

Определение деформации вертлужной впадины при предоперационном планировании эндопротезирования тазобедренного сустава

Д.В. Мартыненко, В.П. Волошин, Л.А. Шерман, К.В. Шевырев,
С.А. Ошкуков, Е.В. Степанов

ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского»,
Москва, Россия

Реферат

Цель исследования — усовершенствовать методику двумерного планирования тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в части планирования размещения вертлужного компонента в деформированной вертлужной впадине, а также определить место усовершенствованного метода в практике эндопротезирования. **Материал и методы.** Особенности рентгеновской анатомии вертлужной впадины и ее заполнения изучали на 1058 рентгенограммах тазобедренного сустава в прямой проекции по разработанной нами методике определения вертлужного квадрата — места стандартного расположения в вертлужной впадине сферической головки бедренной кости или полусферического вертлужного компонента. Методика состояла в определении вершины «фигуры слезы»; наиболее латеральных точек терминальной линии таза и крыши вертлужной впадины; верхней точки полости вертлужной впадины; медиальной и нижней точек вертлужного заполнения и построении сторон вертлужного квадрата — медиальной, нижней, латеральной и верхней ограничивающих линий. Соединение вершины «фигуры слезы» и латеральной точки терминальной линии таза формировало медиальную сторону вертлужного квадрата, перпендикуляр к ней, проведенный через вершину «фигуры слезы» его нижнюю сторону. Латеральная сторона проводилась либо через точку пересечения восходящей диагональной линии — биссектрисы из вершины «фигуры слезы» с контуром крыши вертлужной впадины, либо являлась частью проекции наиболее латеральной точки крыши вертлужной впадины на нижнюю сторону квадрата. Верхняя сторона являлась перпендикуляром, соединяющим точку пересечения восходящей диагональной и латеральной ограничивающей линий с медиальной стороной вертлужного квадрата. Область деформированной вертлужной полости за пределами вертлужного квадрата оценивалась как дефект вертлужной впадины. **Результаты.** Применение методики определения вертлужного квадрата позволило выделить типы отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения в поперечном (9 типов) и продольном (7 типов) направлениях. Сочетание типа поперечного отношения вертлужной полости и вертлужного заполнения с продольным типом дало возможность определить варианты вертлужной деформации в двухмерном представлении. В работе определено 25 вариантов вертлужных деформаций. Среди анатомических особенностей наибольшее значение имели костные дефекты стенок вертлужной впадины. Краниальный дефект вертлужной впадины отмечен в 450 наблюдениях, дефект ее медиальной стенки — 38 наблюдениях, дефект, включающий краниальные и медиальные отделы, в 7 наблюдениях. **Заключение.** Предлагаемая методика определения вертлужного квадрата и вариантов вертлужных деформаций позволяет провести скрининг анатомических особенностей вертлужной впадины при двумерном предоперационном планировании и принять обоснованное решение о привлечении других методов планирования. Выявленный вариант вертлужной деформации при предоперационном планировании позволяет выработать показания к замещению ацетабулярных костных дефектов и/или резекционному моделированию ацетабулярных остеофитов.

Ключевые слова: деформация вертлужной впадины, рентгеновская анатомия, предоперационное планирование, вертлужный квадрат, регистр эндопротезирования.

Мартыненко Д.В., Волошин В.П., Шерман Л.А., Шевырев К.В., Ошкуков С.А., Степанов Е.В. Определение деформации вертлужной впадины при предоперационном планировании эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):153-164. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-153-164.

Cite as: Martynenko D.V., Voloshin V.P., Sherman L.A., Shevyrev K.V., Oshukov S.A., Stepanov E.V. [Assessment of Acetabulum Deformity During Preoperative Planning for Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(3):153-164. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-153-164.

✉ Мартыненко Дмитрий Владимирович / Dmitry V. Martynenko; e-mail: ant0708@yandex.ru

Рукопись поступила/Received: 26.03.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 08.08.2019.

Assessment of Acetabulum Deformity During Preoperative Planning for Hip Arthroplasty

D.V. Martynenko, V.P. Voloshin, L.A. Sherman, K.V. Shevyrev, S.A. Oshkukov, E.V. Stepanov

Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI),
Moscow, Russian Federation

Abstract

Purpose of the study — to improve the two-dimensional planning of total hip joint arthroplasty to ensure precise positioning of the acetabular component in the deformed acetabulum. **Materials and methods.** Features of roentgenological anatomy of acetabulum and its coverage were studied on 1058 hip joint X-rays in the AP view in accordance with the procedure developed by the authors to define acetabular square — the site of standard positioning of a spherical femoral head in the acetabulum or of a hemispherical acetabular component. The method consisted of identifying the apex of “teardrop” figure; the most lateral points of the pelvic terminal line and roof of the acetabulum; superior part of the acetabular cavity; medial and inferior points of acetabular coverage, and building the sides of acetabular square — medial, inferior, lateral and superior boundary lines. Connection of “teardrop” apex and lateral point of the pelvic terminal line formed the medial side of acetabular square, and a perpendicular to that line drawn through the “teardrop” apex to its inferior side. The lateral side was drawn either through the intersection of the ascending diagonal line — bisector from the top of the “teardrop” figure with the contour of the acetabulum roof, or was a part of the projection of the most lateral point of the acetabular roof on the inferior side of the square. The superior side was a perpendicular connecting the intersection of the ascending diagonal and lateral bounding lines with the medial side of the acetabular square. The area of the deformed acetabular cavity located outside of the acetabular square was assessed as the acetabular defect. **Results.** Method of defining the acetabular square allowed to identify types of ratios between acetabular cavity and acetabular coverage in transverse (9 types) and longitudinal (7 types) direction. Combination of transverse ratio of acetabular cavity and coverage with longitudinal type allowed to define the options of acetabular deformities in two-dimensional view. The authors identified 25 types of acetabular deformities. Bone defects of acetabular walls were of the major importance among all anatomical features. Cranial defect of acetabulum was observed in 450 cases, medial wall defect — in 38 cases, defect including cranial and medial areas — in 7 cases. **Conclusion.** The method suggested by the authors to determine acetabular square and acetabular deformity variations allows to screen the anatomical features of the acetabulum during two-dimensional preoperative planning and to make an informed decision on the need to use other planning techniques. The type of acetabular deformity identified during preoperative planning allows to elaborate the indications for replacement of acetabular bone defects and/or resection of acetabular osteophytes.

