

Філіпенко В.А., Мезенцев В.О., Овчинніков О.М., Карпінський М.Ю.
ДУ «Інститут патології хребта та суглобів ім. проф. М.І. Ситенка НАМН України», м. Харків, Україна

Рентгенометричне вимірювання величин кутів антеверсії чашки та антеторсії ніжки ендопротеза кульшового суглоба

Резюме. Мета: розробити методику рентгенометричного вимірювання антеторсії ніжки та антеверсії чашки ендопротеза в пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба. **Матеріали та методи.** Розроблена методика рентгенометричного вимірювання величин антеторсії ніжки та антеверсії чашки після ендопротезування кульшового суглоба. З листопада 2015 по листопад 2016 року ми вимірювали антеверсію чашки й антеторсію ніжки ендопротеза у 23 пацієнтів після ендопротезування кульшового суглоба рентгенометрично за допомогою розробленого нами методу й порівняли отримані показники з даними комп'ютерної томографії. **Результати.** З'ясовано, що середня величина кута антеторсії ніжки ендопротеза в групі за даними комп'ютерної томографії становила $7,4 \pm 1,9^\circ$, кута антеверсії — $20,2 \pm 6,1^\circ$. Аналогічні показники величин кутів антеторсії та антеверсії за даними рентгенометрії, виконаної за розробленою нами методикою, становили $5,2 \pm 0,6^\circ$ та $24,1 \pm 6,2^\circ$ відповідно. Порівняльний аналіз між групами даних комп'ютерної томографії та рентгенометрії не виявив статистично значимих розбіжностей, що підтверджує вірогідність досліджуваного методу ($p = 0,346$ для величини кута антеторсії ніжки, $p = 0,191$ для величини кута антеверсії чашки). **Висновки.** Розроблена нами методика визначення величин кутів антеторсії ніжки та антеверсії чашки ендопротеза за даними рентгенометрії не поступається за точністю аналогічним вимірюванням за допомогою комп'ютерної томографії.

Ключові слова: кульшовий суглоб; вивих головки ендопротеза; рентгенометрія; антеверсія чашки; антеторсія ніжки

Вступ

Вивих головки ендопротеза кульшового суглоба продовжує залишатись одним з найчастіших ускладнень післяопераційного періоду, за даними як вітчизняних, так і закордонних дослідників [1–3]. Значну частку причин вивиху головки ендопротеза становлять хиби антеверсії чашки та антеторсії ніжки ендопротеза [6, 8, 12]. Позичіонування компонентів ендопротеза є одним з важливих факторів, що впливають на післяопераційний результат ендопротезування кульшового суглоба [6, 7, 9].

Дослідження величин антеверсії чашки та антеторсії ніжки ендопротеза зазвичай проводиться за допомогою комп'ютерної томографії (КТ-метрія) [8, 10, 11]. Це дорогий метод дослідження, а його проведення потребує переміщення пацієнта та до-

даткового променевого навантаження на нього, що робить актуальним рентгенометричне вимірювання антеверсії та антеторсії компонентів ендопротеза.

Метою проведеного дослідження була розробка методу рентгенометричного вимірювання антеверсії чашки й антеторсії ніжки ендопротеза та оцінка його вірогідності шляхом зіставлення з даними комп'ютерної томографії.

Матеріали та методи

Методика рентгенометричного дослідження

Чашка ендопротеза являє собою півсферу, основою якої є окружність. Для початку визначимось, що є окружністю з точки зору нарисної геометрії.

Згідно з навчальним посібником [5], окружність — плоска крива другого порядку, ортогональними проєкціями якої в загальному випадку є еліпси. Діаметр окружності, паралельний площині проєкції, проєктується на неї в натуральну величину, і його проєкція є великою віссю еліпса. На рис. 1 наведено комплексне креслення окружності з центром у точці O та радіусом R , розташованої в площині θ ($hx\phi$).

Відрізок AB — велика еліптична вісь горизонтальної проєкції окружності, паралельна площині h ($AB \parallel h$), відрізок CD — велика еліптична вісь фронтальної проєкції окружності, паралельна площині f ($CD \parallel f$). Кут нахилу окружності до площини її проєкції можна розрахувати за схемою, наведеною на рис. 2.

