

## ВОЗМОЖНОСТИ МАГНИТНО-РЕЗОНАНСНОЙ ТОМОГРАФИИ В ДИАГНОСТИКЕ ОСЛОЖНЕНИЙ ТОТАЛЬНОЙ АРТРОПЛАСТИКИ ТАЗОБЕДРЕННОГО СУСТАВА С ПАРой ТРЕНИЯ МЕТАЛЛ-МЕТАЛЛ

А.А. Вергай<sup>1</sup>, В.В. Даниляк<sup>2</sup>, В.В. Ключевский<sup>1</sup>, С.И. Гильфанов<sup>1</sup>, Вас.В. Ключевский<sup>1,2</sup>, М.А. Молодов<sup>2</sup>, И.Е. Шпунт<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБОУ ВПО «Ярославская государственная медицинская академия»,  
ректор – д.м.н., профессор А.В. Павлов

<sup>2</sup>ГБУ ЯО «Ярославский областной клинический госпиталь ветеранов войн – международный центр по проблемам пожилых людей «Здоровое долголетие»,  
главный врач – засл. врач РФ В.Г. Герасимов

<sup>3</sup>ООО «Лечебно-диагностический центр Международного института биологических систем – Ярославль»,  
директор Н.В. Барышникова  
г. Ярославль

**Цель исследования** – диагностика изменений в перипротезных тканях у пациентов после замещения тазобедренного сустава эндопротезами с парой трения металл-металл и головками большого диаметра.

**Материал и методы.** С 2007 по 2009 г. 119 пациентам имплантировано 134 эндопротеза тазобедренного сустава ASR XL head – Corail. Результаты эндопротезирования изучены у 94 пациентов (105 суставов или 81,4 %). Средний срок наблюдения – 62±3 месяца. МРТ выполнена 12 пациентам (13 эндопротезов), результаты были сопоставлены с результатами МРТ контрольной группы, которую составил 21 больной с 24 аналогичными эндопротезами, не имеющий жалоб и клинических отклонений.

**Результаты.** Определён вариант нормального состояния перипротезных тканей. Выявлены изменения вокруг 10 эндопротезов. Разработаны настройки для сканирующего оборудования, улучшающие качество изображения.

**Выводы.** Для дифференцирования патологического процесса пациентам после тотальной артропластики тазобедренного сустава с парой трения металл-металл показано выполнение магнитно-резонансной томографии. Для повышения информативности МРТ необходимы специальные настройки томографа.

**Ключевые слова:** эндопротезирование, осложнения, псевдоопухоль, магнитно-резонансная томография, пара трения металл-металл.

## THE POSSIBILITIES OF MAGNETIC RESONANCE IMAGING IN THE DIAGNOSTICS OF COMPLICATIONS AFTER METAL-ON-METAL HIP ARTHROPLASTY

А.А. Vergay<sup>1</sup>, V.V. Danilyak<sup>2</sup>, V.V. Klyuchevskiy<sup>1</sup>, S.I. Gil'fanov<sup>1</sup>, Vas.V. Klyuchevskiy<sup>1,2</sup>, М.А. Molodov<sup>2</sup>, I.E. Shpunt<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Yaroslavl State Medical Academy, rector – A.V. Pavlov, MD Professor

<sup>2</sup> Yaroslavl Regional Hospital for War Veterans – International Centre for the elderly “Healthy Longevity”,  
Head doctor – V.G. Gerasimov, MD

<sup>3</sup> Diagnostic Treatment Centre of International Institute of Biological Systems – Yaroslavl,  
director – N.V. Baryshnilova

**Objective:** to find adverse periprosthetic local tissue reactions after metal-on-metal hip arthroplasty with ASR XL heads.

**Material and methods:** 119 patients with 134 ASR XL head – Corail prostheses were treated in 2007–2009. The results were studied in 94 cases (105 prostheses) – 84%. Average follow-up time consisted 62 ± 3 months. MRI was performed in 12 patients (13 hips) who had clinical nonsatisfaction. Obtained data were compared with 21 MRI (24 hips) of controlled group with good and perfect clinical results.

**Results.** We found variations of normal periprosthetic tissue condition. Adverse reactions were identified in 10 cases. To improve the quality of pictures we developed special MRI adjustments and regimes of work.

