

## ВОЗМОЖНОСТИ РЕНТГЕНОГРАФИИ В РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ ПАТОЛОГИИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА

Р.М. Тихилов<sup>1,2</sup>, И.И. Шубняков<sup>1</sup>, Д.Г. Плиев<sup>1</sup>, О.Е. Богопольский<sup>1</sup>,  
М.С. Гуацаев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена»  
Минздрава России  
Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова»  
Минздрава России  
Ул. Кирочная, д. 41, Санкт-Петербург, 191015, Россия

### Реферат

Рентгенологическое исследование при патологии тазобедренного сустава является одним из наиболее доступных и распространенных методов лучевой диагностики, несмотря на появление новых методов, таких как компьютерная и магнитно-резонансная томография. Основные трудности, которые возникают при анализе рентгенограмм, связаны с неправильно выполненным рентгенологическим исследованием. Технически правильно выполненное рентгеновское исследование позволяет выявить большинство изменений, способствующих прогрессированию деформирующего артроза тазобедренного сустава, выявить изменения на ранних стадиях и выбрать оптимальный метод лечения. В статье описаны основные рентгенологические укладки и необходимый минимум измерений для оценки состояния тазобедренного сустава.

**Ключевые слова:** патология тазобедренного сустава, рентгенографическое исследование, дисплазия тазобедренного сустава, импинджмент синдром.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

## Roentgenography Potentialities for Early Diagnosis of Hip Pathologies

R.M. Tikhilov<sup>1,2</sup>, I.I. Shubnyakov<sup>1</sup>, D.G. Pliev<sup>1</sup>, O.Y. Bogopolsky<sup>1</sup>,  
M.S. Guatsaev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University  
41, Kirochnaya ul., St. Petersburg, 191015, Russia

### Abstract

Hip joint X-ray examination is one of the most accessible and prevalent method of roentgen diagnostics despite the emergence and development of new research options such as CT and MRT. X-ray study is the first method used for patients with hip pain. The main problem that arises in the analysis of radiographs is the incorrectly performed examination. Technically correct X-ray examination reveals the majority of changes contributing to the progression of deforming hip arthrosis, to identify changes in the early stage and to choose the best method of treatment. The article describes the basic X-ray studies and the required minimal measurements for assessing hip condition.

**Keywords:** hip joint pathology, hip dysplasia, impingement, X-ray.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

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

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

Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Плиев Д.Г., Богопольский О.Е., Гуацаев М.С. Возможности рентгенографии в ранней диагностике патологии тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(1):117-131.  
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

**Cite as:** Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Pliev D.G., Bogopolsky O.Y., Guatsaev M.S. [Roentgenography Potentialities for Early Diagnosis of Hip Pathologies]. *Traumatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(1):117-131.(in Russian).  
DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-1-117-131.

Плиев Давид Гивиевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, Санкт-Петербург, 195427, Россия / David G. Pliev. 8, ul. Akad. Baykova, St. Petersburg, 195427, Russia. e-mail: plievd@gmail.com

Рукопись поступила/Received: 15.12.2016. Принята в печать/Accepted for publication: 13.02.2017.

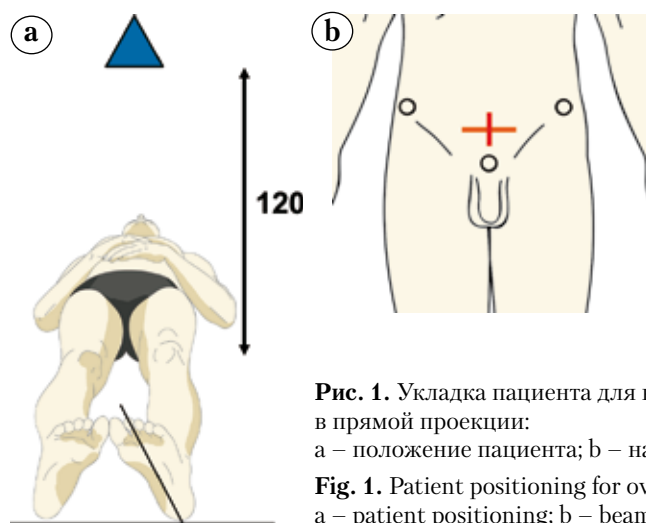
Для диагностики заболеваний тазобедренного сустава в настоящее время применяются современные и высокоточные методы исследований, такие как магнитно-резонансная (МРТ) и компьютерная томографии (КТ), а также ультразвуковое исследование [2, 35, 52]. При этом все меньше внимания уделяется традиционной рентгенографии. Нередко на консультацию обращаются пациенты с патологией тазобедренного сустава, имеющие результаты исследования на магнитно-резонансном томографе, но с отсутствием обычных рентгеновских снимков. Несомненно, современная МРТ является очень мощным инструментом, позволяющим выявить многие изменения даже на ранних стадиях патологического процесса, особенно при диагностике асептического некроза или повреждениях рентгеноконтрастных элементов сустава. Однако надо помнить, что этот метод следует выполнять для уточнения или подтверждения диагноза, так как он тоже имеет свои ограничения [25, 33]. КТ также является вспомогательным методом, позволяющим детализировать локализацию и величину дефектов, уточнить анатомические взаимоотношения суставных концов или выявить плохо визуализируемые на рентгенограммах повреждения костей, но ограничивающим целостное восприятие картины [3, 4].

Обычно поздние стадии деформирующего артроза и грубые изменения в анатомии не представляют сложности для диагностики, и дополнительные методы исследования используются только для уточнения диагноза и выбора хирургической тактики. Однако могут возникать трудности при выявлении, на первый взгляд, незначительных изменений в тазобедренном суставе, которые, тем не менее, могут быть причиной функциональных расстройств и болевого синдрома. За последние десятилетия было выпол-

нено множество исследований, направленных на углубленное изучение нормальной рентгеновской анатомии тазобедренного сустава, понимание которой позволяет корректно интерпретировать даже незначительные изменения и по-новому взглянуть на причины формирования дегенеративно-дистрофических изменений в суставе [6]. Поэтому рентгеновское исследование на сегодняшний день по-прежнему является основным методом визуализации пациентов с патологией тазобедренного сустава после клинического осмотра [1, 10, 21, 32]. При этом серьезной ошибкой является выполнение рентгенограммы только одного сустава. Это существенно ограничивает возможности интерпретации рентгеновского снимка, особенно если изменения незначительные. Независимо от стороны повреждения необходимо выполнение обзорной рентгенограммы таза в прямой проекции [32, 45]. В зависимости от обнаруженных изменений на обзорном снимке таза в дальнейшем для уточнения или подтверждения диагноза могут использоваться другие рентгеновские укладки или дополнительные методы исследования. При этом немаловажное значение для диагностики имеет правильность выполнения рентгеновских снимков [10, 38]. Соблюдение базовых принципов выполнения рентгенографии ускорит процесс постановки диагноза и позволит значительно сократить этот этап оказания медицинской помощи.

Обзорный снимок таза в прямой проекции выполняется в положении пациента лежа на спине с внутренней ротацией обеих стоп на  $15^\circ$  для правильного отображения шеечно-диафизарного угла. Рентгеновская трубка должна располагаться перпендикулярно столу на расстоянии 120 см от пленки. Луч должен быть направлен строго по центру между линией, соединяющей передне-верхние ости и лобковый симфиз (рис. 1) [32, 46].

При выполнении данного исследования важно не допускать ротации и наклона таза [16, 24, 42, 44]. При правильно выполненной рентгенографии таза средняя линия крестца и лобкового симфиза находятся на одной линии, «фигуры слез» симметричны, также как и запирающие отверстия. Расстояние от верхнего края лобкового симфиза до крестцово-копчикового сочленения у мужчин должно составлять от 1 до 3 см, у женщин – от 2 до 5 см (рис. 2) [44, 45].