Великий діаметр еліптичної проєкції окружності завжди відповідає її істинному діаметру, а малий діаметр еліптичної проєкції окружності визначається кутом її нахилу до площини, яка її проєктує. Отже, ми маємо справу з прямокутним трикутником, де гіпотенуза AB є діаметром окружності, тобто:

$$[AB] = [CIDI] = d. \quad (1)$$

Відрізок A_1B_1 , що є проєкцією діаметра AB , виконує роль катета. Згідно з теоремою косинусів кут нахилу окружності до площини, що її проєктує, визначаємо як:

$$\gamma = \arccos \frac{A_1B_1}{CD}. \quad (2)$$

Виходячи з вищевикладеного, визначення кута антеверсії чашки ендопротеза кульшового суглоба можна здійснити за схемою, наведеною на рис. 3.

Визначення кута антеверсії чашки ендопротеза кульшового суглоба виконується таким чином:

- на фронтальній рентгенограмі ендопротеза кульшового суглоба визначаємо великий діаметр AB проєкції основи чашки та малий її діаметр CD ;
- вимірюємо довжину відрізків AB та CD ;
- визначаємо величину кута антеверсії чашки за формулою:

$$\gamma = \arccos \frac{CD}{AB}. \quad (3)$$

Найкраще спосіб працює, якщо чашка ендопротеза виконана з кераміки. Такі чашки мають чітко окреслений контур основи, що значно полегшує визначення її малого діаметра.

Визначення величини кута антеверсії ендопротеза кульшового суглоба

Для визначення кута антеверсії ендопротеза однієї фронтальної проєкції недостатньо, отже, ми не маємо жодного визначеного параметра ніжки ендопротеза. Тому необхідно обов'язково мати рентгенограми як у фронтальній, так і в сагітальній площинах. Схема визначення кута антеверсії ендопротеза кульшового суглоба наведена на рис. 4.

Через те, що ніжка ендопротеза має однакову довжину і у фронтальній, і в сагітальній площинах, тому що

