

Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений)

Р.М. Тихилов^{1,2}, И.И. Шубняков¹, А.О. Денисов¹

¹ ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

² ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

Реферат

Данная работа носит дискуссионный характер и не претендует на какой-либо уровень научной доказательности. **Цель** — определить, какая классификация дефектов вертлужной впадины на сегодняшний день является наиболее используемой при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава, и насколько точно эта классификация отражает реальную тяжесть дефекта и объективизирует выбор ревизионных компонентов. **Материал и методы.** Проведен поиск и анализ литературы в базах данных PubMed и eLIBRARY за последние пять лет. Отобрано 170 публикаций на английском, немецком и испанском языках и 15 публикаций на русском языке, в которых осуществлялось классифицирование дефектов вертлужной впадины. **Результаты.** Наиболее используемой оказалась классификация W. Paprosky, которая применялась в 65,9% иностранных публикаций и в 100% русскоязычных статей. Классификация AAOS использовалась в 22,9% случаев, Gross и Saleh — в 4,1%, Gustilo и Pasternak — 1,2%. В 5,9% работ применялось по две классификационные системы. Причиной популярности классификации Paprosky является возможность оценки тяжести дефекта по стандартным рентгенограммам таза как в дооперационном периоде, так и в последующем в ретроспективных исследованиях. В то же время, по данным литературы, достоверность (точность совпадения с интраоперационными находками) классификации Paprosky колеблется для разных отделов вертлужной впадины от 16 до 66%, а при оценке надежности (согласованности между разными специалистами) коэффициент kappa варьирует от 0,14 до 0,75 и зависит от опыта специалиста и характера дефекта. Одной из возможных причин расхождения в оценке степени тяжести дефекта являются ятрогенные и посттравматические изменения вертлужной впадины. Классификация Paprosky развивается с учетом дополнительных параметров, таких как характер дефекта (ограниченный или неограниченный) и непрерывность тазового кольца, позволяет сформировать полноценный алгоритм выбора ревизионных имплантатов и способа замещения дефекта, актуальный на сегодняшний день. В то же время, стремительное развитие цифровых технологий 3D-визуализации в значительной мере расширяют наши возможности предоперационной оценки дефектов и открывают перспективы для разработки новых классификаций, пользу которых еще предстоит оценить.

Ключевые слова: ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, классификации дефектов костной ткани, классификация Paprosky.

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):122-141. DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

Cite as: Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O. [Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):122-141. (In Russ.). DOI: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.

Шубняков Игорь Иванович / Igor I. Shubnyakov; e-mail: shubnyakov@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 30.01.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 25.02.2019.

Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases)

R.M. Tikhilov^{1,2}, I.I. Shubnyakov¹, A.O. Denisov¹

¹ Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

² Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Abstract

The present paper bears discussion in nature and doesn't claim for any scientific evidence. **The purpose** is to identify which classification of acetabular defects currently is the most employed in revision hip joint arthroplasty, and how precise this classification reflects the true defect severity and gives the objective grounds for selection of revision implants. **Materials and methods.** The authors conducted literature analysis in PubMed and eLIBRARY for the last five years. 170 publications in English, German and Spanish languages as well as 15 works in Russian language dedicated to classification of acetabular defects were selected. **Results.** W.Paprosky classification was found to be the most applicable, namely, in 65,9% of foreign publications and in 100% of Russian papers. AAOS classification was used in 22.9% of cases, Gross and Saleh — in 4.1%, Gustilo and Pasternak — in 1.2%. 5.9% publications reported use of two classifications. The reasons for Paprosky classification popularity is the possibility to evaluate defect basing on standard pelvis x-rays in preoperative stage as well as in retrospective research. At the same time, according to literature, the confidence of Paprosky classification (accuracy of correspondence to intraoperative findings) varies from 16 to 66% for different areas of acetabulum, and during reliability assessment (consistency between different specialists) kappa coefficient varies from 0.14 to 0.75 depending on experience of the specialist and specifics of the defect. One of the possible reason for discrepancies in assessment of defect grade are the iatrogenic and posttraumatic changes of the acetabulum. Nevertheless, Paprosky classification is evolving and, considering additional parameters, like type of defect (contained or non-contained) and pelvic ring continuity, it allows to create a full-fledge algorithm for selection of revision implants and defect replacement which is adequate to the up-to-date surgical needs. At the same time onrush of digital technologies of 3D-visualization considerably expands our possibilities for preoperative defects assessment and offers promising potential for development of new classifications, whose benefits are yet to be evaluated.

Keywords: revision hip joint arthroplasty, classification of bone defects, Paprosky classification.

Competing interests: the authors declare that they have no competing interests.

Funding: the authors have no support or funding to report.

Consent for publication: the patient provided voluntary consent for publication of case data.

Количество случаев ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС) повсеместно увеличивается из года в год [1–4]. В некоторых странах с незначительным ежегодным увеличением общего числа операций эндопротезирования темпы прироста ревизионных вмешательств существенно опережают прирост первичных операций [3, 5]. В других странах, где продолжается интенсивное развитие первичного эндопротезирования ТБС, темп прироста ревизионных процедур существенно ниже, но тем не менее, общее количество таких операций ежегодно увеличивается [4, 6]. При этом ревизионные вмешательства требуют значительно более серьезной ресурсной базы — наличия специалистов, владеющих технологиями ревизионной артропластики; большого запаса разнообразных имплантатов; соответствующего инструментального обеспечения; возможностей для выполнения костной пластики, что в итоге существенно увеличивает экономиче-

ские затраты отдельных учреждений и государства в целом [5, 7–9]. В то же время результаты ревизионных операций далеки от желаемых — уровень осложнений на порядок выше, чем при первичных вмешательствах [10, 11, 12, 13], а пятилетняя выживаемость имплантатов после различных ревизий колеблется от 67,0 до 84,8% [14]. Несмотря на меняющуюся структуру показаний к ревизиям и увеличение значимости рецидивирующих вывихов и инфекции [3, 15], многочисленные национальные регистры артропластики демонстрируют, что основными причинами в течение многих лет остаются асептическое расшатывание и периплантный остеолит, которые приводят к образованию дефектов костной ткани различной протяженности и локализации [16].

Предоперационное планирование ревизионного вмешательства предполагает точное понимание хирургом всех особенностей дефекта костной ткани для выработки оптимального решения, выбора

необходимых имплантатов и технологий замещения дефекта, а возможно, специальных инструментов или изготовления индивидуальных конструкций [17–21].

Для оценки периацетабулярной потери костной ткани при ревизионной артропластике были разработаны различные классификации. Основная цель этих классификаций — описание характерных особенностей дефектов для унификации принимаемых решений, а также возможность сравнения эффективности различных хирургических технологий в однотипных ситуациях. В основе одних классификаций лежат тип дефекта и объем потерянной костной ткани (Gross [22], Parry [23]), в основе других — анатомические маркеры, обеспечивающие более точное предоперационное планирование (Paprosky [24], AAOS [25], Gross в модификации Saleh [26]).

Основные вопросы, на которые мы хотели бы ответить в данной публикации:

1) какая классификация дефектов вертлужной впадины (BB) является наиболее используемой на сегодняшний день?

2) насколько точно эта классификация отражает реальную тяжесть дефекта и объективизирует выбор ревизионных компонентов?

3) нужны ли сегодня классификации в условиях возможности полной визуализации дефектов по данным современного КТ-исследования с 3D-моделированием изображения?

По мнению некоторых авторов, наиболее цитируемыми в литературе в настоящее время являются классификации Paprosky и AAOS [27–30]. Другие авторы также относят к часто используемым классификацию Saleh и Gross [30–33].

Мы выполнили анализ литературы за последние пять лет в базе PubMed по ключевым словам «acetabular revision» и «acetabular defect classifications». Анализу подвергались только полнотекстовые варианты статей. Из 956 публикаций информацию об использовании классификаций дефектов вертлужной впадины содержали 170 источников. В 112 (65,9%) из них использовалась классификация Paprosky, в 39 (22,9%) публикациях авторами применялась система AAOS, в 7 (4,1%) — Gross в модификации Saleh, в двух (1,2%) — Gustilo и Pasternak [34], а в 10 (5,9%) случаях применялись две классификационные системы.

Поиск проводился также в отечественной электронной научной библиотеке eLIBRARY. По запросам «дефекты вертлужной впадины» и «ревизия вертлужного компонента» было обнаружено 15 публикаций, содержащих информацию о классифицировании дефектов при ревизионном эндопротезировании. В 14 статьях использовалась классификация Paprosky, в реферате одной публикации было указание на классификацию AAOS, а в тексте статьи — на классификацию Paprosky.

Таким образом, можно констатировать, что в последние годы в подавляющем большинстве случаев с целью унификации дефектов используется классификация W. Paprosky, опубликованная еще в 1994 г. Эта классификационная система имеет четкие анатомические ориентиры, которые, по мнению многих авторов, обеспечивают высокую воспроизводимость, что и обеспечило ей наибольшую популярность среди хирургов [23]. Даже сам разработчик в одной из своих публикаций «скромно» замечает, что классификация Paprosky наиболее часто используется при определении локализации и степени потери кости вертлужной впадины [35].

В то же время, наиболее подробной из вышеназванных является классификация Американской академии ортопедических хирургов (AAOS) [25, 32], позволяющая достаточно точно локализовать дефект и представить его характер (сегментарный, кавитарный, комбинированный) (табл. 1). Однако данная классификация не отражает тяжести данных изменений: совсем не обязательно дефект III типа будет тяжелее дефекта II типа, а умеренной величины дефект II типа для ревизии значительно проще протяженного дефекта I типа. Соответственно, данная классификация лишь в незначительной степени определяет тактику замещения дефекта и технику реимплантации вертлужного компонента, что делает затруднительным оценку результатов использования различных хирургических решений в сходных по степени тяжести ситуациях [36].

В отличие от этой системы оценки, занимающей второе место по частоте цитирования, классификация Немецкого общества ортопедов (DGOT), опубликованная в 1997 г. [37] (табл. 2), в последние пять лет упоминается лишь один раз в исследовании К. Nogas с соавторами [31]. Данная классификация во многом перекликается с оценочной системой AAOS, но, к сожалению, в ней, как и в предыдущей классификации, плохо детализирована величина дефекта. Хотя в описании приводятся уточняющие пояснения, их применение на практике затруднено, а в предоперационном периоде практически невозможно. В частности, указывается, что типы дефектов II–IV являются односегментными. Определение типа осуществляется после соответствующей локализации ведущих дефектов. Во всех типах дефектов, кроме того, могут присутствовать простые полости и дефекты кости <50% других сегментов вертлужной впадины. Это правило также применяется к многосегментарным дефектам. Получается, что окончательная оценка в соответствии с этой классификацией возможна только во время операции после удаления вертлужного компонента. Данная система оценки построена более логично по степени тяжести, но

ввиду отсутствия указания на величину основного дефекта также содержит значительную долю субъективизма. Кроме того, в отличие от классификации AAOS, она является гораздо менее узнаваемой в англоязычной литературе.

