

## ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ВЕРТЛУЖНОЙ ВПАДИНЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИЮ ИМПЛАНТАЦИИ ТАЗОВОГО КОМПОНЕНТА ПРОТЕЗА

Антон Сергеевич Ершов<sup>1</sup>, Елена Александровна Волокитина<sup>2</sup>,  
Ирина Анатольевна Меньщикова<sup>3</sup>, Мария Юрьевна Удинцева<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 4</sup> ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
Екатеринбург, Россия

<sup>1</sup> ГАУЗ СО «Свердловская областная клиническая больница № 1», Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> ФГБОУ ВО «Южно-Уральский государственный медицинский университет» Минздрава России,  
Челябинск, Россия

<sup>1</sup> drpilulkin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8212-2738>

<sup>2</sup> volokitina\_elen@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5994-8558>

<sup>3</sup> iamen@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0013-2553-5555>

<sup>4</sup> izmodenova96@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5500-4012>

### Аннотация

**Введение.** Наиболее эффективным методом лечения больных с тяжелыми формами коксартроза является эндопротезирование, успешность которого напрямую зависит от правильности выполнения предоперационного планирования, базирующегося на знании морфологии вертлужной впадины в норме и при патологии. **Цель исследования** — выявить морфологические особенности вертлужной впадины при остеоартрозах тазобедренного сустава, определяющие технологию подготовки имплантационного ложа для чашки протеза. **Материалы и методы.** Исследование проведено на 19 мацерированных препаратах таза и 72 рентгенограммах таза в прямой проекции у 72 больных III стадией остеоартроза различной этиологии в возрасте от 41 до 70 лет ( $61,5 \pm 1,4$ ). Гиперпластический коксартроз наблюдался в 21 (29,2%) случае, протрузионный — в 23 (31,9%) и диспластический — в 28 (38,9%). Применены клинический, рентгенологический, морфометрический и статистический методы исследования. Использованы методы описательной статистики. **Результаты.** При выполнении морфометрических исследований получены следующие данные: при гиперпластическом коксартрозе толщина дна составила  $11,9 \pm 1,83$  мм с индексом вертлужной впадины (ИВВ)  $0,51 \pm 0,019$ ; при протрузионном коксартрозе толщина дна была значительно уменьшена и составила  $5,7 \pm 0,93$  мм, ИВВ —  $0,66 \pm 0,039$ ; при диспластическом коксартрозе толщина дна составила  $14,5 \pm 1,18$  мм, ИВВ —  $0,42 \pm 0,024$  соответственно. **Обсуждение.** Во всем мире проводятся исследования по морфометрии вертлужной впадины; среди жителей различных стран данные по глубине вертлужной впадины различаются, полученные нами морфометрические данные актуальны в плане вариационной анатомии населения Уральского региона. Морфологические особенности acetabulum влияют на технологию подготовки имплантационного ложа для чашки протеза, поэтому предоперационное проектирование имплантации актуально. Предложенный способ нахождения центра вращения деформированной впадины позволяет определить необходимую толщину аугментов для восполнения костных дефектов в области дна и свода acetabulum. **Выводы.** Морфологические особенности вертлужной впадины при гиперпластическом, диспластическом и протрузионном коксартрозах определяют технологию подготовки имплантационного ложа для чашки протеза.

**Ключевые слова:** вертлужная впадина, коксартроз, центр вращения, оффсет, морфометрия, эндопротезирование, предоперационное планирование.

**Для цитирования:** Особенности морфологии вертлужной впадины, определяющие технологию имплантации тазового компонента протеза / А. С. Ершов, Е. А. Волокитина, И. А. Меньщикова, М. Ю. Удинцева // Уральский медицинский журнал. – 2022. – Т. 21, № 2. – С. 6-12. – <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2022-21-2-6-12>.

@ Ершов А.С., Волокитина Е.А., Меньщикова И.А., Удинцева М.Ю.  
@ Ershov A.S., Volokitina E.A., Menshchikova I.A., Udintseva M.Yu.

**PECULIARITIES OF ACETABULUM MORPHOLOGY DETERMINING THE TECHNOLOGY OF PELVIC PROSTHESIS COMPONENT IMPLANTATION**Anton S. Ershov <sup>1</sup>, Elena A. Volokitina <sup>2</sup>, Irina A. Menshchikova <sup>3</sup>, Marija Yu. Udintseva <sup>4</sup><sup>1, 2, 4</sup> Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia<sup>1</sup> Sverdlovsk region hospital #1, Ekaterinburg, Russia<sup>3</sup> South-Ural State Medical University, Chelyabinsk, Russia<sup>1</sup> drpilulkin@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8212-2738><sup>2</sup> volokitina\_elena@rambler.ru, <http://orcid.org/0000-0001-5994-8558><sup>3</sup> iamen@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0013-2553-5555><sup>4</sup> izmodenova96@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-5500-4012>**Abstract**