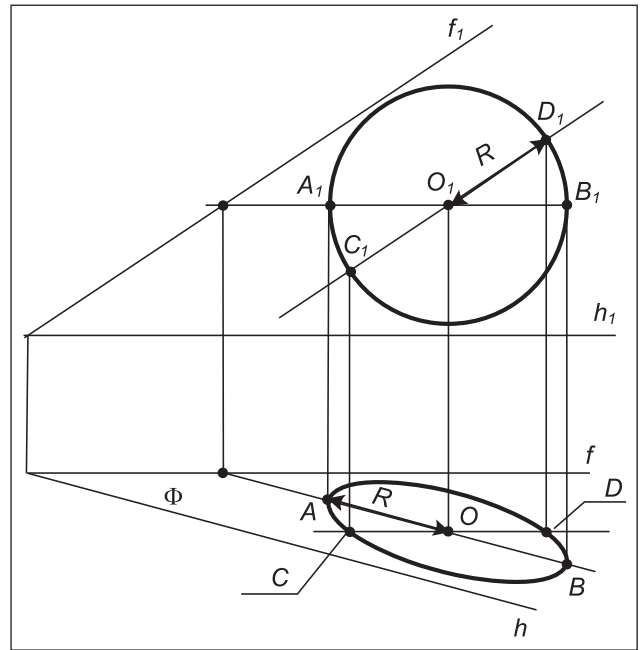


Рисунок 1. Комплексне креслення окружності, розташованої в площині θ

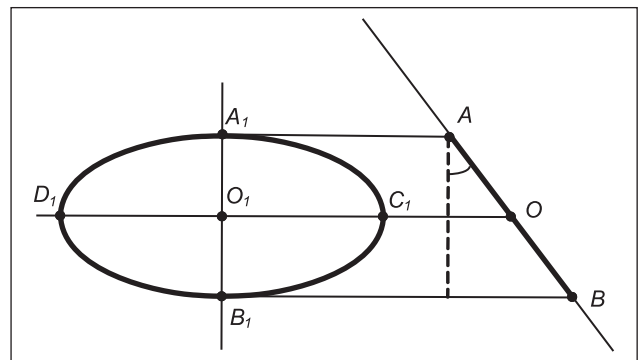


Рисунок 2. Схема визначення кута нахилу окружності до площини її проєкції

розташовується паралельно до кожної з них, за об'єкт вимірювання обираємо шийку ендопротеза. Шийка ендопротеза має різну довжину у фронтальній та сагітальній площинах залежно від кута нахилу до кожної з них. Величини проєкції шийки на горизонтальну площину у фронтальній (a) і сагітальній площині (b) утворюють прямокутний трикутник з істинною проєкцією шийки на горизонтальну площину. Кут антеверсії є кутом розвороту шийки ендопротеза до фронтальної площини, тому його величину можна визначити за формулою:

$$\gamma = \arccos \frac{b}{a}. \quad (5)$$

де a — довжина проєкції шийки ендопротеза на горизонтальну площину на фронтальній рентгенограмі; b — довжина проєкції шийки ендопротеза на горизонтальну площину на сагітальній рентгенограмі.

На практиці алгоритм визначення кута антеторсії ендпротеза кульшового суглоба виконується таким чином:

1. Визначаємо коефіцієнт невідповідності масштабів знімків за схемою, наведеною на рис. 5.

На рентгенограмах у фронтальній та сагітальній площинах вимірюємо діаметр головки ендпротеза, діаметр шару не змінюється від площини проєкції. Для визначення

коефіцієнта невідповідності масштабів знімків необхідно поділити менше значення діаметра головки на велике:

$$K = \frac{d}{D}, \quad (6)$$

де d — менше значення діаметра головки ендпротеза;
 D — велике значення діаметра головки ендпротеза.