Другие системы — Gross/Saleh, Gustilo-Pasternak и Paprosky ориентированы именно на степень тяжести, что делает их более интуитивно понятными для использования. При этом классификация Gross с дополнениями Saleh ориентирована на объем сохраняющейся кости вертлужной впадины и характер дефекта — ограниченный или неограниченный (в определенной степени аналог кавитарного и сегментарного дефектов), что не всегда возможно оценить по рентгенограммам и, соответственно, требует четкого интраоперационного контроля, и конечно крайне затруднительно при ретроспективном анализе рентгенограмм (табл. 3). Однако данная классификация представляет собой достаточно понятный алгоритм для принятия хирургических решений во время операции [32].

Градация тяжести дефектов по Gustilo и Pasternak [34] трижды использовалась в последние пять лет (два раза в качестве единственной системы оценки и один раз в сочетании с классификацией Paprosky) (табл. 4). На фоне других классификаций данная система оценки выглядит достаточно примитивной, с недостаточной конкретизацией визуализируемых изменений, свободным толкованием рентгенологических при-

знаков и весьма широким выбором возможных хирургических опций для любой из категорий.

В свою очередь, классификация Paprosky ориентирована именно на анализ обычных рентгенограмм и по описанию позволяет в значительной мере представить потенциальные технические трудности при выполнении ревизии и может в определенной степени служить алгоритмом для ревизионного ЭП ТБС, что и делает ее, пожалуй, наиболее интересной в клинической практике. Ориентируясь на четыре простых рентгенологических признака, каждый из которых характеризует изменения различных отделов вертлужной впадины, можно классифицировать любое состояние на основании стандартной рентгенограммы таза в прямой проекции (табл. 5). Непрерывная линия Kohler характеризует сохранность медиальной стенки и передней колонны, а любое захождение вертлужного компонента за данную линию свидетельствует о нарушении этих структур. Отчетливая «фигура слезы» также свидетельствует о сохранности медиальной стенки и, кроме того, нижней части передней и задней колонн. Остеолиз седалищной кости подразумевает повреждение задней стенки и задней колонны, а вертикальная миграция вертлужного компонента говорит о нарушении купола вертлужной впадины [36]. Однако обнаружение и интерпретация этих признаков не лишены субъективизма, что приводит к разночтению в оценке тяжести дефекта разными специалистами [23, 38].

Таблица 1

Классификация костных дефектов вертлужной впадины (AAOS) [25]

Тип	Формулировка	Описание
Тип I	Сегментарный дефицит	Потеря части рима вертлужной впадины или медиальной стенки
	Периферический: верхний передний задний	
Тип II	Центральный (отсутствие медиальной стенки)	Объемная потеря в костном веществе вертлужной впадины (костные полости)
	Кавитарный дефицит	
Тип III	Периферический: верхний передний задний	Сочетание сегментарной потери костной массы и костных полостей
	Центральный (медиальная стенка сохранена)	
Тип IV	Комбинированный сегментарно-кавитарный дефицит	Полное разделение между верхним и нижним аспектами вертлужной впадины
Тип V	Разобщение тазового кольца	
	Артродез	Артродез

Таблица 2

Классификация костных дефектов вертлужной впадины DGOT* [37]

Тип	Формулировка	Описание
Тип I	Простые полости	После удаления расшатанного вертлужного компонента кольцо вертлужного компонента остается сохраненным, крыша и края вертлужного компонента не повреждены
Тип II	Односегментарный центральный дефект	Сегментарный дефект медиальной стенки, который обычно развивается в результате центральной протрузии имплантата. Отмечается перфорация дна вертлужной впадины и, следовательно, значительное его ослабление. Остальная часть кольца не разрушена
Тип III	Односегментарный дефект крыши	Сегментарный дефект верхнего края вертлужной впадины в зоне основной нагрузки. Возникает после краниальной миграции расшатанной чашки. Костные структуры остальной части кольца вертлужной впадины практически не повреждены
Тип IV	Односегментарный дефект переднего или заднего краев вертлужной впадины	Этот сегментарный дефект кости расположен либо по переднему, либо по заднему краю вертлужной впадины. Как изолированный тип дефекта он встречается редко. Тем не менее, он должен быть указан по систематическим причинам. Главным образом, такой дефект встречается при посттравматических артрозах или при дисплазии
Тип V	Бисегментарный верхне-центральный дефект	Относительно распространенный тип дефекта кости верхнего края и дна вертлужной впадины, возникающий после кранио-центральной миграции расшатанной чашки
Тип VI	Трехсегментарный дефект (крыша, дно и край вертлужной впадины)	В этом дефекте кости, в дополнение к комбинированному дефекту V типа, обнаруживается дефект переднего или заднего края
Тип VII	Нестабильность тазового кольца	При этом дефекте нет костного соединения между верхней и нижней частями вертлужной впадины. Эти сегменты могут перемещаться относительно друг друга, отмечается полная нестабильность тазового кольца. Передняя и задняя стенки имеют дефекты

* DGOT – Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie.

Таблица 3

Классификация костных дефектов вертлужной впадины A. Gross с дополнениями K. Saleh [22, 26] и предлагаемые клинические решения [32]

Тип	Описание	Опции для реконструкции
Тип I	Нет существенной потери костного запаса	Бесцементный или цементируемый полукруглый вертлужный компонент
Тип II	Ограниченный дефект, имеются кавитарные расширения вертлужной впадины, но без дефицита стенок	Бесцементный полукруглый вертлужный компонент или импакционная костная пластика
Тип III	Неограниченный дефект кости с сегментарной потерей вертлужной впадины <50%, включающий (а) переднюю или (б) заднюю колонну	Бесцементный полукруглый вертлужный компонент и небольшой структурный трансплантат или металлический аугментат
Тип IV	Неограниченный дефект кости с сегментарной потерей >50% вертлужной впадины, затрагивающий как переднюю, так и заднюю колонны Если костный дефект составляет >50% вертлужной впадины и затрагивает в основном медиальную стенку, но колонны не повреждены, то этот дефект относится ко II типу вследствие доступности колонн для реконструкции	Большой структурный трансплантат, защищенный реконструктивным кейджем или металлический аугмент, также защищенный кейджем
Тип V	Разобщение тазового кольца с неограниченным дефектом кости	Система «cup-cage» с большим структурным трансплантатом или металлическими аугментами

Таблица 4

Классификация костных дефектов вертлужной впадины Gustilo и Pasternak [34]

Тип	Описание
Тип I	Рентгенопрозрачные линии вокруг вертлужного компонента, минимальная потеря кости
Тип II	Серьезное расширение вертлужной впадины Отмечается истончение стенок вертлужной впадины
Тип III	Передняя, верхняя и/или центральная потеря кости, вызывающая нестабильность имплантата
Тип IV	Разрушение вертлужной впадины с переломом или тяжелой потерей костной ткани

Таблица 5

Классификация костных дефектов вертлужной впадины Paprosky [24] с последующими уточнениями [39, 40]

Тип	Рентгеновские признаки				Интерпретация
	Миграция центра ротации бедренного компонента	Остеолиз седалищной кости	«Фигура слезы»	Линия Kohler	
Тип I	Минимальная или отсутствует	Отсутствует	Интактна	Интактна	Ацетабулярный рим и обе колонны интактны, имеются небольшие ограниченные дефекты; контакт с костью >90%
Тип IIa	Невыраженная	Незначительный (<7 мм)	Интактна	Интактна	Незначительный верхний дефект; контакт с костью 80–90%
Тип IIb	Умеренная (<3 см)	Незначительный (<7 мм)	Умеренный лизис	Интактна	Верхне-наружное смещение не более 3 см; контакт с костью >60%
Тип IIc	Медиальная (< 2 см)	Невыраженный (<7 мм)	Лизис от умеренного (потеря латерального контура) до тяжелого (потеря медиального контура)	Умеренно нарушена	Изолированная медиальная миграция, рим сохранен, нарушена линия Kohler
Тип IIIa	Значительная кранио-латеральная (>3 см)	Минимальный (7–14 мм)	Умеренный лизис (потеря латерального контура)	Не нарушена	Значительное верхнее смещение, нарушен рим, но не более чем на 1/2 диаметра, «фигура слезы» визуализируется с трудом, минимальный остеолиз седалищной кости; контакт с костью <60%
Тип IIIb	Выраженная кранио-медиальная (>3 см)	Выраженный (≥15 мм)	Выраженный лизис (потеря медиального контура)	Значительно нарушена	Тяжелый дефект — сохранены лишь остатки колонн; контакт с костью менее 40%

Любая классификация оценивается по надежности, или точности воспроизведения (в нашем случае, насколько одинаково различные эксперты оценивают одни и те же рентгенограммы — *прим. авторов*), и достоверности (валидности) — насколько точно установленный по рентгенограммам дефект соответствует интраоперационным данным. Для оценки этих двух показателей используется коэффициент каппа* (κ), где нулевое значение говорит о крайне малой вероятности связи явлений, а показатель, близкий к единице, свидетельствует о практически полном совпадении двух мнений или явлений.

Попытки проверить надежность и достоверность классификации Paprosky предпринимались неоднократно. Интересное исследование было представлено еще в 1996 г. J. Jerosch с соавторами: 350 рентгенограмм оценивались шестью хирургами с различным профессиональным опытом. Оценка повреждения рима вертлужной впадины была корректно выполнена только в 66% случаев, интерпретация признаков потери костной массы была еще хуже — медиальные дефекты были адекватно оценены только в 49%. В целом точность дооперационной верификации дефектов составила 25%, она улучшалась с опытом хирурга и уменьшалась с тяжестью дефекта вертлужной впадины, опускаясь до 16%, причем согласованность между экспертами была весьма умеренной ($\kappa = 0,54$) [41]. В то время как сам W. Paprosky с соавторами показали в своей оригинальной статье, что предоперационная оценка дефекта совпала с интраоперационным результатом в 100% при I типе дефектов, в 89% — при II типе и в 95% — при III типе [24], другие исследовательские группы оказались не в состоянии достичь такой же сопоставимости [40, 42]. Однако количественный анализ изменений, выполненный R. Yu с соавторами, позволил существенно уточнить словесную градацию «умеренный», «выраженный» и пр. [40]. В их исследовании более серьезный рентгенологический дефект «фигуры слезы» был связан с большей величиной интраоперационных дефектов ($p = 0,0015$), более серьезное нарушение линии Kohler было ассоциировано с большей зоной интраоперационных дефектов ($p = 0,0011$), более тяжелый верхний рентгенологический дефект был связан с большей областью дефекта верхнего отдела вертлужной впадины во время операции ($p < 0,0001$). В то же время не было получено значимой связи между выраженностью остеолита седалищной кости и четырьмя градациями в соответствии с класси-

фикацией ($p = 0,21$), но тяжелые интраоперационные дефекты на предоперационных рентгенограммах оценивались как выраженные.

Сведения о надежности классификации Paprosky также крайне противоречивы — коэффициент каппа (κ) колеблется от 0,14 до 0,75, наиболее часто встречались значения от 0,4 до 0,6 [18, 23, 40, 42]. Причиной такой гетерогенности является субъективизм в оценке классификации, трудности определения анатомических маркеров на рентгенограммах, сложности интерпретации самой рентгенологической картины. Другие исследователи также подчеркивают важность обучения пользованию классификации. Коэффициент κ увеличился с 0,66 до 0,71 после обучения и повторного анализа рентгенограмм, тогда как без обучения коэффициент каппа увеличился незначительно с 0,50 до 0,53, и данные изменения были статистически незначимыми [40]. В целом большинство авторов сходятся во мнении, что классификация Paprosky является валидной, однако несет большую долю субъективизма и нуждается в стандартном и объективном протоколе регистрации измеряемых данных [31, 42].

