоночника

Конфликт интересов: авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Козлова Ю.А., Павлив М.П., Мурылев В.Ю., Елизаров П.М., Куковенко Г.А., Музыченков А.В., Алексеев С.С., Руднев А.И., Голубкин Д.О., ПРЕДОПЕРАЦИОННОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ ЭНДОПРОТЕЗИРОВАНИЯ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С УЧЁТОМ ОСОБЕННОСТЕЙ СТРОЕНИЯ ПОЯСНИЧНО-ТАЗОВОГО КОМПЛЕКСА. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2024. № 4(58). С. 59–67
<https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-4-59-67>

PREOPERATIVE PLANNING FOR HIP ARTHROPLASTY CONSIDERING THE STRUCTURAL FEATURES OF THE SPINOPELVIC COMPLEX

YULIA A. KOZLOVA^{1,2}, MARIA P. PAVLIV¹, VALERY YU. MURYLEV^{1,3}, PAVEL M. ELIZAROV^{1,3},
GRIGORY A. KUKOVENKO^{1,3}, ALEXEY V. MUZYCHENKOV^{1,3}, SEMEN S. ALEKSEEV¹,
ALEKSANDER I. RUDNEV^{1,3}, DMITRY O. GOLUBKIN³

¹GBUZ City Clinical Hospital. S.P. Botkin of the Moscow Department of Health, 2nd Botkinsky pr-d, 5, 125284 Moscow, Russia

²Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation

³First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenov (Sechenov University), Ministry of Health of Russia, St.Trubetskaya, 8/2, 119991 Moscow, Russia

Abstract

Total hip arthroplasty (THA) is clinically one of the most successful surgeries, with its frequency steadily increasing due to the growing incidence of primary coxarthrosis [1,2]. It is estimated that around 5% of these procedures are complicated by instability and dislocations, despite the positioning of the prosthetic head within the "safe zone" [15-18]. With this prosthesis positioning, complications are most commonly found in patients with a rigid spine [37]. Preoperative assessment, including radiography of the lumbar spine and hip joint in lateral view in standing and sitting positions, with evaluation of sacral slope, pelvic tilt, pelvic incidence, lumbar lordosis, and other parameters of the spinopelvic complex, allows for more precise planning of prosthesis positioning and reduces the risk of dislocation [13, 19]. Spinal stiffness may be increased in patients over 65 years old, in cases of ankylosing spondylitis, or following prior spinal fusion. In such cases, it is recommended to increase cup inclination and anteversion to compensate for the reduced posterior pelvic tilt in the sitting position [46]. In this review, we present various classifications of spinopelvic complex deformities and recommendations for cup positioning in total hip arthroplasty. A more personalized approach can reduce the risk of prosthetic instability and the number of revision surgeries [55].

Key words: Total hip arthroplasty; Lumbopelvic complex; Ankylosing spondylitis; Spinal fusion; Lumbar spine stiffness

Conflict of interests: the authors declare no conflict of interest

Funding: the study had no sponsorship

For citation: Kozllova Y.A., Pavliv M.P., Murylev V.Y., Elizarov P.M., Kukovenko G.A., Muzichenkov A.V., Alekseev S.S., Rudnev A.I., Golubkin D.O., PREOPERATIVE PLANNING FOR HIP ARTHROPLASTY CONSIDERING THE STRUCTURAL FEATURES OF THE SPINOPELVIC COMPLEX. *Department of Traumatology and Orthopedics*. 2024. № 4. pp. 59–67 <https://doi.org/10.17238/2226-2016-2024-4-59-67>

Введение

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава (ТЭТС) является широко распространенной хирургической операцией и одной из самых успешных в ортопедии [1]. ТЭТС стало менее инвазивным, новые поколения имплантатов более устойчивы к износу, а послеоперационное ведение пациентов все больше сфокусировано на реабилитации [2]. Частота выполнения операции продолжает увеличиваться в связи со старением населения и ростом заболеваемости коксартрозом [3,4]. В РФ в 2019 году было выполнено 83 311 ТЭТС [4]. Некоторые авторы утверждают, что частота вывихов после первичного эндопротезирования тазобедренного сустава (ТС) в год составляет от 0,2% до 10%, при этом 2% вывихов происходят в течение первых 2 лет [5,6]. Другие исследователи предполагают, что количество дислокации эндопротеза встречается в 5% случаев после первичных ТЭТС [7,8]. В течение первых двух послеоперационных лет вывихи являются наиболее частой причиной повторных операций [9].

В этой обзорной статье мы освещаем различные подходы к позиционированию вертлужного компонента эндопротеза ТС, и связи её расположения с вывихом бедра. Мы проанализировали основные концепции персонализированного подхода к установке протеза, включая коррекцию положения вертлужного компонента с учетом патологии позвоночника и таза пациента [10,11]. В последние годы активно исследуются характеристики, отражающие функциональную ориентацию вертлужной впадины. Изучение этих характеристик поможет разработать алгоритмы для индивидуального размещения вертлужного компонента протеза в процессе предоперационной подготовки, что, в свою очередь, снизит риск вывихов и необходимость ревизионных операций [12].

Кинематика пояснично-тазового комплекса

При позиционировании вертлужного компонента эндопротеза при ТЭТС главными целями являются обеспечение его стабильности без импиджмента ТС и избыточной краевой нагрузки при сохранении адекватного диапазона движений [13].

Lewinnek и соавт. в 1978 году определил безопасную зону для размещения вертлужного компонента протеза при ТЭТС: $40^{\circ} \pm 10^{\circ}$ инклинации и $15^{\circ} \pm 10^{\circ}$ антеверсии в положении лежа на спине [14]. Однако новые данные свидетельствуют о том, что большинство вывихов происходит в пределах этой безопасной зоны [15-18]. Изменения наклона таза при переходе из положения лежа в положение стоя различны для каждого пациента, что влияет на позицию эндопротеза, поэтому его расположение следует рассматривать как динамический, а не статический параметр [19].