**Рис. 1.** Укладка пациента для выполнения обзорной рентгенограммы таза в прямой проекции:

a – положение пациента; b – направление луча при исследовании

**Fig. 1.** Patient positioning for overview AP X-ray of pelvis:

a – patient positioning; b – beam direction during examination



**Рис. 2.** Оценка правильности выполнения прямой обзорной рентгенограммы таза:  
 а – ротация таза при неправильной укладке во время рентгенологического исследования;  
 б – совпадение средней линии крестца и лобкового симфиза при правильном положении таза во время исследования;  
 с – определяемое расстояние от лобкового симфиза до крестцово-копчикового сочленения

**Fig. 2.** Evaluation of correctness of AP overview pelvis x-ray:  
 а – pelvis rotation during incorrect patient positioning during examination;  
 б – overlapping of sacrum midline and pubic symphysis after correct patient positioning;  
 с – defined distance between pubic symphysis and sacrococcygeal joint

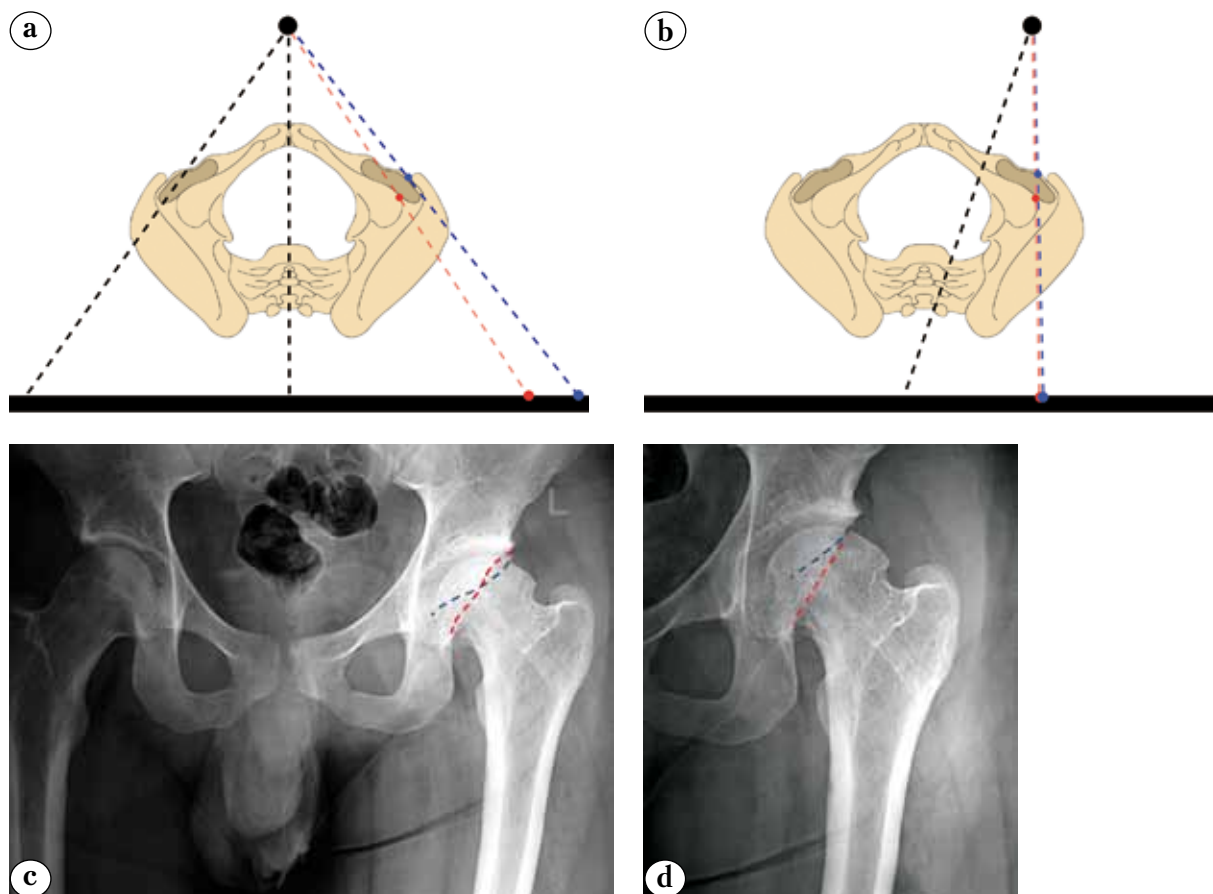
На обзорном снимке таза необходимо оценить конгруэнтность суставных поверхностей, соответствие центров ротации вертлужной впадины и головки бедренной кости, измерить угол наклона крыши вертлужной впадины, определить шеечно-диафизарный угол, степень погружения головки и оценить взаиморасположение переднего и заднего краев вертлужной впадины. Необходимо помнить, что линии краев вертлужной впадины необходимо определять только по правильно выполненной рентгенограмме таза, но ни в коем случае не по прямому снимку тазобедренного сустава или снимку таза, выполненному с ротацией. При смещении трубки происходит эффект «параллакса», когда меняется положение исследуемых ориентиров в зависимости от расположения трубки (рис. 3).

При выполнении прямого снимка тазобедренного сустава, когда трубка расположена над центром головки бедренной кости, происходит смещение переднего края вертлужной впадины медиально, и может создаться ложное представление о нормальном взаимоотношении переднего и заднего краев вертлужной впадины [45]. При ротации таза также можно получить ложный симптом «перекреста» переднего и заднего краев вертлужной впадины или, наоборот, его ложное отсутствие.

После рентгенограммы таза при необходимости можно выполнить рентгенографию пораженного сустава в боковой проекции. Существуют различные виды данного исследования, при этом каждое из них имеет свои плюсы и минусы [32].

Для оценки покрытия головки бедренной кости передним краем вертлужной впадины при диагностике дисплазии или импинджменте, возникающим не только в связи с асферичностью головки, но и при низком расположении передне-нижней ости, выполняют рентгеновское исследование в проекции «ложного» профиля (false profile Lequesne): в положении пациента стоя кассету располагают за исследуемым бедром, угол между тазом и кассетой должен быть равен  $65^\circ$ . Исследуемая нижняя конечность должна быть строго параллельна кассете. Расстояние от пленки до исследуемой трубки должно составлять 110 см. Пучок излучения необходимо направить на центр головки бедренной кости (рис. 4). При правильно выполненном снимке расстояние между головками равняется диаметру головки одной из головок бедренных костей [14, 28, 29, 38].

Данное исследование впервые предложил в 1961 г. М. Lequesne для диагностики деформирующего артроза и оценки степени подвывиха при дисплазии [28]. Проекцию назвали «ложным» профилем в связи с тем, что данное исследование показывает головку и проксимальную часть бедренной кости в профиле, но не вертлужную впадину. В этой проекции также можно оценить суставную щель в передней и задней частях, которые невозможно оценить на обзорной рентгенограмме таза или снимке тазобедренного сустава в прямой проекции, а также можно оценить расположение передне-нижней ости в случае наличия импинджмента.

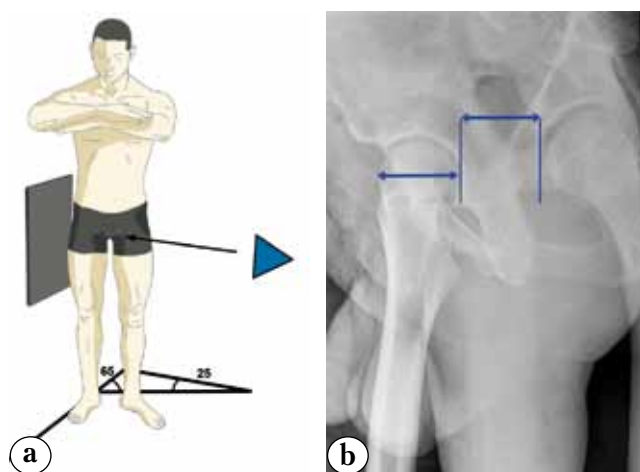


**Рис. 3.** Эффект «параллакса», определяемый при сравнении обзорного прямого снимка таза и прямого снимка тазобедренного сустава:

- a – прохождение рентгеновских лучей при выполнении обзорной рентгенограммы таза в прямой проекции;
- b – прохождение рентгеновских лучей при выполнении рентгенограммы тазобедренного сустава в прямой проекции;
- c – ретроверсия вертлужной впадины, определяемая при выполнении рентгенограммы таза в прямой проекции;
- d – кажущееся нормальное соотношение переднего и заднего краев вертлужной впадины при выполнении рентгенограммы тазобедренного сустава в прямой проекции

**Fig. 3.** Parallax effect identified when comparing overview AP pelvis x-ray and AP hip joint x-ray:

- a – beam direction during overview AP pelvis x-ray;
- b – beam direction during hip joint AP x-rays;
- c – acetabulum retroversion identified during AP pelvis x-ray;
- d – seemingly normal correlation between anterior and posterior acetabulum rims during AP hip joint x-ray



**Рис. 4.** Исследование тазобедренного сустава в проекции «ложного» профиля:

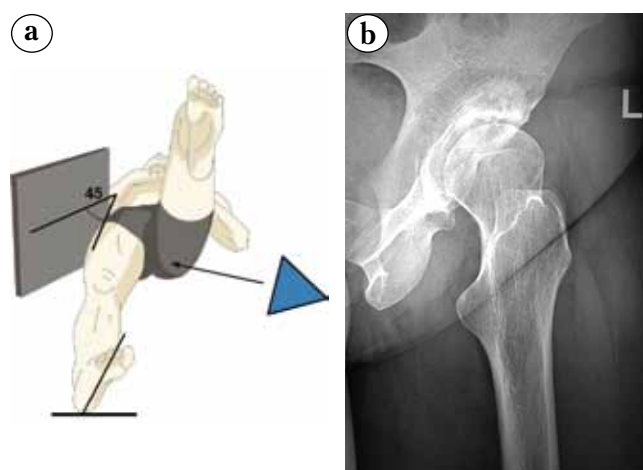
- a – положение пациента при выполнении рентгеновского исследования в проекции ложного профиля;
- b – рентгенограмма в проекции «ложного» профиля, расстояние между головками равно диаметру головки бедренной кости

**Fig. 4.** Hip joint examination in false profile Lequesne view:

- a – patient positioning;
- b – x-ray, distance between heads is equal to hip head diameter

Для отображения передней и задней поверхностей головки, шейки и проксимального отдела бедренной кости выполняют рентгенографию тазобедренного сустава в боковой проекции (cross-table lateral view): в положении пациента лежа на спине, противоположную ногу сгибают в тазобедренном и коленном суставах под углом  $90^\circ$ , а исследуемую конечность ротуют внутрь на  $15^\circ$ . Пучок рентгеновского излучения должен быть параллельным столу и ориентирован под углом  $45^\circ$  к исследуемой конечности. Луч должен быть направлен в центр головки бедренной кости, при этом плоскость кассеты устанавливается параллельно плоскости шейки бедра (рис. 5).