В то же время нельзя забывать, что эта классификация разрабатывалась для периацетабулярных дефектов костной ткани, вызванных именно остеолитом и расшатыванием вертлужного компонента, и практически не учитывает особенности ятрогенных и посттравматических ревизионных дефектов [38]. Кроме того, в основе классификации лежит оценка рентгенограмм таза в передне-задней проекции, а за практически 25-летнюю историю использования этой классификации в практике появились возможности построения объемных виртуальных моделей вертлужной впадины на основе КТ-изображения, что существенно расширило наши представления и возможности. Еще в 2003 г. в кадаверном исследовании A.M. Claus с коллегами показали, что точность оценки перипротезного остеолита на стандартной рентгенограмме таза не превышает 40%, но может быть увеличена до 70% при выполнении дополнительных проекций. В частности, небольшие перипротезные дефекты, расположенные в седалищной кости или крае вертлужной впадины, было трудно обнаружить на одной рентгенограмме, чувствительность составила приблизительно 15% [43]. Другие исследования *ex vivo* с использованием тазобедренных моделей таза показывают аналогичные результаты, ставя под сомнение надежность отдельных рентгенограмм для визуализации дефектов вертлужной впадины [44].

* Коэффициент каппа Козна (κ) вычисляется для таблиц сопряженности, в которых применяются одинаковые числовые кодировки для переменных строк и столбцов. Типичный случай применения этого критерия — оценка людей или объектов двумя экспертами. В таком случае κ измеряет степень согласия между экспертами, оценивающих одни и те же объекты.

Конечно, множественные уточнения, сделанные в последующих работах, позволили конкретизировать оценку различных признаков и повысить точность воспроизводимости классификации, а с учетом дополнительных параметров (сегментарный или кавитарный характер дефектов)

и оценки непрерывности тазового кольца делает возможным представить данную классификацию как полноценный алгоритм замещения дефектов и выбора имплантатов в различных клинических ситуациях (рис. 1) [45].

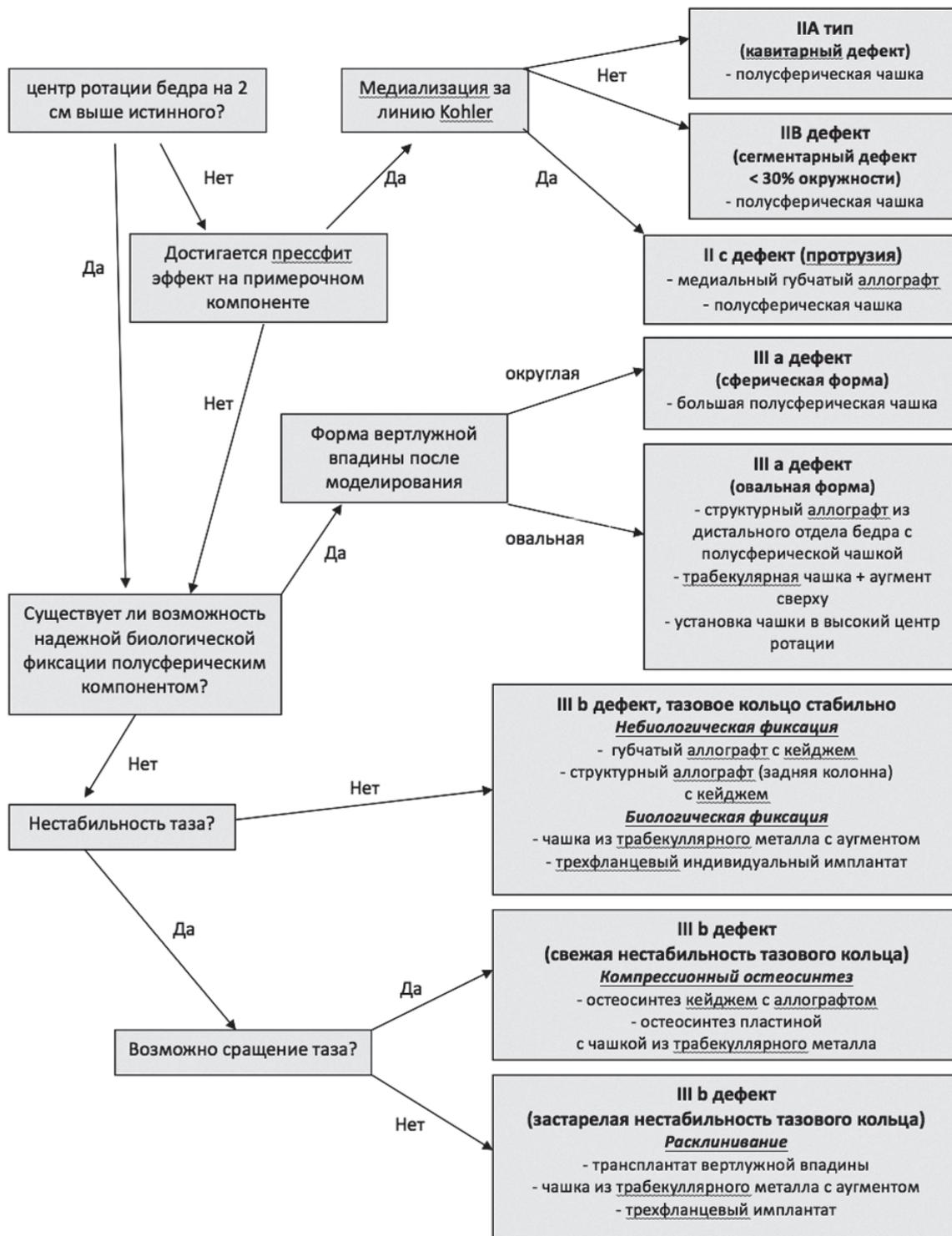


Рис. 1. Алгоритм лечения ацетабулярных дефектов (с любезного согласия W. Paprosky) [45]

Fig. 1. Algorithm of treatment for acetabular defects (by the courtesy of W. Paprosky) [45]

И тем не менее, даже разработчики этой классификации в последних работах отмечают необходимость дополнительной оценки дефектов с использованием технологий 3D-моделирования на основе данных компьютерной томографии для повышения точности визуализации и возможности подготовки персонализированных имплантов [46].

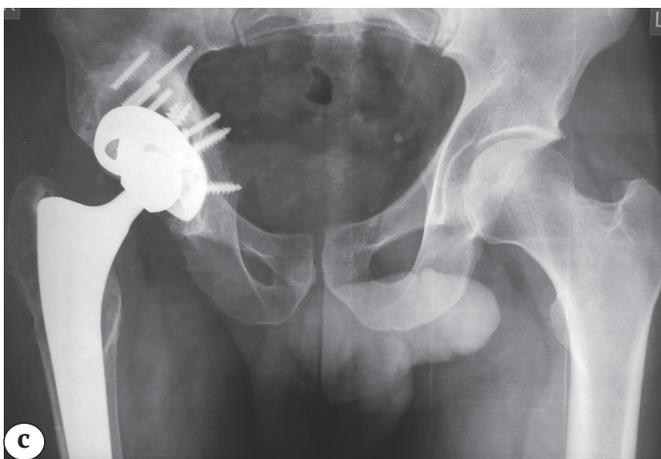
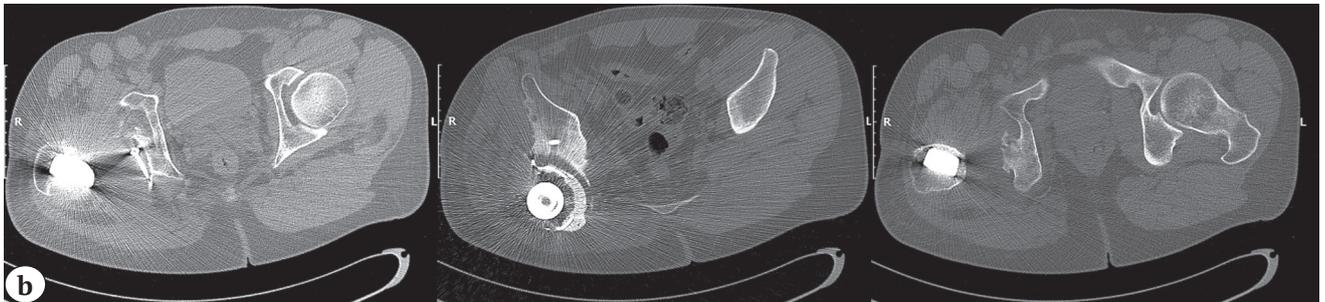
В нашей практике нередко возникают расхождения между специалистами в оценке степени тяжести дефекта из-за несоответствия общепринятой интерпретации рентгенологических признаков и реальной сложности ревизионной операции. Такие разночтения чаще всего возникают при оценке ятрогенных и посттравматических дефектов. В качестве иллюстрации можно привести

рентгенограммы пациента 28 лет, которому двумя годами ранее в другом лечебном учреждении было выполнено тотальное эндопротезирование по поводу последствий перелома вертлужной впадины (рис. 2). Смещение чашки и, соответственно, центра ротации вверх значительно более 3 см, остеолит седальной кости отсутствует, «фигура слезы» несколько деформирована, но визуализируется, нарушение линии Kohler определить невозможно ввиду смещения всей задней колонны. В равной степени данный дефект можно отнести к типу IIIa и IIIb. В то же время, на КТ видно, что чашка изначально была установлена со смещением вверх и кзади, дефекта внутренней стенки вертлужной впадины нет. При операции выполнено формирование ложа чашки близко к истинному центру ротации, контакт с подлежащей костью около 65%. Сначала установлен вертлужный компонент, получена надежная фиксация, но, учитывая значительное недопокрытие задне-верхней части (около



Рис. 2. Рентгенограммы и данные КТ пациента 28 лет с расшатыванием вертлужного компонента и последствиями перелома вертлужной впадины:
a, b — до ревизии;
c, d — через два года после ее выполнения

Fig. 2. X-rays and CT scans of male patient, 28 y.o., with loosening of acetabular component and consequences of acetabular fracture:
a, b — prior to revision;
c, d — two years after revision



35%), вторым этапом установлен металлический аугмент с обеспечением его связи с чашкой посредством костного цемента. Данное клиническое наблюдение наглядно демонстрирует невозможность оценки характера дефекта и его классифицирования с помощью рентгеноанатомических маркеров, используемых в классификации Paprosky.

Другим примером являются ситуации ятрогенного формирования дефектов, когда видимые на стандартных рентгенограммах таза признаки не отражают реальной тяжести дефекта. В частности, формирование высокого центра ротации при тяжелой дисплазии является одной из распространенных методик эндопротезирования [47, 48]. Однако расшатывание высоко установленного вертлужного компонента можно рассматривать сразу как дефект типа IIIa, несмотря на то, что в реальности нижние отделы впадины не пострадали совсем и сохраняют условия для надежной первичной фиксации и перспективы для дальнейшей остеоинтеграции. На рентгенограммах пациентки 55 лет после многократных операций с установкой вертлужного компонента в ложную вертлужную впадину определяется краниальное смещение чашки приблизительно на 7 см. На момент ревизионной операции имелся дефект верхней стенки впадины, тогда как лизис внутренней и задней стенок отсутствовал. Формально это дефект типа IIIa, тогда как по сути анатомических изменений он этому типу соответствует не полностью — нижние структуры впадины остаются малоизмененными и позволяют сформировать хорошее ложе для бесцементной чашки (рис. 3).