**Introduction.** The most effective method of treatment of patients with severe forms of coxarthrosis is endoprosthetics, the success of which directly depends on the correctness of preoperative planning based on knowledge of the morphology of the acetabulum in normal and pathological conditions. **The aim of the investigation** was to reveal the morphological features of the acetabulum in osteoarthritis of the hip joint, determining the technology of implant bed preparation for the prosthesis cup. **Materials and methods.** The study was conducted on 19 macerated pelvic preparations and 72 direct projection pelvic radiographs in 72 patients with stage III osteoarthritis of different etiology aged from 41 to 70 years ( $61.5 \pm 1.4$ ). Hyperplastic coxarthrosis was observed in 21 (29.2%), protrusion in 23 (31.9%), and dysplastic in 28 (38.9%) cases. Clinical, radiological, morphometric, and statistical methods of investigation were used. Methods of descriptive statistics were used. **Results.** The following data were obtained during morphometric studies: In hyperplastic coxarthrosis, the bottom thickness was  $11.9 \pm 1.83$  mm with an acetabular index (IVI) of  $0.51 \pm 0.019$ ; in protrusion coxarthrosis, the bottom thickness was significantly reduced and was  $5.7 \pm 0.93$  mm, IVI of  $0.66 \pm 0.039$ ; in dysplastic coxarthrosis, the bottom thickness was  $14.5 \pm 1.18$  mm, IVI  $0.42 \pm 0.024$  respectively. **Discussion.** Studies on acetabulum morphometry are being conducted worldwide; among residents of different countries, data on the depth of the acetabulum differ, the morphometric data obtained by us are relevant in terms of the variational anatomy of the population of the Ural region. The morphological features of acetabulum affect the technology of preparing the implant bed for the prosthesis cup, so the preoperative design of implantation is relevant. The proposed method of finding the center of rotation of the deformed acetabulum makes it possible to determine the required thickness of augments to compensate for bone defects in the area of the acetabulum floor and arch. **Conclusions.** The morphological features of the acetabulum in hyperplastic, dysplastic, and protrusion coxarthrosis determine the technology of implant bed preparation for a prosthetic cup.

**Keywords:** acetabulum, coxarthrosis, rotation center, offset, morphometry, endoprosthetics, preoperative planning.

**For citation:**

Peculiarities of acetabulum morphology determining the technology of pelvic prosthesis component implantation / A. S. Ershov, E. A. Volokitina, I. A. Menshchikova, M. Yu. Udintseva // Ural medical journal. – 2022. – Vol. 21 (2). – P. 6-12. – <http://doi.org/10.52420/2071-5943-2022-21-2-6-12>.

**ВВЕДЕНИЕ**

С позиций биомеханики наибольшую нагрузку на протяжении всей жизни человека испытывает тазобедренный сустав. За последние десятилетия практически в два раза увеличилось число пациентов с дегенеративными заболеваниями тазобедренных и коленных суставов. В России, по данным Т.М. Андреевой с соавт. [1], показатель заболеваемости болезнями костно-мышечной системы в 2018 году составил 144,1 на 1000 взрослого населения; в структуре болезней преобладают артрозы и деформирующие дорсопатии, доля которых равнялась 26,2% и 38,3% соответственно. Показатель заболеваемости остеоартрозами (ОА) в РФ составил 37,8 на 1000 взрослого населения, что больше на 3,0% по сравнению с 2017 годом. В Уральском Федеральном округе показатель заболеваемости ОА в 2017 году составил 33,5 на 1000 населения; в 2018 году — 34,5 на 1000 населения; прирост показателя за год — 3%.

Наиболее эффективным методом лечения больных с тяжелыми формами коксартроза явля-

ется эндопротезирование, успешность которого напрямую зависит от правильности выполнения предоперационного планирования, базирующегося на знании морфологических особенностей вертлужной впадины в норме и при патологии. Наличие деформации вертлужной впадины создает значительные трудности для успешного исхода лечения. В таких случаях достигнуть идеального расположения тазового компонента протеза достаточно сложно, что обуславливает повышенный интерес травматологов-ортопедов к методам предоперационного планирования [2-7]. Биомеханически правильное функционирование эндопротеза возможно при формировании имплантационного ложа для чашки протеза сустава в истинной вертлужной области с восстановлением нормопозиции центра вращения и офсета сустава. Для принятия клинического решения относительно величины коррекции офсета, для выбора оптимального остеозамещающего материала необходимо выполнить предоперационное проектирование с оценкой типа деформации вертлужной

впадины и степени смещения центра вращения. Проектирование имплантации компонентов протеза предполагает знания и опыт оперирующего хирурга в анатомии и рентгеноанатомии вертлужной впадины [8-12].