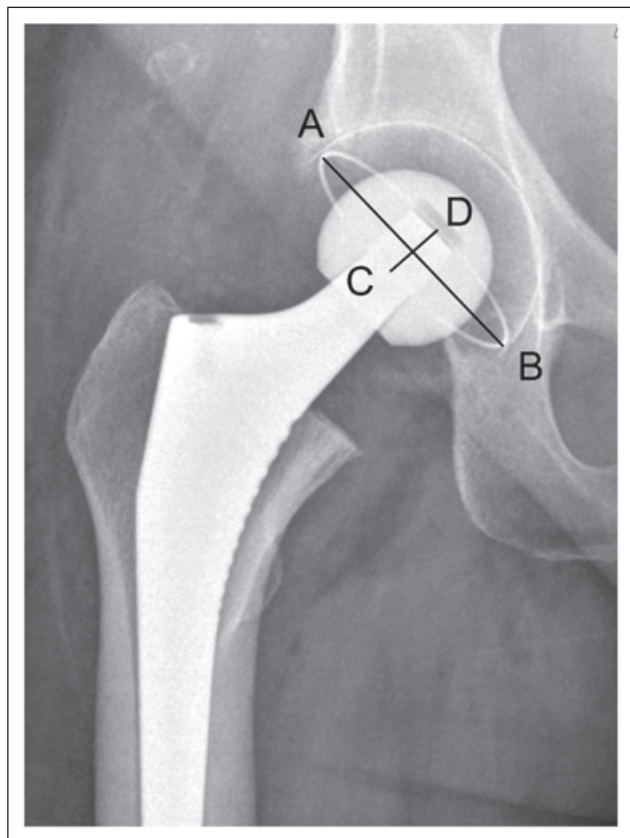


Рисунок 3. Схема визначення кута антеверсії чашки ендпротеза кульшового суглоба

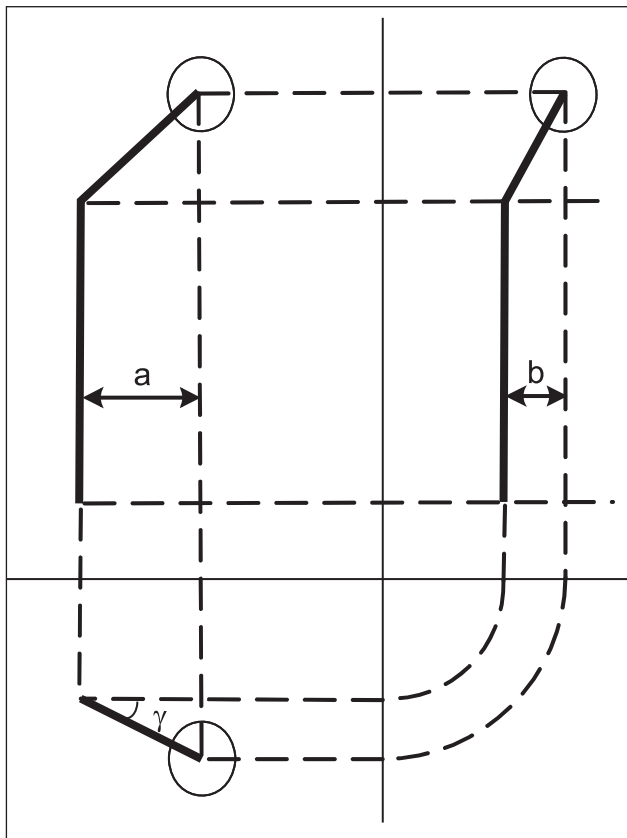
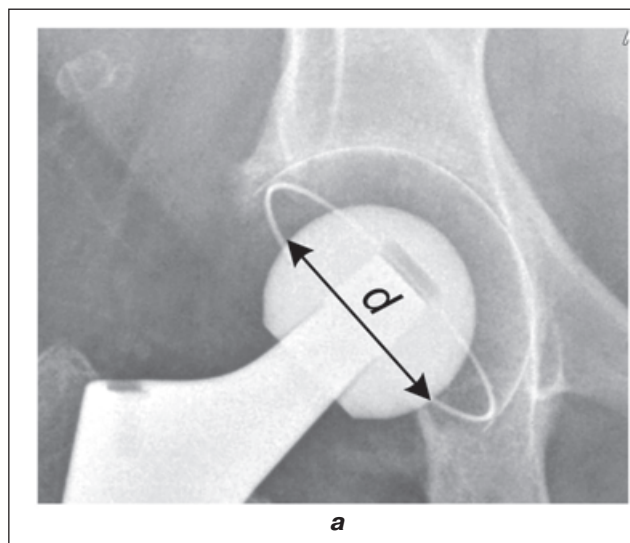
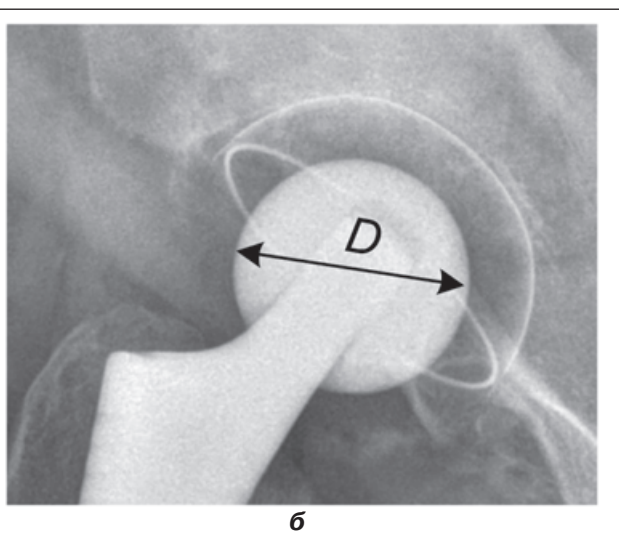


Рисунок 4. Схема визначення кута антеторсії ендпротеза кульшового суглоба за рентгенограмами у двох проєкціях



а



б

Рисунок 5. Схема визначення коефіцієнта невідповідності масштабів знімків: а) фронтальна проєкція; б) сагітальна проєкція

Усі величини на знімку з більшим діаметром множи-мо на отримане значення коефіцієнта невідповідності масштабів.

2. Виконуємо геометричну побудову згідно зі схемою, наведеною на рис. 6.

На рентгенограмах кульшового суглоба з встановленим ендопротезом в обох проекціях будуємо:

- довгу вісь проекції основи чашки ендопротеза;
- вісь ніжки ендопротеза;
- вісь шийки ендопротеза.

На рентгенограмі у фронтальній проекції визначаємо точки A і B , перетин побудованих осей ендопротеза. На рентгенограмі в сагітальній проекції визначаємо відповідні точки A_1 та B_1 .