Может наблюдаться и обратная ситуация, когда незначительный на первый взгляд дефект в области дна (тип IIc по классификации Paprosky) является «замаскированным» тяжелым дефектом IIIb типа. Данный клинический пример был любезно

предоставлен нашим коллегой из другого лечебного учреждения.

Пациентка 47 лет с двусторонним врожденным вывихом ранее оперирована на левом суставе (укорачивающая остеотомия по Raavilainen) (рис. 4). При операции на правом суставе с аналогичной хирургической техникой произошел перелом дна, выполнена костная пластика и осуществлена дополнительная фиксация чашки винтами. На рентгенограммах после операции определяется медиальная миграция менее 2 см, вертикальная миграция незначительная, настораживает только полное разрушение «фигуры слезы», что является допустимым для IIc типа. Естественно, что лизис седалищной кости отсутствует. Однако на следующий день произошла дальнейшая миграция вертлужного компонента, и ситуация стала существенно хуже, что потребовало выполнения сложной реконструкции титановой сеткой с импакционной костной аллопластикой.

Еще одним примером несоответствия видимой тяжести дефекта реальной картине является рентгенограмма таза пациента 56 лет. Через 13 лет после первичного эндопротезирования ТБС пациент поступил для ревизии по поводу выраженного износа полиэтиленового вкладыша и перипротезного остеолита (рис. 5 a, b, c). На рентгенограммах таза и тазобедренного сустава в прямой и боковой проекциях определяется значительное остеолитическое поражение проксимального отдела бедренной кости и умеренный ретроацетабулярный остеолит. Нарушения линии Kohler нет, остеолит седалищной кости минимальный, внутренний контур «фигуры слезы» не нарушен, латеральный не визуализируется (возможно, из-за наложения чашки, возможно — вследствие остеолита), медиальное смещение центра ротации только в пределах износа полиэтиленового вкладыша.

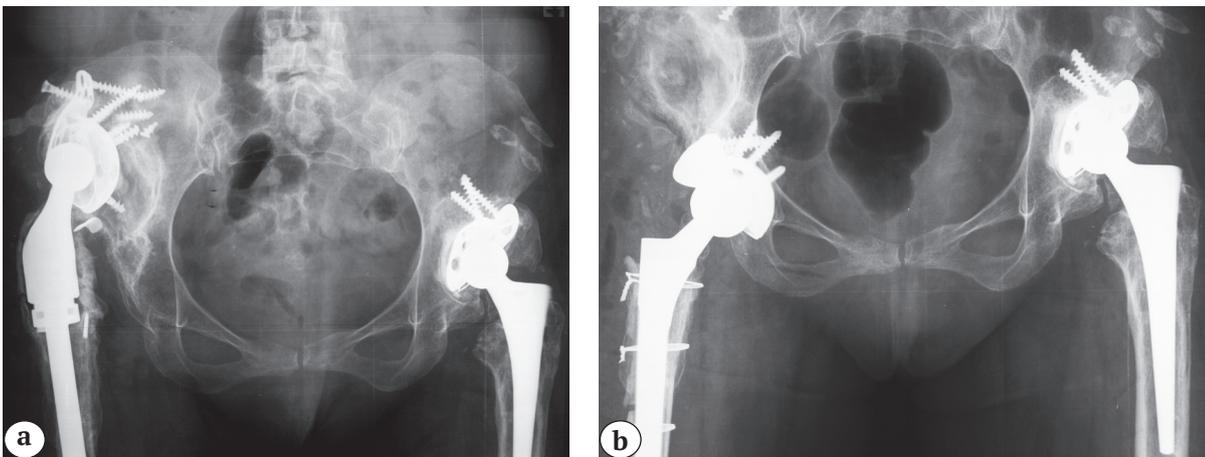


Рис. 3. Рентгенограммы пациентки 55 лет: а — при поступлении; б — после ревизии

Fig. 3. X-rays of female patient, 55 y.o.: a — at admission; b — after revision

По классификации Paprosky, дефект может быть классифицирован максимум как IIb, а возможно и IIa. Во время операции после удаления вкладыша было обнаружено отсутствие медиальной стенки под чашкой. Чашка удалена, выполнена костная пластика структурным аллотрансплантатом из го-

ловки бедренной кости, и ввиду сохранности кольца вертлужной впадины — установка бесцементной полусферической ревизионной чашки (рис. 5 d). Через 7 лет: частичный лизис трансплантата, незначительная миграция нижнего края чашки без клинических проявлений (рис. 5 e).

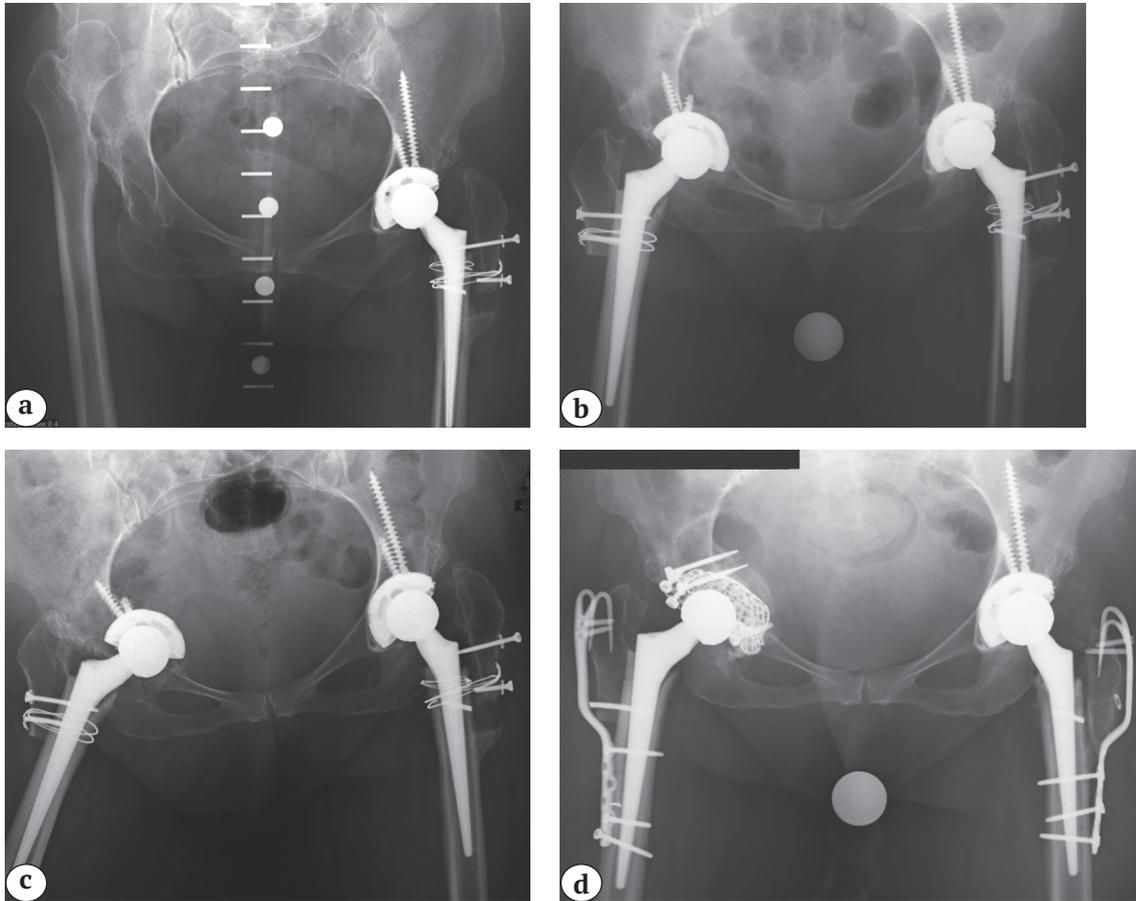


Рис. 4. Рентгенограммы пациентки 47 лет: а — до первичной операции; б — непосредственно после операции; с — через сутки после операции; д — после ревизии

Fig. 4. X-rays of female patient, 47 y.o.: а — prior to first surgery; б — immediately after first surgery; с — one day after surgery; д — after revision surgery

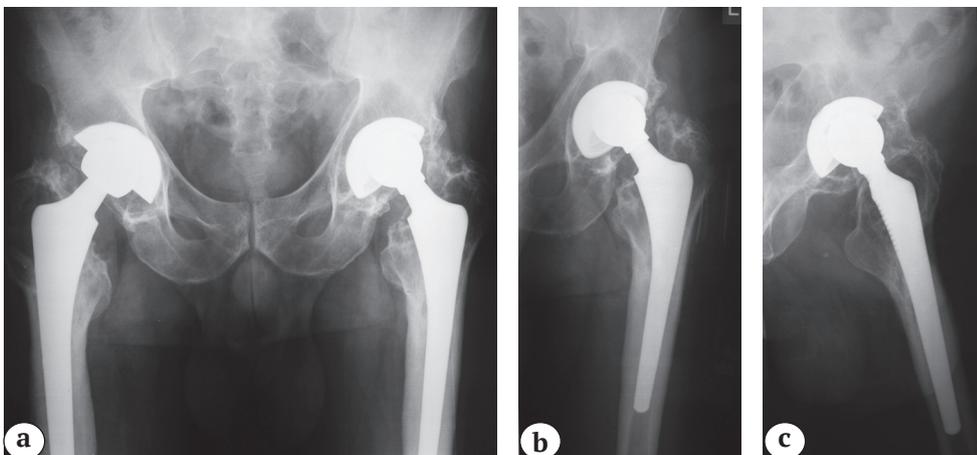


Рис. 5 (а, б, с). Рентгенограммы пациента 56 лет: а, б, с — через 13 лет после первичного ЭП ТБС; ревизии

Fig. 5. X-rays of male patient, 56 y.o.: а, б, с — 13 years after surgery

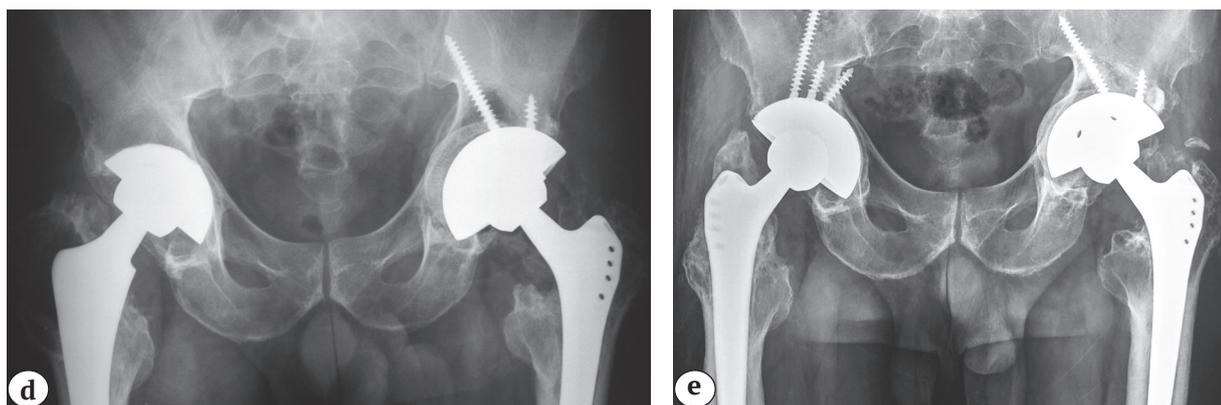


Рис. 5 (d, e). Рентгенограммы пациента 56 лет: d — после ревизию; e — через 7 лет после ревизию
Fig. 5(d, e). X-rays of male patient, 56 y.o.: d — after revision; e — 7 years after revision surgery

В практической деятельности приходится сталкиваться со сложностями в оценке рентгенограмм по таким признакам, как ограниченный и неограниченный дефекты, а также в суждении о размерах самого дефекта. Эти признаки крайне важны для унификации оценки результатов операции и выработки единого подхода к хирургической тактике. Вероятно, требуются дальнейшие исследования на предмет более детальной характеристики и попытки определения критериев для описания указанных дефектов. Хорошим дополнением к анатомически ориентированной классификации Paprosky могут быть критерии, описанные в классификации Saleh и Gross. Их суть заключается в выделении такого понятия, как ограниченный и неограниченный дефекты с разделением последнего в зависимости от объема потери костной ткани (меньше или больше 50%). Классификация Gross вообще была рассчитана на интраоперационную оценку дефектов, и изначально в ее задачу входило обоснование использования различных типов аллотрансплантатов.