**Conclusion:** MRI diagnostics is indicated for the patients with metal-on-metal total hip arthroplasty in order to identify adverse local tissue reactions. The improvement of picture quality needs special adjustment of MRI equipment.

**Key words:** hip replacement, complications, pseudotumor, MRI, ASR XL heads.

## Введение

Магнитно-резонансная томография (МРТ) – это широко распространенный и высокоинформативный метод обследования пациентов ортопедо-травматологического профиля, который является стандартным для диагностики нежелательных реакций со стороны мягких тканей в зоне тотального эндопротеза тазобедренного сустава. Проведение МРТ пациентам, которым имплантированы протезы с парой трения металл-металл, особенно с головками диаметром более 36 мм, в течение первых 5 лет после операции считается обязательной процедурой в США и странах Европы [3, 9, 10, 13].

Это исследование позволяет диагностировать псевдоопухоль – доброкачественные увеличения объема тканей неопухолевой природы, но напоминающие опухоль, а также патологическую реакцию мягких тканей на продукты износа в виде асептического воспаления. Псевдоопухоль может стать причиной лизиса кости, окружающей имплантат, нестабильности эндопротеза, а в худшем случае – субстратом для присоединения инфекции [2, 4, 8, 10, 11].

В России МРТ-диагностика больных после эндопротезирования крупных суставов (как, впрочем, и с любыми внутренними фиксаторами) обычно не проводится.

**Целью** работы явилось обследование больных с эндопротезами ASR XL head – Corail и создание алгоритма диагностики патологической реакции перипротезных тканей на продукты износа металл-металлических пар трения посредством МРТ.

## Материал и методы

С января 2007 по февраль 2009 г. 119 пациентам имплантировано 134 эндопротеза тазобедренного сустава ASR XL head – Corail (15 оперированы одномоментно последовательно с двух сторон). Все вмешательства выполнены одной хирургической бригадой из заднего доступа Кохера – Лангенбека. Эндопротезы ASR XL head (DePuy, Johnson&Johnson) были отозваны компанией в 2010 г. ввиду высокой вероятности развития осложнений.

В раннем послеоперационном периоде у одного пациента возникли рецидивирующие вывихи вследствие ошибки при ориентировании чашки; ему произведена ревизия ацетабулярного компонента с заменой пары трения на CoCrMo (LFIT) – поперечносвязанный полиэтилен. У другого больного через 6 месяцев при повторной травме образовалась инфицированная гематома в средней трети бедра с последующим распространением на зону эндопротеза. У

третьего пациента позднее инфицирование развилось через 37 месяцев после операции. С целью купирования инфекции обоим пациентам выполнены двухэтапные ревизионные вмешательства. Двое больных умерли от различных причин, не связанных с тотальной артропластикой. Все 5 перечисленных наблюдений не вошли в исследование.

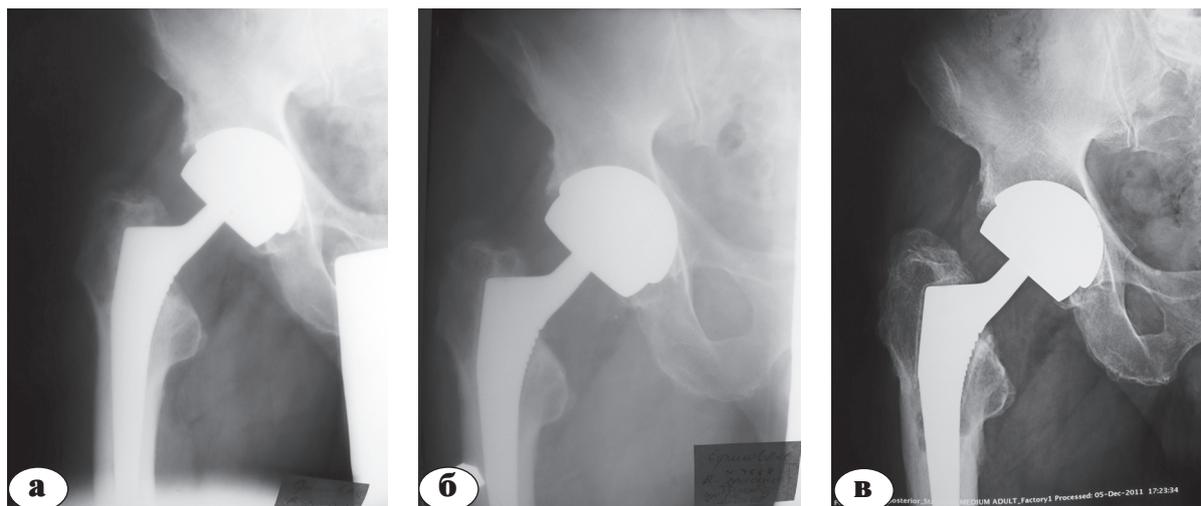
Из оставшихся 114 пациентов результаты эндопротезирования изучены у 94 (105 суставов – 81,4%); 14 человек отказались от обследования, сославшись на удовлетворительное самочувствие, шестеро потеряны для исследования (смена места жительства, отсутствие контактной информации). Средние сроки наблюдения составили 62±3 месяца.

Нами оценивались клинико-функциональные исходы по шкале W. Harris и цифровые рентгенограммы оперированного тазобедренного сустава.

Двенадцать пациентов (13 эндопротезов) высказали неудовлетворенность результатами операции. Все они жаловались на боли в паховой и ягодичной областях, появившиеся в сроки от 2 до 4,5 лет после эндопротезирования на фоне полного благополучия. Большинство из них нуждалось в постоянном приеме обезболивающих препаратов и НПВС. У 9 отмечалась выраженная хромота, 7 человек пользовались тростью. Средняя оценка по шкале W. Harris была низкой (65,7 баллов) в связи с ограничениями в объеме движения и самообслуживании, подъеме и спуске по лестнице, пользовании общественным транспортом.

Рентгенологическое обследование больных выявило явные признаки нестабильности ацетабулярного компонента в 6 наблюдениях. У одного пациента отмечались значимые патологические изменения проксимального отдела бедра вокруг латерализованной ножки Corail в виде рентгенонегативных линий и остеолита большого вертела (рис. 1).

Дополнительно у пациентов с низкими клинико-функциональными результатами выявляли уровень ионов кобальта и хрома в плазме крови. Кроме того, для определения состояния перипротезных мягких тканей этим больным выполняли МРТ области таза. Учитывая отсутствие опыта проведения подобного обследования у пациентов с эндопротезами и незначительность выборки, для определения варианта нормы МРТ также была выполнена 21 пациенту с 24 аналогичными эндопротезами, не имеющему жалоб и клинических отклонений (группа контроля). Таким образом, всего обследовано 32 человека с 37 имплантатами ASR XL head – Corail ( $p>0,05$ ).



**Рис. 1.** Рентгенограммы пациента Е., 60 лет: а – замещение правого тазобедренного сустава эндопротезом ASR XL head – Corail; б – 12 месяцев после операции: признаки остеоинтеграции ножки чашки эндопротеза, отсутствие патологических изменений костной ткани вокруг имплантата; в – через 48 месяцев: линии резорбции кости вокруг проксимальной части ножки Corail, остеолиз зоны большого вертела

Нами использовался магнитно-резонансный томограф «Siemens Magnetom Symphony» (Siemens AG) с индукцией магнитного поля 1,5 Т. Данный тип оборудования не имел профессиональной программы MARS (metal artifact reduction sequences), поэтому с целью уменьшения искажений и наводок, вызванных металлическими имплантатами, была разработана оптимальная по информативности и времени программа исследования.

Сначала проводилась визуализация обследуемой области в трех плоскостях и определялись зоны, подлежащие томографии. Это позволяло получить достоверную информацию о пространственной локализации патологических изменений. Учитывая вид операционного доступа (задний), томографические срезы позиционировались дорзальнее обычных, на уровне вершины большого вертела.

Наиболее информативными режимами исследования являлись аксиальные T1- и T2-взвешенные изображения, а также фронтальное T2-взвешенное изображение. Они позволяли объективно выявить патологические новообразования, дефекты мышц и костей, а также скопления жидкости и отеки мягких тканей. Высокая разрешающая способность и контрастность изображения обеспечивалась посредством TSE (Turbo Spin Echo) протокола, существенно снижающего искажения от металлических артефактов. Диаметральная противоположность гипер- и гипоинтенсивности одних и тех же сигналов в разных режимах облегчала определение природы патологических процессов. Для дифференцировки жировой дистрофии мышц от их воспаления и отека использовалось фронталь-

ное T2-взвешенное изображение в режиме FS (fat saturation – жироподавление).

Общее время МРТ составило в среднем 13 минут. Для оценки вертикальных размеров интересующих нас образований исследования дополнялись T2-взвешенными изображениями в сагиттальной проекции. С целью изменения конфигурации артефактов и выведения их из зоны сустава меняли направление фазового кодирования коронарных срезов (рис. 2).

Используемые нами параметры настроек представлены в таблице.



**Рис. 2.** Устранение артефактов в проекции тазобедренного сустава: а – стандартные настройки; б – изменённые настройки

Таблица

Настройки томографа «Siemens Magnetom Symphony»

Seq	TR	TE	TI	Turbo factor	FA	BW	Dist. Factor, %	FOV	Matrix	Phaseres, %	Phasedir	Avg
Loc	10	5	N/A	N/A	40	180	10/100	400	256	50	N/A	1
Ax T1	515	15	N/A	3	145	130	1/17	300	512	75	A>P	2
Ax T2	3000	67	N/A	7	150	70	8/20	400	384	75	AP	2
Cor T2 FS	3770	13	130	15	150	130	1/20	400	256	75	RL	1
Cor T2	3000	108	N/A	7	150	70	8/20	400	512	75	RL	2

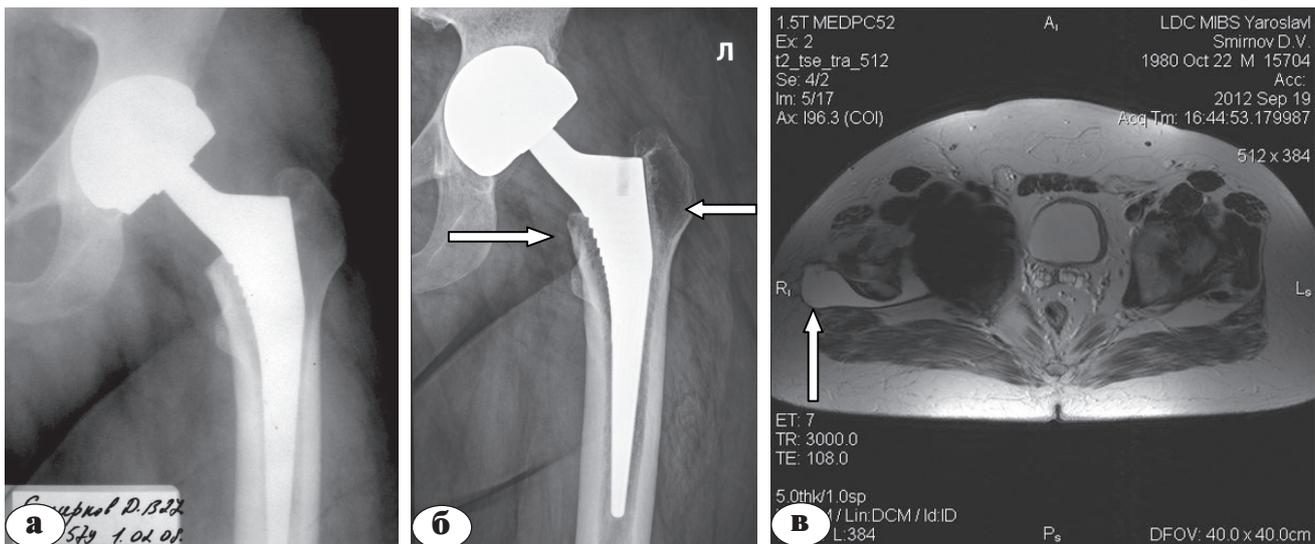
**Результаты и обсуждение**

У всех пациентов в области коротких ротаторов бедра имелись рубцы, характерные для заднего операционного доступа к тазобедренному суставу. Скопление жидкости (выпот) в перипротезных тканях диагностировано у 7 человек: вокруг четырех имплантатов в исследуемой группе и вокруг трех в контрольной (рис. 3). Кроме того, у двух больных контрольной группы выявлены изменения костной ткани – многокамерная киста с жидкостным сигналом в большом вертеле и участки остеосклероза в зоне 7 по Gruen (рис. 4). У одного пациента исследуемой группы в проекции рубца визуализирован седалищный нерв с признаками перифокального отёка (рис. 5). Псевдоопухоли не выявлены ни у одного обследуемого.