З точок B та B_1 проводимо лінії паралельно осі ніжки ендопротеза.

Вимірюємо відстань між цими лініями та віссю ніжки ендопротеза. Це величини проекцій шийки ендопротеза на горизонтальну площину. Величина a — у фронтальній проекції, b — у сагітальній.

Підставляємо отримані значення величин a та b у формулу (5), отримуємо величину кута антеторсії.

Отримані результати були оброблені статистично. Було розраховано середні значення кутів антеторсії й антеверсії та їх стандартне відхилення. Порівняльний аналіз виконували за допомогою Т-тесту для незалежних вибірок [4]. Результати вимірювань наведені в табл. 1.

Було проведено дослідження щодо верифікації розробленого методу вимірювання кутів антеверсії й антеторсії ендопротеза. Для цього були виміряні у фронтальній та сагітальній проекціях 23 знімки хворих, які проходили лікування за період з грудня 2015 по грудень 2016 року у відділенні ортопедичної артрології та ендопротезування. Як контроль виконували вимірювання величин вищезгаданих кутів у тих же хворих за комп'ютерними томограмами.

Результати та обговорення

Як показали проведені дослідження, середня величина кута антеторсії ніжки ендопротеза в групі за даними КТ-метрії становила $7,4 \pm 1,9^\circ$, кута антеверсії — $20,2 \pm 6,1^\circ$. Аналогічні показники величин кутів антеторсії та антеверсії за даними рентгенометрії, виконаної за