На рисунке 6 представлены рентгенограммы пациента 65 лет, у которого выявлено расшатывание вертлужного компонента через 5 лет после первичной операции с присоединением перипротезной инфекции, дефект вертлужной впадины IIIa типа. Применялась двухэтапная методика лечения. Был установлен артикулирующий спейсер. Через 2 месяца пациент упал, вследствие чего произошел перипротезный перелом. Была выполнена замена спейсера на протез. Учитывая ограниченный характер дефекта типа IIIa, несмотря на его значительный размер, выполнена импакционная костная пластика с фиксацией полиэтиленовой чашки на костном цементе — получена надежная первичная фиксация.

Даже более тяжелые дефекты со значительной медиальной миграцией вертлужного компонента, но с сохранением медиальной опоры в виде

смещившейся внутренней стенки, позволяют использовать стандартные полусферические чашки для ревизию в сочетании с импакционной костной пластикой.

Пациентка 58 лет, дважды оперирована ранее, последняя операция — 5 лет назад (рис. 7). По степени верхне-медиальной миграции — это дефект IIIb типа, но лизис седалищной кости незначительный (менее 7 мм). Медиальный контур «фигуры слезы» сохранен и, самое главное, сохранена медиальная стенка, хотя и значительно деформирована. Сохранение медиальной опоры (ограниченный тип дефекта) позволил выполнить импакционную костную аллопластику и установить полусферическую бесцементную чашку с дополнительной фиксацией двумя винтами. Спустя 6 месяцев и 11 лет наблюдается постепенное уплотнение и рассасывание аллотрансплантата, видна миграция нижнего отдела чашки, однако клинических проявлений расшатывания вертлужного компонента нет. Пациентка не считает необходимым выполнение ревизионной операции.

Напротив, неограниченный характер дефекта, даже при незначительном медиальном смещении, требует использования реконструктивных антипротрузионных кейджей. Пациентка 52 лет, первичное эндопротезирование выполнено годом ранее (рис. 8). На рентгенограмме таза отмечаются умеренное нарушение линии Kohler (медиальная миграция менее 2 см) и незначительное краниальное смещение (центр ротации менее 3 см от линии, соединяющей «фигуры слезы»), внутренний контур «фигуры слезы» сохранен. Поражение остеолитом седалищной кости оценить сложно, но, учитывая небольшую давность хирургического вмешательства, вероятнее всего, остеолит не выражен. Формально — это тип дефекта IIc, но с неограниченным нарушением целостности внутренней стенки. Поэтому имплантатом выбора стал антипротрузионный Burch-Schneider кейдж.

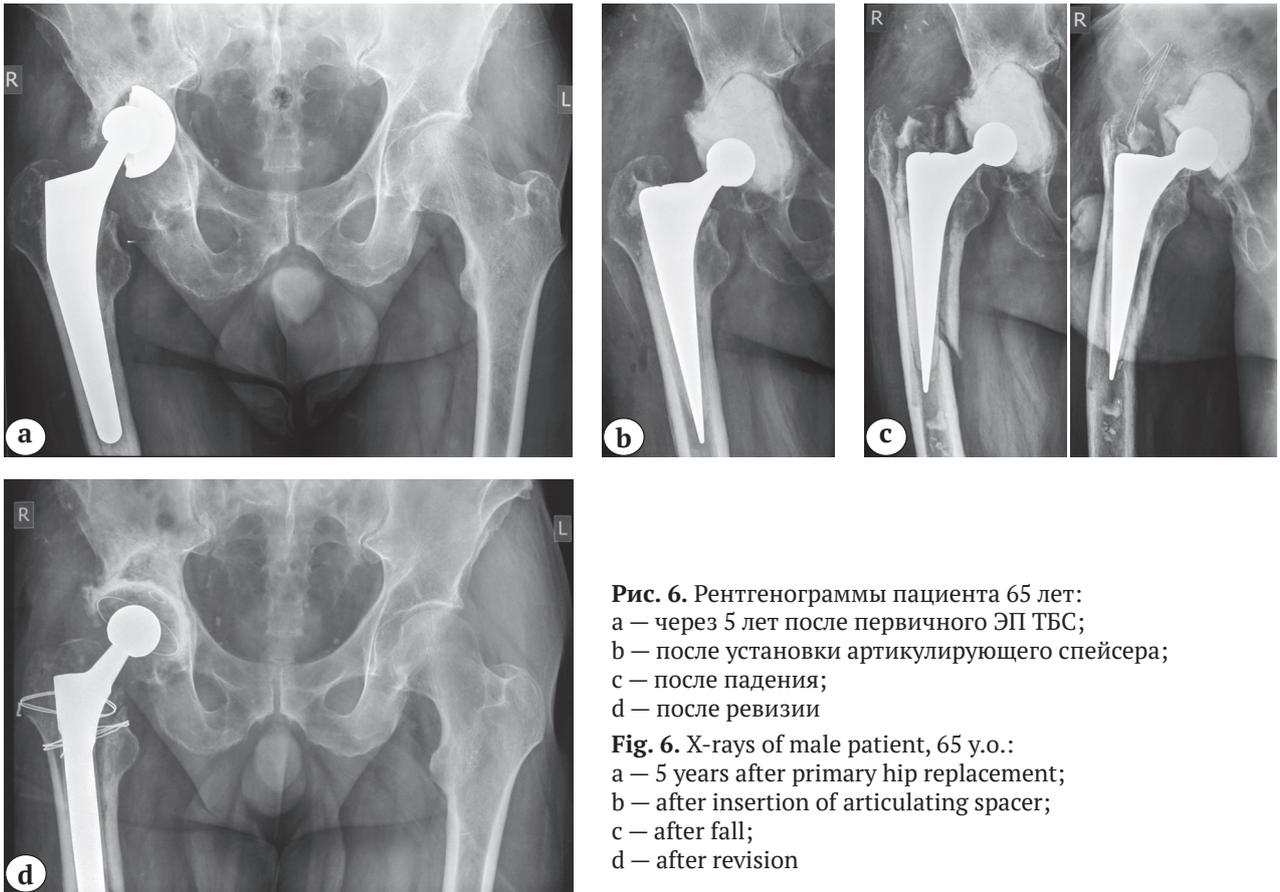


Рис. 6. Рентгенограммы пациента 65 лет:
 а – через 5 лет после первичного ЭП ТБС;
 б – после установки артикулирующего спейсера;
 с – после падения;
 д – после ревизии

Fig. 6. X-rays of male patient, 65 y.o.:
 а – 5 years after primary hip replacement;
 б – after insertion of articulating spacer;
 с – after fall;
 д – after revision

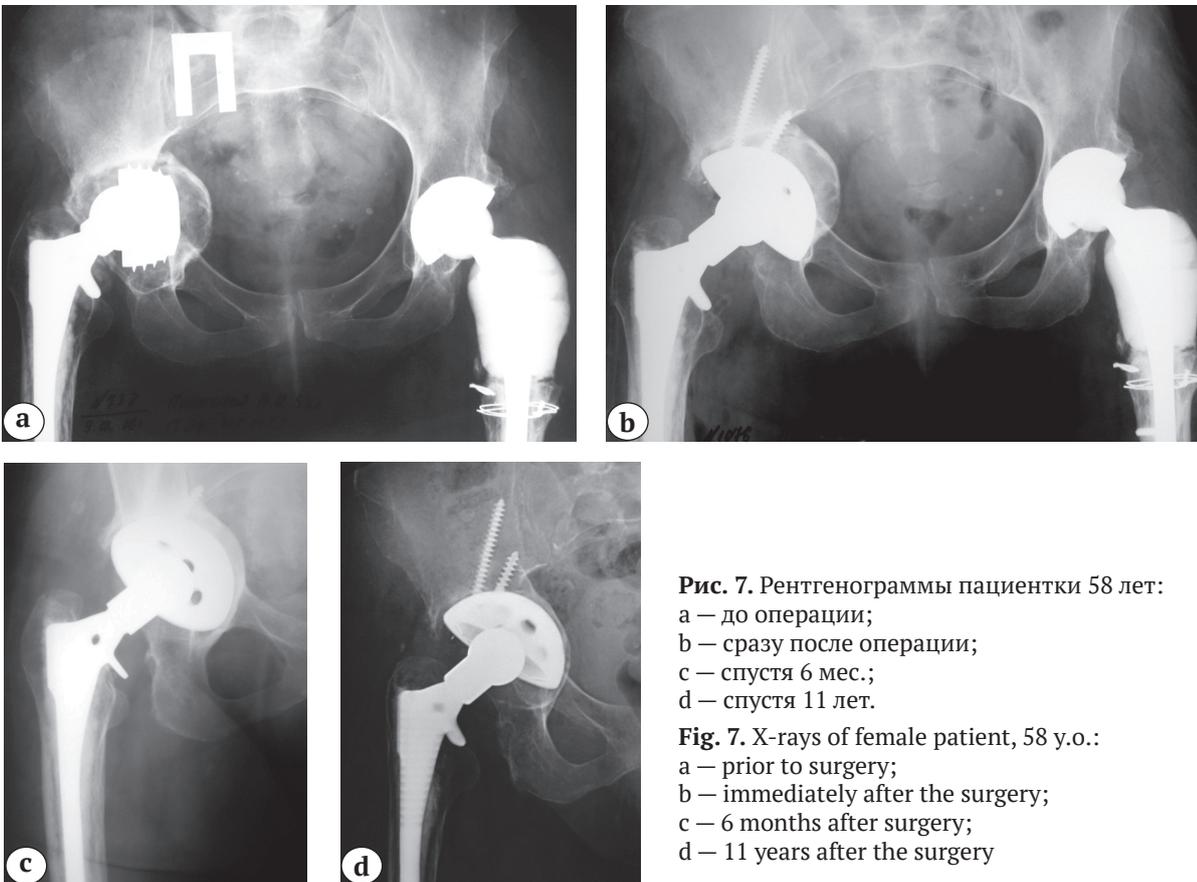


Рис. 7. Рентгенограммы пациентки 58 лет:
 а – до операции;
 б – сразу после операции;
 с – спустя 6 мес.;
 д – спустя 11 лет.