Данная проекция полезна для определения передне-заднего размера впадины при планировании эндопротезирования ТБС. Кроме того, по этому изображению можно определить альфа-угол и офсет головки и шейки.

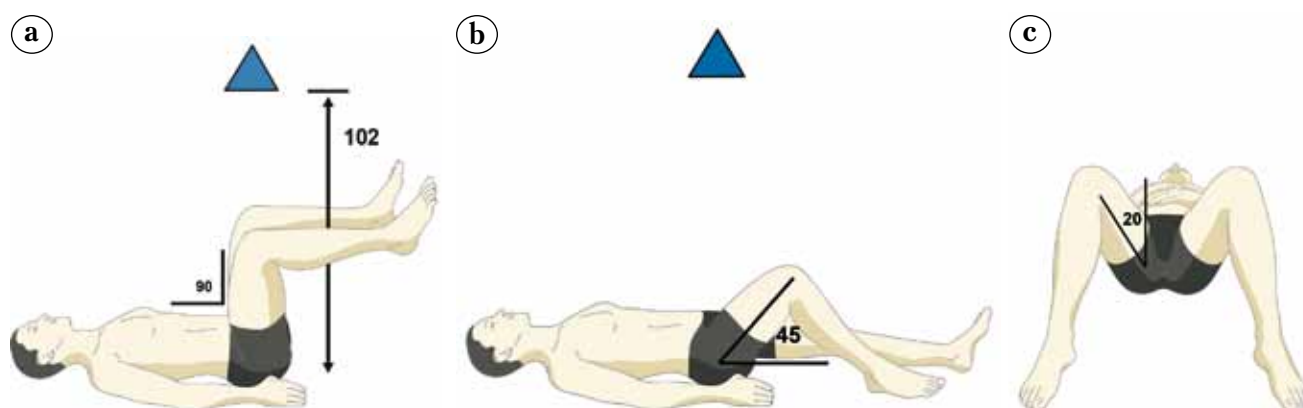


Даже если на снимке таза в прямой проекции нет данных, свидетельствующих о нарушении сферичности головки, необходимо выполнение дополнительных рентгенограмм. Сферичность головки бедренной кости лучше всего определять на рентгенограммах, выполненных в проекциях по Dunn  $90^\circ$  и  $45^\circ$  (Dunn view): в положении пациента лежа исследуемый сустав сгибают в тазобедренном и коленном суставах под углом  $90^\circ$ . Далее отводят бедро в тазобедренном суставе под углом  $15-20^\circ$  без ротации. Желательно проводить исследование обоих тазобедренных суставов одновременно. Исследуемая трубка должна находиться на расстоянии 102 см от рентгеновской пленки. Исследование по Dunn в  $45^\circ$  выполняется так же, но производят сгибание в тазобедренном суставе под углом в  $45^\circ$  (рис. 6). Первоначально автор предложил данный метод для оценки антеверсии шейки бедренной кости у детей [15]. На сегодняшний день он применяется у взрослых, в основном для определения сферичности головки бедренной кости, при этом под углом  $90^\circ$  для оценки передней поверхности и  $45^\circ$  – для определения сферичности в области передне-верхней поверхности [5, 6, 10].

**Рис. 5.** Выполнение рентгенограммы в боковой проекции:

a – положение пациента при выполнении рентгеновского исследования в боковой проекции;  
b – рентгенограмма в боковой проекции

**Fig. 5.** Cross-table lateral view:  
a – patient positioning;  
b – lateral view



**Рис. 6.** Положение пациента при выполнении рентгеновского исследования в проекции по Dunn:

a – под углом  $90^\circ$ ; b, c – под углом  $45^\circ$

**Fig. 6.** Patient positioning for Dunn view x-ray: a – at  $90^\circ$ ; b, c – at  $45^\circ$

Для оценки состояния тазобедренного сустава необходимо провести некоторые простые, но необходимые измерения. При этом правильность выполненных измерений имеет такое же значение, как правильность выполненных рентгенологических укладок. Для диагностики дисплазии определяют углы Wiberg и Tönnis (угол наклона крыши вертлужной впадины или ацетабулярный угол) [8]. Для определения угла наклона крыши вертлужной впадины на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Проводят вторую линию, параллельную первой, при этом начало линии находится в самой нижней точке несущей склерозированной части крыши вертлужной впадины. Третья линия проходит от начала второй линии до латерального края несущей склерозированной поверхности крыши вертлужной впадины. Угол между второй и третьей линиями и есть угол наклона крыши вертлужной впадины (рис. 7). В норме этот угол должен составлять от 0 до 10°. При угле меньше 0° можно говорить о типе импинджмента Pincer или же как об одном из признаков протрузии вертлужной впадины. Если угол наклона крыши вертлужной впадины больше 10°, это является одним из признаков дисплазии тазобедренного сустава [10].

*Угол наклона крыши вертлужной впадины (в модификации Liangguo Fa).* К сожалению, не всегда удается четко визуализировать медиальную грань сурсила (Sourcil с французского переводится как бровь, так называют наиболее нагружаемую склерозированную поверхность крыши вертлужной впадины). В связи с этим

в 2014 г. был предложен модифицированный способ определения угла Tönnis, который отличается тем, что вторая линия проходит параллельно первой и по краю головки бедра до сурсила (рис. 8) [18]. Далее от этой точки проводят линию до латерального края сурсила. Данный угол имеет высокую корреляцию с углом Tönnis. При этом имеется более высокая корреляция с углом Wiberg, чем оригинальная методика, предложенная D. Tönnis. Автор предлагает считать нормой угол до 12°, а угол больше этого значения как признак дисплазии. Однако для определения более точных показателей нормы проводятся дополнительные исследования, и на сегодняшний день данный метод может применяться при невозможности четкой визуализации медиального края сурсила.

В 1939 г. G. Wiberg предложил метод определения дисплазии тазобедренного сустава, который довольно широко применяется и сегодня [51]. Центрально-краевой угол или угол Wiberg (center-edge angle – CE): в англоязычной литературе данный угол именуется также как lateral centre edge angle (LCEA). Этот показатель позволяет оценить изменения вертлужной впадины и покрытие головки бедренной кости. Для определения данного угла на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Вторую линию параллельную первой, проводят через центр головки бедренной кости. Третью линию проводят от центра головки, при этом она должна быть перпендикулярна второй. Четвертая линия проходит от центра головки к наиболее латеральному краю крыши вертлужной впадины (рис. 9).



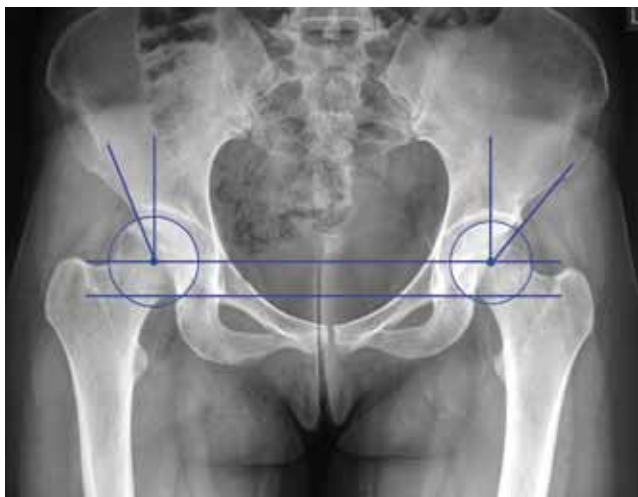
**Рис. 7.** Определение угла Tönnis на обзорной рентгенограмме таза

**Fig. 7.** Detection of Tönnis angle at overview pelvis x-ray



**Рис. 8.** Угол наклона крыши вертлужной впадины в модификации Liangguo Fa

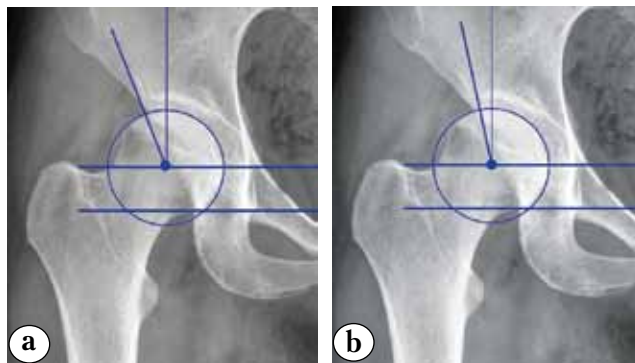
**Fig. 8.** Slope angle of acetabulum roof in Liangguo Fa modification



**Рис. 9.** Схема определения угла Wiberg  
**Fig. 9.** Method of detection for Wiberg angle

В норме у взрослых угол Wiberg находится в пределах от 25 до 40°. Пограничными значениями, при которых рекомендуется выполнять динамический контроль, является угол от 20 до 25° [12, 19]. Если угол Wiberg менее 20°, это указывает на дисплазию тазобедренного сустава, если угол более 40°, это является одним из признаков типа импинджмента «Pincer», или же это является одним из признаков протрузии вертлужной впадины. При определении центра головки бедренной кости могут возникнуть сложности, если головка бедренной кости немного не сферична, поэтому необходимо всегда использовать прозрачные сферичные шаблоны или же проводить исследование на компьютере с помощью специального программного обеспечения, позволяющего рисовать круг с центром.