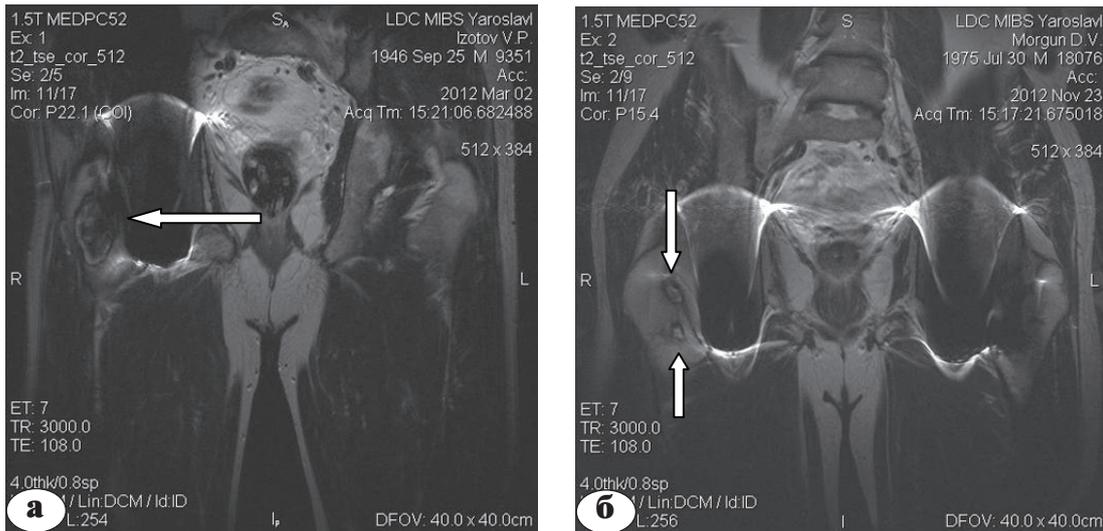
Система поверхностного протезирования ASR и тотальной артропластики ASR XL head имеют ряд недостатков, которые обусловили

высокий уровень ревизионных вмешательств в среднесрочный период наблюдения. По данным Австралийского регистра за 2012 год, этот показатель составил 14,7% (12,7–17,0%) для поверхностного протезирования и 21,7% (20,3–23,2%) – для ASR XL head [4]. D. Cohen сообщил о 13% процентах ревизий данных систем [8].

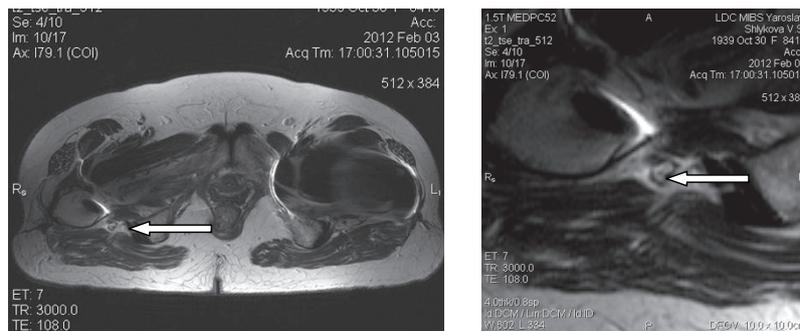
Пациенты, которым имплантированы эндопротезы ASR, нуждаются в тщательном наблюдении с использованием специфических дополнительных методов обследования, таких как МРТ-диагностика и определение ионов кобальта и хрома в плазме крови [15]. В США и Европейском Союзе изданы подробные рекомендации, содержащие алгоритм обследования этих пациентов. Кроме того, существует множество национальных протоколов ведения больных данной категории [5, 12, 20].