Fig. 7. X-rays of female patient, 58 y.o.:
 а – prior to surgery;
 б – immediately after the surgery;
 с – 6 months after surgery;
 д – 11 years after the surgery

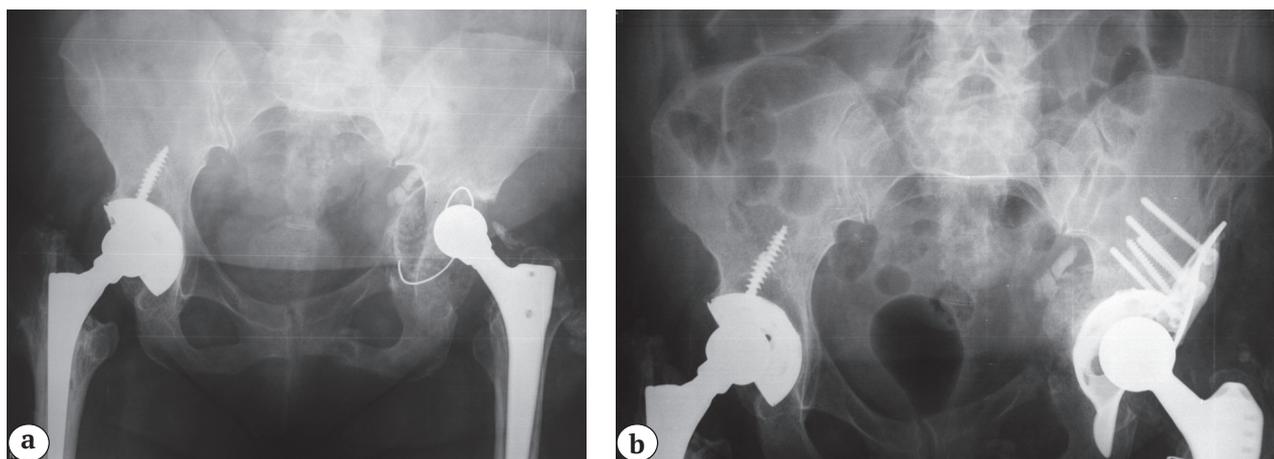


Рис. 8. Рентгенограммы пациентки 52 лет с дефектом IIc типа: а — при поступлении; б — после ревизии
Fig. 8. X-rays of female patient, 52 y.o.: with IIc type of defect: a — at admission; b — after revision

Когда мы говорим о дефекте типа IIIa, то понимаем, что речь идет о т.н. «up-and-out» дефекте, суть которого состоит в разрушении верхне-латерального отдела вертлужной впадины при минимальном повреждении передней колонны и дна вертлужной впадины, а значит, речь, скорее всего, пойдет о применении специальных аугментов или конструкций, обеспечивающих создание опоры для чашки в верхне-латеральном отделе. Однако IIIa дефект — крайне гетерогенная группа пациентов, и разделение дефектов на ограниченный/неограниченный или кавитарный/сегментарный сделает применяемые технологии более сравнимыми. На рисунке 9 у всех пациентов имеются рентгенологические признаки, характерные для IIIa дефекта, однако в случае ограниченного или кавитарного дефектов достаточно установки обычной высокопористой чашки (рис. 9 а). В более сложных случаях, при неограниченных или сегментарных дефектах, обязательным является применение аугментов (рис. 9 б) или индивидуальных имплантатов (рис. 9 в).

Когда мы говорим о дефектах IIIb типа, это значит, что зона остеолита и разрушение вертлужной впадины затронули, прежде всего, верхнюю, медиальную стенку и переднюю колонну с очень ограниченным сохранением материнской кости. Это, пожалуй, наиболее сложный для хирургии дефект вертлужной впадины, если не брать во внимание нарушение целостности тазового кольца. Однако возможное уточнение этого типа дефекта по объему поражения костной ткани и опорности внутренней стенки, несомненно, детализирует поражение. На рисунке 10 у всех пациентов име-

ется т.н. тип поражения «up-and-inn». Но в связи с разным объемом разрушения костной ткани применялись и различные хирургические технологии. Можно ли между этими дефектами поставить знак равенства? Можно ли прогнозировать воспроизводимость и предсказывать отдаленные результаты? По всей видимости, нет.

Классификация Paprosky была предложена около 25 лет назад и все это время служила алгоритмом для принятия хирургических решений, основанных на анализе анатомических изменений по обзорной рентгенограмме таза. За это время в нашу практику прочно вошла компьютерная томография с возможностью металлоподавления и трехмерной реконструкцией изображения, что, с одной стороны, существенно расширило возможности визуализации вертлужной впадины, а с другой, — создало предпосылки для прототипирования дефектов и виртуального планирования операций, как для стандартных конструкций, так и, где это невозможно, индивидуальных имплантатов [49, 50]. Поэтому встает резонный вопрос: а нужна ли нам сегодня классификация Paprosky (или любая другая) для описания дефектов вертлужной впадины?

Согласно данным литературы, эта классификация сохранила свою актуальность и до сегодняшнего дня, хотя и не лишена недостатков. В отличие от других, эта классификация имеет достаточно четкую анатомическую привязку, при правильном восприятии и понимании которой хирург уже на основании обычной обзорной рентгенограммы таза может с достаточно большой точностью представить себе проблемы, с которыми он встретится в операционной.

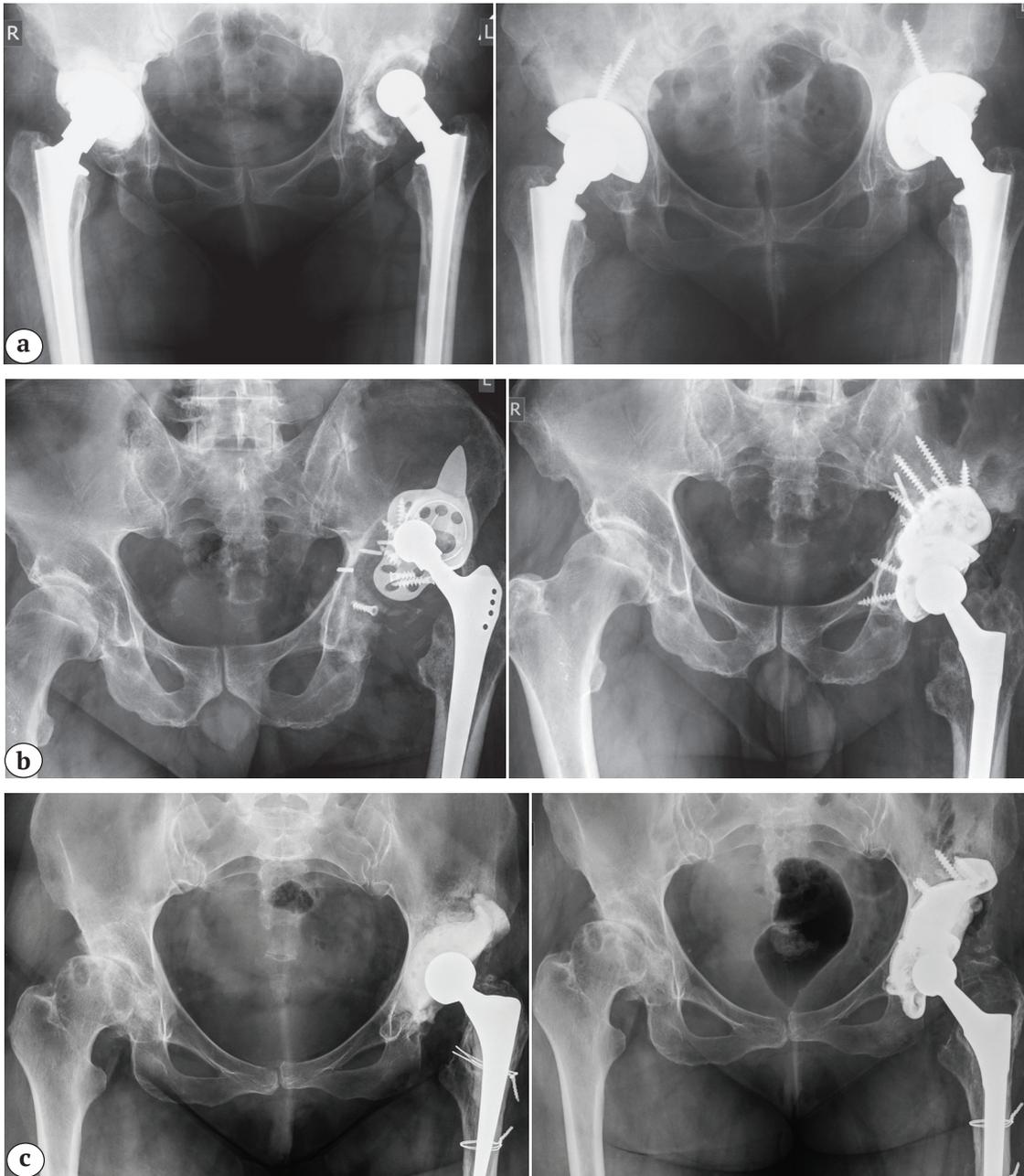


Рис. 9. Три клинических наблюдения пациентов с дефектом типа IIIa:

а — при ограниченном характере дефекта выполнена установка бесцементных полусферических чашек — рентгенограммы до ревизии и через восемь лет после нее, положение чашек нельзя признать оптимальным, но ограниченность дефекта, достаточно большая площадь контакта и бесцементная фиксация обеспечили хороший долгосрочный результат;

б — при неограниченном дефекте использованы полусферическая чашка и индивидуальный аугмент — рентгенограммы при поступлении и через 3 мес. после ревизии;

с — использование индивидуальной трехфланцевой конструкции — артикулирующий спейсер установлен по поводу перипротезной инфекции, рентгенологические признаки дефекта типа IIIa, размеры дефекта и его форма определили выбор в пользу индивидуально изготовленной конструкции

Fig. 9. Three clinical cases with IIIa type defect:

a — contained defect; cementless semi-spherical cups — X-rays prior to revision and 8 years after revision; cups positioning is not optimal but contained pattern of the defect, sufficient large contact area and cementless fixation provided good long term outcome;

b — non-contained defect; semi-spherical cut and customized augment — X-rays at admission and in 3 months after revision;

c — use of customized three-flanges implant — articulating spacer implanted due to periprosthetic infection, X-ray signs of IIIa type defect, side and shape of defect determined the choice of custom-made implant