Keywords: acetabulum deformity, X-ray anatomy, preoperative planning, acetabular square, arthroplasty register.

Введение

Деформация вертлужной впадины — распространенное проявление заболеваний и травм тазобедренного сустава. Она характеризуется наличием дефектов стенок вертлужной впадины и (или) костными разрастаниями — остеофитами. Деформированная вертлужная впадина затрудняет интраоперационную ориентацию вертлужного компонента тотального эндопротеза тазобедренного сустава, а наличие выраженных дефектов уменьшает возможности фиксации имплантата [1, 2, 3]. Чем значительнее анатомические изменения вертлужной впадины, тем чаще для оптимизации фиксации требуется нестандартное размещение вертлужного компонента [4, 5, 6, 7, 8], приводящее к малопрогнозируемым изменениям биомеханики [9, 10, 11].

Предоперационное планирование тотального эндопротезирования в рутинной клинической практике проводится с использованием рентгенограмм тазобедренных суставов, выполненных в прямой проекции. Данная проекция хорошо изучена, стандартизирована и потому наиболее информативна как для предоперационного планирования, так и для оценки результатов эндопротезирования [12, 13].

Оценка рентгеноанатомических изменений вертлужной впадины — важная составляющая предоперационного планирования эндопротезирования тазобедренного сустава, однако методика определения области размещения вертлужного компонента в деформированной вертлужной впадине разработана недостаточно. Известная методика построения треугольника Ranavat [14, 15, 16]

имеет недостатки, не позволяющие в ряде случаев адекватно оценить конкретную рентгеноанатомическую ситуацию. Это связано с тем, что данное построение не учитывает изменения, вызванные статическим наклоном таза в сагиттальной плоскости [17]; не в полной мере учитывает антропометрические особенности больного; не привязано к конкретным рентгеноанатомическим параметрам вертлужной впадины.

Цель исследования — попытка усовершенствовать методику двумерного планирования тотального эндопротезирования тазобедренного сустава в части планирования размещения вертлужного компонента в деформированной вертлужной впадине, а также определить место усовершенствованного метода в практике эндопротезирования.

Материал и методы

В работе изучены особенности рентгеновской анатомии вертлужной впадины и ее заполнения на 1058 прямых рентгенограммах тазобедренного сустава.

На прямых рентгенограммах тазобедренных суставов мы оценивали зону контакта суставных поверхностей тазовой и бедренной костей. Для рентгенологической оценки контуров вертлужной впадины определяли следующие рентгеноанатомические ориентиры (рис. 1): верхушку «фигуры слезы» или «капли» [14]; наиболее латеральную точку терминальной линии таза; наиболее латеральную точку крыши вертлужной впадины; верхнюю точку полости вертлужной впадины; медиальную и нижнюю точки вертлужного заполнения.

На основании рентгеноанатомических ориентиров осуществляли следующие построения (рис. 2): через верхушку «фигуры слезы» и латеральную точку терминальной линии таза проводили медиальную ограничивающую линию, к которой через верхушку «фигуры слезы» восстанавливали перпендикуляр — нижнюю ограничивающую линию. Из угла, образованного пересечением двух названных линий, вверх и латерально проводили биссектрису — восходящую диагональную линию.

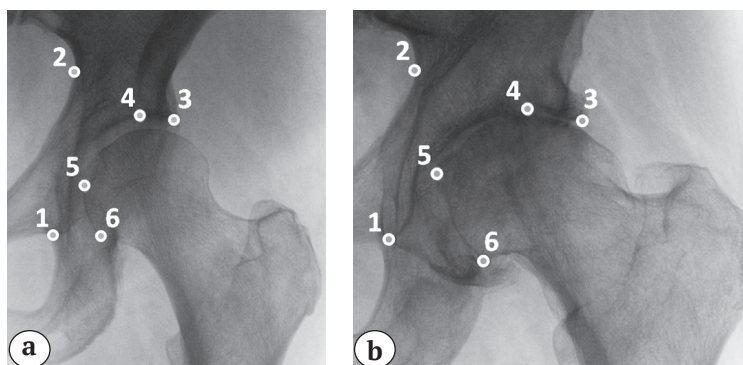


Рис. 1. Рентгенограммы диспластического тазобедренного сустава (а) и тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом (б): 1 — верхушка «фигуры слезы» вертлужной впадины; 2 — латеральная точка терминальной линии; 3 — латеральная точка крыши вертлужной впадины; 4 — верхняя точка полости вертлужной впадины; 5 — медиальная точка вертлужного заполнения; 6 — нижняя точка вертлужного заполнения

Fig. 1. X-rays of dysplastic hip joint (a) and hip osteoarthritis (b): 1 — apex of “tear drop” of acetabulum; 2 — lateral point of terminal line; 3 — lateral point of acetabular roof; 4 — superior point of acetabular cavity; 5 — medial point of acetabular coverage; 6 — inferior point of acetabular coverage

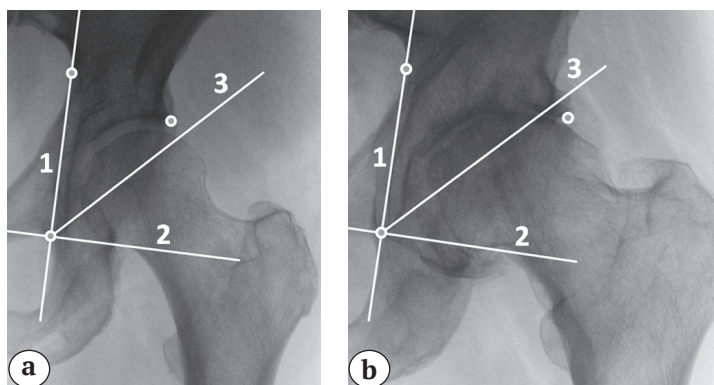


Рис. 2. Рентгенограммы диспластического тазобедренного сустава (а) и тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом (б): 1 — медиальная ограничивающая линия; 2 — нижняя ограничивающая линия; 3 — восходящая диагональная линия

Fig. 2. X-rays of dysplastic hip joint (a) and hip osteoarthritis (b): 1 — medial border line; 2 — inferior border line; 3 — ascending diagonal line

Через точку пересечения восходящей диагональной линии с контуром крыши вертлужной впадины проводили параллельную медиальной ограничивающей линии — латеральную ограничивающую линию (рис. 3а). Если восходящая диагональная линия не пересекала контур крыши вертлужной впадины, латеральная ограничивающая линия проводилась через латеральную точку крыши вертлужной впадины (рис. 3б).