**Цель исследования** — выявить морфологические особенности вертлужной впадины при остеоартрозах тазобедренного сустава, определяющие технологию подготовки имплантационного ложа для чашки протеза.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проведено клинико-рентгенологическое исследование 72 больных III стадией остеоартроза различной этиологии в возрасте от 41 до 70 лет ( $61,5 \pm 1,4$ ). Гиперпластический коксартроз наблюдали в 21 (29,2%) случае, протрузионный — в 23 (31,9%) и диспластический — в 28 (38,9%) случаях. Мужчин было 32 человека (44,4%), женщин — 40 (55,6%). Продолжительность заболевания до поступления пациентов в клинику составила в среднем  $7,4 \pm 4,9$  года (от четырех до 10 лет).

Работающих было 41 (56,9%): без инвалидности — 11 человек, с инвалидностью III группы — 30 человек. Неработающих было 31 человек (43,1%): инвалидов II группы — 11 человек, инвалидов III группы — 20 человек. Всего инвалидность имел 61 пациент (84,7%). Диагноз остеоартроза устанавливался на основании клинико-рентгенологических критериев и стадийности заболевания по классификации Н.С. Косинской и Д.Г. Рохлина [13]. Двухсторонний коксартроз был у 60 пациентов (83,3%). Односторонняя патология отмечена у 12 больных (16,7%). Пациенты были пролечены в ГАУЗ СО СОКБ № 1 методом тотального эндопротезирования тазобедренного сустава (ЭТС) с 2016 по 2021 годы.

Критерии включения пациентов в исследование: достоверный диагноз обменно-дистрофического коксартроза III стадии (гиперпластический, диспластический), подтвержденный клинико-рентгенологическими данными, и коксартроза на фоне ревматоидного артрита (РА) в соответствии с критериями Европейской антиревматической лиги (EULAR) ACR 2010 г., возраст пациентов — от 41 до 70 лет, согласие пациента на участие в исследовании, возможность наблюдения до 4 лет после операции. Критерии исключения: возраст меньше 41 и старше 70 лет и диагноз посттравматического коксартроза.

Проводили сравнительную рентгенометрию вертлужных впадин по трем группам пациентов — гиперпластический (21), диспластический (28) и протрузионный (23) коксартроз. Группы были сопоставимы по возрасту, стадии остеоартроза тазобедренного сустава и методу лечения (ЭТС); в зависимости от полученных данных, позиции центра вращения сустава и глубины впадины определяли технологию подготовки имплантационного ложа для чаши протеза.

Рентгенометрические исследования выполнены на 72 рентгенограммах таза в прямой проекции. Рентгенографию таза проводили в положении пациентов лежа на спине с компенсацией патологического лордоза рентгеновскими аппаратами ProteusXR/i с фокусным расстоянием 100 см. Также была проведена морфометрия на 19 мацерированных препаратах таза взрослого человека (10 женских и 9 мужских) без признаков коксартроза. При морфо- и рентгенометрии измеряли вертикальный размер входа в вертлужную впадину, толщину дна и глубину вертлужной впадины.

Определяли углы Шарпа, Виберга, ацетабулярный угол и индекс вертлужной впадины (ИВВ) [14].

Применены клинический, рентгенологический, морфометрический методы исследования. Использовались методы описательной статистики. Статистическая обработка данных проводилась с помощью программы BIOSTAT и программы MSOffice Excel 2019. Для описания характера распределения количественных признаков определяли средние величины (M), стандартные отклонения (SD). Анализ количественных данных проводили с помощью непараметрических критериев с поправкой Йейтса. Различия считались статистически значимыми при  $p < 0,05$  [15].

### РЕЗУЛЬТАТЫ

Анализ угловых показателей при рентгенометрии выявил, что угол наклона крыши вертлужной впадины (ацетабулярный угол) был наибольшим при диспластическом коксартрозе —  $28,6 \pm 1,01^\circ$  (табл. 1).

Вертикальная нестабильность тазобедренного сустава (угол Шарпа более  $45^\circ$ ) наблюдалась в 3 (13,1%) случаях протрузионного и 8 случаях (28,6%) диспластического коксартроза (табл. 2). Угол покрытия крышей вертлужной впадины головки бедренной кости (угол Виберга) во фронтальной плоскости менее  $40^\circ$  был зарегистрирован в 8 (38,1%) случаях гиперпластического, в 4 (17,4%) случаях протрузионного и 26 (92,8%) случаях диспластического коксартроза (вариабельность показателя при дисплазии составила от  $36^\circ$  до  $6^\circ$ ).