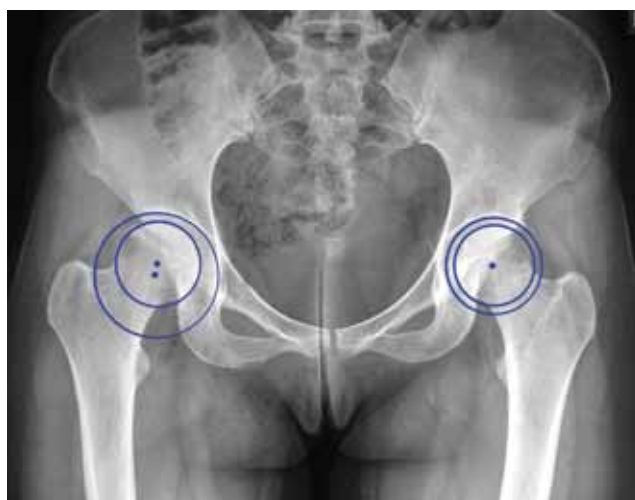
*Центрально-краевой угол (в модификации Ogata).* Учитывая возможное изменение в виде обызвествления суставной губы, избыточной ретроверсии или антеверсии вертлужной впадины и наслоения переднего или заднего края на крышу вертлужной впадины, у некоторых пациентов довольно трудно точно определить, что наиболее латеральный край является точной границей ее крыши. В таких случаях истинный край крыши вертлужной впадины расположен более медиально. Для более точного определения края вертлужной впадины S. Ogata с коллегами в 1990 г. сравнил результаты исследований рентгенографии таза у детей с данными компьютерной томографии и предложил модификацию данного исследования, заключающуюся в том, что линию проводят не до края крыши вертлужной впадины, а до латерального края сурсила (рис. 10) [37].



**Рис. 10.** Схема определения покрытия крыши вертлужной впадины:  
a – угол Wiberg;  
b – угол Wiberg в модификации Ogata

**Fig. 10.** Method of detection for acetabulum roof surface:  
a – Wiberg angle;  
b – Wiberg angle in Ogata modification

*Конгруэнтность суставных поверхностей.* В норме центр ротации головки бедренной кости и вертлужной впадины совпадают. Если же радиус вертлужной впадины больше и центры ротаций не совпадают, это является признаком подвывиха головки бедренной кости и нестабильности в тазобедренном суставе (рис. 11).



**Рис. 11.** Подвывих головки бедренной кости правого тазобедренного сустава, центр ротации вертлужной впадины и центр головки бедренной кости не совпадают. Слева совпадение центров ротаций головки и вертлужной впадины, суставные поверхности конгруэнтны

**Fig. 11.** Femoral head subluxation in the right hip joint, mismatch of acetabulum rotation center and femoral head center. Articular surfaces on the left joint are congruent, femoral head and acetabulum rotation center match

Центр ротации вертлужной впадины определяют путем наложения шаблона с кругом на внутренний край сурсила, а центр головки – путем наложения шаблона с кругом по краю головки бедренной кости.

*Подвывих головки* можно также определить по расстоянию от седалищно-подвздошной линии до головки бедренной кости, в норме она находится не более чем на 10 мм латеральнее (рис. 12).

Для диагностики глубокой впадины оценивают соотношение медиальной стенки вертлужной впадины и седалищно-подвздошной линии.



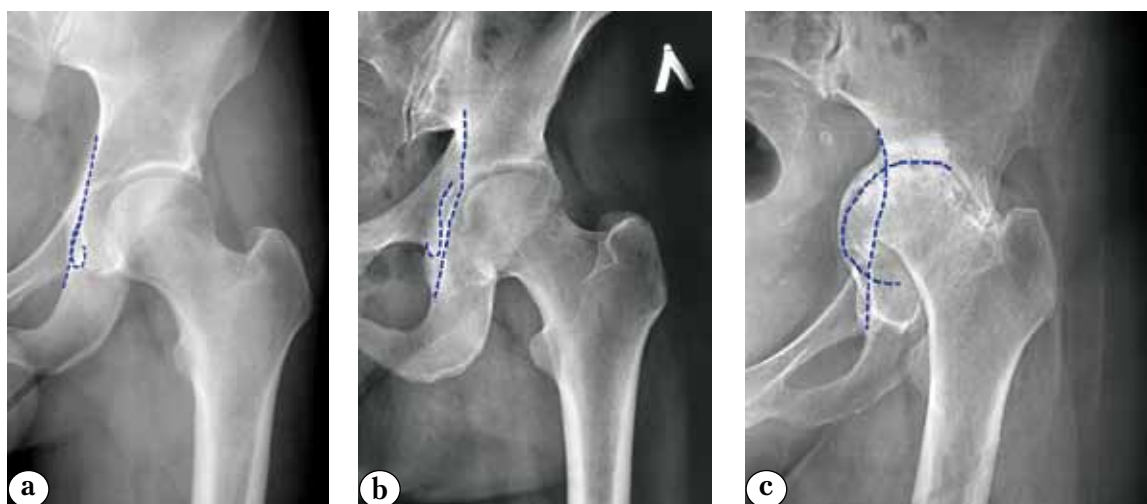
**Рис. 12.** Определение расстояния от седалищно-подвздошной линии до головки бедренной кости

**Fig. 12.** Estimation of distance from iliosciatic line to femoral head

В норме они находятся на одной линии, или же медиальная стенка немного отстоит кнаружи. Смещение последней кнутри является признаком глубокой впадины (рис. 13).

При глубокой вертлужной впадине не только ее медиальный край смещен кнутри от седалищно-подвздошной линии, но и головка бедренной кости либо находится непосредственно в проекции этой линии, либо пересекает ее. В зависимости от этого различают два состояния – *coxa profunda* и *protrusio acetabuli*. В первом случае только медиальная стенка смещена кнутри от седалищно-подвздошной линии, во втором случае уже происходит смещение головки медиальнее седалищно-подвздошной линии.

*Степень покрытия головки бедренной кости (femoral head extrusion index – FHEI)*. Этот показатель впервые был предложен в 1950 г. С.Н. Нейман и С.Н. Нерndon [23]. Также его называют «степень подвывиха головки», «индекс головки бедренной кости» или «вертлужно-головчатое соотношение» [14, 27]. Данное исследование позволяет оценить степень покрытия головки бедренной кости и высчитывается в процентах. Для ее определения на обзорной рентгенограмме таза проводят прямую линию, проходящую через основания «фигур слезы». Вторую линию, перпендикулярную первой, проводят по медиальному краю головки бедренной кости. Третью линию проводят перпендикулярно первой и по наружному краю крыши вертлужной впадины, четвертую – по наружному краю головки бедренной кости (рис. 14).



**Рис. 13.** Расположение медиальной стенки и седалищно-подвздошной линии: a – нормальное соотношение; b – *coxa profunda*; c – *protrusio acetabuli*

**Fig. 13.** Medial wall and iliosciatic line localization: a – normal ratio; b – *coxa profunda*; c – *protrusio acetabuli*





**Рис. 14.** Определение степени покрытия головки бедренной кости на прямой обзорной рентгенограмме таза

**Fig. 14.** Estimation of femoral head coverage on the overview AP pelvic x-rays

Расстояние от третьей и четвертой линии (А), поделенное на ширину головки (Б) и умноженное на 100, отображает степень покрытия головки бедренной кости. Соответственно, чем больше процент, тем больше дисплазия. Нормальное значение должно быть менее 25% [31].

*Ретроверсия вертлужной впадины (признак «перекреста» (cross-over sign)).* В 1999 г. D. Reynold с соавторами опубликовали работу, в которой описал мало изученный вариант дисплазии вертлужной впадины, когда происходит ее ретроверсия, что является одной из причин болей в тазобедренном суставе, развития импинджмента и в дальнейшем – деформирующего артроза [40]. Данный вариант дисплазии может быть изолированным, когда присутствует ретроверсия в чистом виде, или в комбинации с недоразвитием крыши вертлужной впадины и подвывихом головки бедра. Найденное при исследовании пересечение переднего и заднего краев вертлужной впадины авторы назвали признаком перекреста (cross-over sign).