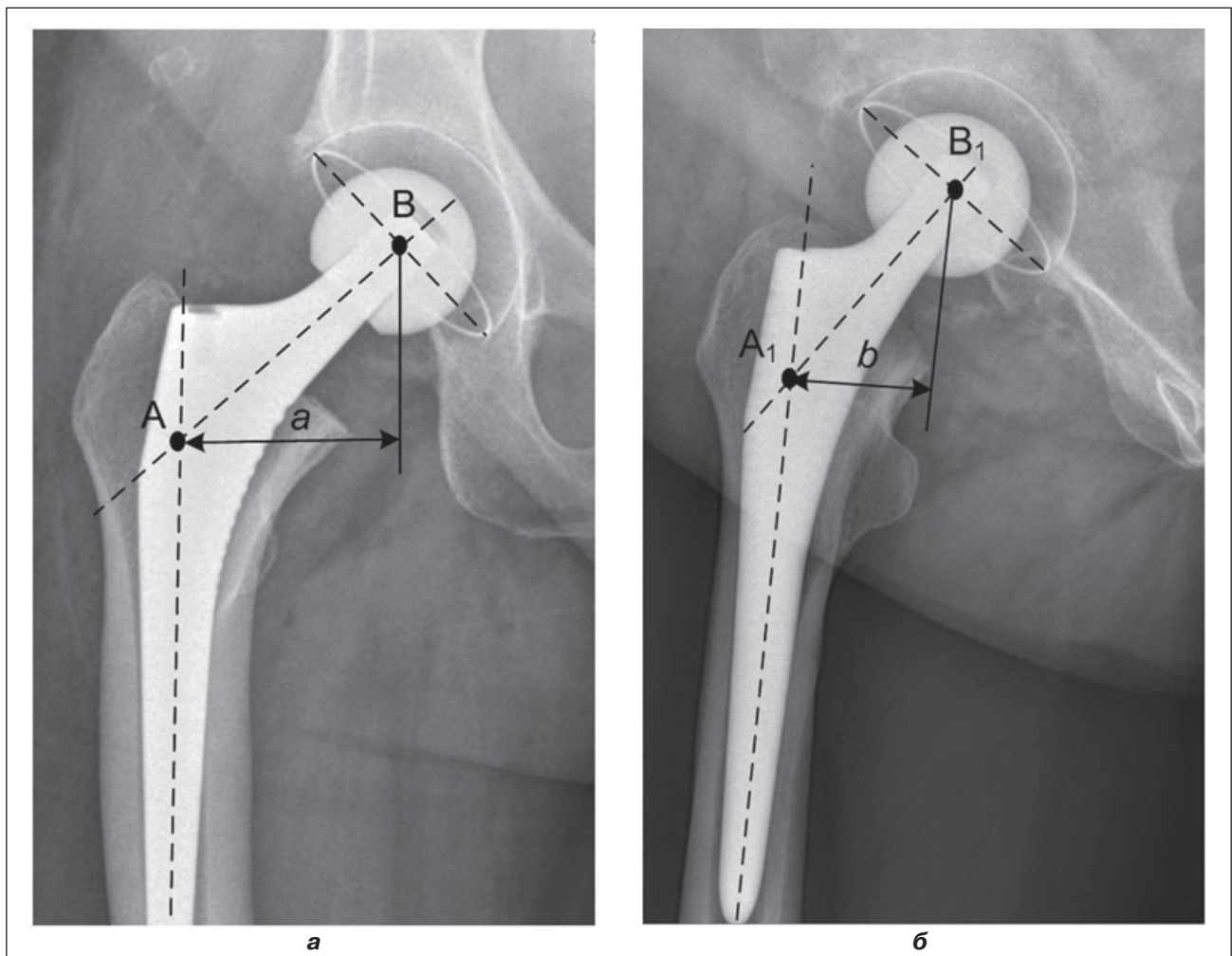


Рисунок 6. Схема визначення кута антеторсії за рентгенограмами у двох проекціях: а) фронтальна проекція; б) сагітальна проекція

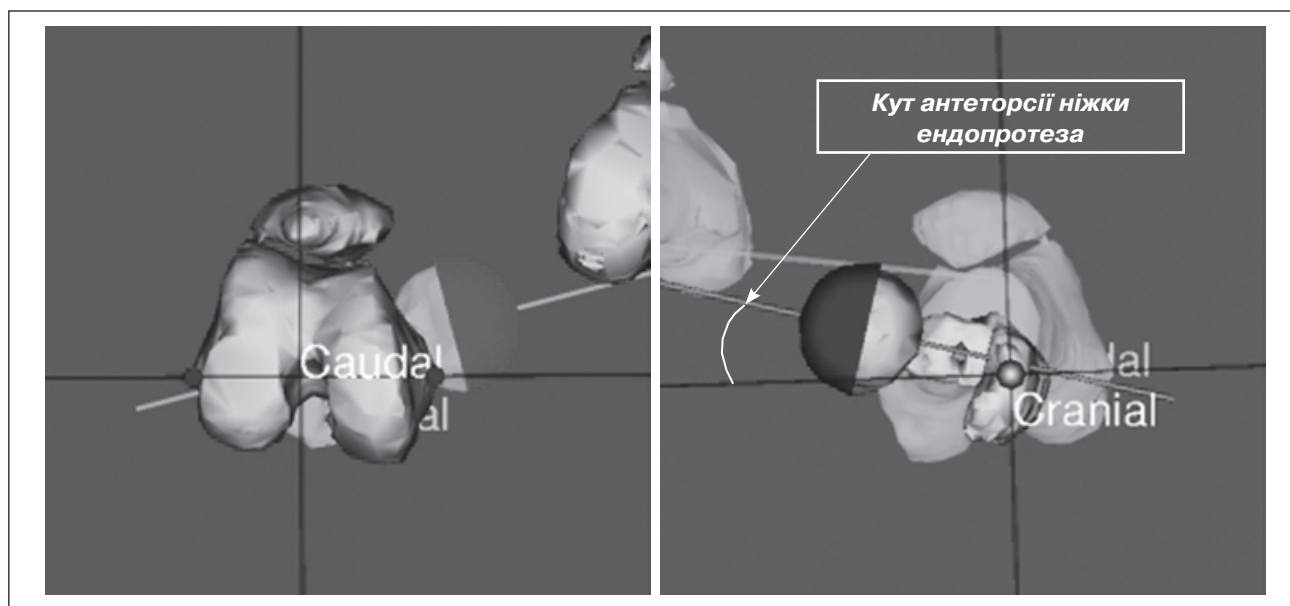


Рисунок 7. Схема визначення кута антеторсії ніжки за комп'ютерними томограмами

Таблиця 1. Результати аналізу вимірювання кутів антеторсії та антеверсії за комп'ютерними томограмами та рентгенограмами ($M \pm SD$)