Через точку пересечения восходящей диагональной и латеральной ограничивающей линий проводили верхнюю ограничивающую линию, ориентированную параллельно нижней ограничивающей линии (рис. 4).

В результате построений получали вертлужный квадрат — геометрическую фигуру, образованную пересечением медиальной, нижней, латеральной и верхней ограничивающих линий.

С помощью описанных построений были определены направления, в которых проводилась оценка контуров вертлужной впадины. Продольное направление соответствовало медиальной и латеральной ограничивающим линиям. Поперечное направление соответствовало нижней и верхней ограничивающим линиям.

Вертлужный квадрат использовали для характеристики той части изображения вертлужной впадины, в которую возможно вписать максимальный полукруглый контур головки бедренной кости или вертлужного компонента, наклон кото-

рого параллелен восходящей диагональной линии (рис. 5).

В норме вертлужная впадина имеет полусферическую форму, вмещающую сферическую головку бедренной кости. Наличие деформации вертлужной впадины нарушает ее исходную симметрию, часто объем вертлужной полости становится больше объема вмещаемой сферической головки. Таким образом, объем вертлужной полости разделяется на две части: часть, способную вместить сферу, и добавочную часть. Использование вертлужного квадрата позволило нам на прямых рентгенограммах тазобедренного сустава определить место стандартного расположения сферической головки бедренной кости или полусферического вертлужного компонента и оценить добавочный объем деформированной вертлужной впадины — ее дефект.

Изменение заполнения вертлужной полости при дегенеративно-дистрофических поражениях тазобедренного сустава, как правило, способствовало развитию деформации вертлужной впадины. Так, например, при латеральном смещении головки бедренной кости в ниже-медиальных отделах вертлужной впадины формировались остеофиты, изменяющие геометрию дна и нижних отделов впадины. Учитывая влияние заполнения вертлужной впадины на ее деформацию, в работе исследовали не только размеры вертлужной полости, но и размеры вертлужного заполнения.

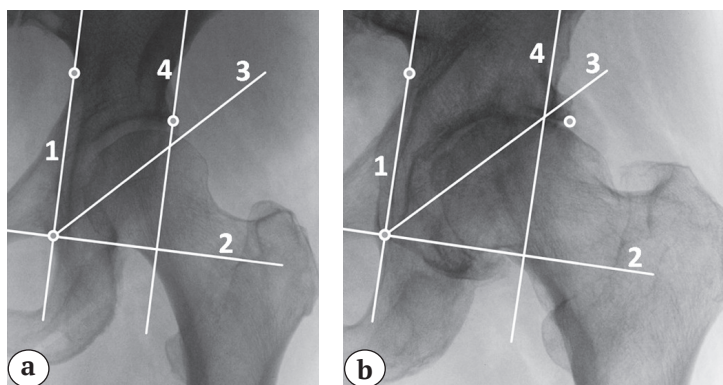


Рис. 3. Рентгенограммы диспластического тазобедренного сустава (а) и тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом (б): 1 — медиальная ограничивающая линия; 2 — нижняя ограничивающая линия; 3 — восходящая диагональная линия; 4 — латеральная ограничивающая линия

Fig. 3. X-rays of dysplastic hip joint (a) and hip joint with deforming arthrosis (b): 1 — medial border line; 2 — inferior border line; 3 — ascending diagonal line; 4 — lateral border line

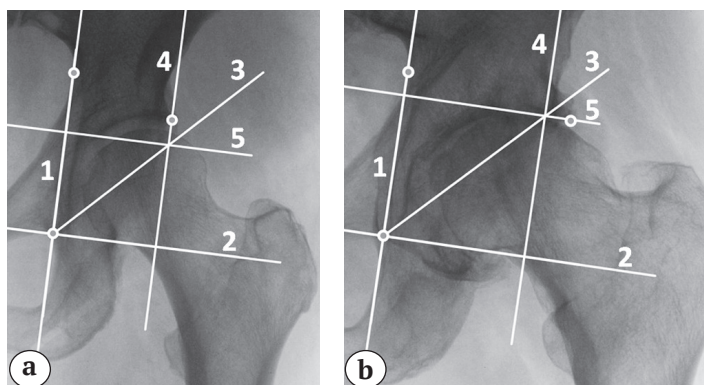


Рис. 4. Рентгенограммы диспластического тазобедренного сустава (а) и тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом (б): 1 — медиальная ограничивающая линия; 2 — нижняя ограничивающая линия; 3 — восходящая диагональная линия; 4 — латеральная ограничивающая линия; 5 — верхняя ограничивающая линия

Fig. 4. X-rays of dysplastic hip joint (a) and hiposteoarthritis (b): 1 — medial border line; 2 — inferior border line; 3 — ascending diagonal line; 4 — lateral border line; 5 — superior border line

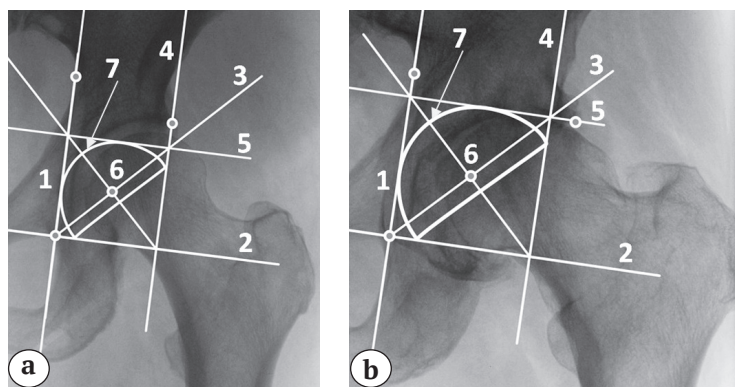


Рис. 5. Рентгенограммы диспластического тазобедренного сустава (а) и тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом (б):

1 — медиальная ограничивающая линия; 2 — нижняя ограничивающая линия;
3 — восходящая диагональная линия; 4 — латеральная ограничивающая линия;
5 — верхняя ограничивающая линия; 6 — центр вертлужного квадрата;
7 — контур вертлужного компонента, вписанный в вертлужный квадрат

Fig. 5. X-rays of dysplastic hip joint (a) and hip osteoarthritis (b):

1 — medial border line; 2 — inferior border line;
3 — ascending diagonal line; 4 — lateral border line; 5 — superior border line;
6 — center of acetabular square; 7 — contour of acetabular component inscribed into the acetabular square

Размеры вертлужной полости и вертлужного заполнения оценивали в продольном и поперечном направлениях.