Определяют ретроверсию по обзорному снимку таза и, как отмечалось ранее, правильное положение таза критично. В норме передний край начинается от края крыши вертлужной впадины, идет медиально и не должен пересекать задний край, который, в свою очередь, идет от крыши вертлужной впадины вниз более вертикально, в норме проходя через центр ротации головки бедренной кости [42. 43]. При наличии ретроверсии передне-верхний край вертлужной впадины проецируется более латерально, чем задний, образуя знак перекреста. Задний край вертлужной впадины проходит медиальнее центра ротации головки бедренной кости (симптом задней стенки) и в подавляю-

щем большинстве случаев ретроверсии на рентгенограммах можно отчетливо увидеть выступающую седалищную ость, которая на обзорной рентгенограмме нормального таза не визуализируется (рис. 15).



**Рис. 15.** Признаки ретроверсии вертлужной впадины, определяемые на обзорной рентгенограмме таза в прямой проекции (наличие перекреста переднего и заднего краев вертлужной впадины, выступающая седалищная ость)

**Fig. 15.** Signs of acetabulum retroversion identified on the overview AP pelvis x-ray (presence of crossover of anterior and posterior acetabulum rims, protruding ischial bone)

Степень ретроверсии рассчитывается исходя из отношения расстояния от верхнего края вертлужной впадины до пересечения переднего и заднего края впадины к общей длине впадины и умноженное на 100 [50]. Знание степени ретроверсии вертлужной впадины необходимо для последующего выбора метода лечения. Для исключения влияния неправильной укладки ретроверсию необходимо подтверждать при помощи компьютерной томографии.

*Альфа угол ( $\alpha$ -angle).* Одним из немаловажных аспектов при исследовании тазобедренного сустава на рентгенограмме является оценка сферичности головки бедренной кости. S. Wagner с соавторами показал, что гистологические изменения в суставном хряще несферичной области головки бедренной кости схожи с изменениями при деформирующем артрозе [48]. Во многих случаях сферичность можно оценить визуально. Однако более целесообразно оценивать сферичность и наличие деформации головки бедренной кости путем ее измерения. В 2002 г. Н.Р. Notzli с соавторами предложили метод определения сферичности головки бедренной кости. Для этого они оценивали угол между линией шейки бедренной кости и линией перехода головки в шейку (рис. 16) [36]. Данный угол можно определить практически на любой рентгенограмме.



**Рис. 16.** Схема определения альфа угла для оценки сферичности головки бедренной кости

**Fig. 16.** Estimation of  $\alpha$ -angle to evaluation sphericity of the femoral head

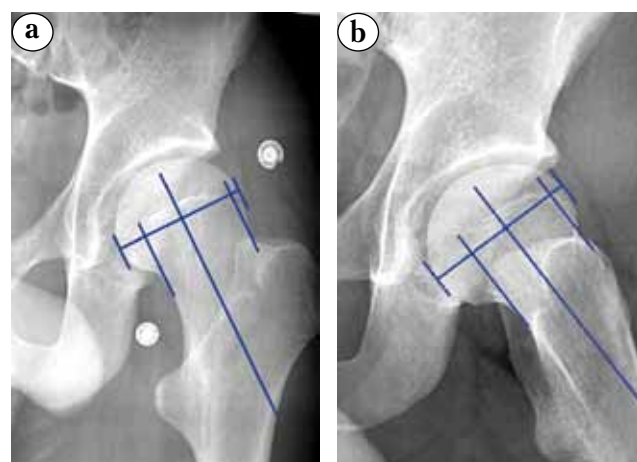
Альфа угол рассчитывается путем измерения угла между двумя линиями: первой линией, проведенной через центр шейки и головки бедренной кости, и второй линией, проведенной от центра головки бедренной кости к точке перехода головки в шейку бедренной кости, где выступающая часть головки бедренной кости становится больше, чем ее радиус (граница сферичности головки).

Значения угла альфа, по данным различных авторов, в норме при определении в прямой проекции составляет  $52^\circ$ , в боковой проекции  $46^\circ$ . При этом значения альфа угла, равные или превышающие  $50-55^\circ$ , указывают на наличие деформации в месте перехода головки в шейку [24, 40, 47, 49].

*Офсет головки-шейки бедренной кости (head-neck offset ratio).* Метод был описан Н. Ейгер в 2001 г. для скрининга пациентов и диагностики деформации типа «cam» [17]. При этом наиболее часто для оценки положения головки бедренной кости и выявления ее деформации проводят измерения на рентгенограмме в прямой и боковой проекциях с помощью трех линий. Первую линию проводят через центр шейки и головки бедренной кости, вторую линию – параллельно ей по передней части шейки бедренной кости, и параллельной ей проводят третью линию, проходящую по переднему краю головки бедренной кости (рис. 17). Для оценки противоположной стороны проводят аналогичные линии. Если соотношение меньше 0,17, то имеет место тип деформации «cam» [10].

При оценке дисплазии тазобедренного сустава немаловажное значение имеет определение

покрытия головки бедренной кости передним краем вертлужной впадины. Для этого определяют передний центрально-краевой угол / угол Lequesne (vertical-centre-anterior margin angle – VCA) и передний индекс головки бедренной кости (anterior acetabular head index – ААНИ). Оба исследования необходимо проводить в проекции «ложного» профиля. Передний центрально-краевой угол в норме составляет от  $25$  до  $40^\circ$ , угол менее  $20^\circ$  указывает на дисплазию, более  $40^\circ$  – на избыточное покрытие (рис. 18) [13].



**Рис. 17.** Определение офсета головки-шейки: а – на рентгенограмме тазобедренного сустава в прямой проекции; б – в боковой проекции.

Головка смещена книзу и кзади, что свидетельствует о наличии деформации типа «cam»

**Fig. 17.** Estimation of head-neck offset:

a – on hip joint AP x-ray;

b – on lateral view.

Head is displaced downward and posteriorly demonstrating “cam” type deformity



**Рис. 18.** Определение переднего центрально-краевого угла на рентгенограмме в проекции «ложного» профиля

**Fig. 18.** Estimation of anterior center-edge angle on false profile Lequesne view.

Передний индекс головки бедренной кости, предложенный в 2003 г. Etsuo Chosa, определяют на рентгенограмме в укладке «ложного» профиля [9]. Данное исследование проводят при наличии деформации головки бедренной кости, когда не удается точно идентифицировать ее центр. Для этого проводят три перпендикулярные линии – две по краю головки и одну по переднему краю вертлужной впадины. Полученное значение ширины вертлужной впадины (А) делят на ширину головки (Б) и умножают на 100 (рис. 19). Среднее значение в норме составляет 84%, у женщин 81% (от 69 до 96), у мужчин 88% (от 74 до 99).



**Рис. 19.** Определение переднего индекса головки бедренной кости в проекции «ложного» профиля

**Fig. 19.** Estimation of anterior femoral head index in false profile Lequesne view

### Заключение

При обращении пациента с жалобами на боли в тазобедренном суставе, особенно если это лица молодого возраста, надо соблюдать определенный алгоритм исследования, который позволит сократить время на постановку диагноза и выбрать оптимальный метод лечения. В первую очередь, необходимо выполнить обзорную рентгенограмму таза в прямой проекции. Правильно выполненная рентгенограмма и ряд несложных измерений позволяют выявить даже незначительные изменения в тазобедренном суставе. При выявлении нарушения сферичности головки бедренной кости необходимо дополнительно выполнить рентгенографию в проекции по Dunn и/или в боковой проекции.

При определении дисплазии тазобедренного сустава на рентгенограмме таза в прямой проекции дополнительно следует выполнить рентгенограмму в проекции «ложного» профиля для оценки подвывиха, покрытия переднего края и толщины суставной щели в переднем и заднем отделах тазобедренного сустава. Необходимо отметить, что на основании анализа рентгенограмм в проекции «ложного» профиля и обзор-

ного прямого снимка таза можно получить наиболее полную информации о состоянии головки бедренной кости и вертлужной впадины [10]. При наличии кист и сужения суставной щели в какой-либо из проекций, описанных ранее, необходимо выполнить магнитно-резонансную томографию, которая позволит оценить состоятельность суставного хряща и целесообразность выполнения органосохраняющих операций. Оптимальным вариантом лечения дисплазии тазобедренного сустава на сегодняшний день является периацетабулярная остеотомия с коррекцией положения вертлужной впадины для обеспечения оптимальной нагрузки [11, 20, 30].

Если на прямой рентгенограмме определяется ретроверсия вертлужной впадины, необходимо дополнительно выполнить компьютерную томографию, так как наклон таза при выполнении рентгенограммы в прямой проекции может создать ложное представление о соотношении переднего и заднего краев вертлужной впадины. Оптимальным вариантом лечения в данном случае является периацетабулярная остеотомия [53].