Позвоночник, таз и бедро движутся согласованно друг с другом во время повседневной деятельности, а вертлужная впадина меняет свою трехмерную ориентацию при переходе от положения стоя к положению сидя или наклону вперед [20]. То же самое относится и к вертлужному компоненту эндопротеза. Пояснично-тазовый комплекс определяется следующими показателями: наклон крестца (НК), наклон таза (НТ) и постоянный угол таза (ПУТ). НК — это угол между верхней концевой пластиной S1 и горизонтальной линией [21] (рисунок 1). НТ — это угол между линией, соединяющей середину нижней замыкательной пластинки S1 с центром головок бедренных костей, и вертикальной линией [21] (рисунок 2). ПУТ, впервые описанный Lagaye и соавторами [22], — это угол между линией, перпендикулярной нижней замыкательной пластинке S1 в ее средней точке, и линией, соединяющей эту точку с центром головок бедренных костей, это алгебраическая сумма НК и НТ. ПУТ отражает переднезадний размер таза и положение головок бедренных костей по отношению к позвоночнику. Philppot и

др. [23] определили ПУТ как «анатомический параметр» (в отличие от двух других, которые являются позиционными параметрами), поскольку он постоянен у каждого пациента при изменении позы или при движениях.

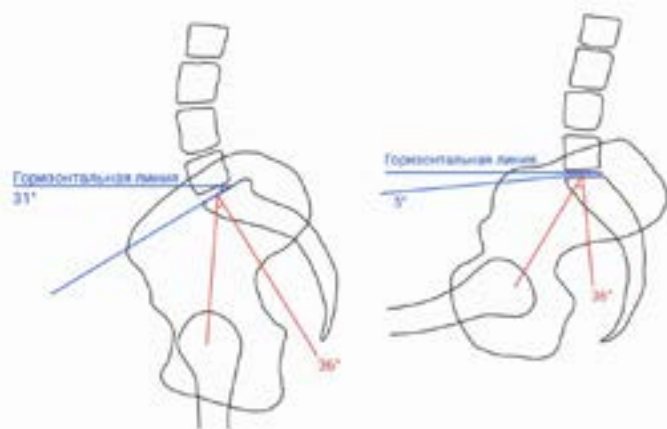


Рисунок 1 - Схема характеристик пояснично-тазового комплекса [8].

Примечание: уменьшение наклона крестца (НК, синие линии) между положением стоя (слева) и сидя (справа) на боковой рентгенограмме. Красные линии показывают постоянный угол таза (ПУТ).

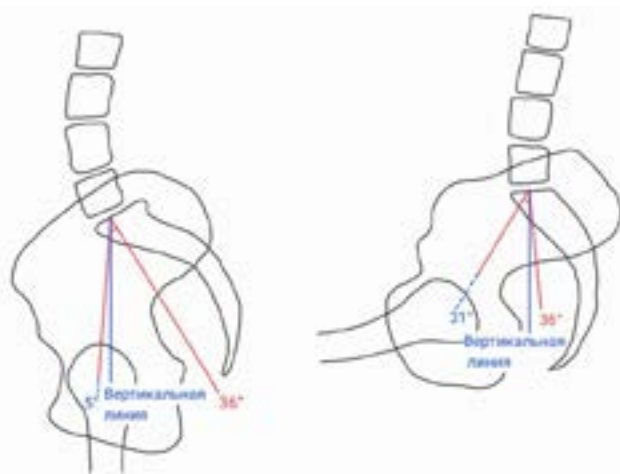


Рисунок 2 - Схема характеристик пояснично-тазового комплекса [8], продолжение.

Примечание: увеличение наклона таза (НТ, синие линии) между положением стоя (слева) и сидя (справа). Красные линии показывают постоянный угол таза (ПУТ).

Переход из положения стоя в положение сидя осуществляется тремя последовательными движениями: сгибание бедра, уменьшение поясничного лордоза (ПЛ), наклон таза кзади (уменьшение НК). Последнее движение считается «биологическим открытием» вертлужной впадины, в нем совместно участвуют таз и вертлужная впадина [20,25]. Уменьшение НК

обеспечивает безопасное положение шейки бедренной кости и предотвращает ее соударение с передним краем вертлужной впадины (происходит увеличение зазора переднего края вертлужной впадины) [13]. Поскольку изменения таза и вертлужной впадины являются синергетическими, такое комбинированное движение называется антеинклинацией [24] или функциональной ориентацией вертлужной впадины [25]. При аномальной позвоночно-тазовой кинематике эти механизмы меняются, что влияет на объем движений в тазобедренном суставе и увеличивает риск импинджмента и вывиха у пациентов после ТЭТС [13].

Классификации деформаций пояснично-тазового комплекса

Классификация кинематики пояснично-тазового комплекса (ПТК) имеет важное значение для правильного ведения пациентов с коксартрозом и патологией позвоночника [26].

Бордоская классификация ПТК, разработанная Rivière и соавторами в 2017 году, в настоящий момент является наиболее полной [27].

Таблица 1

Бордоская классификация ПТК

Критерии	Характеристики
1. Оценка сагиттального дисбаланса позвоночника*	Пациенты с плоской спиной (типы позвоночника 1 и 2, ПУТ <40°) или с более изогнутым позвоночником (типы позвоночника 3 и 4)
2. Тип вертлужной впадины	Вертлужная впадина с увеличенной (тип 1) или сниженной антеверсией (тип 2 и тип 3)
3. Типа ПТК	При 1 типе ПТК таз имеет низкий ПУТ (<40°, тип позвоночника 1 или 2) и большую антеверсию вертлужной впадины (тип 1) При ПТК 2 типа таз имеет высокий ПУТ (≥40°, тип позвоночника 3 или 4) и низкую антеверсию вертлужной впадины (типы 2 и 3)
4. Дополнительные параметры	А: таз отклонён кзади > 10°, когда пациент сидит В: таз отклонён кзади ≤ 10°, когда пациент сидит С: пациент не имеет сагиттального дисбаланса позвоночника, но ПТК ригидный D: пациент имеет сагиттальный дисбаланс позвоночника и ригидный ПТК F: у пациента был спондилодез