Оценка размеров вертлужной полости и вертлужного заполнения в поперечном направлении основывалась на определении медиальной протяженности вертлужного заполнения, латеральной протяженности вертлужной полости и протяженности вертлужного квадрата (рис. 6). Под медиальной протяженностью вертлужного заполнения понимали расстояние от медиальной точки вертлужного заполнения до латеральной ограничивающей линии. Латеральную протяженность вертлужной полости определяли как расстояние от латеральной точки крыши вертлужной впадины до медиальной ограничивающей линии.

Для оценки продольных размеров вертлужной полости и вертлужного заполнения определяли: краниальную протяженность вертлужной полости,

протяженность вертлужного квадрата, каудальную протяженность вертлужного заполнения и нижнее продольное запустение (рис. 7).

Краниальную протяженность вертлужной полости определяли как расстояние от нижней ограничивающей линии до верхней точки полости вертлужной впадины. За нижнее продольное запустение принимали расстояние от нижней точки вертлужного заполнения, если она располагалась выше нижней ограничивающей линии, до уровня нижней ограничивающей линии. Каудальная протяженность вертлужного заполнения отсчитывалась от верхней точки полости вертлужной впадины, если она располагалась выше верхней ограничивающей линии, или от самой этой линии до нижней точки вертлужного заполнения. При отсутствии нижнего продольного запустения каудальная протяженность вертлужного заполнения совпадала с краниальной протяженностью вертлужной полости.

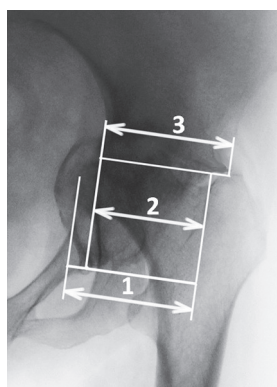


Рис. 6. Рентгенограммы тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом:

1 — медиальная протяженность вертлужного заполнения;
2 — протяженность вертлужного квадрата;
3 — латеральная протяженность вертлужной полости

Fig. 6. X-rays of dysplastic hip joint (a) and hip osteoarthritis (b):

1 — medial length of acetabular coverage;
2 — acetabular square length;
3 — lateral length of acetabular cavity

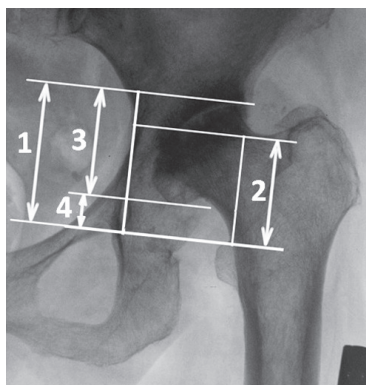


Рис. 7. Рентгенограммы тазобедренного сустава, пораженного деформирующим артрозом:

- 1 — краниальная протяженность вертлужной полости;
- 2 — протяженность вертлужного квадрата;
- 3 — каудальная протяженность вертлужного заполнения;
- 4 — нижнее продольное запустение

Fig. 7. X-rays of hip osteoarthritis:

- 1 — cranial length of acetabular cavity;
- 2 — length of acetabular square,
- 3 — caudal length of acetabular coverage;
- 4 — inferior longitudinal incongruity

Результаты

В нашем исследовании на 1058 прямых рентгенограммах тазобедренного сустава оценивались продольные и поперечные размеры вертлужной полости и вертлужного заполнения. В 200 случаях вертлужная полость вмещала сферичную головку бедренной кости или головку гемизендопротеза, а в 858 случаях деформированную головку бедренной кости.

Оценка продольных и поперечных размеров вертлужной полости и вертлужного заполнения состояла в их сравнении с протяженностью стороны вертлужного квадрата.

Сравнение поперечных размеров вертлужной полости и вертлужного заполнения с протяженностью стороны вертлужного квадрата позволило определить типы поперечных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения (рис. 8). Медиальная протяженность вертлужного заполнения не достигала (рис. 8a, 8b, 8c), достигала (рис. 8d, 8e, 8f) или распространялась за пределы медиальной ограничивающей линии (рис. 8g, 8h, 8i) при первом, втором и третьем типах поперечных отношений соответственно. Латеральная протяженность вертлужной впадины соответствовала (рис. 8a, 8d, 8g), превышала (рис. 8b, 8e, 8h) или была меньше протяженности стороны вертлужного квадрата (рис. 8c, 8f, 8i) при А, В и С типах поперечных отношений соответственно.

Сравнение продольных размеров вертлужной полости и вертлужного заполнения с протяженностью стороны вертлужного квадрата позволило определить типы продольных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения (рис. 9).

Соответствие вертлужной полости и вертлужного заполнения вертлужному квадрату отме-

чали при первом типе продольных отношений (рис. 9a). Наличие нижнего продольного запустения в случае, когда вертлужная полость совпадала с протяженностью вертлужного квадрата, характеризовало второй тип продольных отношений (рис. 9b). Соответствие краниальной протяженности вертлужной полости каудальной протяженности вертлужного заполнения в области, превышающей размеры вертлужного квадрата, отмечали при третьем типе продольных отношений (рис. 9c). Несоответствие краниальной протяженности вертлужной полости каудальной протяженности вертлужного заполнения в области, превышающей размеры вертлужного квадрата, отмечали при четвертом типе продольных отношений (рис. 9d, 9e, 9f). Большая, относительно протяженности вертлужного квадрата, каудальная протяженность вертлужного заполнения наблюдалась при 4А типе продольных отношений (рис. 9d). При 4В типе каудальная протяженность вертлужного заполнения равнялась протяженности вертлужного квадрата (рис. 9e). 4С тип характеризовался меньшим, относительно протяженности вертлужного квадрата, каудальным заполнением вертлужной полости (рис. 9f). Полное запустение вертлужного квадрата отмечали при пятом типе продольных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения (рис. 9g).

Характеризуя при предоперационном планировании деформацию вертлужной впадины, проводили сопоставление оценок продольных и поперечных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения. Всего выявлено 25 вариантов вертлужной деформации. В таблице приведены абсолютные значения и частота встречаемости выявленных рентгенологических вариантов деформаций вертлужной впадины.