При наличии асферичности и признаков деформации типа «cam» только по передне-верхнему отделу пациента можно рекомендовать моделирование головки малоинвазивным способом – через передний доступ или под контролем артроскопа [26]. В случае наличия импинджмента типа «cam» с деформацией заднего отдела головки на сегодняшний день оптимальным вариантом является моделирование головки бедренной кости после полного хирургического вывиха [7, 34, 41].

При определении импинджмента типа «pincer» на рентгенограмме в прямой проекции необходимо выполнение компьютерной томографии для оценки покрытия головки как в передне-верхних, так и задне-верхних отделах. При нормально развитом заднем крае и наличии импинджмента, связанном с избытком передне-верхних отделов края вертлужной впадины, оптимальным вариантом является артроскопическая резекция с рефиксацией суставной губы, так как последняя играет важную роль в стабилизации тазобедренного сустава [26]. Резекцию передне-верхнего края вертлужной впадины можно выполнить и через прямой передний доступ, малоинвазивно, но могут возникнуть трудности при фиксации суставной губы без контроля с использованием артроскопа. В некоторых случаях возможно выполнение так называемой «обратной» периацетабулярной остеотомии с уменьшением угла наклона крыши вертлужной впадины.

Необходимо помнить, что любое оперативное вмешательство надо выполнять только при наличии болевого синдрома, так как довольно часто встречаются пациенты в возрасте старше 60 лет с признаками дисплазии, наличием импинджмента, визуализируемом на рентгенограмме и при этом с отсутствием болевого синдрома. Поэтому оптимальным вариантом при наличии изменений, видимых на рентгенограмме у пациентов молодого возраста, но не проявляющих себя в виде ограничений движений и болевым синдромом, является динамический контроль. При этом надо учитывать, что одним из неблагоприятных прогностических признаков является дисконгруэнтность суставных поверхностей. Выполнение данного простого алгоритма позволяет сократить расходы на диагностику и выбрать правильную хирургическую тактику в случае необходимости лечения.

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

### Литература

1. Блиц О.Ю. Боль в тазобедренном суставе: современные представления о возможностях и роли различных методов лучевой диагностики в определении причин болевого синдрома. *Лучевая диагностика и терапия*. 2014;(2):37-45.
2. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. Тихилов Р.М., Шубняков И.И. ред. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014. Т. 1. 368 с.
3. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О., Мясоедов А.А. Планирование операции и техника эндопротезирования тазобедренного сустава в сложных случаях. В кн. : Руководство по хирургии тазобедренного сустава / под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. СПб. : РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2015. Т. II. С. 25-103.
4. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Чиладзе И.Т., Плиев Д.Г., Шорустамов М.Т., Аргюх В.А., Амбросенков А.В., Близиюков В.В., Мясоедов А.А. Выбор способа имплантации вертлужного компонента на основе рабочей классификации последствий переломов вертлужной впадины. *Травматология и ортопедия России*. 2011;(2):37-43.
5. Vanerjee P., McLean C.R. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2011;4(1):23-32. DOI: 10.1007/s12178-011-9073-z.
6. Barton C., Salineros M.J., Rakhra K.S., Beaulé P.E. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):464-469. DOI: 10.1007/s11999-010-1624-x.
7. Beck M., Leunig M., Parvizi J., Boutier V., Wyss D., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(418):67-73. DOI: 10.1097/00003086-200401000-00012.
8. Beltran L.S., Rosenberg Z.S., Mayo J.D., De Tuesta M.D., Martin O., Neto L.P., Bencardino J.T. Imaging evaluation of developmental hip dysplasia in the young adult. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(5):1077-1088.
9. Chosa E., Tajima N. Anterior acetabular head index of the hip on false-profile views. New index of anterior acetabular cover. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85(6):826-829.
10. Clohisy J.C., Carlisle J.C., Beaulé P.E., Kim Y.J., Trousdale R.T., Sierra R.J., Leunig M., Schoenecker P.L., Millis M.B. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:47-66. DOI:10.2106/jbjs.h.00756.
11. Clohisy J.C., Barrett S.E., Gordon J.E., Delgado E.D., Schoenecker P.L. Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):254-259. DOI: 10.2106/jbjs.e.00887
12. Cooperman D.R., Wallensten R., Stulberg S.D. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop*. 1983;175:79-85. DOI: 10.1097/00003086-198305000-00013.
13. Crockarell J.R. Jr, Trousdale R.T., Guyton J.L. The anterior centre-edge angle: A cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(4):532-534. DOI:10.1302/0301-620x.82b4.10063.
14. Delaunay S., Dussault R.G., Kaplan P.A., Alford B.A. Radiographic measurements of dysplastic adult hips. *Skeletal Radiol*. 1997;26(2):75-81. DOI: 10.1007/s002560050197.
15. Dunn D.M. Anteversion of the neck of the femur; a method of measurement. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34-B(2):181-186. DOI: 10.1111/j.1440-1673.1967.tb01518.x.
16. Eckman K., Hafez M.A., Ed F., Jaramaz B., Levison T.J., Digioia A.M. 3rd. Accuracy of pelvic flexion measurements from lateral radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;451:154-160. DOI: 10.1097/01.blo.0000238809.72164.54.
17. Eijer H., Leunig M., Mahomed N., Ganz R. Cross table lateral radiographs for screening of anterior femoral head-neck offset in patients with femoro-acetabular impingement. *Hip Int*. 2001;11:37-41.
18. Fa L., Wang Q., Ma X. Superiority of the modified Tönnis angle over the Tönnis angle in the radiographic diagnosis of acetabular dysplasia. *Exp Ther Med*. 2014;8(6):1934-1938. DOI: 10.3892/etm.2014.2009.
19. Fredensborg N. The CE angle of normal hips. *Acta Orthop Scand*. 1976;47(4):403-405. DOI: 10.3109/17453677608988709.
20. Ganz R., Klaue K., Vinh T.S., Mast J.W. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. *Clin Orthop*. 1988;232:26-36. DOI: 10.1097/00003086-198807000-00006.
21. Godefroy D., Chevrot A., Morvan G., Rousselin B., Sarazin L. Plain films of pelvis. *J Radiol*. 2008;89(5 Pt 2):679-690.
22. Gosvig K.K., Jacobsen S., Palm H., Sonne-Holm S., Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:1309-1316. DOI: 10.1302/0301-620X.89B10.19405.
23. Heyman C.H., Herndon C.H. Legg-Perthes disease; a method for the Measurement of the roentgenographic result. *J Bone Joint Surg*. 1950;32(A:4):767-778. DOI: 10.2106/00004623-195032040-00004.
24. Jacobsen S. Adult hip dysplasia and osteoarthritis. Studies in radiology and clinical epidemiology. *Acta Orthop Suppl*. 2006;77(324):2-37. DOI: 10.1080/17453690610046505.
25. Jamali A.A., Mladenov K., Meyer D.C., Martinez A., Beck M., Ganz R., Leunig M. Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the «cross-over-sign». *J Orthop Res*. 2007;25(6):758-765. DOI: 10.1002/jor.20380.