Расстояние верхнего полюса «фигуры слезы» до крыши впадины (вертикальный размер входа в acetabulum) (табл. 3) у больных с гиперпластическим коксартрозом в трех случаях было больше 87 см, в двух равнялось 95 и 96 мм, а в одном — 104 мм. В группе диспластического коксартроза в 22 (78,6%) из 28 случаев данный размер превышал 87 мм.

Расстояние от линии входа в acetabulum по перпендикуляру до центра впадины (глубина вертлужной впадины) на мацерированных препаратах в среднем составляла  $25 \pm 6,1$  мм. При гиперпластическом коксартрозе данный показатель составил  $29,8 \pm 1,07$  мм, при диспластическом —  $23,2 \pm 1,72$  мм. Значительное увеличение глубины вертлужной впадины наблюдалось при протрузионном коксартрозе (табл. 3).

Диспластический коксартроз рентгенологически, кроме отсутствия сферичности и малой глубины вертлужной впадины, характеризовался скошенностью крыши и сминанием верхнего края acetabuli [16]. Поэтому наибольшую длину мы наблюдали при рентгенометрии диспластически измененных вертлужных впадин (табл. 3). Дисплазии первой степени по J.F. Crowe [17] определяли в 8 случаях, II и III степени — в 20 случаях.

ИВВ, отношение глубины вертлужной впадины к продольному диаметру входа во впадину в норме составляет 0,6-0,7. При гиперпластическом коксартрозе нормальные показатели были в пяти случаях, при протрузионном — в шести, а при диспластическом — только на одной рентгенограмме из 26. Гиперпластический коксартроз характеризовался снижением ИВВ в 12 случаях (ниже 0,5), составляя в среднем  $0,51 \pm 0,019$ . При протрузионном коксартрозе ИВВ менее 0,6 был в пяти случаях, более 0,7 — на семи рентгенограммах (в среднем —  $0,66 \pm 0,039$ ). Плоская вертлужная впадина при диспластическом коксартрозе наблюдалась в 92,3%.

Показатели рентгенометрии тазобедренного сустава при коксартрозе (M ± m)

Показатели	Гиперпластический коксартроз, n= 21	Протрузионный коксартроз, n=23	Диспластический коксартроз, n=28
Ацетабулярный угол, град.	22,6 ± 1,0	20,2 ± 2,0	28,6 ± 1,01*
Угол Шарпа, град.	40,4 ± 0,58	39,3 ± 1,34	42,7 ± 1,77
Угол Виберга, град.	42,6 ± 3,07	51,8 ± 3,41	25,1 ± 2,54*

Примечание: \* – p &lt; 0,05.

Таблица 2

Встречаемость нестабильности тазобедренного сустава при коксартрозе (n, %)

Показатели	Гиперпластический коксартроз		Протрузионный коксартроз		Диспластический коксартроз	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Всего пациентов	21	100	23	100	28	100
Вертикальная нестабильность тазобедренного сустава (угол Шарпа более 45°)	2	9,5%	3	13,0	8	28,6
Угол покрытия крышей вертлужной впадины головки бедренной кости (угол Виберга) во фронтальной плоскости менее 40°	8	38,1	4	17,4	26	92,8

Таблица 3

Показатели рентгенометрии вертлужной впадины при коксартрозе (M ± m)

Показатели	Гиперпластический коксартроз, n= 21	Протрузионный коксартроз, n=23	Диспластический коксартроз, n=28
Размер входа в вертлужную впадину, мм	78,1 ± 1,8	71,9 ± 2,01	97,5 ± 3,71*
Глубина вертлужной впадины, мм	29,8 ± 1,07	36,3 ± 1,88*	23,2 ± 1,72*
Длина вертлужной впадины, мм	57,6 ± 1,46	55,3 ± 1,46	67,3 ± 3,27*
ИВВ, мм	0,51 ± 0,019	0,66 ± 0,039	0,42 ± 0,024*
Толщина дна вертлужной впадины, мм	11,9 ± 1,83	5,7 ± 0,93*	14,5 ± 1,18

Примечание: \* – p &lt; 0,05.

Морфометрия 19 мацерированных препаратов показала, что толщина дна вертлужной впадины по ее центру равнялась  $5,0 \pm 1,2$  мм; по середине нижнего края полулунной поверхности —  $12 \pm 7,1$  мм и увеличивалась до  $24 \pm 9,7$  мм, отступая вверх от центра вертлужной впадины на середину полулунной поверхности по перпендикуляру до терминальной линии входа в малый таз. Толщина acetabulum в области полулунной поверхности значительно превышала толщину в ямке acetabulum. Большая толщина полулунной поверхности по сравнению с дном и ямкой впадины является выражением общей для всего скелета закономерности: наиболее прочными и толстыми являются более нагружаемые участки, в данном случае — это полулунная поверхность.