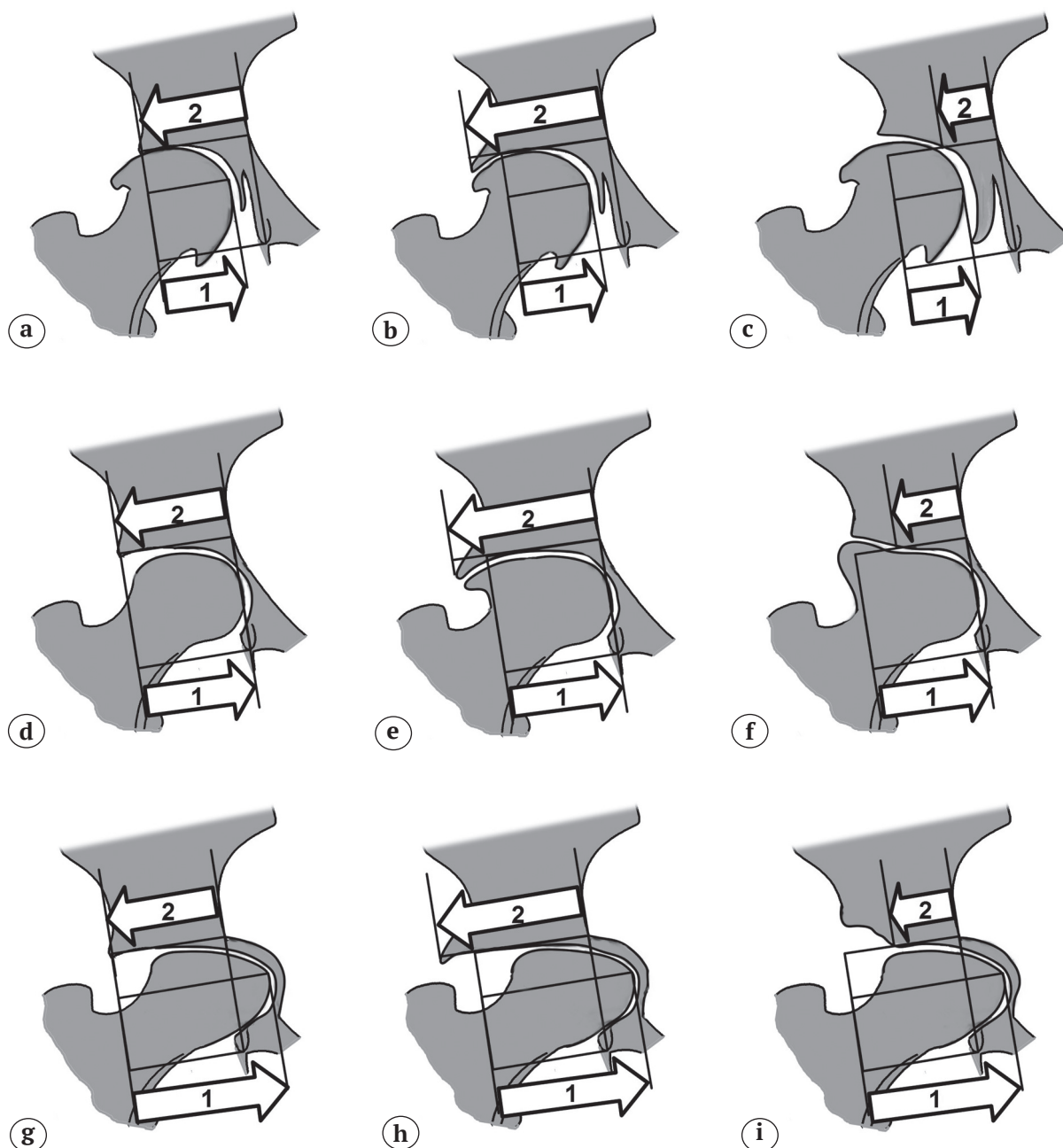


Рис. 8. Схемы поперечных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения при типах 1А (а), 1В (b), 1С (с), 2А (d), 2В (e), 2С (f), 3А (g), 3В (h), 3С (i):

1 – медиальная протяженность вертлужного заполнения;

2 – латеральная протяженность вертлужной полости

Fig. 8. Transverse ratios of acetabular cavity and acetabular coverage in types 1A (a), 1B (b), 1C (c), 2A (d), 2B (e), 2C (f), 3A (g), 3B (h), 3C (i):

1 – medial length of acetabular coverage;