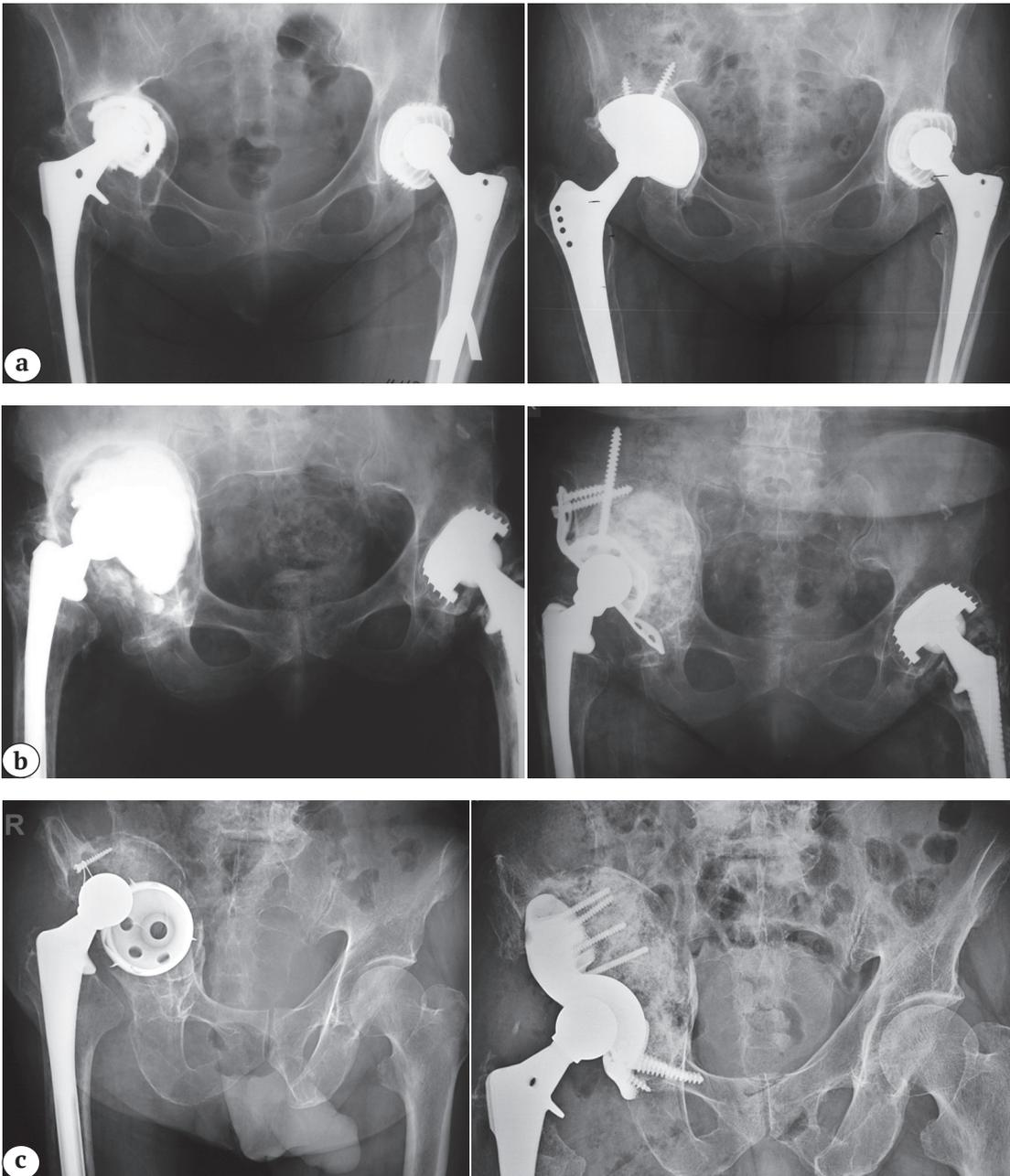


Рис. 10. Три клинических наблюдения пациентов с дефектом типа IIIb:

а — ограниченный дефект: костная пластика измельченными аллотрансплантатами, размер чашки 76 мм; через 3 года хорошо визуализируется небольшая миграция нижнего отдела чашки при хорошем уплотнении аллотрансплантатов и отсутствием признаков остеолиза вокруг чашки, клинических проявлений расшатывания нет;

б — также ограниченный дефект без нарушений целостности стенок, но большого размера, выполнена костная пластика с установкой антипротрузионного кейджа Burch-Schneider, спустя 8 лет после ревизии;

с — дефект очень больших размеров с нарушением целостности медиальной стенки, выполнена костная пластика с установкой индивидуально изготовленного имплантата, результат через 2 года

Fig. 10. Three clinical cases of patients with IIIb type defects:

a — contained defect: bone grafting by bone chips, cup of 76 mm; migration of inferior component of the cup is visualized 3 years postoperatively along with good compaction of allografts and no osteolysis around the cup, no clinical signs of loosening;

b — contained bigger size defect without damage of walls, bone grafting was used with anti-protrusion Burch-Schneider ring, 8 years after revision;

c — massive defect with loss of medial wall integrity, bone grafting with custom-made implant, outcome in 2 years postoperatively

Мы отдаем себе отчет, что сегодня размер и локализация перипротезного дефекта является не единственным вопросом, на который хотелось бы получить ответ. Не менее важно знать объем костного дефекта для планирования костной пластики, наличие и локализацию прерывистости стенки дефекта, предполагаемую площадь контакта имплантата с костью пациента, и наконец, качество перипротезной костной ткани, обеспечивающий достаточную первичную фиксацию самого имплантата и костных винтов, а затем остеоинтеграцию. Разумеется, дополнительные данные в виде высококачественных изображений компьютерной томографии существенно расширяют наши возможности. В последние годы мы имеем возможность значительно повысить качество получаемого изображения за счет внедрения новых программ по его очистке и получения виртуальной картины, максимально приближенной к реальной. Однако этот процесс требует высокой квалификации специалистов, так как необходим большой опыт для отделения костной ткани от множества артефактов (плотная рубцовая ткань, металлический дебрис, остатки костного цемента). В последние годы стали широко внедряться денситометрические показатели плотности костной ткани, которые, по задумке исследователей, должны отражать качество костной ткани. Однако не нужно забывать, что плотность кости и ее способность к регенерации и остеоинтеграции не являются синонимами. Кроме того, существует достаточно большая погрешность в измерении плотности костной ткани одних и тех же образцов на КТ-аппаратах различных производителей. Так, в исследовании F. Eggermont с соавторами было показано, что средняя разница между различными компьютерными томографами составляла 7% при оценке кортикальной кости, 6% — трабекулярной кости, 6% — при оценке минеральной плотности костной ткани и 12% — при измерении в кортикальной и трабекулярной зонах, а при выполнении реконструкции величина ошибки достигала 17% [51].

Таким образом, на сегодняшний день в доступных широкому кругу исследованиях ревизионного эндопротезирования наиболее используемой остается классификация Paprosky, которая в большинстве случаев позволяет определить тип дефекта, унифицирует оценку результатов и позволяет сравнивать различные технологии в более или менее однотипных ситуациях. Нужна ли нам новая классификация на основе 3D-моделирования? Думается, что в настоящий момент нет, так как это может привести к излишней детализации в описании дефектов, тогда как основные принципы ревизионной артропластики останутся неизменными. С другой стороны, некоторые существенные «добавки», на наш взгляд, были бы очень полезны-

ми, так как оптимизируют выбор техники операции и позволяют более точно ее планировать. Речь идет о дополнительной характеристике дефектов на основе таких понятий, как ограниченный/неограниченный дефект и *pelvis discontinuity*. Или, может быть, целесообразно использовать две классификации по аналогии с оценкой функциональных результатов, когда становится недостаточно одной шкалы (например, Harris Hip Score) и добавляют какой-либо пациентский опросник (Oxford Hip Score или WOMAC). Конечно, остается нерешенным вопрос об объеме поражения костной ткани. На представленных выше рентгенограммах при одной и той же градации по классификации отмечается существенная разница в объеме дефекта костной ткани, а значит и хирургическая тактика, и вероятность неблагоприятных результатов ревизионных операций, скорее всего, будут различными. Все более активное внедрение современных методов визуализации и прототипирования существенно расширили наши представления о дефектах вертлужной впадины, сделали возможной персонификацию выбора имплантатов, но принципы, разработанные в последние четверть века, остаются важными для понимания сущности анатомических изменений. Соответственно, использование классификации Paprosky остается актуальным на сегодняшний день, поскольку она позволяет хирургам разговаривать на одном языке и в значительной степени определяться с выбором хирургической тактики. Вероятно, дальнейшее развитие цифровых технологий в обозримой перспективе расширит наши возможности не только в отношении визуализации дефекта, но и в понимании жизнеспособности материнской кости, и, возможно, тогда нам понадобится новая классификация, основанная на совершенно новых принципах.

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

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература [References]

1. Мурылев В.Ю., Куковенко Г.А., Елизаров П.М., Иваненко Л.Р., Сорокина Г.Л., Рукин Я.А., Алексеев С.С., Германов В.Г. Алгоритм первого этапа лечения поздней глубокой перипротезной инфекции тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(4):95-104. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104. Murylev V.Y., Kukovenko G.A., Elizarov P.M., Ivanenko L.R., Sorokina G.L., Rukin Y.A., Alekseev S.S., Germanov V.G. The first-stage treatment algorithm for deep infected total hip arthroplasty.

- Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(4):95-104. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-4-95-104.
2. Садовой М.А., Павлов В.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З., Ефименко М.Ф., Аронов А.М., Панченко А.А. Возможности 3D-визуализации дефектов вертлужной впадины на этапе предоперационного планирования первичного и ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(3):37-42. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-3-37-42. Sadovoy M.A., Pavlov V.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z., Efimenko M.V., Aronov A.M., Panchenko A.A. Potentialities of 3D-visualization in preoperative planning of primary and revision total hip arthroplasty. *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(3):37-42. (In Russ.) DOI: 10.32414/0869-8678-2017-3-37-42.
 3. Bozic K.J., Kamath A.F., Ong K., Lau E., Kurtz S., Chan V. et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2131-2138. DOI: 10.1007/s11999-014-4078-8.
 4. Yoon P.W., Lee Y.K., Ahn J., Jang E.J., Kim Y., Kwak H.S. et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011. *J Korean Med Sci*. 2014;29(6):852-858. DOI: 10.3346/jkms.2014.29.6.852.
 5. Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., Thomas M., Bigart K.C., Mont M.A., Delanois R.E. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty*. 2017;32(7):2088-2092. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.046.
 6. Patel A., Pavlou G., Mujica-Mota R.E., Toms A.D. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset. *Bone Joint J*. 2015; 97-B(8):1076-1081. DOI: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
 7. Kasch R., Assmann G., Merk S., Barz T., Melloh M., Hofer A. et al. Economic analysis of two-stage septic revision after total hip arthroplasty: What are the relevant costs for the hospital's orthopedic department? *BMC Musculoskelet Disord*. 2016;17:112. DOI: 10.1186/s12891-016-0962-6.
 8. Koenig L., Feng C., He F., Nguyen J.T. The effects of revision total hip arthroplasty on medicare spending and beneficiary outcomes: implications for the comprehensive care for joint replacement model. *J Arthroplasty*. 2018;33(9):2764-2769.e2. DOI: 10.1016/j.arth.2018.05.008.
 9. Kurtz S.M., Lau E.C., Ong K.L., Adler E.M., Kolisek F.R., Manley M.T. Which clinical and patient factors influence the national economic burden of hospital readmissions after total joint arthroplasty? *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(12):2926-2937. DOI: 10.1007/s11999-017-5244-6.
 10. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Бильк С.С. Структура ранних ревизионных эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(2):5-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. The structure of early revisions after hip replacement. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2014;(2): 5-13. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
 11. Badarudeen S., Shu A.C., Ong K.L., Baykal D., Lau E., Malkani A.L. Complications after revision total hip arthroplasty in the medicare population. *J Arthroplasty*. 2017;32(6):1954-1958. DOI: 10.1016/j.arth.2017.01.037.
 12. Khatod M., Cafri G., Inacio M.C., Schepps A.L., Paxton E.W., Bini S.A. Revision total hip arthroplasty: factors associated with re-revision surgery. *J Bone Joint Surg Am*. 2015;97(5):359-366. DOI: 10.2106/JBJS.N.00073.
 13. Nichols C.I., Vose J.G. Clinical outcomes and costs within 90 days of primary or revision total joint arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016;31(7):1400-1406.e3. DOI: 10.1016/j.arth.2016.01.022.
 14. Jafari S.M., Coyle C., Mortazavi S.M., Sharkey P.F., Parvizi J. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(8):2046-2051. DOI: 10.1007/s11999-010-1251-6.
 15. Sheridan G.A., Kelly R.M., McDonnell S.M., Walsh F., O'Byrne J.M., Kenny P.J. Primary total hip arthroplasty: registry data for fixation methods and bearing options at a minimum of 10 years. *Ir J Med Sci*. 2018 Dec 17. DOI: 10.1007/s11845-018-1948-1. [Epub ahead of print].
 16. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб., 2014. Т. 1, Гл. 7. С. 221-256. Guide to hip surgery. Ed. by R.M. Tikhilov, I.I. Shubnyakov. SPb, 2014. Vol.1, Ch.7. pp. 221-257.
 17. Павлов В.В., Кирилова И.В., Ефименко М.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З. Двухэтапное ревизионное протезирование тазобедренного сустава при обширном дефекте костной ткани вертлужной впадины (случай из практики). *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):125-133. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133. Pavlov V.V., Kirilova I.A., Efimenko M.V., Bazlov V.A., Mamuladze T.Z. Two-stage revision hip replacement patients with severe acetabulum defect (case report). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia] 2017;23(4):125-133. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-125-133.
 18. Campbell D.G., Garbuz D.S., Masri B.A., Duncan C.P. Reliability of acetabular bone defect classification systems in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2001;16(1):83-86.
 19. Jenkins D.R., Odland A.N., Sierra R.J., Hanssen A.D., Lewallen D.G. Minimum five-year outcomes with porous tantalum acetabular cup and augment construct in complex revision total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2017;99(10):e49. DOI: 10.2106/JBJS.16.00125.
 20. Kavalerskiy G.M., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Elizarov P.M., Lychagin A.V., Tselisheva E.Y. Three-dimensional models in planning of revision hip arthroplasty with complex acetabular defects. *Indian J Orthop*. 2018;52(6):625-630. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho_556_16.
 21. Pierannunzii L., Zagra L. Bone grafts, bone graft extenders, substitutes and enhancers for acetabular reconstruction in revision total hip arthroplasty. *EFORT Open Rev*. 2017;1(12):431-439. DOI: 10.1302/2058-5241.160025.
 22. Gross A.E., Allan D.G., Catre M., Garbuz D.S., Stockley I. Bone grafts in hip replacement surgery. The pelvic side. *Orthop Clin North Am*. 1993;24(4):679-695.
 23. Parry M.C., Whitehouse M.R., Mehendale S.A., Smith L.K., Webb J.C., Spencer R.F., Blom A.W. A comparison of the validity and reliability of established bone stock loss classification systems and the proposal of a novel classification system. *Hip Int*. 2010;20(1):50-55.
 24. Paprosky W.G., Perona P.G., Lawrence J.M. Acetabular defect classification and surgical reconstruction in

- revision arthroplasty. A 6-year follow-up evaluation. *J Arthroplasty*. 1994;9(1):33-44.
25. D'Antonio J.A., Capello W.N., Borden L.S., Bargar W.L., Bierbaum B.F., Boettcher W.G. et al. Classification and management of acetabular abnormalities in total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 1989;(243):126-137.
 26. Saleh K.J., Holtzman J., Gafni ASaleh L., Jaroszynski G., Wong P., Woodgate I. et al. Development, test reliability and validation of a classification for revision hip arthroplasty. *J Orthop Res*. 2001;19(1):50-56.
 27. Ahmad A.Q., Schwarzkopf R. Clinical evaluation and surgical options in acetabular reconstruction: A literature review. *J Orthop*. 2015;12(Suppl2):S238-243. DOI: 10.1016/j.jor.2015.10.011.
 28. Amirouche F., Solitro G.F., Walia A., Gonzalez M., Bobko A. Segmental acetabular rim defects, bone loss, oversizing, and press fit cup in total hip arthroplasty evaluated with a probabilistic finite element analysis. *Int Orthop*. 2017;41(8):1527-1533. DOI: 10.1007/s00264-016-3369-y.
 29. Baauw M., van Hooff M.L., Spruit M. Current construct options for revision of large acetabular defects: a systematic review. *JBJS Rev*. 2016;4(11). pii: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119. DOI: 10.2106/JBJS.RVW.15.00119.
 30. Lee J.M., Kim T.H. Acetabular Cup Revision Arthroplasty Using Morselized Impaction Allograft. *Hip Pelvis*. 2018;30(2):65-77. DOI: 10.5371/hp.2018.30.2.65.
 31. Horas K., Arnholdt J., Steinert A.F., Hoberg M., Rudert M., Holzapfel B.M. Acetabular defect classification in times of 3D imaging and patient-specific treatment protocols. *Orthopade*. 2017;46(2):168-178. DOI: 10.1007/s00132-016-3378-y.
 32. Mäkinen T.J., Kuzyk P., Safir O.A., Backstein D., Gross A.E. Role of cages in revision arthroplasty of the acetabulum. *J Bone Joint Surg Am*. 2016;98(3):233-242. DOI: 10.2106/JBJS.O.00143.
 33. Wassilew G.I., Janz V., Perka C., Müller M. [Treatment of acetabular defects with the trabecular metal revision system]. *Orthopade*. 2017;46(2):148-157. (In German). DOI: 10.1007/s00132-016-3381-3.
 34. Gustilo R.B., Pasternak H.S. Revision total hip arthroplasty with titanium ingrowth prosthesis and bone grafting for failed cemented femoral component loosening. *Clin Orthop Relat Res*. 1988;(235):111-119.
 35. Sheth N.P., Melnic C.M., Paprosky W.G. Acetabular distraction: an alternative for severe acetabular bone loss and chronic pelvic discontinuity. *Bone Joint J*. 2014;96-B(11 Supple A):36-42. DOI: 10.1302/0301-620X.96B11.34455.
 36. Sheth N.P., Nelson C.L., Springer B.D., Fehring T.K., Paprosky W.G. Acetabular bone loss in revision total hip arthroplasty: evaluation and management. *J Am Acad Orthop Surg*. 2013;21(3):128-139. DOI: 10.5435/JAAOS-21-03-128.
 37. Bettin D., Katthagen B.D. [The German Society of Orthopedics and Traumatology classification of bone defects in total hip endoprostheses revision operations]. *Z Orthop Ihre Grenzgeb*. 1997;135(4):281-284. (In German). DOI: 10.1055/s-2008-1039389.
 38. Koob S., Scheidt S., Randau T.M., Gathen M., Wimmer M.D., Wirtz D.C., Gravius S. [Biological downsizing: Acetabular defect reconstruction in revision total hip arthroplasty]. *Orthopade*. 2017;46(2):158-167. (In German). DOI: 10.1007/s00132-16-3379-x.
 39. Telleria J.J., Gee A.O. Classifications in brief: Paprosky classification of acetabular bone loss. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(11):3725-3730. DOI: 10.1007/s11999-013-3264-4.
 40. Yu R., Hofstaetter J.G., Sullivan T., Costi K., Howie D.W., Solomon L.B. Validity and reliability of the Paprosky acetabular defect classification. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(7):2259-2265. DOI: 10.1007/s11999-013-2844-7.
 41. Jerosch J., Steinbeck J., Fuchs S., Kirchoff C. [Radiologic evaluation of acetabular defects on acetabular loosening of hip alloarthroplasty]. *Unfallchirurg*. 1996;99(10):727-733. (In German).
 42. Gozzard C., Blom A., Taylor A., Smith E., Learmonth I. A comparison of the reliability and validity of bone stock loss classification systems used for revision hip surgery. *J Arthroplasty*. 2003;18(5):638-642.
 43. Claus A.M., Engh C.A. Jr, Sychterz C.J., Xenos J.S., Orishimo K.F., Engh C.A. Sr. Radiographic definition of pelvic osteolysis following total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 2003;85-A(8):1519-1526.
 44. Safir O., Lin C., Kosashvili Y., Mayne I.P., Gross A.E., Backstein D. Limitations of conventional radiographs in the assessment of acetabular defects following total hip arthroplasty. *Can J Surg*. 2012;55(6):401-407. DOI: 10.1503/cjs.000511.
 45. Paprosky W.G., O'Rourke M., Sporer S.M. The treatment of acetabular bone defects with an associated pelvic discontinuity. *Clin Orthop Relat Res*. 2005;441:216-220.
 46. Sheth N.P., Melnic C.M., Brown N., Sporer S.M., Paprosky W.G. Two-centre radiological survivorship of acetabular distraction technique for treatment of chronic pelvic discontinuity. *Bone Joint J*. 2018;100-B(7):909-914. DOI: 10.1302/0301-620X.100B7.BJJ-2017-1551.R1.
 47. Liu B., Gao Y.H., Ding L., Li S.Q., Liu J.G., Qi X. Computed Tomographic Evaluation of Bone Stock in Patients With Crowe Type III Developmental Dysplasia of the Hip: Implications for Guiding Acetabular Component Placement Using the High Hip Center Technique. *J Arthroplasty*. 2018;33(3):915-918. DOI: 10.1016/j.arth.2017.10.021.
 48. Chen M., Luo Z.L., Wu K.R., Zhang X.Q., Ling X.D., Shang X.F. Cementless Total Hip Arthroplasty With a High Hip Center for Hartofilakidis Type B Developmental Dysplasia of the Hip: Results of Midterm Follow-Up. *J Arthroplasty*. 2016;31(5):1027-1034. DOI: 10.1016/j.arth.2015.11.009.
 49. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., Шубняков И.И., Черкасов М.А., Денисов А.О. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(4): 31-37. DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37. Kovalenko A.N., Tikhilov R.M., Bilyk S.S., Shubnyakov I.I., Cherkasov M.A., Denisov A.O. Positioning of custom-made acetabular components at revision hip arthroplasty: do they really match as "a key and a lock"? *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(4): 31-37. (In Russ.). DOI: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37.
 50. Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4): 101-111. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Y.S., Gorbatov R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. Custom tri-flange acetabular components in revision hip replacement (experience review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):101-111. (In Russ.) DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.

51. Eggermont F., Derikx L.C., Free J., van Leeuwen R., van der Linden Y.M., Verdonchot N., Tanck E. Effect of different CT scanners and settings on femoral failure

loads calculated by finite element models. *J Orthop Res.* 2018 Mar 6. DOI: 10.1002/jor.23890. [Epub ahead of print].

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Тихилов Рашид Муртузалиевич — д-р мед. наук, профессор, директор ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России; профессор кафедры травматологии и ортопедии ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

Шубняков Игорь Иванович — д-р мед. наук, главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

Денисов Алексей Олегович — канд. мед. наук, ученый секретарь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Rashid M. Tikhilov — Dr. Sci. (Med.), professor, director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor of Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

Igor I. Shubnyakov — Dr. Sci. (Med.), chief researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

Alexei O. Denisov — Cand. Sci. (Med), academic secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation