

УДК 616.728.2-021.4-002.4-089.843:65.012.123

**А.Е. Лоскутов,  
А.Е. Олейник,  
А.В. Алтанец,  
Е.А. Ковбаса**

## **АЛГОРИТМ ВЫБОРА ВЕРТЛУЖНОГО КОМПОНЕНТА ЭНДОПРОТЕЗА ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА У БОЛЬНЫХ С АСЕПТИЧЕСКИМ НЕКРОЗОМ ГОЛОВКИ БЕДРЕННОЙ КОСТИ**

ГУ «Днепропетровская медицинская академия МЗ Украины»  
кафедра травматологии и ортопедии  
(зав. – член-корр. НАМНУ, д. мед. н., проф. А.Е. Лоскутов)  
ул. Дзержинского, 9, Днепропетровск, 49044, Украина,  
SE "Dnepropetrovsk medical academy of Health Ministry of Ukraine"  
Department of Traumatology and Orthopedics  
Dzerzhinsky str., 9, Dnepropetrovsk, 49044, Ukraine  
e-mail: dsma@dsma.dp.ua

**Ключевые слова:** асептический некроз головки бедренной кости, рентгеноморфометрия, вертлужная впадина, алгоритм

**Key words:** femoral head aseptic necrosis, roentgenmorphometry, acetabulum, algorithm

**Реферат.** Алгоритм вибору ацетабулярного компонента ендопротеза кульшового суглоба у хворих на асептичний некроз головки стегнової кістки. Лоскутов О.Є., Олійник О.Є., Алтанець О.В., Ковбаса О.О. У роботі проведений порівняльний рентген-морфометричний аналіз формування деформації кульшової западини при асептичному некрозі головки стегнової кістки (АНГСК) з метою визначення критеріїв, що зумовлюють вибір виду ацетабулярного компонента ендопротеза кульшового суглоба. Проаналізовано рентгенограми 234 кульшових суглобів хворих на АНГСК, що були виконані в прямій проекції. Залежно від стадії процесу рентгенограми поділені на 3 групи: II стадія – 18; III стадія – 84; IV стадія – 132 рентгенограми відповідно. При аналізі кульшової западини (КЗ) оцінювали такі показники: коефіцієнт сферичності  $\alpha$  ( $\alpha = r/d$ ), коефіцієнт пропорційності  $\beta$  ( $\beta = n/r$ ), коефіцієнт відповідності  $\gamma$  ( $\gamma = h/r$ ), де  $r$  – радіус КЗ,  $d$  – діаметр КЗ,  $n$  – товщина дна КЗ,  $h$  – висота «шапки Наполеона». Крім того визначали наявність основних трабекулярних структур надацетабулярної зони (А, В, С). Грунтуючись на виявлених тенденціях зміни вищезазначених показників при АНГСК, було запропоновано бальну систему оцінки кожного з критеріїв. Визначені критерії першого порядку, які характеризують стан КЗ та надацетабулярної зони. Крім цього, були враховані індивідуальні фактори пацієнта (стать, вік), які значною мірою зумовлюють стабільність ендопротеза у віддаленому післяопераційному періоді та віднесені до критеріїв другого порядку. На основі послідовності оцінки критеріїв першого та другого порядку був розроблений алгоритм вибору виду ацетабулярного компонента ендопротеза кульшового суглоба, що імплантується. Таким чином, розроблена система вибору ацетабулярного компонента тотального ендопротеза кульшового суглоба враховує особливості розвитку деформації кульшової западини, що формується при пізніх стадіях АНГСК, а також оцінює спроможність надацетабулярної зони сприяти навантаженню. Крім того, беруться до уваги загальні дані пацієнта на момент імплантації (стать, вік), які характеризують вірогідність зниження міцнісних характеристик кісткової тканини у віддаленому періоді та, відповідно, ризик розвитку асептичної нестабільності ацетабулярного компонента ендопротеза.

**Abstract.** Algorithm of selection of acetabular component of hip joint endoprosthesis in patients with femoral head aseptic necrosis. Loskutov A.Ye., Olejnik A.Ye., Altanets A.V., Kovbasa Ye.A. The article represents a comparative roentgenmorphometric analysis of hip joint deformation development in femoral head aseptic necrosis (FHAN) that was done to identify criteria which determine the selection of the acetabular component of the total hip joint endoprosthesis. There were analysed 234 hip joint radiograms of patients with FHAN performed in anterior-posterior plane. Radiograms were subdivided into 3 groups concerning staging of the process: stage II – 18 radiograms, stage III – 84 radiograms, stage IV – 132 radiograms. Analyzing the acetabular retraction (AR) following indices were assessed: sphericity coefficient  $\alpha$  ( $\alpha = r/d$ ), proportionality coefficient  $\beta$  ( $\beta = n/r$ ), compliance coefficient  $\gamma$  ( $\gamma = h/r$ ), where  $r$  – radius of the acetabulum,  $n$  – thickness of the acetabular bottom,  $h$  – height of the “Napoleon’s hat”. In addition, there was assessed presense of the major trabecular structures of the supra-acetabular area (A,B,C). Score assessment system, based on the identified indices of changing tendencies in FHAN was offered. There were determined the first level criteria, characterizing the acetabular and supra-acetabular area state. Besides, individual factors of the patient (sex, age) which substantially determine endoprosthesis stability in the remote postoperative period were related to second level criteria. Basing on the assessment of the first and second level criteria algorithm of choice of the total hip endoprosthesis component was developed. Thus, developed system of choice of total hip

*endoprosthesis component which consider peculiarities of the acetabular deformation formed in the late stages of FHAN assesses the ability of the supra-acetabular area to perceive loading. In addition algorithm takes into consideration individual factors of the patient (sex, age) by the moment of implantation, which determine total hip endoprosthesis stability in the latest postoperative period and consequently the risk for aseptic instability development.*

Состояние вертлужной впадины и надвертлужной области как структур, воспринимающих нагрузку, имеет основное значение для прогноза отдаленной выживаемости имплантируемого вертлужного компонента эндопротеза у больных с АНГБК [1, 2, 4, 11, 12, 13, 15]. В основе различия полусферических (press-fit) и ввинчивающихся ацетабулярных компонентов лежат отличающиеся биомеханические принципы фиксации в костной ткани. Вид фиксации вертлужного компонента определяет особенности характера восприятия и передачи нагрузки костной тканью надвертлужной области. Физиологичное нагружение костных структур надвертлужной зоны минимизирует вероятность формирования зон локальной концентрации напряжений, что обуславливает отсутствие предпосылок для остеолитического процесса в зоне контакта эндопротез-кость и снижает риск развития асептической нестабильности ацетабулярного компонента [8, 10, 11, 12, 15, 16, 20].

Имплантирование полусферической чашки, фиксируемой в вертлужной впадине посредством запрессовывания за счет разницы в диаметре подготовленного костного ложе и непосредственно самой чашки, обеспечивает формирование зоны плотного контакта эндопротез-кость за счет механических свойств неизменной вертлужной впадины [9, 10, 17, 19]. Этим обеспечивается первичная стабильность вертлужного компонента. Предполагается, что нагрузка при этом равномерно распределяется по всей площади контакта и в условиях последующей остеоинтеграции вертлужный компонент успешно функционирует длительное время [10, 12, 19, 20].

Установка ввинчивающейся чашки выполняется в условиях наличия деформации вертлужной впадины или значительного изменения механических свойств костной ткани в данной области. В том и в другом случае существенно нарушена сферичность вертлужной впадины и физиологичность восприятия нагрузки, что, по сути, определяет течение патологического процесса. Имплантирование данного типа вертлужного компонента обеспечивают формирование новых условий восприятия и передачи нагрузки (отличные от сферического, что, в свою очередь, способствует перестройке костной структуры надвертлужной области [8, 10, 18]. В сочетании с остеоинтеграцией обеспе-

чивается вторичная стабильность ввинчивающегося вертлужного компонента эндопротеза.

Высокая степень физической активности, необходимость в эндопротезировании в молодом возрасте у пациентов с АНГБК обуславливает высокий риск проведения ревизионных вмешательств, в том числе и по поводу асептической нестабильности вертлужного компонента [5, 13, 15]. Следовательно, выполнение первичного эндопротезирования требует подбора такой конструкции вертлужного компонента, которая бы обеспечила длительное успешное функционирование эндопротеза у данной группы больных. Очевидно, что определение четких критериев выбора того либо иного типа вертлужного компонента эндопротеза на основании рентгеноморфометрических показателей вертлужной впадины и надвертлужной области у больных с АНГБК позволит улучшить сроки выживаемости конструкции и конечные результаты эндопротезирования тазобедренного сустава при данной патологии.

Цель: разработка алгоритма дифференциального выбора типа вертлужного компонента у пациентов с АНГБК на основе изучения и анализа рентгеноморфометрических характеристик вертлужной впадины при различных стадиях заболевания.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для изучения рентгеноморфометрических характеристик вертлужной впадины был проведен ретроспективный анализ рентгенограмм больных с АНГБК, которым в клинике ортопедии и травматологии КУ «Областная клиническая больница им. И.И.Мечникова» с 2002 по 2012 гг. была выполнена операция тотального эндопротезирования тазобедренного сустава.

Статистическая обработка материалов исследования проводилась с использованием методов биометрического анализа, реализованных в пакетах лицензионных программ Microsoft Excel-2003 и Statistica v 6.1 (Statsoft Inc., США) (серийный номер AGAR 909 E415822FA). В зависимости от типа данных, закона распределения, парного или множественного сравнения для связанных и несвязанных групп использовались критерии Стьюдента и Манна-Уитни. Разницу между сравниваемыми величинами считали достоверной при  $p < 0,05$ .

Общее количество отобранных для исследования пациентов составило 160 человек. Из них мужчин – 120, женщин – 40. Данное заболевание характерно для 75% мужчин и 25% женщин, и в исследуемой группе соотношение мужчин и женщин составляет 3:1. Средний возраст пациентов составил  $49,08 \pm 0,86$  года, и варьировался от 20 до 78 лет. Средний возраст мужчин составил  $48 \pm 0,94$  года, женщин –

$52,3 \pm 1,9$  года. Односторонний процесс отмечался у 107 пациентов, двусторонний – у 53 человек.

В исследуемую группу входили пациенты с II-IV стадиями АНГБК (согласно классификации Михайловой Н.М. и Маловой М.И. [3]). Пациенты были сгруппированы в зависимости от стадии процесса и количества пораженных суставов (табл. 1).

Таблица 1

**Распределение пациентов в зависимости от стадии АНГБК и количества пораженных суставов**

Пол	АНГБК, Iст., односторонний	АНГБК, Iст., двусторонний	АНГБК двусторонний, Iст. с одной стороны, IIст. - с другой	АНГБК, IIст., односторонний	АНГБК, IIст., двусторонний	АНГБК двусторонний, IIст. с одной стороны, IIIст. - с другой	АНГБК, IIIст., односторонний	АНГБК, IIIст., двусторонний	Всего
Мужчины	6	1	2	21	18	8	48	16	120
Женщины	4			5	1	5	23	2	40
Всего	10	1	2	26	19	13	71	18	160

Как видно из таблицы 1, у большинства больных установлена III-IV ст. процесса и они составляют 93,12%. Таким образом, отобранная для ретроспективного анализа группа соответствует всем демографическим, гендерным критериям, характерным для эпидемиологии АНГБК.

Рентген-морфометрическая оценка состояния вертлужной впадины выполнялась по рентгенограммам тазобедренных суставов, выполненным в прямой (передне-задней) проекции. Для оценки состояния вертлужной впадины у больных с АНГБК мы подвергли анализу рентгенограммы 213 пораженных тазобедренных суставов. Данные рентгенограммы разделили на 3 группы в зависимости от стадии развития АНГБК:

- II стадия – 14 рентгенограмм;
- III стадия – 79 рентгенограмм;
- IV стадия – 120 рентгенограмм.

При анализе состояния вертлужной впадины определялись такие показатели, как коэффициент сферичности вертлужной впадины ( $\alpha$ ) ( $\alpha = r/d$ , где  $r$  – глубина вертлужной впадины,  $d$  – диаметр вертлужной впадины); коэффициент пропорциональности  $\beta$  ( $\beta = n/r$ , где  $n$  – толщина дна вертлужной впадины), который характеризует степень протрузионных изменений вертлужной впадины; коэффициент соответствия  $\gamma$  ( $\gamma = h/r$ ,

где  $h$  – высота «шапки Наполеона»), характеризует способность надвертлужной зоны воспринимать нагрузку, кроме того, определяли наличие основных трабекулярных структур надвертлужной области (А, В, С) [6] (рис.1).

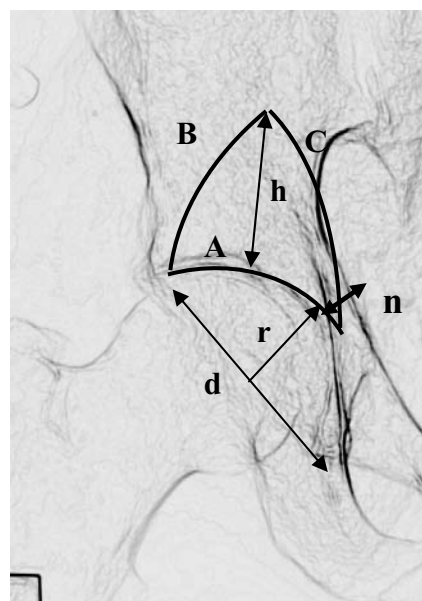


Рис. 1. Основные морфометрические параметры вертлужной впадины и надвертлужной зоны

**РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

При исследовании тазобедренных суставов пациентов с АНГБК нами были изучены параметры, объективно отражающие процесс

деструкции вертлужной впадины при различных стадиях АНГБК (табл. 2).

*Таблица 2*

**Распределение показателей, характеризующих вертлужную впадину и надвертлужную область, по стадиям АНГБК (M±m)**

Стадия АНГБК	Параметры вертлужной впадины						
	d, мм	г, мм	п, мм	h, мм	α	β	γ
Контрольная группа (норма)	66,4 ± 0,39	32,9 ± 0,2	14,38 ± 0,28	32,9 ± 0,016	0,5 ± 0,002	0,44 ± 0,008	1,0 ± 0,008
II	67,71 ± 1,32	32,2 ± 1,05	15,5 ± 0,17	31,2 ± 0,7	0,49 ± 0,01	0,47 ± 0,02	0,95 ± 0,025
III	67,12 ± 0,74	31,74 ± 0,42	15,38 ± 0,44	32,9 ± 0,43	0,47 ± 0,001	0,5 ± 0,017	1,05 ± 0,02
IV	68,9 ± 0,73	32,02 ± 0,38	14,05 ± 0,4	28,7 ± 0,38	0,47 ± 0,006	0,46 ± 0,016	0,92 ± 0,02

Результаты проведенной оценки трабекулярных структур надвертлужной области тазобедренных суставов пациентов с АНГБК в зави-

симости от стадии развития патологического процесса представлены в таблице 3.

*Таблица 3*

**Распределение наличия трабекулярных структур 1 порядка в надвертлужной области тазобедренного сустава при АНГБК по стадиям процесса**

Структуры \ Стадии	А		В		С		Кол-во исследуемых суставов
	n	%	n	%	n	%	
II	14	100	13	93	14	100	14
III	79	100	56	70	77	97	79
IV	55	46	73	61	106	88,3	120
Всего							213

Однако каждый из вышеперечисленных параметров по отдельности не может являться критерием выбора вида имплантируемого вертлужного компонента, поскольку недостаток свойств одного отдела вертлужной впадины и надвертлужной области компенсируется свойствами других ее отделов. Очевидно, что определение критериев выбора имплантируемого вида вертлужного компонента лежит в плоскости интегральной оценки совокупности всех характеристик вертлужной впадины и надвертлужной зоны. Они определяют критерии первого порядка.

Поэтому была разработана балльная система оценки значимости каждого из параметров, полученных по данным рентген-морфометрических исследований вертлужной впадины и надвертлужной области у больных с АНГБК.

Данные параметры были отнесены к критериям первого порядка.

Кроме того, были учтены индивидуальные факторы пациента, в значительной мере обуславливающие стабильность эндопротеза в отдаленном послеоперационном периоде. К ним были отнесены пол и возраст как таковые, что отражают общий характер состояния пациента на момент имплантации и прогностически определяют вероятность снижения прочностных характеристик костной ткани в последующей перспективе. Мы назвали эти критерии критериями второго порядка.

В таблице 4 изложены сводные данные, отражающие балльную систему выбора типа вертлужного компонента эндопротеза у больных с АНГБК.

## Балльная система выбора типа чашки эндопротеза у больных с АНГБК

Параметр	Значения	Баллы
Коэффициент сферичности $\alpha$	$\leq 0,55$	15
	$> 0,55$	0
Коэффициент соответствия $\gamma$	$\geq 0,9$	15
	$< 0,9$	0
Горизонтальная трабекулярная структура А	+	15
	-	0
Косо-медиальная трабекулярная структура С	+	15
	-	0
Коэффициент пропорциональности $\beta$	$\geq 0,44$	5
	$< 0,44$	0
Косо-латеральная трабекулярная структура В	+	5
	-	0
<b>Критерий</b>		
Возраст, лет	$< 60$	0
	$\geq 60$	-5
Пол	Мужской	0
	Женский	-5
<b>Интерпретация</b>		
Всего баллов	$\geq 60$	Запрессовываемая чашка
	$< 60$	Ввинчиваемая чашка

Таким образом, в алгоритме выбора типа ацетабулярного компонента половая принадлежность пациента не играет определяющей роли и при прочих допустимых условиях не является противопоказанием для применения запрессовываемого компонента. Однако, если на момент проведения операции в зоне имплантации имеют место не критичные отклонения, свидетельствующие о начальных проявлениях снижения способности надвертлужной области к восприятию адекватной нагрузки, то необходимо понимать, что у женщин со временем риск костной резорбции возрастает, и, следовательно, возрастает риск развития асептической нестабильности, что склоняет чашу весов в пользу выбора ввинчиваемого компонента.

В свою очередь, последовательность оценки критериев первого и второго порядка определяет алгоритм выбора имплантируемого вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава (рис. 2).

Таким образом, разработанный метод анализа учитывает особенности развития деформации вертлужной впадины, формирующейся при поздних стадиях АНГБК, а также оценивает способность надвертлужной области воспринимать нагрузку. Кроме того, принимается во внимание общий характер состояния организма пациента на момент имплантации, что позволяет прогностически определить вероятность снижения прочностных характеристик костной ткани в отдаленной перспективе.



этих данных и индивидуального подхода к выбору типа эндопротеза тазобедренного сустава.

На основании проведенного рентген-морфометрического анализа вертлужной впадины и надвертлужной области, общеклинических данных больных с АНГБК, была разработана балльная система оценки и визуально-аналитический алгоритм ее применения, что позволяет осуществить дифференцированный подход к выбору вида имплантируемого вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава.