2 – lateral length of acetabular cavity

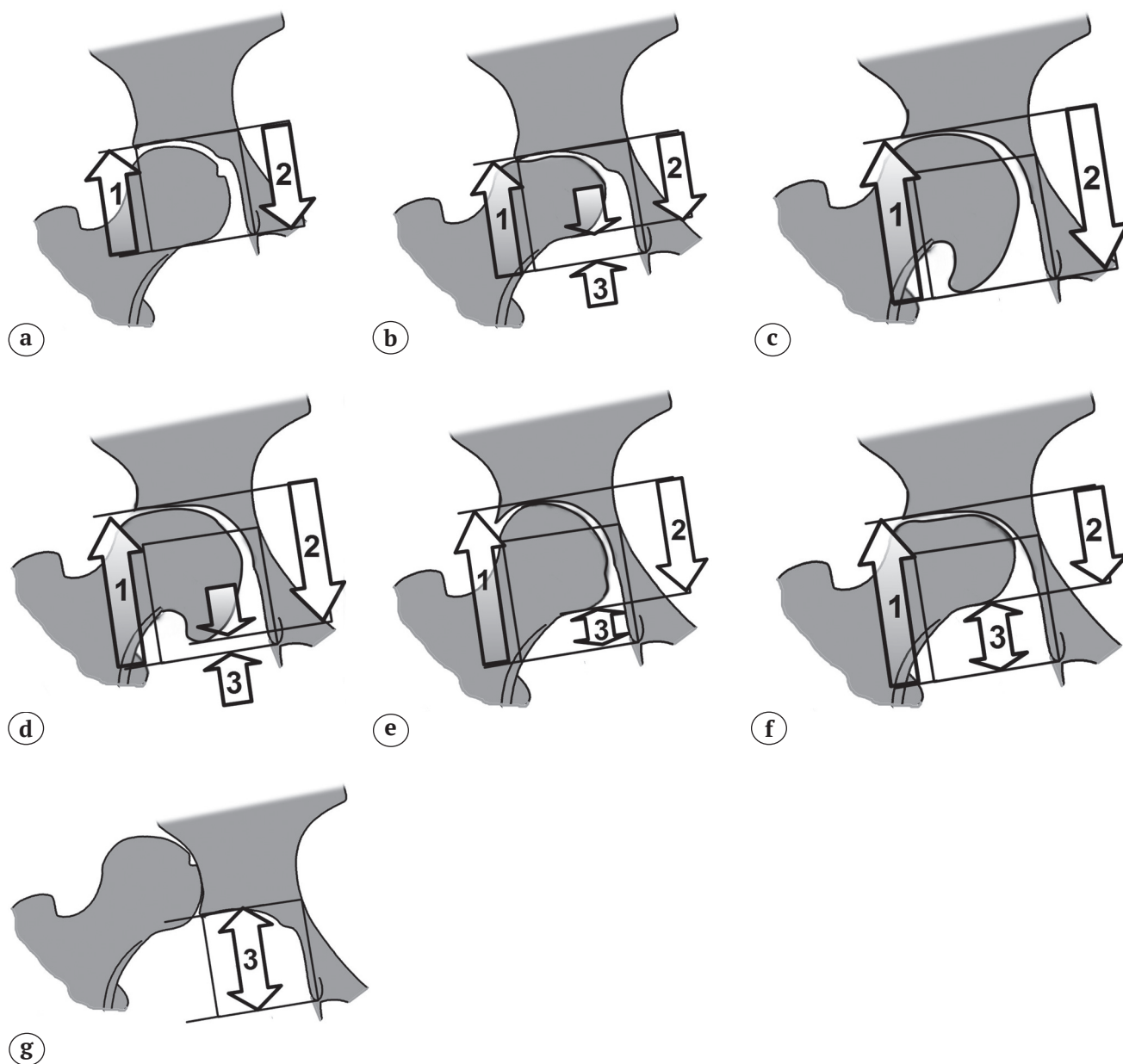


Рис. 9. Схемы продольных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения при типах 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4A (d), 4B (e), 4C (f), 5 (g):

1 – краниальная протяженность вертлужной полости;
 2 – каудальная протяженность вертлужного заполнения;
 3 – нижнее продольное запусение

Fig. 9. Longitudinal ratios of acetabular cavity and acetabular coverage in types 1 (a), 2 (b), 3 (c), 4A (d), 4B (e), 4C (f), 5 (g): 1 – cranial length of acetabular cavity;
 2 – caudal length of acetabular coverage;
 3 – inferior longitudinal incongruity

Соответствие типов продольных и поперечных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения в норме и при деформациях вертлужной впадины

Тип поперечных отношений	Тип продольных отношений						
	1	2	3	4A	4B	4C	5
1A	133 (12,6%)	58 (5,5%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	Не определялось
1B	147 (13,9%)	77 (7,3%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	Не определялось
1C	0 (0%)	0 (0%)	129 (12,2%)	83 (7,9%)	95 (9%)	96 (9,1%)	Не определялось
2A	8 (0,8%)	44 (4,2%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	Не определялось
2B	20 (1,9%)	64 (6%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	Не определялось
2C	0 (0%)	0 (0%)	3 (0,3%)	17 (1,6%)	12 (1,1%)	15 (1,4%)	Не определялось
3A	17 (1,6%)	7 (0,7%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	Не определялось
3B	5 (0,5%)	9 (0,9%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	Не определялось
3C	0 (0%)	0 (0%)	1 (0,1%)	2 (0,2%)	1 (0,1%)	3 (0,3%)	Не определялось

Наиболее часто в нашем исследовании встречались рентгеноанатомические варианты вертлужной деформации, сочетавшие 1B тип поперечных отношений, 1 тип продольных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения. Этот вариант, кодируемый нами как 1B-1, характеризовался наличием остеофита крыши вертлужной впадины, при наличии деформированной головки бедренной кости соответствовал рентгенологической картине латерального коксартроза типа overuse. Второй по частоте встречаемости рентгеноанатомический вариант 1A-1 характеризовал нормальную анатомию вертлужной впадины, в случае сферичной головки бедренной кости соответствовал рентгенологически нормальному тазобедренному суставу, а в случае деформированной головки бедренной кости рентгенологической картине латерального коксартроза типа overuse. Третий по частоте рентгеноанатомиче-

ский вариант 1C-3 при наличии сферичной головки оценивался как диспластический тазобедренный сустав с недостаточным покрытием головки бедренной кости крышей вертлужной впадины, а при наличии деформированной головки бедренной кости, как верхнелатеральный коксартроз с нижним остеофитом головки. При пятом типе продольных отношений определение поперечных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения не имело смысла, так как вертлужное заполнение в пределах вертлужного квадрата отсутствовало. Таких случаев было 12 (1,1%).

Определение варианта вертлужной деформации при предоперационном планировании, кроме локализации места установки вертлужного компонента, позволяло выработать показания к замещению ацетабулярных костных дефектов и/или резекционному моделированию ацетабулярных остеофитов (рис. 10).

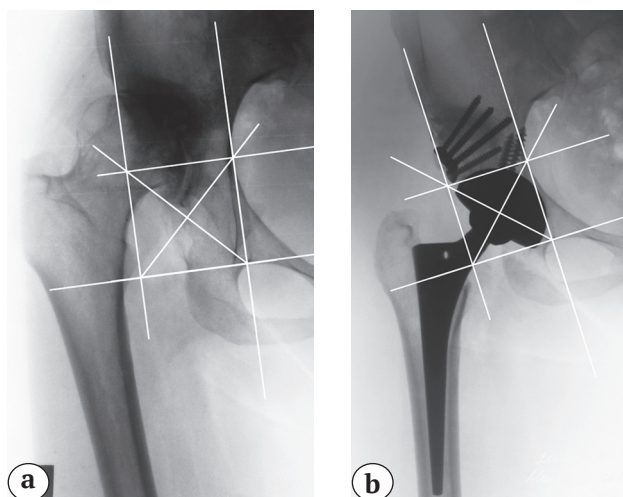


Рис. 10. Рентгенограммы правого тазобедренного сустава до (а) и после (б) тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. Рентгенологический вариант вертлужной деформации — 1С-4В. В результате операции вертлужный компонент имплантирован в пределах вертлужного квадрата; надвертлужный дефект заполнен регенерируемым костнопластическим материалом