При неизменной вертлужной впадине в направлении вектора работы фрезы (под углом  $45^\circ$  во фронтальной и  $35^\circ$  в сагиттальной плоскости) при подготовке имплантационного ложа для тазового компонента, отступая от центра вертлужной впадины к линии сращения подвздошной и седалищной костей, наблюдается утолщение дна впадины в среднем в 3,5-4 раза. Наименьшая толщина дна вертлужной впадины была при протрузионном коксартрозе —  $5,7 \pm 0,93$  мм (рис. 1).

Полученные нами результаты убедительно демонстрируют сложность предоперационного проектирования из-за большого диапазона анатомических изменений вертлужной впадины. Поэтому был разработан способ оценки офсета деформированной вертлужной впадины, используемый

при выполнении предоперационного проектирования имплантации чашки протеза [18]. Способ заключается в том, что на скиаграмме с рентгенограммы таза в прямой проекции определяют контур деформированной вертлужной впадины. Находят центр вращения деформированного сустава (деформированной вертлужной впадины) (Од) на пересечении перпендикуляров (а, б, с) от касательных линий (А, Б, С) к контуру деформированной впадины. Определяют истинную вертлужную область, используя треугольник Ранават [19] (рис. 2). Затем определяют центр вращения истинной вертлужной области, располагающейся на середине гипотенузы треугольника Ранават (Ои). Измеряют смещение центра вращения деформированной вертлужной впадины Од относительно Ои по горизонтали (медиально или латерально) и по вертикали (проксимально или дистально). Офсет вертлужной впадины при нормальной анатомии тазобедренного сустава соответствует расстоянию от вершины большого вертела до центра вращения сустава (вертлужной впадины). При коксартрозе центр вращения пораженного сустава смещен, и офсет определяется расстоянием от вершины большого вертела до проекционной точки центра вращения пораженного сустава (впадины) на горизонталь от большого вертела. В случаях увеличения офсета при протрузионной деформации впадины восстанавливают позицию центра вращения сустава (имплантационного ложа для тазового компонента) посредством костной пластики в области дна: толщина аугмента бу-

дет определяться отрезком ОдОи по горизонтали. Для устранения проксимального смещения центра вращения требуется восполнение дефицита костной ткани в области свода впадины: толщина аугмента определяется отрезком ОдОи по вертикали. По разнице расстояний от центра вращения деформированной впадины (Од) до линии Кохлера (К) и от центра вращения истинной вертлужной области (Ои) до линии Кохлера (К) можно судить о степени выраженности протрузионной деформации (рис. 2). При уменьшении офсета (гипопластический и гиперпластический коксартроз) и латеропозиции центра вращения сустава впадину углубляют фрезами до нормального положения центра вращения сустава.

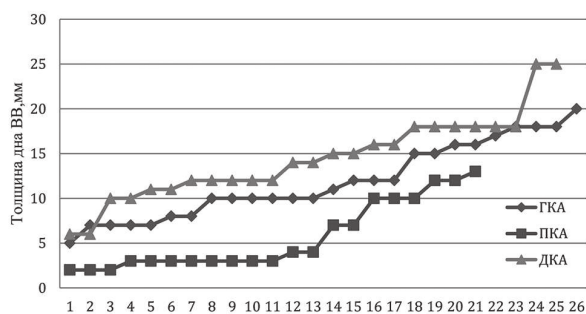


Рис. 1. Размеры толщины дна вертлужной впадины (ВВ) при гиперпластическом (ГКА), протрузионном (ПКА) и диспластическом коксартрозе (ДКА), мм

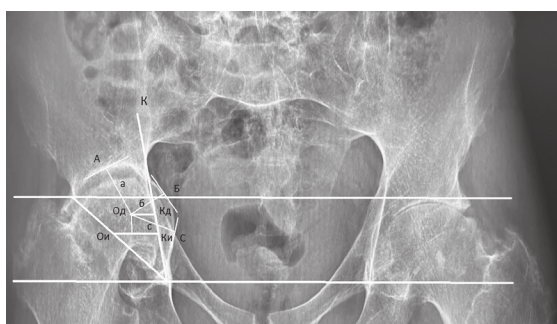


Рис. 2. Рентгенограмма таза с правосторонним протрузионным коксартрозом в прямой проекции: А, В, С — касательные к контуру деформированной впадины; а, в, с — перпендикуляры к касательным А, В, С; Од — центр вращения деформированной вертлужной впадины; Ои — центр вращения истинной вертлужной области (середины гипотенузы треугольника Ранават); К — линия Кохлера из нижнего полюса фигуры слезы; Кд — точка пересечения горизонтали из Од с линией Кохлера; Ки — точка пересечения горизонтали из Ои с линией Кохлера. Расстояние между отрезками ОдКд и ОиКи характеризует выраженность степени протрузии вертлужной впадины. Величина горизонтального смещения и медиализации центра вращения деформированной впадины относительно истинной вертлужной области в данном случае составляет 12 мм. Вертикальное смещение деформированной впадины относительно истинной вертлужной области в данном случае 14 мм