Примечание: * - по Roussouly [8], ПТК – пояснично-тазовый комплекс, ПУТ – постоянный угол таза

На основании этих результатов выделяют три категории риска: А (низкий риск), В и С (умеренный или высокий риск), D и F (очень высокий риск). Таким образом, А (при ПТК типа 1 или 2) обозначает здоровый ПТК с ретроверсией таза $> 10^\circ$ в положении сидя. В обозначает более жесткий ПТК с ретроверсией таза $\leq 10^\circ$ в положении сидя. У таких пациентов повышается риск переднего импинджмента и заднего вывиха при приседании. Последние две категории обозначают изменения позвоночника, связанные со старением, при которых, в дополнение к более ригидному ПТК, наблюдается постоянная ретроверсия таза в положении стоя, при этом С - компенсированная стадия, D – декомпенсированная [27]. При этом Пелеганчук и соавторы показали, что пациенты с типом 3 сагиттального баланса по Roussouly имеют меньшие риски нестабильности головки бедренного компонента эндопротеза, чем с типами 1, 2 или 4 [28].

Недостатками этой классификации являются ее сложность, отсутствие хирургических показаний для каждой категории пациентов (только рекомендации), и низкий уровень доказательности (уровень 5, экспертное мнение) [13].

Классификация Phan и соавт. основана на расчете несоответствия между ПУТ–ПЛ и НТ [25]. При НТ $> 25^\circ$ и ПУТ–ПЛ $> 10^\circ$ у пациента диагностировали сагиттальный дисбаланс позвоночника. Многоцентровое исследование показало, что общий ПЛ (угол Кобба от L1 до S1) должен быть равен ПУТ $\pm 10^\circ$, НТ $< 22^\circ$ и ПУТ–ПЛ $< 11^\circ$ [30]. Пациенты классифицируются по четырем категориям: по гибкости или ригидности позвоночника, по наличию или отсутствию сагиттального дисбаланса.

Vigdorich и соавторы предложили при анализе положения таза учитывать 2 типа нарушений позвоночника [31,32]:

1. Ригидность позвоночника. Существует несколько способов её определения: плоский поясничный отдел позвоночника (ПУТ – ПЛ $\geq 10^\circ$); НТ стоя $\geq 19^\circ$; сгибание поясничного отдела $< 20^\circ$ [32]; изменение НК при переходе из положения стоя в положение сидя менее 10° [33, 34]. При отсутствии патологий позвоночника таз отклоняется кзади при переходе из положения стоя в положение сидя, что позволяет бедрам также сгибаться до положения, параллельного полу [35]. При ригидности поясничного отдела уменьшается отклонение таза назад, что увеличивает степень сгибания в ТС [36]. Это увеличивает риск ущемления передней нижней подвздошной ости или переднего края вертлужной впадины, и уменьшает охват вертлужной впадиной задненижней части головки бедренной кости в положении сидя. При такой патологии позвоночника важно, чтобы вертлужный компонент был установлен с достаточным наклоном вперед [19]. Жесткость позвоночника может быть повышена у пациентов старше 65 лет и при угле поясничного лордоза меньше $< 45^\circ$ стоя [33]. Позвоночник также будет ригидным при предшествующем спондилодезе. Ат отметить, что у больных со спондилодезом 4 и более позвонков риск нестабильности эндопротеза повышается, по сравнению с пациентами со сращением 3 и менее позвонков [37]. При болезни Бехтерева отмечается ригидность позвоночника. Существуют особые сложности при позиционировании

вертлужного компонента эндопротеза при анкилозирующем спондилоартрите (АС), так как нередко встречается деформация вертлужной впадины, её аномальное отведение и антеверсия [38]. У пациентов с АС сращения шейного и поясничного отделов позвоночника компенсируются переразгибанием бедра, что впоследствии увеличивает антеверсию вертлужного компонента протеза. Поэтому необходимо избегать чрезмерной антеверсии у таких больных [38].

2. Деформация позвоночника, или сагиттальный дисбаланс позвоночника. При данной патологии разница между ПУТ и ПЛ превышает 10° , и передняя тазовая плоскость (ПТП) отклоняется от вертикали [29]. Такая деформация часто является результатом дегенеративных изменений позвоночника, постепенно возникают компенсаторные механизмы, изменяется осанка для поддержания сбалансированного положения [39]. Одним из таких механизмов является увеличение наклона таза назад в положении стоя [40]. Следовательно, необходимо планировать расположение вертлужного компонента протеза с учетом плоскости таза пациента и степени деформации позвоночника.

В 2019 году Vigdorich и соавторы предложили хирургические рекомендации для каждого типа нарушения ПТК [41]. На рентгенограммах необходимо рассчитать переднюю тазовую плоскость (ПТП) и НК. ПТП – это плоскость между двумя передне-верхними осями подвздошных костей (или точка посередине двух остей, если они не накладываются друг на друга) и лобковым сочленением [41]. При оценке ПТП относительно коронарной плоскости тела говорят о функциональной тазовой плоскости (ФТП) [13]. Она может быть в виде вертикальной или наклоненной вперед или назад линии. При отклонении таза кзади более, чем на 13° , необходимо оценить степень деформации позвоночника [41]. Также рассчитывают разницу НК в положении стоя и сидя. Изменение НК (ΔНК) менее чем на 10° свидетельствует о ригидности позвоночника [23, 34] (рисунок 3).



Рисунок 3 - Параметры пояснично-тазового комплекса, которые используются в классификации Vigdorich и соавторов [19].

Примечание: Передняя тазовая плоскость (ПТП) – желтая линия. Наклон таза (НТ) – красные линии. Измерения показывают у пациента нормальное положение позвоночника (вертикальная ПТП), его ригидность ($\Delta\text{НК} < 10^\circ$).