Fig. 10. X-rays of the right hip before (a) and after (b) total hip arthroplasty. X-ray type of the acetabular deformation — 1C-4B. As a result of the operation, the acetabular component was implanted within the acetabular square, the supraacetabular defect was filled with bone graft

Обсуждение

Актуальность проблемы предоперационного планирования тотального эндопротезирования тазобедренного сустава подтверждается широким спектром диагностических методов, применяемых для определения анатомических и структурных особенностей конкретного клинического случая, включая компьютерную томографию [18, 19, 20]. Однако весь известный спектр методик предоперационной оценки тазобедренного сустава используется крайне редко. Планирование эндопротезирования всегда начинается с трактовки прямой рентгенограммы тазобедренного сустава [16, 21], выполнение которой, в отличие от боковой и косых проекций, а также проекции по Лауэнштейн, достаточно легко стандартизировать [13]. Прямая проекция позволяет определить продольные и поперечные отношения головки бедренной кости и вертлужной впадины, а также оценить состояние медиальной и верхней стенок вертлужной полости. Изучение прямой проекции, кроме возможности сделать конкретные диагностические выводы, позволяет определить необходимость привлечения дополнительных методов для определения передне-задних отношений головки бедренной кости и вертлужной впадины и оценки состояния передней и задней стенок вертлужной полости, из которых в настоящее время наиболее востребовано трехмерное моделирование компьютерных томограмм [18, 19, 20, 22].

Предлагаемая методика позволяет провести скрининг анатомических особенностей вертлужной впадины и принять обоснованное решение о привлечении других методов предоперационного планирования. Чем ближе на прямой рентгенограмме контуры вертлужной впадины и головки бедренной кости к контурам вертлужного квадрата, тем в меньшей степени востребовано привлечение других диагностических методов для пред-

перационного планирования. Так, при первом и втором типах продольных отношений вертлужной полости и вертлужного заполнения проведение компьютерной томографии с целью определения состояния передней и задней стенок вертлужной впадины является целесообразным при наличии в анамнезе перелома-вывиха в тазобедренном суставе. При третьем и четвертом типах продольных отношений проведение компьютерной томографии возможно при недостаточной толщине медиальной стенки, лимитирующей возможность углубления вертлужной полости для создания полноценного контакта вертлужного компонента с костным ложем. При пятом типе продольных отношений проведение компьютерной томографии тазобедренного сустава и трехмерное моделирование компьютерных томограмм показано.

Описанная методика позволяет уточнить показания к проведению достаточно дорогостоящего исследования, которым является компьютерная томография, снизив тем самым финансовую нагрузку на страховой случай, а также снизить лучевую нагрузку на пациента и персонал.

Определенные в данной работе типы продольных и поперечных отношений головки бедренной кости и вертлужной впадины дают возможность кодировать варианты анатомических особенностей вертлужной впадины, выявленные на прямых рентгенограммах тазобедренного сустава, что может найти применение при создании регистров эндопротезирования тазобедренного сустава.

Выработанный подход к рентгенологической трактовке деформаций вертлужной впадины позволяет качественно оценить ее рентгеноанатомические особенности в продольном и поперечном направлениях. Область практического применения данного подхода — предоперационное планирование эндопротезирования тазобедренного сустава.

Использование в ходе предоперационного планирования вертлужного квадрата позволяет определить место стандартного расположения вертлужного компонента и оценить добавочный объем деформированной вертлужной впадины — ее дефект.

Единообразная кодировка вариантов деформаций вертлужной впадины, выявленных на прямых рентгенограммах тазобедренного сустава, может быть востребована при создании регистров эндопротезирования тазобедренного сустава.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование выполнено в рамках гос. задания.

Вклад авторов

Мартыненко Д.В. — идея и разработка дизайна исследования, сбор и обработка материала, оценка и интерпретация результатов, написание и коррекция рукописи.

Волошин В.П. — дизайн исследования, оценка и интерпретация результатов, окончательная редакция рукописи.

Шерман Л.А. — дизайн исследования, оценка и интерпретация результатов.

Шевырев К.В. — оценка и интерпретация результатов

Ошкуков С.А. — сбор и обработка материала, обзор публикаций по теме.

Степанов Е.В. — сбор и обработка материала.

Литература [References]