26. Larson C.M., Stone R.M. Current concepts and trends for operative treatment of FAI: hip arthroscopy. *Curr Rev Musculoskelet Med.* 2013;6(3):242-249. DOI: 10.1007/s12178-013-9170-2.
27. Lavy C.B., Msamati B.C., Igbigbi P.S. Racial and gender variations in adult hip morphology. *Int Orthop.* 2003;27(6):331-333. DOI: 10.1007/s00264-003-0507-0.
28. Lequesne M., de Seze. False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic.* 1961;28:643-652 (in French).
39. Lequesne M.G., Laredo J.D. The faux profil (oblique view) of the hip in the standing position. Contribution to the evaluation of osteoarthritis of the adult hip. *Ann Rheum Dis.* 1998;57(11):676-681.
30. Lerch T.D., Steppacher S.D., Liechti E.F., Tannast M., Siebenrock K.A. One-third of hips after periacetabular osteotomy survive 30 years with good clinical results, no progression of arthritis, or conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1154-1168. DOI: 10.1007/s11999-016-5169-5.
31. Li P.L.S., Ganz R. Morphologic features of congenital acetabular dysplasia. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(416): 245-253. DOI: 10.1097/01.bl.0000081934.75404.36.
32. Lim, S.J., Park, Y.S. Plain Radiography of the Hip: A Review of Radiographic Techniques and Image Features. *Hip Pelvis.* 2015;27(3): 125-134. DOI: 10.5371/hp.2015.27.3.125.
33. Malizos K.N., Karantanas A.H., Varitimidis S.E., Dailiana Z.H., Bargiotas K., Maris T. Osteonecrosis of the femoral head: Etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol.* 2007;63:16-28. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.03.019.
34. Murphy S., Tannast M., Kim Y.J., Buly R., Millis M.B. Debridement of the adult hip for femoroacetabular impingement: indications and preliminary clinical results. *Clin Orthop Relat Res.* 2004;(429):178-181. DOI: 10.1097/01.bl.0000150307.75238.b9.
35. Nestorova R., Vlad V., Petranova T., Porta F., Radunovic G., Mihaela C.M., Iagnocco A. Ultrasonography of the Hip. *Med Ultrason.* 2012;14(3):217-224.
36. Nötzli H.P., Wyss T.F., Stoecklin C.H., Schmid M.R., Treiber K., Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br.* 2002;84(4): 556-560. DOI: 10.1302/0301-620x.84b4.12014.
37. Ogata S., Moriya H., Tsuchiya K., Akita T., Kamegaya M., Someya M. Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72(2):190-196.
38. Polesello G.C., Nakao T.S., de Queiroz M.C., Daniachi D., Ricioli W.Jr, Guimarães R.P., Honda E.K., Ono N.K. Proposal for standardization of radiographic studies on the hip and pelvis. *Giancarlo Rev Bras Ortop.* 2015;46(6): 634-642. DOI: 10.1016/s2255-4971(15)30318-9.
39. Pollard T.C., Villar R.N., Norton M.R., Fern E.D., Williams M.R., Simpson D.J., Simpson D.J., Murray D.W., Carr A.J. Femoroacetabular impingement and classification of the cam deformity: the reference interval in normal hips. *Acta Orthop.* 2010;81(1):134-141. DOI: 10.3109/17453671003619011.
40. Reynolds D., Lucas J., Klaue K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:281-288. DOI: 10.1302/0301-620x.81b2.8291.
41. Ross J.R., Schoeneker P.L., Clohisy J.C. Surgical dislocation of the hip: evolving indications. *HSS J.* 2013;9:60-69. DOI: 10.1007/s11420-012-9323-7.
42. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic inclination on determination of acetabular retroversion: a study on cadaver pelvis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033
43. Siebenrock K.A., Schoeniger R., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement due to acetabular retroversion and its treatment by periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:278-286. DOI: 10.2106/00004623-200302000-00015.
44. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033.
45. Tannast M., Zheng G., Anderegg C., Burckhardt K., Langlotz F., Ganz R., Siebenrock K.A. Tilt and rotation correction of acetabular version on pelvic radiographs. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(438):182-190.
46. The adult hip : hip preservation surgery. Ed by J.C. Clohisy et al. Philadelphia : Wolters Kluwer Health, 2015. Ch. 12. pp. 131-143.
47. Toogood P.A., Skalak A., Cooperman D.R. Proximal femoral anatomy in the normal human population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(4):876-885. DOI: 10.1007/s11999-008-0473-3.
48. Wagner S., Hofstetter W., Chiquet M., Mainil-Varlet P., Stauffer E., Ganz R., et al. Early osteoarthritic changes of human femoral head cartilage subsequent to femoroacetabular impingement. *Osteoarthritis Cartilage.* 2003;11:508-518. DOI: 10.1016/S1063-4584(03)00075-X.
49. Wensaas A., Gunderson R.B., Svenningsen S., Terjesen T. Femoroacetabular impingement after slipped upper femoral epiphysis: the radiological diagnosis and clinical outcome at long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(11): 1487-1493. DOI: 10.1302/0301-620X.94B11.29569.
50. Werner C.M., Copeland C.E., Ruckstuhl T., Stromberg J., Turen C.H., Kalberer F., Zingg P.O. Radiographic markers of acetabular retroversion: correlation of the cross-over sign, ischial spine sign and posterior wall sign. *Acta Orthop Belg.* 2010;76(2):166-173.
51. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand.* 1939;83(suppl 58):7-135.
52. Wilson J.J., Furukawa M. Evaluation of the patient with hip pain. *Am Fam Physician.* 2014;89(1):27-34.
53. Zurmühle C.A., Anwander H., Albers C.E., Hanke M.S., Steppacher S.D., Siebenrock K.A., Tannast M. Periacetabular osteotomy provides higher survivorship than rim trimming for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1138-1130. DOI: 10.1007/s11999-016-5177-5.

## References

1. Blishh O.Ju. [Hip pain: the modern understanding of the possibilities and the role of the various methods of x-ray diagnostics in identifying the causes of pain]. *Luchevaya diagnostika i terapiya* [X-Ray Diagnostics and Therapy] 2014;2 (5):37-45 (in Russian).
2. Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [Guide of hip arthroplasty]. Ed. by Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I.]. St. Petersburg, 2014. Vol. I. 368 p. (in Russian).
3. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O., Myasoedov A.A. [Planning and technique of hip arthroplasty in severe cases. In: Guide of Hip Arthroplasty. Ed by Tikhilov

- R.M., Shubnyakov I.I. St. Petersburg, 2015. Vol. II. pp. 25-103 (in Russian).
4. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Chiladze I.T., Pliev D.G., Shorustamov M.T., Artyukh V.A., Ambrosenkov A.V., Bliznikov V.V., Myasoedov A.A. [Acetabular component implantation based on the working classification the consequences of acetabular fractures]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2011;(2):37-43 (in Russian).
  5. Banerjee P., McLean C.R. Femoroacetabular impingement: a review of diagnosis and management. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2011;4(1):23-32. DOI: 10.1007/s12178-011-9073-z.
  6. Barton C., Salineros M.J., Rakhra K.S., Beaulé P.E. Validity of the alpha angle measurement on plain radiographs in the evaluation of cam-type femoroacetabular impingement. *Clin Orthop Relat Res*. 2011;469(2):464-469. DOI: 10.1007/s11999-010-1624-x.
  7. Beck M., Leunig M., Parvizi J., Boutier V., Wyss D., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement: part II. Midterm results of surgical treatment. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(418):67-73. DOI: 10.1097/00003086-200401000-00012.
  8. Beltran L.S., Rosenberg Z.S., Mayo J.D., De Tuesta M.D., Martin O., Neto L.P., Bencardino J.T. Imaging evaluation of developmental hip dysplasia in the young adult. *AJR Am J Roentgenol*. 2013;200(5):1077-1088.
  9. Chosa E., Tajima N. Anterior acetabular head index of the hip on false-profile views. New index of anterior acetabular cover. *J Bone Joint Surg Br*. 2003;85(6):826-829.
  10. Clohisy J.C., Carlisle J.C., Beaulé P.E., Kim Y.J., Trousdale R.T., Sierra R.J., Leunig M., Schoenecker P.L., Millis M.B. A systematic approach to the plain radiographic evaluation of the young adult. *J Bone Joint Surg Am*. 2008;90:47-66. DOI: 10.2106/jbjs.h.00756.
  11. Clohisy J.C., Barrett S.E., Gordon J.E., Delgado E.D., Schoenecker P.L. Periacetabular osteotomy for the treatment of severe acetabular dysplasia. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(2):254-259. DOI: 10.2106/jbjs.e.00887
  12. Cooperman D.R., Wallensten R., Stulberg S.D. Acetabular dysplasia in the adult. *Clin Orthop*. 1983;175:79-85. DOI: 10.1097/00003086-198305000-00013.
  13. Crockarell J.R. Jr, Trousdale R.T., Guyton J.L. The anterior centre-edge angle: A cadaver study. *J Bone Joint Surg Br*. 2000;82(4):532-534. DOI: 10.1302/0301-620x.82b4.10063.
  14. Delaunay S., Dussault R.G., Kaplan P.A., Alford B.A. Radiographic measurements of dysplastic adult hips. *Skeletal Radiol*. 1997;26(2):75-81. DOI: 10.1007/s002560050197.
  15. Dunn D.M. Anteversion of the neck of the femur; a method of measurement. *J Bone Joint Surg Br*. 1952;34-B(2): 181-186. DOI: 10.1111/j.1440-1673.1967.tb01518.x.
  16. Eckman K., Hafez M.A., Ed F., Jaramaz B., Levison T.J., Digioia A.M. 3rd. Accuracy of pelvic flexion measurements from lateral radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2006; 451:154-160. DOI:10.1097/01.blo.0000238809.72164.54.
  17. Eijer H., Leunig M., Mahomed N., Ganz R. Cross table lateral radiographs for screening of anterior femoral head-neck offset in patients with femoro-acetabular impingement. *Hip Int*. 2001;11:37-41.
  18. Fa L., Wang Q., Ma X. Superiority of the modified Tönnis angle over the Tönnis angle in the radiographic diagnosis of acetabular dysplasia. *Exp Ther Med*. 2014;8(6):1934-1938. DOI: 10.3892/etm.2014.2009.
  19. Fredensborg N. The CE angle of normal hips. *Acta Orthop Scand*. 1976;47(4):403-405. DOI: 10.3109/17453677608988709.
  20. Ganz R., Klaue K., Vinh T.S., Mast J.W. A new periacetabular osteotomy for the treatment of hip dysplasias. Technique and preliminary results. *Clin Orthop*. 1988;232:26-36. DOI: 10.1097/00003086-198807000-00006.
  21. Godefroy D., Chevrot A., Morvan G., Rousselin B., Sarazin L. Plain films of pelvis. *J Radiol*. 2008;89(5 Pt 2):679-690.
  22. Gosvig K.K., Jacobsen S., Palm H., Sonne-Holm S., Magnusson E. A new radiological index for assessing asphericity of the femoral head in cam impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2007;89:1309-1316. DOI: 10.1302/0301-620X.89B10.19405.
  23. Heyman C.H., Herndon C.H. Legg-Perthes disease; a method for the Measurement of the roentgenographic result. *J Bone Joint Surg*. 1950;32(A:4):767-778. DOI: 10.2106/00004623-195032040-00004.
  24. Jacobsen S. Adult hip dysplasia and osteoarthritis. Studies in radiology and clinical epidemiology. *Acta Orthop Suppl*. 2006;77(324):2-37. DOI: 10.1080/17453690610046505.
  25. Jamali A.A., Mladenov K., Meyer D.C., Martinez A., Beck M., Ganz R., Leunig M. Anteroposterior pelvic radiographs to assess acetabular retroversion: high validity of the «cross-over-sign». *J Orthop Res*. 2007;25(6):758-765. DOI: 10.1002/jor.20380.
  26. Larson C.M., Stone R.M. Current concepts and trends for operative treatment of FAI: hip arthroscopy. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2013;6(3):242-249. DOI: 10.1007/s12178-013-9170-2.
  27. Lavy C.B., Msamati B.C., Igbigbi P.S. Racial and gender variations in adult hip morphology. *Int Orthop*. 2003;27(6):331-333. DOI: 10.1007/s00264-003-0507-0.
  28. Lequesne M., de Seze. False profile of the pelvis. A new radiographic incidence for the study of the hip. Its use in dysplasias and different coxopathies. *Rev Rhum Mal Osteoartic*. 1961;28:643-652 (in French).
  29. Lequesne M.G., Laredo J.D. The faux profil (oblique view) of the hip in the standing position. Contribution to the evaluation of osteoarthritis of the adult hip. *Ann Rheum Dis*. 1998;57(11):676-681.
  30. Lerch T.D., Steppacher S.D., Liechti E.F., Tannast M., Siebenrock K.A. One-third of hips after periacetabular osteotomy survive 30 years with good clinical results, no progression of arthritis, or conversion to THA. *Clin Orthop Relat Res*. 2017;475(4):1154-1168. DOI: 10.1007/s11999-016-5169-5.
  31. Li P.L.S., Ganz R. Morphologic features of congenital acetabular dysplasia. *Clin Orthop Relat Res*. 2003;(416): 245-253. DOI: 10.1097/01.blo.0000081934.75404.36.
  32. Lim, S.J., Park, Y.S. Plain Radiography of the Hip: A Review of Radiographic Techniques and Image Features. *Hip Pelvis*. 2015;27(3): 125-134. DOI: 10.5371/hp.2015.27.3.125.
  33. Malizos K.N., Karantanas A.H., Varitimidis S.E., Dailiana Z.H., Bargiotas K., Maris T. Osteonecrosis of the femoral head: Etiology, imaging and treatment. *Eur J Radiol*. 2007;63:16-28. DOI: 10.1016/j.ejrad.2007.03.019.
  34. Murphy S., Tannast M., Kim Y.J., Buly R., Millis M.B. Debridement of the adult hip for femoroacetabular impingement: indications and preliminary clinical results. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;(429):178-181. DOI: 10.1097/01.blo.0000150307.75238.b9.
  35. Nestorova R., Vlad V., Petranova T., Porta F., Radunovic G., Mihaela C.M., Iagnocco A. Ultrasonography of the Hip. *Med Ultrason*. 2012;14(3):217-224.
  36. Nötzli H.P., Wyss T.F., Stoecklin C.H., Schmid M.R., Treiber K., Hodler J. The contour of the femoral head-neck junction as a predictor for the risk of anterior impingement. *J Bone Joint Surg Br*. 2002;84(4): 556-560. DOI: 10.1302/0301-620x.84b4.12014.