Классификация взаимоотношений таза и позвоночника:

1 - Нормальное положение позвоночника (вертикальная ПТП)

2 - Деформация позвоночника (ПТП $> 13^\circ$)

A - Нормальная подвижность позвоночника (определяется как $\Delta\text{НК} > 10^\circ$)

B - Ригидность позвоночника (определяется как $\Delta\text{НК} < 10^\circ$)

Таблица 2

Целевое расположение вертлужного компонента протеза для каждой группы классификации ПТК Vigdorchik и соавт. [19]

Группа	Классификация	Целевое расположение эндопротеза: инклинация; антеверсия
1A	Нет деформации позвоночника (вертикальная ПТП) + Нормальная подвижность позвоночника ($\Delta\text{НК} > 10^\circ$)	40° ; $20-25^\circ$
1B	Нет деформации позвоночника (вертикальная ПТП) + Ригидность позвоночника ($\Delta\text{НК} < 10^\circ$)	45° ; $25-30^\circ$
2A	Деформация позвоночника кпереди (ПТП $> 13^\circ$) + Нормальная подвижность позвоночника ($\Delta\text{НК} > 10^\circ$)	40° ; $20-25^\circ$
	Деформация позвоночника кзади (ПТП $> 13^\circ$) + Нормальная подвижность позвоночника ($\Delta\text{НК} > 10^\circ$)	40° ; 25° , но антеверсия меньше, чем при исходной анатомии
2B	Деформация позвоночника кпереди (ПТП $> 13^\circ$) + Ригидность позвоночника ($\Delta\text{НК} < 10^\circ$)	40° ; 25°
	Деформация позвоночника кзади (ПТП $> 13^\circ$) + Ригидность позвоночника ($\Delta\text{НК} < 10^\circ$)	40° ; 25° , но антеверсия меньше, чем при исходной анатомии, или 45° ; $25-30^\circ$ относительно ФТП

Примечание: ПТП – передняя тазовая плоскость, $\Delta\text{НК}$ – изменение наклона таза в положении стоя и сидя, ФТП – функциональная тазовая плоскость

Результаты проспективного исследования, в котором оценивался этот предоперационный протокол у 3777 па-

циентов, показали 99,2% выживаемость без вывиха за 5 лет [41].

Однако известно, что при использовании навигационных систем, учитывающих ПТП, на каждый градус увеличения наклона таза увеличивается и антеверсия вертлужного компонента эндопротеза на $0,7^\circ-0,8^\circ$ [42]. Следовательно, ПТП не является надежным ориентиром для позиционирования вертлужного компонента [43]. Кроме того, не было обнаружено никаких связей между ПТП и НК в положении стоя [44]. В свою очередь НК сильно коррелирует с ПУТ в положении стоя и сидя [45]. Поэтому НК был предложен в качестве ориентира для навигации при ТЭТС.

Zagra и соавторы объединили несколько классификаций и предложили для каждой группы пациентов рекомендации по ТЭТС (таблица 3) [13].

Таблица 3

Классификация ПТК Zagra и соавт. [13]

Характеристика пояснично-тазового комплекса	Ригидность позвоночника		Нет изменений	Гипермобильность таза
	Кифотический таз, постоянный угол таза $> 40^\circ$	постоянный угол таза $< 40^\circ$		
Инклинация вертлужного компонента эндопротеза	Обычная или увеличенная	Увеличенная – 45°	Обычная – 40°	Уменьшенная – $35-40^\circ$
Антеверсия вертлужного компонента эндопротеза	Уменьшенная – $15-20^\circ$	Увеличенная – $20-25^\circ$	Обычная – 20°	Уменьшенная – $15-20^\circ$

В случае диагностики ригидности ПТК ($\Delta\text{НК} < 10^\circ$) требуется увеличение инклинации (45°), антеверсии вертлужного компонента ($20-25^\circ$) и совместно вертлужного компонента и бедра ($35-50^\circ$) для компенсации уменьшенного наклона таза кзади в положении сидя [46]. Уменьшение наклона таза при переходе в положение сидя приводит к повышенному сгибанию бедра, что увеличивает риск заднего вывиха эндопротеза [47]. Однако у пациентов с тяжелой степенью дегенеративных изменений позвоночника (группа D по Бордоской классификации) наоборот требуется меньшая антеверсия вертлужного компонента, особенно при ПУТ $> 40^\circ$ (2 тип ПТК). Высокая степень ретроверсии таза кзади в положении стоя сопряжена с риском заднего импинджмента и передней дислокации протеза [13].

Предоперационная подготовка

Vigdorich и соавторы рекомендуют перед операцией сделать 3 рентгеновских снимка: переднезадняя рентгенограмма в боковой проекции поясничного отдела позвоночника и тазобедренного сустава в положении стоя и сидя, а также рентгенография бедра в 2 проекциях [19].

Пациентам с заболеваниями позвоночника также возможно показаны рентгенография с функциональными пробами, рентгеноскопия позвоночника и таза, EOS или КТ [11]. КТ может использоваться для оценки антеверсии таза, степени деформации вертлужной впадины у пациентов с АС [38], однако в положении лежа измерения могут быть неточным [48].

Послеоперационная нестабильность эндопротеза

Концепция функциональной ориентации вертлужной впадины помогает объяснить почему у одних пациентов с установленным эндопротезом в пределах безопасной зоны встречаются вывихи, а у других даже при аномальном положении вертлужного компонента – нет. На ФТП в значительной степени влияет ригидность позвоночника [49,50]. Спондилёз в значительной степени повышает риск вывиха после ТЭТС, к тому же риск возрастает с увеличением количества сращенных позвонков [37]. Также риск нестабильности повышен у лиц с деформацией позвоночника: 8% по сравнению с 1.5% в контрольной группе [51].