В 47 случаях обменно-дистрофического (21) и диспластического (26) ОА потребовалось углубление впадины через остеопиты дна до нормализации офсета, из них в 20 случаях (Crowe II-III) углубление впадины сочетали с пластикой свода структурным аутоотрансплантатом из резецированной головки бедра. Необходимую толщину трансплантата для возмещения протрузионного дефекта определяли посредством геометрических построений на скиаграмме с рентгенограм-

мы таза (Патент № 2700455 РФ) [18]. В 19 случаях протрузионных деформаций (исходы РА) выполнена костная пластика дна секторным аутоотрансплантатом и/или костными чипсами из резецированной головки бедра, для армирования зоны протрузии в 4 случаях использовали титановую сетку.

Отдаленные результаты (4 года) изучены у 52 пациентов (72,2%). Исходы обменно-дистрофического и диспластического ОА по шкале Харриса соответствовали  $83,3 \pm 2,1$  балла («хорошо»). В группе больных РА результативность в отдаленные сроки повысилась до  $80,1 \pm 1,07$  балла («хорошо»), ближайший результат в среднем был значительно ниже и оценивался как «удовлетворительно» ( $78,2 \pm 3,1$  балла). В 39 наблюдениях отмечено сращение и перестройка трансплантатов. В 4 случаях цементной фиксации протеза при протрузионной деформации отмечены признаки нестабильности тазового компонента.

### ОБСУЖДЕНИЕ

Во всем мире проводятся исследования по морфометрии вертлужной впадины [20, 21, 22]. Так, S. Paul с соавт. выявили значительные различия в глубине вертлужной впадины у населения Индии по сравнению с населением западных стран или других частей Азии [23]. Поэтому полученные нами морфометрические данные актуальны в плане вариационной анатомии населения Уральского региона.

Морфологические особенности вертлужной впадины при коксартрозе различной этиологии влияют на технологию подготовки имплантационного ложа для чашки протеза [24]. Предоперационное проектирование в настоящее время все больше проводится в цифровом виде [7, 25], однако бумажный вариант не только широко распространен и активно совершенствуется [26], но и является основой для дальнейшей цифровизации предоперационного планирования имплантации эндопротезов.

В настоящее время известен способ оценки глубины вертлужной впадины, когда изучают соотношение медиальной стенки вертлужной впадины и седалищно-подвздошной линии, которую проводят от нижнего полюса фигуры слезы к точке перехода седалищной кости в подвздошную [27]. Смещение контура медиальной стенки вертлужной впадины кнутри от седалищно-подвздошной линии, по данным авторов, является признаком протрузионной впадины. Однако данный способ не позволяет определить позицию центра вращения деформированной впадины для последующей коррекции его положения при формировании имплантационного ложа для чашки протеза.

Р.М. Тихилов, В.М. Шаповалов [28] предлагают способ определения горизонтального центра ротации эндопротеза тазобедренного сустава путем оценки расстояния от центра ротации сустава (головки эндопротеза) до вертикали, проведенной через «фигуру слезы», в сравнении с противоположной стороной. Медиализация центра ротации сустава может сопровождаться развитием хромоты, избыточным давлением имплантата на внутреннюю стенку вертлужной впадины. Латеропозиция центра вращения эндопротеза может создавать проблемы прочности фиксации чашки и стабильности сустава. Но данным способом невозможно определить центр вращения деформированной вертлужной впадины. Кроме того,

проводится сравнительный анализ показателей офсета установленных эндопротезов тазобедренного сустава между собой. В случаях исходной двусторонней деформации вертлужных впадин или двусторонней мальпозиции впадин эндопротеза сравнение с контрлатеральной стороной не позволит выявить патологию. Не учитывается также возможное вертикальное смещение центра ротации сустава, то есть невозможно корректно оценить исходную позицию центра вращения деформированной вертлужной впадины и необходимую величину коррекции его положения.

Н.В. Загородний [29] оценивает степень деформации впадины, сравнивая толщину внутренней стенки вертлужной впадины на пораженной стороне со здоровой, и подразделяет протрузию acetabulum на четыре степени. Автор подчеркивает, что при протрузионном коксартрозе центр сустава смещается медиальнее центра истинной вертлужной области. Однако предлагаемый способ оценки степени деформации впадины не позволяет рассчитать величину смещения центра вращения сустава не только при протрузионном, но и при диспластическом и гиперпластическом коксартрозах.