**Рис. 3.** Рентгенограммы и томограммы пациента С., 32 лет: а – эндопротезирование левого тазобедренного сустава системой ASR XL head – Corail (2007); б – срок наблюдения 57 месяцев (2012): нестабильность чашки ASR, стрелки указывают на зоны остеолитического разрушения большого вертела и бедренной шпоры; в – результаты МРТ: массивный выпот в области тазобедренного сустава, распространяющийся за большой вертел под широкую фасцию бедра (указан стрелкой)



**Рис. 4.** Примеры изменения костной ткани: а – томограмма пациента И., 66 лет, через 56 месяцев после операции, стрелкой показана многокамерная киста большого вертела; б – томограмма пациента М., 38 лет, через 54 месяца после операции – стрелками показаны участки остеосклероза



**Рис. 5.** Седлищный нерв (показан стрелками) в рубцовой ткани, частичная компрессия которого является причиной болевой симптоматики

В России радиологи мотивируют свой отказ от выполнения МРТ тем, что металлический имплантат, находясь в магнитном поле высокого напряжения, может нагреться, разрушиться и нанести ущерб здоровью обследуемого. Кроме того, специалисты обращают внимание на низкую информативность изображения ввиду наличия артефактов.

Относительно безопасности МРТ в каждой стране, в том числе и в России, приняты законодательные акты, регламентирующие допуск на рынок продукции медицинского назначения, предназначенной для имплантации в организм человека. В них указано, что все ортопедические эндопротезы и внутренние фиксаторы должны быть изготовлены из немагнитных металлов и сплавов, обладать инертностью в магнитном поле и пройти соответствующую сертификацию [1, 2, 18, 21, 22].

Во многих странах проводились работы, направленные на повышение информативной ценности МРТ-диагностики состояния мягких тканей и кости в зоне эндопротеза тазобедренного сустава. Их результатом явилось создание программы MARS (metal artifact reduction sequences), направленной на устранение искажений изображений и артефактов, возникающих из-за присутствия в магнитном поле металлических имплантатов [9, 14, 16, 19].

Основной целью выполнения МРТ-диагностики является выявление патологической реакции со стороны перипротезных мягких тканей, особенно таких специфических новообразований, как псевдоопухоль. После тотальной артропластики тазобедренного сустава с применением головок большого диаметра (36 мм и выше) и парой трения металл-металл

псевдоопухоли формируются в 6% наблюдений в сроки от 5 до 10 лет [10].

В исследуемой группе псевдоопухоли выявлены не были, очевидно, из-за малого количества наблюдений. Также не установлено прямой зависимости между клинической картиной и находками на томограммах в виде свободной жидкости или изменений в костной ткани. Однозначную диагностическую ценность имело лишь рубцевание мягких тканей вокруг седалищного нерва, объясняющее причину болей.

МРТ – высокочувствительный метод обследования, хотя полученные данные не всегда коррелируют с имеющейся клинической картиной. Поэтому его использование имеет смысл при наличии клинических проявлений неблагополучия со стороны эндопротеза с парой трения металл-металл.

### Выводы

1. Все пациенты, перенёвшие эндопротезирование тазобедренного сустава имплантатами с парой трения металл-металл и диаметром 36 мм и выше, нуждаются в тщательном ежегодном мониторинге в течение первых пяти лет.

2. МРТ-обследование пациентов с сертифицированными ортопедическими эндопротезами и внутренними фиксаторами является безопасным как для организма больного, так и для имплантата.

3. МРТ позволяет диагностировать патологические изменения перипротезных мягких тканей и костей, а также служит основным инструментом для выявления псевдоопухолей. Полученные в ходе МРТ данные не всегда коррелируют с имеющейся клинической картиной, но могут стать предвестником развития осложнений, таких как остеолит, нестабильность и инфекция.

4. Для эффективности визуализации патологических изменений при МРТ-диагностике необходимо использование специальных настроек оборудования.