Только в 59,3% операций ТЭТС удается достичь целевого положения вертлужного компонента эндопротеза [52], поэтому необходимы новые подходы к интраоперационной навигации при установке протеза. Для установки вертлужного компонента можно использовать традиционные методы и анатомические ориентиры, такие как передне-верхняя подвздошная ость, седалищное отверстие и поперечная связка вертлужной впадины, или техническую помощь. Если вертлужный компонент соответствует поперечной связке вертлужной впадины, то она будет находиться на уровне $20,5^{\circ} \pm 7^{\circ}$ антеверсии относительно ПТП [53]. Однако это относится только к пациентам без деформации позвоночника в сагиттальной плоскости в положении стоя. Для пациентов функциональная зона безопасности которых выходит за пределы безопасной зоны, разработанной Lewinnek, необходимо индивидуальное позиционирование вертлужного компонента эндопротезов. В таких случаях использование компьютерной навигации и роботизированной хирургии могут снизить количество неблагоприятных исходов ТЭТС [54]. Применение таких систем позволяет моделировать оптимальный наклон/версию до установки имплантата, а также построить виртуальный диапазон движений эндопротеза с низким риском импинджмента [55].

Заключение

Персонализированный подход при ТЭТС позволяет оптимизировать положение имплантата в соответствии с анатоми-

ческими вариациями каждого пациента и функциональной ориентацией вертлужной впадины. Это может повысить стабильность сустава и уменьшить риск осложнений эндопротезирования, частоту повторных оперативных вмешательств [55]. Классификации нарушений пояснично-тазового комплекса необходимы для выбора индивидуальной хирургической тактики для ТЭТС у пациентов с сопутствующими заболеваниями тазобедренного сустава и позвоночника. У больных с ригидностью или деформацией позвоночника повышен риск вывиха эндопротеза [32,56]. Хотя в настоящее время существует мало клинических доказательств преимущества такого подхода, необходимы дальнейшие исследования для разработки универсальной системы, одобренной специалистами по эндопротезированию, а также проверенной на достаточном количестве пациентов [13].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Список литературы / References:

1. Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Алексеев С.С., Сорокина Г.Л., Иваненко Л.Р., Ерохин В.Е., Музыченков А.В., Мuryлев В.Ю. Важность выполнения алгоритма диагностики поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2019;25(4):75-87. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87. cite as: Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Alekseev S.S., Sorokina G.L., Ivanenko L.R., Erokhin N.E., Muzychenkov A.V., Murylev V.yu. [Importance of the Algorithm for Diagnosis of Late Deep Periprosthetic Hip Infection]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and orthopedics of Russia]. 2019;25(4):75-87. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-75-87.
2. Sivaloganathan S, Blakeney WG, Vendittoli PA. Modernizing Total Hip Arthroplasty Perioperative Pathways: The Implementation of ERAS-Outpatient Protocol. *J Clin Med*. 2022 Jun 8;11(12):3293. doi: 10.3390/jcm11123293.
3. Тихилов Р.М., Джавадов А.А., Коваленко А.Н., Денисов А.О., Демин А.С., Ваграмян А.Г., Шубняков И.И. Какие особенности дефекта вертлужной впадины влияют на выбор ацетабулярного компонента при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава? Травматология и ортопедия России. 2020;26(2):31-49. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-31-49. cite as: Tikhilov R.M., Dzhabadov A.A., Kovalenko A.N., Denisov A.O., Demin A.S., Vahramyan A.G., Shubnyakov I.I. [What Characteristics of the Acetabular Defect Influence the Choice of the Acetabular Component During Revision Hip Arthroplasty?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(2):31-49. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-31-49.
4. Серeda А.П. [и др.]. Эпидемиология эндопротезирования тазобедренного и коленного суставов и перипротезной инфекции в российской федерации. Травматология и ортопедия России. 2021;27(3):84-93. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-84-93. [Sereda A.P. et al. Epidemiology of hip and knee arthroplasty and periprosthetic infection in

the Russian Federation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2021;27(3):84-93. doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-3-84-93. (in Russian)]

5. Dargel J, Oppermann J, Brüggemann GP, Eysel P. Dislocation following total hip replacement. *Dtsch Arztebl Int*. 2014 Dec 22;111(51-52):884-90. doi: 10.3238/arztebl.2014.0884.

6. Шубняков И.И., Тихилов Р.М., Денисов .О., хмедиллов М., ерный .., Тотоев З., Джавадов .., Карпукхин .С., Муравьева Ю.В. то изменилось в структуре ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в последние годы? *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(4):9-27. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27. ite as: Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Akhmedilov M.A., Cherny A.Zh., Totoev Z.A., Javadov A.A., Karpukhin A.S., Muravyeva u.V. [What Has Changed in the Structure of Revision Hip Arthroplasty?]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and rthopedics of ussia]*. 2019;25(4):9-27. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-4-9-27.

7. Delaunay C, Hamadouche M, Girard J, Duhamel A; SoFCOT Group. What are the causes for failures of primary hip arthroplasties in France? *Clin Orthop Relat Res*. 2013 Dec;471(12):3863-9. doi: 10.1007/s11999-013-2935-5.

8. Hailer NP, Weiss RJ, Stark A, Kärrholm J. The risk of revision due to dislocation after total hip arthroplasty depends on surgical approach, femoral head size, sex, and primary diagnosis. An analysis of 78,098 operations in the Swedish Hip Arthroplasty Register. *Acta Orthop*. 2012 Oct;83(5):442-8. doi: 10.3109/17453674.2012.733919.

9. Bozic KJ, Ong K, Lau E, Kurtz SM, Vail TP, Rubash HE, Berry DJ. Risk of complication and revision total hip arthroplasty among Medicare patients with different bearing surfaces. *Clin Orthop Relat Res*. 2010 Sep;468(9):2357-62. doi: 10.1007/s11999-010-1262-3.

10. Кудяшев А.Л., Хоминец В.В., Шаповалов В.М., Метленко П.А., Мироевский Ф.В., Резванцев М.В., Теремшонов А.В. Особенности хирургической тактики лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом. *Травматология и ортопедия России*. 2017;(1):132-143. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-132-143. Kudyashev A.L., Khominets V.V., Shapovalov V.M., Metlenko P.A., Miroevsky M.V., Rezvantsev M.V., Teremshonok A.V. [Features of surgical tactics for patients with coxo-vertebral syndrome]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2017;(1):132-143. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-132-143.

11. Середа А.П. Комментарии к статье Кудяшева А.Л. и др. «Особенности хирургической тактики лечения пациентов с коксо-вертебральным синдромом». *Травматология и ортопедия России*. 2017;(1):145-151. Sereda A.P. [Comments to the Article Kudyashev A.L. et al. [Features of Surgical Tactics for Patients With Coxo-Vertebral Syndrome]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]*. 2017;(1):145-151. (In Russian).

12. Vigdorchik JM, Sharma AK, Madurawe CS, Elbuluk AM, Baré JV, Pierrepont JW. Does Prosthetic or Bony Impingement Occur More Often in Total Hip Arthroplasty: A Dynamic Preoperative Analysis. *J Arthroplasty*. 2020 Sep;35(9):2501-2506. doi: 10.1016/j.arth.2020.05.009.

13. Zagra L, Benazzo F, Dallari D, Falez F, Solarino G, D'Apolito R, Castelli CC. Current concepts in hip-spine relationships: making them practi-

cal for total hip arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2022 Jan 11;7(1):59-69. doi: 10.1530/EOR-21-0082.

14. Lewinnek GE, Lewis JL, Tarr R, Compere CL, Zimmerman JR. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *The Journal of Bone & Joint Surgery*. 1978 Mar;60(2):217-220.

15. Abdel MP, von Roth P, Jennings MT, Hanssen AD, Pagnano MW. What Safe Zone? The Vast Majority of Dislocated THAs Are Within the Lewinnek Safe Zone for Acetabular Component Position. *Clin Orthop Relat Res*. 2016 Feb;474(2):386-91. doi: 10.1007/s11999-015-4432-5.

16. Esposito CI, Gladnick BP, Lee YY, Lyman S, Wright TM, Mayman DJ, Padgett DE. Cup position alone does not predict risk of dislocation after hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2015 Jan;30(1):109-13. doi: 10.1016/j.arth.2014.07.009.

17. Howie DW, Holubowycz OT, Middleton R; Large Articulation Study Group. Large femoral heads decrease the incidence of dislocation after total hip arthroplasty: a randomized controlled trial. *J Bone Joint Surg Am*. 2012 Jun 20;94(12):1095-102. doi: 10.2106/JBJS.K.00570.

18. Amlie E, Høvik Ø, Reikerås O. Dislocation after total hip arthroplasty with 28 and 32-mm femoral head. *J Orthop Traumatol*. 2010 Jun;11(2):111-5. doi: 10.1007/s10195-010-0097-8.

19. Sharma AK, Vigdorchik JM. The Hip-Spine Relationship in Total Hip Arthroplasty: How to Execute the Plan. *J Arthroplasty*. 2021 Jul;36(7S):S111-S120. doi: 10.1016/j.arth.2021.01.008.

20. Ike H, Dorr LD, Trasolini N, Stefl M, McKnight B, Heckmann N. Spine-Pelvis-Hip Relationship in the Functioning of a Total Hip Replacement. *J Bone Joint Surg Am*. 2018 Sep 19;100(18):1606-1615. doi: 10.2106/JBJS.17.00403.

21. Le Huec JC, Aunoble S, Philippe L, Nicolas P. Pelvic parameters: origin and significance. *Eur Spine J*. 2011 Sep;20 Suppl 5(Suppl 5):564-71. doi: 10.1007/s00586-011-1940-1.

22. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J. et al. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *E Spine J* 7, 99–103 (1998). doi:10.1007/s005860050038

23. Philippot R, Wegrzyn J, Farizon F, Fessy MH. Pelvic balance in sagittal and Lewinnek reference planes in the standing, supine and sitting positions. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2009 Feb;95(1):70-6. doi: 10.1016/j.otsr.2008.01.001.

24. Kanawade V, Dorr LD, Wan Z. Predictability of Acetabular Component Angular Change with Postural Shift from Standing to Sitting Position. *J Bone Joint Surg Am*. 2014 Jun 18;96(12):978-986. doi: 10.2106/JBJS.M.00765.

25. Soriali E, Lazennec JY, Khiami F, Catonné Y. Mathematical evaluation of jumping distance in total hip arthroplasty: influence of abduction angle, femoral head offset, and head diameter. *Acta Orthop*. 2009 Jun;80(3):277-82. doi: 10.3109/17453670902988378.

26. Piazzolla A, Solarino G, Bizzoca D, Montemurro V, Berjano P, Lamartina C, Martini C, Moretti B. Spinopelvic parameter changes and low back pain improvement due to femoral neck anteversion in patients with severe unilateral primary hip osteoarthritis undergoing total hip replacement. *Eur Spine J*. 2018 Jan;27(1):125-134. doi: 10.1007/s00586-017-5033-7.

27. Rivière C, Lazennec JY, Van Der Straeten C, Auvinet E, Cobb J, Muirhead-Allwood S. The influence of spine-hip relations on total hip replacement: A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017 Jun;103(4):559-568. doi: 10.1016/j.otsr.2017.02.014.
28. Пелеганчук А.В. [и др.]. Влияние позвоночно-тазовых взаимоотношений на поздний вывих головки бедренного компонента эндопротеза после тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. *Хирургия позвоночника.* 2022;19 (1): 63-70. doi: 10.14531/ss2022.1.63-70. [Peleganchuk A.V. et al. The influence of spinopelvic relationships on late dislocation of the prosthetic femoral head after total hip arthroplasty. *Spine surgery.* 2022;19 (1): 63-70. doi: 10.14531/ss2022.1.63-70. (in Russian)]
29. Phan D, Bederman SS, Schwarzkopf R. The influence of sagittal spinal deformity on anteversion of the acetabular component in total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2015 Aug;97-B(8):1017-23. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35700.
30. Schwab FJ, Blondel B, Bess S, Hostin R, Shaffrey CI, Smith JS, Boachie-Adjei O, Burton DC, Akbarnia BA, Mundis GM, Ames CP, Ke-baish K, Hart RA, Farcy JP, Lafage V; International Spine Study Group (ISSG). Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976).* 2013 Jun 1;38(13):E803-12. doi: 10.1097/BRS.0b013e318292b7b9.
31. Buckland AJ, Fernandez L, Shimmin AJ, Bare JV, McMahon SJ, Vigdorchik JM. Effects of Sagittal Spinal Alignment on Postural Pelvic Mobility in Total Hip Arthroplasty Candidates. *J Arthroplasty.* 2019 Nov;34(11):2663-2668. doi: 10.1016/j.arth.2019.06.036.
32. Langston J, Pierrepont J, Gu Y, Shimmin A. Risk factors for increased sagittal pelvic motion causing unfavourable orientation of the acetabular component in patients undergoing total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2018 Jul;100-B(7):845-852. doi: 10.1302/0301-620X.100B7.BJJ-2017-1599.R1.
33. Innmann M, Verhaegen J, Renkawitz T, Merle C, Grammatopoulos G. How to Screen for Lumbar Spine Stiffness in Patients Awaiting Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2024 Jan;39(1):124-131. doi: 10.1016/j.arth.2023.08.006.
34. Lazennec JY, Riwan A, Gravez F, et al. Hip Spine Relationships: Application to Total Hip Arthroplasty. *HIP International.* 2007;17(5-suppl):91-104. doi:10.1177/112070000701705S12
35. Pierrepont J, Hawdon G, Miles BP, Connor BO, Bare J, Walter LR, et al. Variation in functional pelvic tilt in patients undergoing total hip arthroplasty. *Bone Joint J* 2017;99-B:184e91. doi: 0.1302/0301-620X.99B2.BJJ-2016 0098.R1.
36. Blizzard DJ, Sheets CZ, Seyler TM, Penrose CT, Klement MR, Gal-lizzi MA, Brown CR. The Impact of Lumbar Spine Disease and Deformity on Total Hip Arthroplasty Outcomes. *Orthopedics.* 2017 May 1;40(3):e520-e525. doi: 10.3928/01477447-20170327-03.
37. Tsai SHL, Lau NC, Chen WC, Chien RS, Tischler EH, Fu TS, Chen DW. Total hip arthroplasty has higher complication rates in stiff spine patients: a systematic review and network meta-analysis. *J Orthop Surg Res.* 2022 Jul 16;17(1):353. doi: 10.1186/s13018-022-03237-8.
38. Lin D, Charalambous A, Hanna SA. Bilateral total hip arthroplasty in ankylosing spondylitis: a systematic review. *EFORT Open Rev.* 2019 Jul 17;4(7):476-481. doi: 10.1302/2058-5241.4.180047.
39. Iyer S, Sheha E, Fu MC, Varghese J, Cunningham ME, Albert TJ, Schwab FJ, Lafage VC, Kim HJ. Sagittal Spinal Alignment in Adult Spinal Deformity: An Overview of Current Concepts and a Critical Analysis Review. *JBJS Rev.* 2018 May;6(5):e2. doi: 10.2106/JBJS.RVW.17.00117.
40. Pagan CA, Karasavvidis T, Vigdorchik JM, DeCook CA. Spinopelvic Motion: A Simplified Approach to a Complex Subject. *H&P* 2024;36:77-86. doi: 10.5371/hp.2024.36.2.77
41. Vigdorchik J, Eftekhary N, Elbuluk A, Abdel MP, Buckland AJ, Schwarzkopf RS, Jerabek SA, Mayman DJ. Evaluation of the spine is critical in the workup of recurrent instability after total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2019 Jul;101-B(7):817-823. doi: 10.1302/0301-620X.101B7.BJJ-2018-1502.R1.
42. Maratt JD, Esposito CI, McLawhorn AS, Jerabek SA, Padgett DE, Mayman DJ. Pelvic tilt in patients undergoing total hip arthroplasty: when does it matter? *J Arthroplasty.* 2015 Mar;30(3):387-91. doi: 10.1016/j.arth.2014.10.014.
43. Lembeck B, Mueller O, Reize P, Wuelker N. Pelvic tilt makes acetabular cup navigation inaccurate. *Acta Orthop.* 2005 Aug;76(4):517-23. doi: 10.1080/17453670510041501.
44. Rousseau MA, Lazennec JY, Boyer P, Mora N, Gorin M, Catonné Y. Optimization of total hip arthroplasty implantation: is the anterior pelvic plane concept valid? *J Arthroplasty.* 2009 Jan;24(1):22-6. doi: 10.1016/j.arth.2007.12.015.
45. Loppini M, Longo UG, Ragucci P, Trenti N, Balzarini L, Grappiolo G. Analysis of the Pelvic Functional Orientation in the Sagittal Plane: A Radiographic Study With EOS 2D/3D Technology. *J Arthroplasty.* 2017 Mar;32(3):1027-1032. doi: 10.1016/j.arth.2016.09.015.
46. Stefl M, Lundergan W, Heckmann N, McKnight B, Ike H, Murgai R, Dorr LD. Spinopelvic mobility and acetabular component position for total hip arthroplasty. *Bone Joint J.* 2017 Jan;99-B(1 Suppl A):37-45. doi: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0415.R1.
47. Luthringer TA, Vigdorchik JM. A Preoperative Workup of a "Hip-Spine" Total Hip Arthroplasty Patient: A Simplified Approach to a Complex Problem. *J Arthroplasty.* 2019 Jul;34(7S):S57-S70. doi: 10.1016/j.arth.2019.01.012.
48. Lazennec JY, Charlot N, Gorin M, Roger B, Arafati N, Bissery A, Saillant G. Hip-spine relationship: a radio-anatomical study for optimization in acetabular cup positioning. *Surg Radiol Anat.* 2004 Apr;26(2):136-44. doi: 10.1007/s00276-003-0195-x.
49. Malkani AL, Himschoot KJ, Ong KL, Lau EC, Baykal D, Dimar JR, Glassman SD, Berry DJ. Does Timing of Primary Total Hip Arthroplasty Prior to or After Lumbar Spine Fusion Have an Effect on Dislocation and Revision Rates? *J Arthroplasty.* 2019 May;34(5):907-911. doi: 10.1016/j.arth.2019.01.009.
50. Ochi H, Baba T, Homma Y, Matsumoto M, Nojiri H, Kaneko K. Importance of the spinopelvic factors on the pelvic inclination from standing to sitting before total hip arthroplasty. *Eur Spine J.* 2016 Nov;25(11):3699-3706. doi: 10.1007/s00586-015-4217-2.
51. DelSole EM, Vigdorchik JM, Schwarzkopf R, Errico TJ, Buckland AJ. Total Hip Arthroplasty in the Spinal Deformity Population: Does Degree of Sagittal Deformity Affect Rates of Safe Zone Placement, Instabil-