Група дослідження	Кут антеторсії ніжки (°)	Кут антеверсії чашки (°)
КТ-метрія	$7,4 \pm 1,9$	$20,2 \pm 6,1$
Рентгенометрія	$5,2 \pm 0,6$	$24,1 \pm 6,2$
Значення Т-тесту	0,968	-1,789
Статистична значущість, p	0,346	0,191

розробленою нами методикою, становили $5,2 \pm 0,6^\circ$ та $24,1 \pm 6,2^\circ$ відповідно. Як показав аналіз даних, різниця між кутами, отриманими за даними рентгенометрії та комп'ютерної томографії, не перевищує 4° . Порівняльний аналіз між групами даних КТ-метрії та рентгенометрії не виявив статистично значимих розбіжностей ($p = 0,346$ для величини кута антеторсії ніжки, $p = 0,191$ для величини кута антеверсії чашки).

Отже, розроблена нами методика визначення величин кутів антеторсії ніжки та антеверсії чашки ендпротеза за даними рентгенометрії не поступається за точністю аналогічним вимірюванням за допомогою комп'ютерної томографії й може бути використана при неможливості виконання комп'ютерної томографії в пацієнтів після ендпротезування кульшового суглоба.

Висновки

1. Визначення кутів антеверсії чашки та антеторсії ніжки ендпротеза можливе як за допомогою комп'ютерної томографії, так і за допомогою рентгенографічного дослідження.



Рисунок 8. Схема визначення кута антеверсії чашки за комп'ютерними томограмами

2. Розроблена нами методика визначення величин кутів антеторсії ніжки та антеверсії чашки ендпротеза за даними рентгенометрії не поступається за точністю аналогічним вимірюванням за допомогою комп'ютерної томографії.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють про відсутність конфлікту інтересів при підготовці даної статті.

Список літератури

1. Вакуленко В.М. Вивихи после тотального ендпротезирования тазобедренного сустава / В.М. Вакуленко, А.В. Вакуленко, А.А. Неделько // Травма. — 2014. — Т. 15, № 3. — С. 47-55.
2. Эндпротезирование тазобедренного сустава. Основы и практика / Н.В. Загородний. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2012. — С. 503-545.
3. Филиппенко В.А. Осложнения при ендпротезировании тазобедренного сустава / В.А. Филиппенко, В.А. Тянькут, А.В. Тянькут, А.И. Жигун // Ортопед. травматол. — 2010. — № 2. — С. 14-19.

4. Бююль А. *SPSS: искусство обработки информации. Анализ статистических данных и восстановление скрытых закономерностей: Пер. с нем. / Ахим Бююль, Петер Цефлер. — СПб.: ДиаСофтЮП, 2005. — 608 с.*
5. Михненко Л.В. *Основы начертательной геометрии: Уч. пособие для студентов всех специальностей и форм обучения / Л.В. Михненко. — М.: МГТУ ГА, 2001. — С. 79.*
6. Abdel M.P. *What safe zone? The vast majority of dislocated THAs are within the Lewinnek safe zone for acetabular component position / M.P. Abdel, P. Roth, M. Jennings et al. // Clin. Orthop. Relat. Res. — 2016. — 474(2). — P. 386-91.*
7. Biedermann R. *Reducing the risk of dislocation after total hip arthroplasty: the effect of orientation of the acetabular component / R. Biedermann, A. Tonin // Bone Joint Surg. Br. — 2016 Jun. — 87(6). — P. 762-9.*
8. *European Surgical Orthopaedics and Traumatology // The EFORT Textbook / Ed. by George Bentley. — Springer, 2014. — P. 2495-2511.*
9. Fukunishi S. *Combined anteversion of the total hip arthroplasty implanted with image-free cup navigation and without stem navigation / S. Fukunishi, T. Fukui // Orthop. Rev. (Pavia). — 2012. — 4(4). — P. 146-149.*
10. Sendtner E. *Stem torsion in total hip replacement / E. Sendtner, S. Tibor. — 2010. — Acta Orthop. Oct. — 81(5). — P. 579-82.*
11. Fukunishi S. *Assessment of accuracy of acetabular cup orientation in CT-free navigated total hip arthroplasty / S. Fukunishi, T. Fukui // Orthopaedics. — 2008. — 31. — P. 10.*
12. Jolles B.M. *Factors predisposing to dislocation after primary total hip arthroplasty: a multivariate analysis / B.M. Jolles, P. Zangger. // J. Arthroplasty. — 2002 Apr. — 17(3). — P. 282-8.*