Следует отметить, что разработанные методы анализа учитывают особенности развития деформации вертлужной впадины, формирующейся при поздних стадиях АНГБК, а также оценивают способность надвертлужной области воспринимать нагрузку в раннем и отдаленном послеоперационном периодах. Методика позволяет оптимизировать выбор вида имплантируемого вертлужного компонента эндопротеза у больных с АНГБК, что, в свою очередь, снижает риски развития его асептической нестабильности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бансал Алок. Асептична нестабільність ендопротезу кульшового суглоба. Діагностика і лікування: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.21 / Бансал Алок. – Харків, 2000. – 21 с.
2. Гайко Г.В. Передумови розвитку асептичної нестабільності тотального безцементного ендопротеза кульшового суглоба (бомеханічне та математичне моделювання) / Г.В. Гайко, В.М. Підгаєцький, О.М. Сулима, // Ортопедія, травматологія і протезування. – 2009. - №1. – С. 10-17.
3. Михайлова Н.М. Идиопатический асептический некроз головки бедренной кости у взрослых / Н.М. Михайлова, М.И. Малова. – М.: Медицина, 1982. - 136 с.
4. Можливі ускладнення при тотальному ендопротезуванні // Укр. наук.-практ. конф. «Ендопротезування суглобів (показання, техніка, помилки)», м. Дніпропетровськ (11-12 вересня 1997). – К., Дніпропетровськ, 1997. – С.33-35.
5. Шерепо Н.К. Асептическая нестабильность протеза как основная проблема тотального эндопротезирования тазобедренного сустава: пути решения / Н.К. Шерепо, К.М. Шерепо // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н.Приорова. — 2007. — № 1. — С. 43–47.
6. Bombelli R. Radiological Pattern of the Normal Hip Joint and its Biomechanical Meaning / R. Bombelli // Draenert K., Rutt A. Morphologie und Function der Huftte / Histo-Morph Bewegungsapp, 1981. – Vol. 1.– P. 113-138.
7. Deformation patterns and frictional torque in modular acetabular components / J.R. Lieberman, R.M. Kay, N. Hamlet, J.M. Kabo // Presented at the annual meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons. – New Orleans, 1994. – P. 210-219.
8. Effenberger H. Factors influencing the revision rate of Zweymueller acetabular cup / H. Effenberger, T. Ramsauer, U. Dorn // Int. Orthop.– 2004. – Vol. 28. – P. 155-158.
9. Experimental study of bone-implant contact area with a parabolic acetabular component (Hofer-Imhof) / H. Effenberger, G. Bohm, M. Huber [et al.] // Arch. Orthop. Trauma Surg. – 2000. – Vol. 120. – P. 160-165.
10. Fritsche A. Experimental investigations of the insertion and deformation behavior of press-fit and threaded acetabular cups for total hip replacement / A. Fritsche, K. Bialek, W. Mittelmeier // J. Orthop. Sci. – 2008. – Vol. 13. – P. 240–247. doi 10.1007/s00776-008-1212-z.
11. Garino J.R. Total hip arthroplasty in patients with avascular necrosis of the femoral head: 2- to 10-year follow-up / J.R. Garino, M.E. Steinberg // Clin. Orthop. – 1997. – Vol. 334. – P. 108-115.
12. Histological and radiographic assesment of well-functioning porous-coated acetabular components / C.H. Engh, K.F. Zettl-Schaffer, Y. Kukita [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. – 1993. – Vol. 75. – P. 814-824.
13. Incomplete seating of press-fit porous-coated acetabular components: the fate of zone 2 lucencies / B.D. Springer, W.L. Griffin, T.K. Fehring [et al.] // J. Arthroplasty. – 2008. – Vol. 23. N 6, Suppl. 1. – P. 120-126.
14. Osteonecrosis of the femoral head threated with total hip arthroplasty without cement / R.W. Piston, C.A. Engh, P.I. De Carvalho, K.J. Suthers // Bone Joint Surg. Am. – 1994. – Vol. 76A. – P. 202-214.
15. The outcome of uncemented total hip arthroplasty for avascular necrosis in patients under 50 years of age / J. Parvizi, M.A. Morrey, C.J. Breen, M.E. Cabanela // Transactions of Mid-America Orthopaedic Association. – 18th Annual Meeting. – Scottsdale A.Z., 2000. – P. 110-117.
16. Total hip arthroplasty for for avascular necrosis and degenerative osteoarthritis of the hip / T.A. Xenakis, A.E. Beris, K.K. Malizos [et al.] // Clin. Orthop. Relat. Res. – 1997. – Vol. 12. – P. 683-688.
17. 3D non-linear analysis of the acetabular construct following impaction grafting /A.M. Phillips, P. Pankaj, C.R. Howie [et al.] // Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering. – 2006. – Vol. 9. – P. 125-133.
18. Uncemented total hip arthroplasty in osteonecrosis. A 2- to 10-year evaluation / B.N. Stulberg, R. Singer, J. Goldner [et al.] // Clin. Orthop. – 1997. – Vol. 334. – P. 116-123.
19. Witzel U. Distriburion of stress in a hemispherical RM cup and its bony bed / U. Witzel // Bergmann E.G. Hip-join surgery, the RM cup. – Reinbek: Einhorn-Presse Verlag, 1998. – P. 29-41.
20. Witzel U. Three-dimensional stress analysis of threaded cups – a finite element analysis / U. Witzel, W. Rieger, H. Effenberger // International Orthopaedics (SICOT). – 2008. – Vol. 32. – P. 195–201. doi10.1007/s00264-006-0308-3.