ity, or Revision? J Arthroplasty. 2017 Jun;32(6):1910-1917. doi: 10.1016/j.arth.2016.12.039.

52. Callanan MC, Jarrett B, Bragdon CR, Zurakowski D, Rubash HE, Freiberg AA, Malchau H. The John Charnley Award: risk factors for cup malpositioning: quality improvement through a joint registry at a tertiary hospital. Clin Orthop Relat Res. 2011 Feb;469(2):319-29. doi: 10.1007/s11999-010-1487-1.

53. Griffin AR, Perriman DM, Bolton CJ, Smith PN. An in vivo comparison of the orientation of the transverse acetabular ligament and the acetabulum. J Arthroplasty. 2014 Mar;29(3):574-9. doi: 10.1016/j.arth.2013.08.002.

54. Ferguson RJ, Palmer AJ, Taylor A, Porter ML, Malchau H, Glyn-Jones S. Hip replacement. Lancet. 2018 Nov 3;392(10158):1662-1671. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31777-X.

55. Sivaloganathan S, Blakeney WG, Rivière C, Vendittoli PA. Evolution of Concepts: Can Personalized Hip Arthroplasty Improve Joint Stability? J Clin Med. 2023 May 7;12(9):3324. doi: 10.3390/jcm12093324.

56. Середа А.П., Сметанин С.М. Вывихи после эндопротезирования тазобедренного сустава. Травматология и ортопедия России. 2020;26(2):180-200. doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-180-200. cite as: Sereda A.P., Smetanin S.M. [Dislocations after Hip Arthroplasty (Review)]. Travmatologiya i ortopediya Rossii [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2020;26(2):180-200. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2020-26-2-180-200.

Авторы

Козлова Юлия Андреевна – к.м.н., доцент кафедры хирургии ГБОУ ДПО РМАНПО Минздрава России. Зав. рентгеновским отделением ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: uakozlova@rambler.ru, ORCID 0000-0002-8026-5919

Павлив Мария Павловна – врач-ординатор рентгенолог ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: marya.pavliv@yandex.ru, ORCID 0000-0002-7829-0031

Мурылев Валерий Юрьевич – д.м.н., профессор, профессор кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, заведующий Московским городским центром эндопротезирования костей и суставов ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: nmuril@yandex.ru, ORCID https://orcid.org/0000-0001-5753-8926

Куковенко Григорий Андреевич – к.м.н., доцент кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, врач-травматолог-ортопед ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: gkukovenko@gmail.com, ORCID https://orcid.org/0000-0001-6700-0222

Елизаров Павел Михайлович – к.м.н., доцент, доцент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, врач-травматолог-ортопед ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: elizarov_07@mail.ru, ORCID https://orcid.org/0000-0002-0217-2434

Музыченков Алексей Владимирович – к.м.н., ассистент кафедры травматологии, ортопедии и хирургии катастроф Первый

МГМУ им. И.М. Сеченова, врач-травматолог-ортопед ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: amuzychenkov@inbox.ru, ORCID https://orcid.org/0000-0002-3933-672X

Алексеев Семен Сергеевич – к.м.н., врач-травматолог-ортопед ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: semen.alekseev.92@mail.ru, ORCID https://orcid.org/0000-0001-7599-7472

Руднев Александр Игоревич – ассистент кафедры безопасности жизнедеятельности и медицины катастроф Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, врач-травматолог-ортопед ММНКЦ имени С.П. Боткина, e-mail: ruda310895@gmail.com, ORCID https://orcid.org/0000-0003-4490-2922

Голубкин Дмитрий Олегович – студент Первый МГМУ им. И.М. Сеченова, e-mail: dima.golubkin02@yandex.ru, ORCID https://orcid.org/0000-0003-3293-0918

Автор, ответственный за переписку: Павлив Мария, e-mail: marya.pavliv@yandex.ru

Authors:

Yulia A. Kozlova - Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor of Surgery, Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russian Federation, Head of X-ray diagnostic Department Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Maria P. Pavliv - The resident radiologist Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

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

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

Grigory A. Kukovenko — Cand. Sci. (Med.), Assistant Professor, Department of Life Safety and Disaster Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Aleksey V. Muzychenkov — Cand. Sci. (Med.), Assistant Department of Traumatology, Orthopaedics and Disaster Surgery, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Semen S. Alekseev — Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Aleksander I. Rudnev - Assistant Professor, Department of Life Safety and Disaster Medicine, Sechenov First Moscow State Medical University; Orthopaedic Surgeon, Botkin Moscow City Hospital, Moscow, Russian Federation

Dmitriy O. Golubkin — student, Sechenov First Moscow State Medical University

Corresponding author: Maria P. Pavliv, e-mail: marya.pavliv@yandex.ru