В предложенном нами способе оценки офсета деформированной вертлужной впадины проводится определение оптимальной позиции центра вращения сустава для формирования имплантационного ложа тазового компонента эндопротеза.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При протрузионной деформации требуется восполнение костного дефицита в области дна впадины до нормализации положения центра вращения сустава. При гиперпластическом коксартрозе имеется утолщение дна впадины за счет выраженной оссификации со стороны ямки впадины, для нормализации позиции центра вращения сустава требуется углубление впадины. При диспластическом коксартрозе и небольшой глубине впадины дно также утолщено за счет оссификации ямки, необходимо его углубление для нормализации позиции центра вращения сустава. Для восстановления сферичности диспластичной впадины требуется костная пластика в области ее свода.

Исходя из геометрических построений можно оценить не только горизонтальное, но и вертикальное смещение центра вращения деформированного сустава/вертлужной впадины, что в конечном итоге позволяет достигнуть физиологического положения тазового компонента эндопротеза. Восстановление центра ротации и полусферической формы имплантационного ложа для стандартной чашки протеза обеспечивает надежную первичную фиксацию и оптимальные биомеханические условия для длительного функционирования имплантата.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Травматизм, ортопедическая заболеваемость, состояние травматолого-ортопедической помощи населению России в 2018 году / Под ред. Проф. Н. А. Еськина ; сост. Т. М. Андреева, Е. В. Огрызко, М. М. Попова / Сборник ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. – Москва, 2019 г.
2. Systematic review of pre-operative planning modalities for correction of acetabular dysplasia / Acuña A. J., Samuel L. T., Mahmood B., Kamath A. F. // J. Hip Preserv Surg.– 2019.– Nov 28;6(4). – P. 316-325. doi: 10.1093/jhps/hnz057
3. Pre-operative templating in THA. Part II: a CT-based strategy to correct architectural hip deformities / Kobayashi H., Cech A., Kase M. [et al.] // Arch Orthop Trauma Surg. 2020. Jan 23. doi: 10.1007/s00402-020-03341-6.
4. Амзаев, С. Ю. Рентгенологические критерии адекватной предоперационной подготовки к эндопротезированию тазобедренного сустава // Актуальные вопросы медицины. – 2010. – № 3. – С. 93-97.
5. Удинцева, М. Ю. Возмещение дефектов вертлужной впадины при эндопротезировании тазобедренного сустава / М. Ю. Удинцева, Е. А. Волокитина, С. М. Кутепов // Казанский медицинский журнал. – 2022. – Т. 103. – № 1. – С. 89-99. – DOI 10.17816/KMJ2022-89.
6. Родионова, С. С. Насколько вероятно связь возраста с риском формирования асептической нестабильности при эндопротезировании тазобедренного сустава // Opinion Leader. – 2019. – Т.19. – № 1. – С. 72-74.
7. Коршунов Д. Ю., Макушкин Б. Б., Семиченков П. С. Использование цифрового планирования при эндопротезировании тазобедренного и коленных суставов // Opinion Leader. – 2018. – Т.10. – № 2. – С. 48-55.
8. 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. Jun;34(6): 1267-1272.e1. doi: 10.1016/j.arth.2019.02.017.
9. Effect of placement of acetabular prosthesis on hip joint function after THA / Fan G, Xiang C, Li S [et al.] // Medicine (Baltimore). 2019. Dec;98(49): e18055. doi: 10.1097/MD.00000000000018055.
10. 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 / Liu B., Gao Y.H., Ding L. [et al.] // JArthroplasty. 2018;33(3):915-918. doi: 10.1016/j.arth.2017.10.021.
11. Improved accuracy of CT based measurements for anterior prominence of acetabular prosthesis using a novel protocol based on anatomical landmarks / Brownlie C. A., Evans R., Morrison D. [et al.] // Orthop Traumatol Surg Res. 2020. Jan 17. pii: S1877-0568(19)30395-0. doi: 10.1016/j.otsr.2019.10.019.
12. Меньщикова И. А., Волокитина Е. А., Нецветов П. В. Анатомо-рентгенологическое обоснование оптимальной имплантации вертлужного компонента в случаях сложного эндопротезирования // Гений ортопедии. -2003. -N 1. – С.17-20.
13. Косинская, Н. С. Рабочая классификация и общая характеристика поражений костно-суставного аппарата / Н. С.Косинская, Д. Г.Рохлин. – Л.: Мед-гиз, 1961. – 102 с.
14. Котельников Г. П., Ларцев Ю. В. Остеартроз : рук-во – GEOTAP- МЕДИЯ, 2009 – 208 с.
15. Гланц С. Медико-биологическая статистика. – М.Практика, 1998. – 459 с.
16. Лебедев В. Ф., Дмитриева Л. А., Арсентьев Л. И. Клинико-рентгенологические особенности диспластического коксартроза III-IV стадии // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН – 2013 – № 1 (89). – С. 49-53
17. Crowe J. F., Mani J., Ranawat C. S. Total hip replacement in congenital dislocation and dysplasia of the hip // J.Bone and Joint Surg. – Jan., 1979. – V.61-A. – P.15-23
18. Пат. 2700455 РФ, МПК А61В17/56. Способ оценки офсета при деформированной вертлужной впадине / Е. А.Волокитина, М. Хабиб, А. П. Архипова, А. С. Ершов. – № 2018131429; заявл.31.08.2018; опубл. 17.09.2019, Бюл. № 26.
19. Ranawat C. S., Peters L. E., Umlas M. E. Fixation of the acetabular component: the case for cement // J. Arthroplasty. – 1996. – V.11. – P.1-3.