Отримано 12.10.2017 ■

Филиппенко В.А., Мезенцев В.А., Овчинников А.М., Карпинский М.Ю.
 ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко НАМН Украины», г. Харьков, Украина

Рентгенометрические измерения величин углов антеверсии чашки и антеторсии ножки эндопротеза тазобедренного сустава

Резюме. *Цель:* разработать методику рентгенометрических измерений антеторсии ножки и антеверсии чашки эндопротеза у пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава. **Материалы и методы.** Разработана методика рентгенометрических измерений величин антеторсии ножки и антеверсии чашки после эндопротезирования тазобедренного сустава. С ноября 2015 по ноябрь 2016 мы измеряли антеверсию чашки и антеторсию ножки эндопротеза у 23 пациентов после эндопротезирования тазобедренного сустава рентгенометрически с помощью разработанного нами метода и сравнили полученные показатели с данными компьютерной томографии. **Результаты.** Установлено, что средняя величина угла антеторсии ножки эндопротеза в группе по данным компьютерной томографии составила $7,4 \pm 1,9^\circ$, угла антеверсии — $20,2 \pm 6,1^\circ$. Аналогичные показатели величин углов

антеторсии и антеверсии по данным рентгенометрии, выполненной по разработанной нами методике, составляли $5,2 \pm 0,6^\circ$ и $24,1 \pm 6,2^\circ$ соответственно. Сравнительный анализ между группами данных компьютерной томографии и рентгенометрии не выявил статистически значимых различий, что подтверждает достоверность изучаемого метода ($p = 0,346$ для величины угла антеторсии ножки, $p = 0,191$ для величины угла антеверсии чашки). **Выводы.** Разработанная нами методика определения величин углов антеторсии ножки и антеверсии чашки эндопротеза по данным рентгенометрии не уступает по точности аналогичным измерениям с помощью компьютерной томографии.

Ключевые слова: тазобедренный сустав; вывих головки эндопротеза; рентгенометрия; антеверсия чашки; антеторсия ножки.

V.A. Filipenko, V.A. Mezentsev, A.M. Ovchinnikov, M.Yu. Karpinski
 State Institution "Sytenko Institute of Spine and Joint Pathology of the Academy of Medical Science of Ukraine",
 Kharkiv, Ukraine

X-ray measurement of the angles of cup anteversion and stem antetorsion of the hip joint prosthesis

Abstract. Background. The purpose of our work was to develop a method for X-ray measurement of prosthesis stem antetorsion and cup anteversion in patients after hip joint replacement. **Materials and methods.** The technique for X-ray measurement of stem antetorsion and cup anteversion after the hip replacement is developed. From November 2015 to November 2016, we evaluated endoprosthesis cup anteversion and stem antetorsion in 23 patients after hip joint replacement using X-ray method developed by us and compared the obtained indices with the data of computed tomography. **Results.** It was found that the mean value of antetorsion angle of endoprosthesis cup in the group according to the computed tomography data was $7.4 \pm 1.9^\circ$, the angle of anteversion — $20.2 \pm 6.1^\circ$. Similar values of antetorsion and

anteversion angles, as it was shown during X-ray examination performed according to our methodology, were $5.2 \pm 0.6^\circ$ and $24.1 \pm 6.2^\circ$, respectively. The comparative analysis of computed tomography and X-ray data between groups did not reveal statistically significant differences that confirms the reliability of the investigated method ($p = 0.346$ for stem antetorsion angle, $p = 0.191$ for cup anteversion angle). **Conclusions.** The method for determining the magnitude of the angles of endoprosthesis stem antetorsion and cup anteversion developed by us according to X-ray is not inferior to the accuracy of the same measurements by means of computed tomography.

Keywords: hip joint; dislocation of the head of the endoprosthesis; X-ray; cup anteversion, stem antetorsion