**REFERENCES**

1. Bansal Alok. [Aseptic instability of the total hip endoprosthesis. Diagnosis and treatment]: dis. ...kand. med. nauk: 14.01.21 / Bansal Alok. – Harkiv, 2000;183s. Ukrainian.
2. Gajko GV, Pidgaec'kij VM, Sulima OM, Chkalov OV. [Prerequisites for development of the total hip endoprosthesis aseptic instability (biomechanical and mathematic modeling)]. *Ortopediya, travmatologija i protezirovanie*. 2009;1:10-17. Ukrainian.
3. Mihajlova NM, Malova MI. [Femoral head aseptic necrosis in adults]. M.: Medicina. 1982;136. Russian.
4. [Possible complications in total hip replacement]: Ukr. naukovopr. konf. [«Endoprotezuvannja suglobiv (pokazannja, tehnika, pomilki)»], Dnipropetrovs'k (11-12 veresnja 1997). *Kiiv-Dnipropetrovs'k*, 1997;33-35. Ukrainian.
5. Sherepo NK, Sherepo KM. [Total hip endoprosthesis aseptic instability as the major problem of the total hip replacement]. *Vest. travmatol. i ortoped. im. N.N.Priorova*. 2007;1:43-47. Ukrainian.
6. Bombelli R. Radiological Pattern of the Normal Hip Joint and its Biomechanical Meaning. In: Draenert K., Rutt A. *Morphologie und Function der Huftte. Histo-Morph Bewegungsapp.* 1981;1:113-38.
7. Lieberman JR, Kay RM, Hamlet N, Kabo JM. Deformation patterns and frictional torque in modular acetabular components. Presented at the annual meeting of the American Academy of Orthopaedic Surgeons, New Orleans. 1994;210-9.
8. Effenberger H, Ramsauer T, Dorn U. Factors influencing the revision rate of Zweymueller acetabular cup. *Int. Orthop.* 2004;28:155-8.
9. Effenberger H, Bohm G, Huber M, et al. Experimental study of bone-implant contact area with a parabolic acetabular component (Hofer-Imhof). *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2000;120:160-5.
10. Fritsche A, Bialek K, Mittelmeier W. Experimental investigations of the insertion and deformation behavior of press-fit and threaded acetabular cups for total hip replacement. *J Orthop. Sci.* 2008;13:240-7. doi 10.1007/s00776-008-1212-z.
11. Garino JR, Steinberg ME. Total hip arthroplasty in patients with avascular necrosis of the femoral head: 2- to 10-year follow-up. *Clin. Orthop.* 1997;334:108-15.
12. Engh CH, Zettl-Schaffer KF, Kukita Y, et al. Histological and radiographic assesment of well-functioning porous-coated acetabular components. *J. Bone Joint Surg. Am.* 1993;75:814-24.
13. Springer BD, Griffin WL, Fehring TK, et al. Incomplete seating of press-fit porous-coated acetabular components: the fate of zone 2 lucencies. *The Journal of Arthroplasty*. 2008;23(6)(Suppl. 1):120-6.
14. Piston RW, Engh CA, De Carvalho PI, Suthers KJ. Osteonecrosis of the femoral head threated with total hip arthroplasty without cement. *Bone Joint Surg. Am* 1994;76A:202-14.
15. Parvizi J, Morrey MA, Breen CJ, Cabanela ME. The outcome of uncemented total hip arthroplasty for avascular necrosis in patients under 50 years of age. *Transactions of Mid-America Orthopaedic Association, 18th Annual Meeting, Scottsdale AZ, April 26-29. 2000;110-7.*
16. Xenakis TA, Beris AE, Malizos KK, et al. Total hip arthroplasty for for avascular necrosis and degenerative osteoarthritis of the hip. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1997;12:683-8.
17. Phillips AM, Pankaj P, Howie CR, et al. 3D non-linear analysis of the acetabular construct following impaction grafting. *Computer Methods in Biomechanics and Biomedical Engineering*. 2006;9:125-33.
18. Stulberg BN, Singer R, Goldner J, et al. Uncemented total hip arthroplasty in osteonecrosis. A 2- to 10-year evaluation. *Clin. Orthop.* 1997;334:116-23.
19. Witzel U. Distriburion of stress in a hemispherical RM cup and its bony bed. In: Bergmann EG *Hip-join surgery, the RM cup.* Einhorn-Pressse Verlag. Reinbek. 1998;29-41.
20. Witzel U, Rieger W, Effenberger H. Three-dimensional stress analysis of threaded cups – a finite element analysis. *International Orthopaedics (SICOT)*. 2008;32:195-201. doi10.1007/s00264-006-0308-3.

Стаття надійшла до редакції  
16.12.2014