20. Umer M., Thambyah A., Tan W. Tj., Das De S. Acetabular morfometry for determining hip displasia in the Singaporean population // J O J Orthop Surg (Hong Kong). – 2006 Apr;14(1):27-31. Doi: 10.1177/230949900601400107.
21. Acetabular dysplasia in normal Turkish adults / Aktas S., Pekindil G., Ercan S., Pekindil Y. // Bull Hosp Jt Dis.– 2000;59(3):158-62.
22. Prevalence of radiologic acetabular dysplasia in asymptomatic Asian volunteers / C.-H. Kim, J. I. Park, D. J. Shin [et al.] // J Hip Preserv Surg 2019 Feb 25;6(1):55-59. Doi: 10.1093.
23. CT Based Analysis of Acetabular Morphology in Northern Indian Population: A Retrospective Study. /S. Paul, S. Singh, B. S. Raja [et al.] // Indian J Orthop. – 2020 Oct 20;55(3):606-613. doi: 10.1007/s43465-020-00267-4.
24. Какие особенности дефекта вертлужной впадины влияют на выбор ацетабулярного компонента при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава? / Р. М. Тихилов, А. А. Джавадов, А. Н. Коваленко [и др.] // Травматология и ортопедия России.– 2020. – № 26 (1). – С. 31-49.
25. Применение программы предоперационного планирования Medcar в практике эндопротезирования тазобедренного сустава / Д. А. Шавырин, Л. К. Брижань, Д. В. Мартыненко, Р. Р. Артищев // Opinion Leader. – 2021. -Т.1. – № 7 (48). – С. 36-38.
26. Определение деформации вертлужной впадины при предоперационном планировании эндопротезирования тазобедренного сустава / Д. В. Мартыненко, В. П. Волошин, Л. А. Шерман [и др.] // Травматология и ортопедия России. – 2019. -Т. 25.– № 3. – С. 153-164.
27. Возможности рентгенографии в ранней диагностике патологии тазобедренного сустава / Р. М. Тихилов, И. И. Шубняков, Д. Г. Плиев [и др.] // Травматология и ортопедия России. – Том 23, No 1. – 2017.– С.123-124.
28. Тихилов Р. М., Шаповалов В. М. Сложные случаи первичной артропластики тазобедренного сустава. Деформация вертлужной впадины. Источник удаленного доступа: <http://medbe.ru/materials/endoprotezirovanie-tbs/slozhnye-sluchai-pervichnoy-artroplastiki-tazobedrennogo-sustava-deformatsiya-vertluzhnoy-vpadiny/> (дата обращения 27.02.2018)
29. Загороднев Н. В. Эндопротезирование тазобедренного сустава. Основы и практика: руководство. – М., ГЭОТАР-Медиа, 2012, – 704 с.

**Сведения об авторах:**

А.С. Ершов – ассистент кафедры  
Е.А. Волокитина – доктор медицинских наук,  
профессор  
И.А. Меньщикова – доктор медицинских наук  
М.Ю. Удинцева – аспирант

**Information about the authors**

A.S. Ershov – department assistant  
E.A. Volokitina – Doctor of Medicine,  
Professor  
I.A. Menshchikova – Doctor of Medicine  
Udintseva M.Yu. – postgraduate student

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

**Conflicts of interests.** The authors declare no conflicts of interests.

**Источник финансирования.** Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Этическая экспертиза.** Исследование одобрено локальным этическим комитетом Уральского государственного медицинского университета (протокол № 9 от 22.10.21).

**Ethics approval.** The study was approved by the Local Ethics Committee of the Ural State Medical University (The protocol No. 9, 22.10.21).

**Информированное согласие.** Пациентами было подписано информированное согласие на публикацию данных, полученных в результате исследований.

**Informed consent.** All patients signed informed consent for publication of data from the studies.

Статья поступила в редакцию 15.03.2022; одобрена после рецензирования 21.03.2022;  
принята к публикации 28.03.2022.

The article was submitted 15.03.2022; approved after reviewing 21.03..2022;  
accepted for publication 28.03.2022.