37. Ogata S., Moriya H., Tsuchiya K., Akita T., Kamegaya M., Someya M. Acetabular cover in congenital dislocation of the hip. *J Bone Joint Surg Br.* 1990;72(2):190-196.
38. Polesello G.C., Nakao T.S., de Queiroz M.C., Daniachi D., Ricioli W.Jr, Guimarães R.P., Honda E.K., Ono N.K. Proposal for standardization of radiographic studies on the hip and pelvis. *Giancarlo Rev Bras Ortop.* 2015;46(6):634-642. DOI: 10.1016/s2255-4971(15)30318-9.
39. Pollard T.C., Villar R.N., Norton M.R., Fern E.D., Williams M.R., Simpson D.J., Simpson D.J., Murray D.W., Carr A.J. Femoroacetabular impingement and classification of the cam deformity: the reference interval in normal hips. *Acta Orthop.* 2010;81(1):134-141. DOI: 10.3109/17453671003619011.
40. Reynolds D., Lucas J., Klau K. Retroversion of the acetabulum. A cause of hip pain. *J Bone Joint Surg Br.* 1999;81:281-288. DOI: 10.1302/0301-620x.81b2.8291.
41. Ross J.R., Schoencker P.L., Clohisy J.C. Surgical dislocation of the hip: evolving indications. *HSS J.* 2013;9:60-69. DOI: 10.1007/s11420-012-9323-7.
42. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic inclination on determination of acetabular retroversion: a study on cadaver pelvis. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033
43. Siebenrock K.A., Schoeniger R., Ganz R. Anterior femoroacetabular impingement due to acetabular retroversion and its treatment by periacetabular osteotomy. *J Bone Joint Surg Am.* 2003;85:278-286. DOI: 10.2106/00004623-200302000-00015.
44. Siebenrock K.A., Kalbermatten D.F., Ganz R. Effect of pelvic tilt on acetabular retroversion: a study of pelvis from cadavers. *Clin Orthop Relat Res.* 2003;(407):241-248. DOI: 10.1097/00003086-200302000-00033.
45. Tannast M., Zheng G., Anderegg C., Burckhardt K., Langlotz F., Ganz R., Siebenrock K.A. Tilt and rotation correction of acetabular version on pelvic radiographs. *Clin Orthop Relat Res.* 2005;(438):182-190.
46. The adult hip : hip preservation surgery. Ed by J.C. Clohisy et al. Philadelphia : Wolters Kluwer Health, 2015. Ch. 12. p. 131-143.
47. Toogood P.A., Skalak A., Cooperman D.R. Proximal femoral anatomy in the normal human population. *Clin Orthop Relat Res.* 2009;467(4):876-885. DOI: 10.1007/s11999-008-0473-3.
48. Wagner S., Hofstetter W., Chiquet M., Mainil-Varlet P., Stauffer E., Ganz R., et al. Early osteoarthritic changes of human femoral head cartilage subsequent to femoroacetabular impingement. *Osteoarthritis Cartilage.* 2003;11:508-518. DOI: 10.1016/S1063-4584(03)00075-X.
49. Wensaas A., Gunderson R.B., Svenningsen S., Terjesen T. Femoroacetabular impingement after slipped upper femoral epiphysis: the radiological diagnosis and clinical outcome at long-term follow-up. *J Bone Joint Surg Br.* 2012; 94(11): 1487-1493. DOI: 10.1302/0301-620X.94B11.29569.
50. Werner C.M., Copeland C.E., Ruckstuhl T., Stromberg J., Turen C.H., Kalberer F., Zingg P.O. Radiographic markers of acetabular retroversion: correlation of the cross-over sign, ischial spine sign and posterior wall sign. *Acta Orthop Belg.* 2010;76(2):166-173.
51. Wiberg G. Studies on dysplastic acetabula and congenital subluxation of the hip joint with special reference to the complication of osteoarthritis. *Acta Chir Scand.* 1939;83(suppl 58):7-135.
52. Wilson J.J., Furukawa M. Evaluation of the patient with hip pain. *Am Fam Physician.* 2014;89(1):27-34.
53. Zurmühle C.A., Anwander H., Albers C.E., Hanke M.S., Steppacher S.D., Siebenrock K.A., Tannast M. Periacetabular osteotomy provides higher survivorship than rim trimming for acetabular retroversion. *Clin Orthop Relat Res.* 2017;475(4):1138-1130. DOI: 10.1007/s11999-016-5177-5.

## 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

*Шубняков Игорь Иванович* – канд. мед. наук главный научный сотрудник ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Плиев Давид Гивиевич* – канд. мед. наук научный сотрудник научного отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Богопольский Олег Евгеньевич* – врач травматолог-ортопед отделения № 5 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

*Гуцаев Максим Сосланович* – лаборант-исследователь экспериментально-морфологического отделения «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Rashid M. Tikhilov* – Dr. Sci. (Med.) Professor Director of Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; Professor of Mechnikov North-Western State Medical University

*Igor I. Shubnyakov* – Cand. Sci. (Med.) Chief Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*David G. Pliev* – Cand. Sci. (Med.) Researcher, Hip Pathology Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Oleg E. Bogopolsky* – Orthopedic Surgeon, Department N 5, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics

*Maxim S. Guatsayev* – Assistant Researcher of Experimental and Morphological Department, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics