

Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза

С.В. Дианов¹, С.В. Домовитов², А.В. Жужнев³, Д.А. Шикунов⁴,
А.Л. Семенов⁵

¹ ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России
Ул. Бакинская, д. 121, г. Астрахань, 414000, Россия

² ГБУЗ МО «Подольская городская клиническая больница»
Ул. Кирова, д. 38, г. Подольск, 142100, Россия

³ МБУЗ МО «Центральная районная больница»
Ул. Энгельса, д. 145, г. Ейск, 353690, Россия

⁴ ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России
Ул. Маршала Новикова, д. 23, Москва, 123098, Россия

⁵ ГБОУ АО «Школа-интернат одаренных детей им. А.П. Гужвина»
Ул. Безжонова, д. 103, г. Астрахань, 414018, Россия

Реферат

Правильная имплантация ацетабулярного компонента при тотальном эндопротезировании тазобедренного сустава является важным условием для получения хороших отдаленных результатов операции и длительной выживаемости эндопротеза. Одним из значимых показателей трехмерного ориентирования чашки эндопротеза является угол антеверсии.

Авторы предлагают методику расчета угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза, используя послеоперационные рентгенограммы тазобедренного сустава и костей таза в прямой проекции. Для вычисления искомой величины использовали проекционный эллипс, образованный срезом чашки эндопротеза на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава. Синус отношения проекционного диаметра эллипса к его истинному диаметру является математической формулой для нахождения угла антеверсии. Необходимым условием для отличия антеверсии от ретроверсии ацетабулярного компонента является сравнение рассчитываемого показателя на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава и на рентгенограмме таза в прямой проекции. При отрицательной антеверсии, или ретроверсии, проекционный диаметр на рентгенограмме таза становится больше, чем на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава.

Методика измерения угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза по послеоперационной рентгенограмме позволяет достичь оптимальной ориентации вертлужного компонента, что снижает риск послеоперационных осложнений. Для измерения может использоваться рентгенограмма любого масштаба, так как для получения результата важна не абсолютная величина измеряемых диаметров, а их соотношение.

Ключевые слова: антеверсия ацетабулярного компонента, эндопротезирование тазобедренного сустава.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117

Дианов С.В., Домовитов С.В., Жужнев А.В., Шикунов Д.А., Семенов А.Л. Методика определения антеверсии ацетабулярного компонента эндопротеза. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):112-117. DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117.

Cite as: Dianov S.V., Domovitev S.V., Zhuzhnev A.V., Shikunov D.A., Semenov A.L. [New Method of Acetabular Orientation Measurement in THA]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):112-117. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117.

✉ Домовитов Степан Владимирович. Ул. Кирова, д. 38, г. Подольск, 142100, Россия / *Stepan V. Domovitev*. 38, Kirova ul., Podolsk, 142100, Russian Federation; e-mail: doctor1981@rambler.ru

Рукопись поступила/Received: 02.10.2017. Принята в печать/Accepted for publication: 30.11.2017.

New Method of Acetabular Orientation Measurement in THA

S.V. Dianov¹, S.V. Domovitev², A.V. Zhuzhnev³, D.A. Shikunov⁴,
A.L. Semenov⁵

¹ Astrakhan State Medical University
121, Bakinskaya ul., Astrakhan, 414000, Russian Federation

² Podolsk City Clinical Hospital
38, Kirova ul., Podolsk, 142100, Russian Federation

³ Yeysk Central District Hospital
145, Engelsa ul., Yeysk, 353690, Russian Federation

⁴ State Research Center - Burnasyan Federal Medical Biophysical Center
23, Marshala Novikova ul., Moscow, 123098, Russian Federation

⁵ Guzhhvin Boarding School for Gifted Children
103, ul. Bezhonova, Astrakhan, 414018, Russian Federation

Abstract

Relevance. The correct implantation of acetabular component in total hip arthroplasty is an important factor for obtaining good outcomes and long-term survival of the prosthesis. The anteversion angle is one of the significant indicators for the three-dimensional orientation of the cup.

The purpose of the study — to develop the method of calculating the anteversion angle of the acetabular component using postoperative anteroposterior radiographs of the hip and pelvis.

The method. The authors used the projection ellipse formed by the opening of the prosthesis cup on the radiograph centered on the hip joint to calculate the desired value. The ratio sine of projectional diameter of the ellipse to its true diameter is a mathematical formula for finding the angle of anteversion. The comparison of the calculated index on anteroposterior radiographs centered on the hip joint and on the pelvis is necessary to identify the distinction between anteversion and retroversion of the acetabular component. In negative anteversion, or retroversion, the projectional diameter on the pelvic radiograph is larger than on the radiograph focused on the hip joint.

Conclusion. Measuring of anteversion angle of acetabular component on postoperative radiograph allows to gain an optimal orientation of acetabular component which decreases postoperative complications rate. X-rays of any scale can be used for measurements while the ratio but not the absolute value of measured diameters is important for the result.

Keywords: hip replacement, acetabular component anteversion.

DOI: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-112-117

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

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

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

Точность установки и правильное ориентирование в трехмерном пространстве компонентов тазобедренного эндопротеза являются необходимыми условиями для получения хороших отдаленных результатов операции и длительной выживаемости эндопротеза [1–4]. Предметом дискуссии среди хирургов является оценка положения ацетабулярного имплантата на контрольной послеоперационной рентгенограмме.

На контрольной рентгенограмме, выполняемой всем пациентам после операции, внимание обращают на два основных показателя: 1) угол наклона плоскости среза чашки эндопротеза по отношению к горизонтальной плоскости (цель от 40 до 50°); 2) антеверсия чашки — угол наклона плоскости среза ацетабулярного компонента вперед

от сагиттальной по направлению к фронтальной плоскости (цель от 10 до 20°).

Общеизвестно, что расчет первого показателя на рентгенограмме костей таза в прямой проекции не составляет трудности (рис. 1).

Угол наклона ацетабулярного компонента к горизонтальной плоскости образуется между прямой, проходящей через плоскость среза чашки, и касательной линией, соединяющей вершины седлистых бугров.

Расчет антеверсии ацетабулярного компонента по рентгенограммам более затруднителен. С момента широкого внедрения эндопротезирования предлагались различные методы расчета антеверсии чашки по прямой рентгенограмме тазобедренного сустава [5–7].

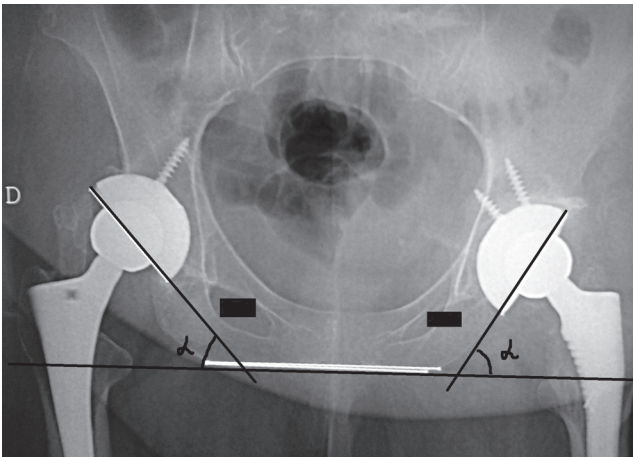


Рис. 1. Измерение углов наклона ацетабулярных компонентов эндопротеза к горизонтальной плоскости

Fig. 1. Measuring of inclination angles of acetabular components to horizontal plane

R.Y. Woo и B.F. Morrey предлагали рассчитывать антеверсию по аксиальной рентгенограмме тазобедренного сустава, основываясь на методике В.М. Jolles с соавторами [8–9] (рис. 2).

В настоящее время КТ-сканеры позволяют рассчитать антеверсию (ретроверсию), не прибегая к классической рентгенографии [1, 10, 11] (рис. 3).

Однако КТ-сканирование после эндопротезирования не является рутинной процедурой и не входит в стандарт послеоперационного обследования при эндопротезировании тазобедренного сустава.

Мы предлагаем рассчитывать угол антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза, используя законы тригонометрии и послеоперационные рентгенограммы тазобедренного сустава и костей таза в прямой проекции.

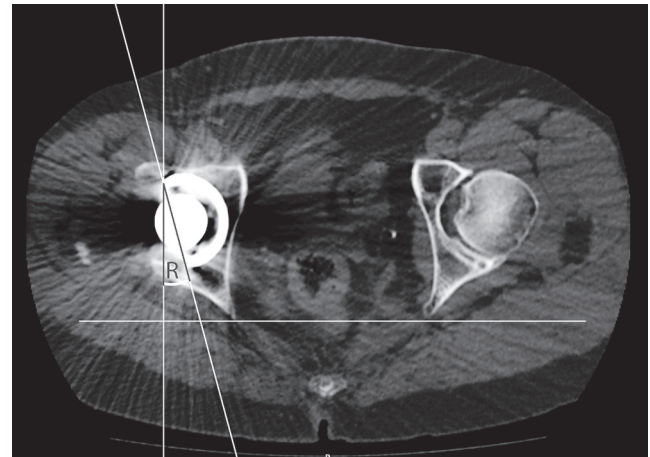
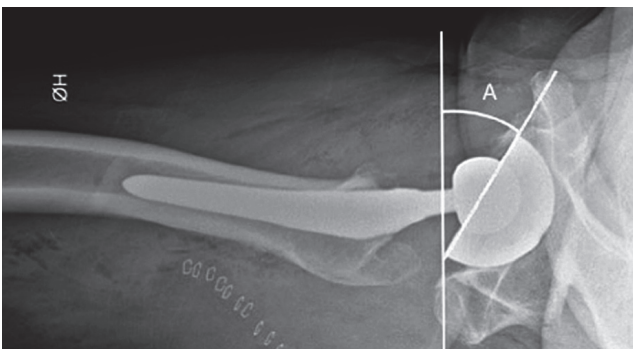


Рис. 3. КТ-скан таза на уровне тазобедренных суставов. Измерение угла ретроверсии R ацетабулярного компонента

Fig. 3. CT-scan of pelvis at the hip level. Measuring of retroversion angle R of acetabular component

Важно отметить, что расчет угла антеверсии проводится по прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава в стандартной прямой проекции, так как в данном случае при выполнении исследования фокус рентгеновских лучей будет находиться в центре тазобедренного сустава, то есть центрирован по исследуемому ацетабулярному компоненту эндопротеза. Использование только рентгенограммы костей таза для измерения антеверсии мы считаем неверным, так как при выполнении рентгенографии костей таза рентгеновские лучи сфокусированы не на тазобедренных суставах, а на середине тазового кольца. В результате чего проекционная тень чашки эндопротеза не отражает ее истинную антеверсию. На прямой рентгенограмме костей таза за счет смещения фокуса лучей антеверсия ацетабулярного компонента определяется всегда проекционно меньше, чем на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава (рис. 4).

Рис. 2. Измерение угла антеверсии A ацетабулярного компонента по аксиальной рентгенограмме тазобедренного сустава

Fig. 2. Measuring of anteversion angle A of acetabular component on axial hip joint X-ray

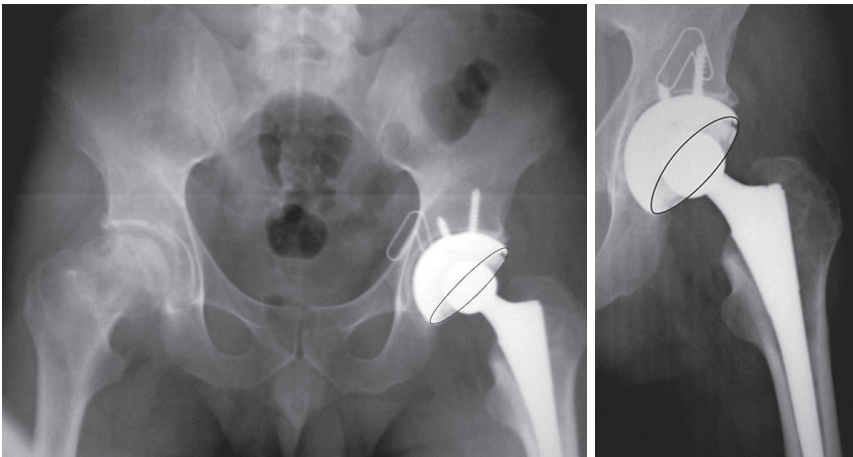


Рис. 4. Рентгенограммы костей таза и прицельная рентгенограмма левого тазобедренного сустава. Антеверсия проекционно меньше на обзорной рентгенограмме костей таза

Fig. 4. X-rays of pelvis and radiograph centered on left hip joint of patient P. Anteversion in projection is smaller on pelvic x-ray

Для расчета угла отклонения ацетабулярного компонента кпереди мы отмечаем, что срез данного компонента является идеальным кругом, который при возникновении антеверсии превращается на рентгенограмме в проекционный эллипс. Таким образом, мы можем измерить два показателя — два диаметра среза чашки эндопротеза. Наибольший диаметр будет соответствовать истинному диаметру, который не искажается независимо от положения чашки в трехмерном пространстве. Наименьший диаметр является проекционным и меняется в зависимости от угла наклона ацетабулярного компонента кпереди. Эта взаимосвязь дает нам возможность математического расчета угла наклона — антеверсии. Итак, имея геометрическую фигуру — эллипс, являющуюся рентгенологической проекцией круга, мы измеряем два его диаметра: истинный и проекционный (рис. 5).

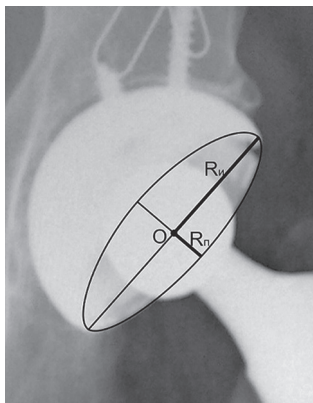


Рис. 5. На прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава отмечены два диаметра (два радиуса) эллипса — истинный и проекционный, а также точка вращения O

Fig. 5. Radiograph of patient P. 2 diameters (2 radii) of the ellipse — true and projectional — as well as the point of rotation (O) are marked on x-rays centered on hip joint

Пересечение этих диаметров является точкой вращения ацетабулярного компонента. Ее определение необходимо для геометрического расчета антеверсии. Мы также знаем, что точкой вращения компонентов эндопротеза является центр головки, который соответствует центру среза чашки.

Получив два диаметра и точку вращения O ацетабулярного компонента, на схеме мы можем изобразить в аксиальной проекции поворот плоскости среза чашки относительно сагиттальной плоскости S на угол β , который и является углом антеверсии. Для удобства на схеме мы пользуемся не диаметрами, а радиусами, что не меняет сути математического расчета (рис. 6).

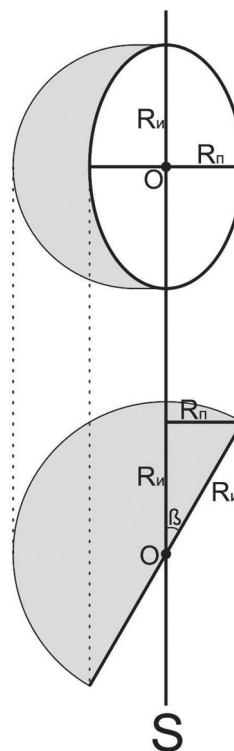


Рис. 6. На верхней части схемы изображены контуры чашки, которые мы видим на рентгенограмме в прямой проекции.

На нижней части схемы изображена аксиальная проекция при повороте чашки от сагиттальной плоскости S на угол антеверсии β

Fig. 6. The upper part of drawing represents cup contours which are seen at anteroposterior radiograph. The bottom part of drawing demonstrates the axial projection when the cup is rotated from the sagittal plane S at the angle of anteversion β

Получаем треугольник, сторонами которого являются истинный радиус $R_{и}$, проекционный $R_{п}$ и часть сагиттальной плоскости. Согласно правилам тригонометрии, синус угла β определяется как отношение противолежащего катета к гипотенузе, а в данном случае отношение величин радиуса проекционного к радиусу истинному:

$$\sin\beta = R_{п} / R_{и} \text{ или } \sin\beta = \text{Diam}_{п} / \text{Diam}_{и}$$

Полученный результат синуса находим по таблице Брадиса, которая и указывает нам искомый угол β — угол антеверсии. Масштаб рентгенограммы не имеет значения, поэтому для удобства расчета мы всегда принимаем наибольший диаметр за единицу. В приведенном примере $\sin\beta = 0,32467$. Согласно таблице Брадиса, данному синусу соответствует угол в 19° , угол антеверсии $\beta = 19^\circ$.

В случае, когда плоскость среза ацетабулярного компонента строго параллельна сагиттальной плоскости, то проекционный диаметр также становится равным нулю. Согласно описанной формуле синус нуля равен нулю, следовательно, угол антеверсии также равен нулю.

Необходимо также отметить возможность измерения отрицательной антеверсии, или ретроверсии. В данном случае, расчет по одной прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава показывает величину отклонения плоскости чашки от сагиттальной плоскости, однако не указывает направление «вперед-назад». Поэтому для исключения ретроверсии рентгенограмма костей таза имеет важное вспомогательное значение. Как было сказано выше, на рентгенограмме костей таза антеверсия проекционно меньше, чем на прицельной рентгенограмме, так как проекционный диаметр при антеверсии уменьшается. Следовательно, если проекционный диаметр на рентгенограмме таза становится больше, чем на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава, это свидетельствует об отрицательной антеверсии, или о ретроверсии чашки.

Методика измерения угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза по послеоперационной рентгенограмме имеет практическое значение, поскольку позволяет контролировать соблюдение методики имплантации и прогнозировать послеоперационные осложнения.

Преимуществом данного метода измерения является то, что рентгенограмма может быть любого масштаба, так как для получения результата важна не абсолютная величина измеряемых диаметров, а их соотношение, которое остается неизменным при любом масштабе рентгеновского снимка.

Кроме того, КТ не является рутинным исследованием, входящим в стандарт послеоперационного ведения пациента. Относительная дешевизна и умеренная лучевая нагрузка при рентгеногра-

фии являются значительными преимуществами по сравнению с КТ.

Выполнение рентгенограмм ТБС в аксиальной проекции по методике R.Y. Woo и B.F. Morrey [8] технически сложно и трудно выполнимо из-за общего состояния пациента в раннем послеоперационном периоде. Кроме того, по предложенной нами методике выполнение двух рентгенограмм в положении больного на спине возможно интраоперационно, чтобы подтвердить выбранный хирургом угол антеверсии до снятия пациента с операционного стола.

Наш метод расчета антеверсии наиболее близок к методике G.E. Lewinnek с соавторами [5], однако мы считаем принципиально важным использование второй обзорной рентгенограммы таза. L. Fabeck с соавторами при определении антеверсии также указывают на необходимость использования двух рентгенограмм: таза и тазобедренного сустава [12]. Расчет угла отклонения ацетабулярного компонента на прицельной рентгенограмме тазобедренного сустава отражает его величину без знака «+» или «-», что не позволяет отличить антеверсию от ретроверсии. Поэтому сравнение данного показателя с расчетом по рентгенограмме таза позволяет решить эту проблему.

Методика измерения угла антеверсии ацетабулярного компонента тазобедренного эндопротеза по послеоперационной рентгенограмме позволяет достичь оптимальной ориентации вертлужного компонента, что снижает риск послеоперационных осложнений. Для измерения может использоваться рентгенограмма любого масштаба, так как для получения результата важна не абсолютная величина измеряемых диаметров, а их соотношение.

Пациент дал добровольное информированное согласие на публикацию клинического наблюдения.

Конфликт интересов: не заявлен.

Источник финансирования: исследование проведено без спонсорской поддержки.

Литература / References

1. Павлов В.В., Прохоренко В.М. Вывихи бедренного компонента эндопротеза тазобедренного сустава: определение пространственного взаиморасположения компонентов. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2016;(3):5-10. Pavlov V.V., Prokhorenko V.M. [Dislocations of the femoral component of hip implant: determination of spatial relative position of components. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2016;(3):5-10. (in Russian).
2. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Б., Билык С.С. Структура ранних

- ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(2):5-13. DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
- Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. [The structure of early revisions after hip replacement]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2014;(2): 5-13. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2014-0-2-5-13.
3. Шильников В.А., Байбородов А.Б., Денисов А.О., Ефимов Н.Н. Двойная мобильность ацетабулярного компонента как способ профилактики вывиха головки эндопротеза тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2016;22(4): 107-113. DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-107-113. Shilnikov V.A., Baiborodov A.B., Denisov A.O., Efimov N.N. [Dual mobility acetabular component as a way to prevent head dislocation of the hip]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;22(4):107-113. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2016-22-4-107-113.
 4. Шубняков И.И., Бояров А.А., Тихилов Р.М., Денисов А.О., Ефимов Н.Н. Влияние позиционирования вертлужного компонента эндопротеза на стабильность тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(2):22-31. Shubnyakov I.I., Boyarov A.A., Tikhilov R.M., Denisov A.O., Efimov N.N. [Influence of implant acetabular component orientation on hip stability]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova* [Reporter of Traumatology and Orthopedics named Priorov]. 2017;(2):22-31. (in Russian).
 5. Lewinnek G.E., Lewis J.L., Tarr R., Compere C.L., Zimmerman J.R. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg Am*. 1978;60(2):217-220.
 6. Liaw C.K., Hou S.M., Yang R.S., Wu T.Y., Fuh C.S. A new tool for measuring cup orientation in total hip arthroplasties from plain radiographs. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;451:134-139.
 7. Widmer K.H. A simplified method to determine acetabular cup anteversion from plain radiographs. *J Arthroplasty*. 2004;19(3):387-390.
 8. Woo R.Y., Morrey B.F. Dislocations after total hip arthroplasty. *J Bone Joint Surg Am*. 1982;64(9):1295-1306.
 9. Jolles B.M., Zangger P., Leyvraz P.F. Factors predisposing to dislocation after primary total hip arthroplasty: a multivariate analysis. *J Arthroplasty*. 2002;17(3):282-288.
 10. Arai N., Nakamura S., Matsushita T., Suzuki S. Minimal radiation dose computed tomography for measurement of cup orientation in total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2010;25(2):263-267. DOI: 10.1016/j.arth.2009.01.020.
 11. Ybinger T., Kumpan W., Hoffart H.E., Muschalik B., Bullmann W., Zweymüller K. Accuracy of navigation-assisted acetabular component positioning studied by computed tomography measurements: methods and results. *J Arthroplasty*. 2007;22(6):812-817. DOI: 10.1016/j.arth.2006.10.001.
 12. Fabek L., Farrok D., Tolley M., Descamps P.Y., Gebhart M., Delincé P. A method to measure acetabular cup anteversion after total hip replacement. *Acta Orthop Belg*. 1999;65(4):485-491.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Дианов Сергей Вячеславович — д-р мед. наук, профессор, заведующий кафедрой травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «Астраханский государственный медицинский университет» Минздрава России, г. Астрахань

Домовитов Степан Владимирович — канд. мед. наук, ортопед-травматолог ГБУЗ МО «Подольская городская клиническая больница», г. Подольск

Жужнев Александр Викторович — ортопед-травматолог МБУЗ МО «Центральная районная больница», г. Ейск

Шикунов Дмитрий Алексеевич — рентгенолог ГНЦ «Федеральный медицинский биофизический центр им. А.И. Бурназяна» ФМБА России, Москва

Семенов Алексей Львович — преподаватель математики ГБОУ АО «Школа-интернат одаренных детей им. А.П. Гужвина»

INFORMATION ABOUT AUTHORS:

Sergei V. Dianov — Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Chair of Traumatology and Orthopaedics, Astrakhan State Medical University, Astrakhan, Russian Federation

Stepan V. Domovitev — Cand. Sci. (Med.), Orthopaedics Surgeon, Podolsk City Clinical Hospital, Podolsk, Russian Federation

Aleksandr V. Zhuzhnev — Orthopaedics Surgeon, Yeysk Central District Hospital, Yeysk, Russian Federation

Dmitrii A. Shikunov — Roentgenologist, Burnasyan Federal Medical Biophysical Center, Moscow, Russian Federation

Aleksei L. Semenov — Teacher, Guzhvin Boarding School for Gifted Children, Astrakhan, Russian Federation