- Zeng W.-N., Liu J.-L., Jia X.-L., Zhou Q., Yang L., Zhang Y. Midterm Results of Total Hip Arthroplasty in Patients With High Hip Dislocation After Suppurative Hip Arthritis. *J Arthroplasty*. 2019;34(1):102-107. doi: 10.1016/J.ARTH.2018.09.081.
- Ling T.-X., Li J.-L., Zhou K., Xiao Q., Pei F.-X., Zhou Z.-K. The Use of Porous Tantalum Augments for the Reconstruction of Acetabular Defect in Primary Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(2):453-459. doi: 10.1016/J.ARTH.2017.09.030.
- Zha G.-C., Sun J.-Y., Guo K.-J., Zhao F.-C., Pang Y., Zheng X. Medial Protrusion Technique in Cementless Total Hip Arthroplasty for Developmental Dysplasia of the Hip: A Prospective 6- to 9-Year Follow-Up of 43 Consecutive Patients. *J Arthroplasty*. 2016;31(8):1761-1766. doi: 10.1016/J.ARTH.2016.01.052.
- Eskildsen S.M., Wilson Z.J., McNabb D.C., Olcott C.W., Del Gaizo D.J. Acetabular Reconstruction With the Medial Protrusion Technique for Complex Primary and Revision Total Hip Arthroplasties. *J Arthroplasty*. 2017; 32(11):3474-3479. doi: 10.1016/J.ARTH.2017.05.037.
- Greber E.M., Pelt C.E., Gililand J.M., Anderson M.B., Erickson J.A., Peters C.L. Challenges in Total Hip Arthroplasty in the Setting of Developmental Dysplasia of the Hip. *J Arthroplasty*. 2017;32(9):S38-S44. doi: 10.1016/J.ARTH.2017.02.024.
- Montalti M., Castagnini F., Giardina F., Tassinari E., Biondi F., Toni A. Cementless Total Hip Arthroplasty in Crowe III and IV Dysplasia: High Hip Center and Modular Necks. *J Arthroplasty*. 2018; 33(6):1813-1819. doi: 10.1016/J.ARTH.2018.01.041.
- Galea V.P., Laaksonen I., Donahue G.S., Fukui K., Kaneuji A., Malchau H., Bragdon C. Developmental Dysplasia Treated With Cementless Total Hip Arthroplasty Utilizing High Hip Center Reconstruction: A Minimum 13-Year Follow-up Study. *J Arthroplasty*. 2018;33(9):2899-2905. doi: 10.1016/j.arth.2018.04.037.
- Berninger M.T., Hungerer S., Friederichs J., Stuby F.M., Fulghum C., Schipp R. Primary Total Hip Arthroplasty in Severe Dysplastic Hip Osteoarthritis With a Far Proximal Cup Position. *J Arthroplasty*. 2019;34(5): 920-925. doi: 10.1016/J.ARTH.2019.01.032.
- Komiyama K., Nakashima Y., Hirata M., Hara D., Kohno Y., Iwamoto Y. Does High Hip Center Decrease Range of Motion in Total Hip Arthroplasty? A Computer Simulation Study. *J Arthroplasty*. 2016;31(10):2342-2347. doi: 10.1016/J.ARTH.2016.03.014.
- Rowan F.E., Benjamin B., Pietrak J.R., Haddad F.S. Prevention of Dislocation After Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(5):1316-1324. doi: 10.1016/J.ARTH.2018.01.047.
- Karaismailoglu B., Erdogan F., Kaynak G. High Hip Center Reduces the Dynamic Hip Range of Motion and Increases the Hip Load: A Gait Analysis Study in Hip Arthroplasty Patients With Unilateral Developmental Dysplasia. *J Arthroplasty*. 2019;34(6):1267-1272. doi: 10.1016/J.ARTH.2019.02.017.
- Кавалерский Г.М., Середя А.П., Мурылев В.Ю., Рукин Я.А., Гаврилов А.В., Архипов И.В. и др. 2D-планирование эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2015;(4):95-102. doi: 10.21823/2311-2905-2015-0-4-95-102.
- Kavalersky G.M., Sereda A.P., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Gavrilov A.V., Arkhipov I.V. et al. 2D planning for hip arthroplasty. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2015;(4): 95-102. (In Russian).
- Widmer D., Reising K., Kotter E., Helwig P. Correct Assessment of Acetabular Component Orientation in Total Hip Arthroplasty From Plane Radiographs. *J Arthroplasty*. 2018;33(8):2652-2659. doi: 10.1016/J.ARTH.2018.02.023.
- Ranawat C.S., Dorr L.D., Inglis A.E. Total hip arthroplasty in protrusion acetabuli of rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surgery Am*. 1980;62(7):1059-1065.
- 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.
- Watts C.D., Martin J.R., Fehring K.A., Griffin W.L. Inferomedial Hip Center Decreases Failure Rates in Cementless Total Hip Arthroplasty for Crowe II and III Hip Dysplasia. *J Arthroplasty*. 2018;33(7):2177-2188. doi: 10.1016/J.ARTH.2018.02.039.
- Nam D., Riegler V., Clohisey J.C., Nunley R.M., Barrack R.L. The Impact of Total Hip Arthroplasty on Pelvic Motion and Functional Component Position is Highly Variable. *J Arthroplasty*. 2017;32(4):1200-1205. doi: 10.1016/J.ARTH.2016.11.008.
- Xu J., Qu X., Li H., Mao Y., Yu D., Zhu Z. Three-Dimensional Host Bone Coverage in Total Hip Arthroplasty for Crowe Types II and III Developmental Dysplasia of the Hip. *J Arthroplasty*. 2017;32(4):1374-1380. doi: 10.1016/j.arth.2016.11.017.
- Ogawa H., Hasegawa S., Tsukada S., Matsubara M. A Pilot Study of Augmented Reality Technology Applied

- to the Acetabular Cup Placement During Total Hip Arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2018;33(6):1833-1837. doi: 10.1016/j.arth.2018.01.067.
20. Ueno T., Kabata T., Kajino Y., Ohmori T., Yoshitani J., Tsuchiya H. Three-Dimensional Host Bone Coverage Required in Total Hip Arthroplasty for Developmental Dysplasia of the Hip and Its Relationship With 2-Dimensional Coverage. *J Arthroplasty*. 2019;34(1):93-101. doi: 10.1016/j.arth.2018.09.082.
21. Osawa Y., Hasegawa Y., Okura T., Morita D., Ishiguro N. Total Hip Arthroplasty After Periacetabular and Intertrochanteric Valgus Osteotomy. *J Arthroplasty*. 2017;32(3):857-861. doi: 10.1016/j.arth.2016.08.023.
22. Садовой М.А., Павлов В.В., Базлов В.А., Мамуладзе Т.З., Ефименко М.В., 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. Sadoyov 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 imeni N.N. Priorova*. 2017;3:37-42.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Мартыненко Дмитрий Владимирович — канд. мед. наук, доцент кафедры травматологии и ортопедии, факультета усовершенствования врачей, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

Волошин Виктор Парфентьевич — д-р мед. наук, профессор, руководитель отделения травматологии и ортопедии; заведующий кафедрой травматологии и ортопедии факультета усовершенствования врачей, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

Шерман Лев Аркадьевич — канд. мед. наук, доцент кафедры лучевой диагностики факультета усовершенствования врачей, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

Шевырев Константин Васильевич — канд. мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

Ошкуков Сергей Александрович — канд. мед. наук, научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

Степанов Евгений Викторович — младший научный сотрудник отделения травматологии и ортопедии, ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт им. М.Ф. Владимирского», Москва

AUTHOR'S AFFILIATIONS:

Dmitry V. Martynenko — Cand. Sci. (Med.), Associate professor, Course of Traumatology and Orthopedics, Postgraduate Training Faculty, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

Victor P. Voloshin — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Traumatology and Orthopedics; Head of Course of Traumatology and Orthopedics, Postgraduate Training Faculty, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

Lev A. Sherman — Cand. Sci. (Med.), Associate Professor, Course of Radiology, Postgraduate Training Faculty, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

Konstantin V. Shevyrev — Cand. Sci. (Med.), Leading Researcher of the Department of Traumatology and Orthopedics, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

Sergey A. Oshukov — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Department of Traumatology and Orthopedics, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation

Evgeny V. Stepanov — Researcher, Department of Traumatology and Orthopedics, Moscow Regional Research and Clinical Institute, Moscow, Russian Federation