### Литература

- Имплантаты хирургические неактивные. Общие требования: ГОСТ Р ИСО 14630-2011. М.: Стандартинформ; 2011. 20 с. *Implantaty khirurgicheskiye neaktivnyye. Obshchiye trebovaniya [Non-active surgical implants. General requirements]; GOST R ISO 14630-2011. M.: Standartinform; 2011. 20 s.*
- American Society for Testing and Materials (ASTM) Designation: F 2052. Standard test method for measurement of magnetically induced displacement force on passive implants in the magnetic resonance environment. [www.astm.org/Standards/F2052.htm](http://www.astm.org/Standards/F2052.htm).
- Anderson H., Toms A.P., Cahir J.G., Goodwin R.W., Wimbhurst J., Nolan J.F. Grading the severity of soft tissue changes associated with metal-on-metal hip replacements: reliability of an MR grading system. *Skeletal Radiol.* 2011; 40(3):303-307.
- Australian Orthopaedic Association, National Joint Replacement Registry, annual report 2012. AOA 2012. <https://aoanjr.dmac.adelaide.edu.au/ru/presentations-2012/>
- Australian Orthopaedic Association. Update on metal on metal (MoM) hipreplacements.2011.[http://www.aoa.org.au/Libraries/Patient\\_Information/Patients\\_MoMUpdate\\_110711.sflb.ashx](http://www.aoa.org.au/Libraries/Patient_Information/Patients_MoMUpdate_110711.sflb.ashx) (accessed 21 March 2012).
- Cahira J.G., Toms A.P., Marshall T.J., Wimbhurst J., Nolan J. CT and MRI of hip arthroplasty. *Clin. Radiol.* 2007;62:1163-1171.
- Chen Zh., Pandit H., Taylor A., Gill H., Murray D., Ostlere S. Metal-on-metal hip resurfacings – a radiological perspective. *Eur. Radiol.* 2011; 21(3):485-491.
- Cohen D. Out of joint: The story of the ASR. *BMJ.* 2011; 342:d2905.
- Cooper H.J., Ranawat A.S., Potter H.G., Li F.Foo, Jawetz Sh.T., Ranawat Chitranjan S. Magnetic resonance imaging in the diagnosis and management of hip pain after total hip arthroplasty. *J. Arthroplasty.* 2009; (5):661-667.
- Deprez P., Van den Berghe L., Demuyneck M. High early revision rate due to pseudo-tumour formation in metal-on-metal large head diameter THR. AAOS 2010; Podium presentation 011.
- Fang C.S., Harvie P., Gibbons Christopher L. M. H., Whitwell D., Athanasou N.A., Ostlere S. The imaging spectrum of peri-articular inflammatory masses following metal-on-metal hip resurfacing. *Skeletal Radiol.* 2008; 37:715-722
- Günther K.P., Schmitt J., Campbell P., Delaunay C.P., Drexler H., Ettema H.B. et al. Consensus statement "Current evidence on the management of metal-on-metal bearings" – April 16, 2012. *Hip Int.* 2013; 23(1):2-5.
- Hart A.J., Sabah S., Henckel J., Lewis A., Cobb J., Sampson B., Mitchell A., Skinner J. The painful metal-on-metal hip resurfacing. *J. Bone Joint Surg.* 2009; 91-B (6):738-744.
- Hartley K.G., Damon B.M., Patterson G.T., Long J.H., Holt G.E. MRI techniques: a review and update for the orthopaedic surgeon. *JAAOS.* 2012; 20: 775-787.
- Kwon Y.-M., Ostlere S.J., McLardy-Smith P., Athanasou N.A., Gill H.S., Murray D.W. "Asymptomatic" pseudotumors after metal-on-metal hip resurfacing arthroplasty prevalence and metal ion study. *J. Arthroplasty.* 2011; 26(40): 511-519.
- Olsen R.V., Munk P.L., Lee M.J., Janzen D.L., MacKay A.L., Xiang Q.-S., Masri B. Metal artifact reduction sequence: early clinical applications. *Radiographics* 2000; 20:699-712.
- Sabah S.A., Mitchell A.W.M., Henckel J., Sandison A., Skinner J.A., Hart A.J. Magnetic resonance imaging findings in painful metal-on-metal hips: a prospective study. *J. Arthroplasty.* 2011; 26(1): 71-76.e2.
- Shellock F.G., Woods T.O., Crues J.V. MRI labeling information for implants and devices: explanation of terminology. *Radiology.* 2009; 253:26-30.

19. Toms A.P., Smith-Bateman C., Malcolm P.N., Cahir J., Graves M.; Optimization of metal artifact reduction (MAR) sequences for MRI of total hip prostheses. Clin. Radiology. 2010; 65:447-452.
20. U.S. Food and Drug Administration. FDA Safety Communication: Metal-on-metal Hip Implants. 2013. <http://www.fda.gov/MedicalDevices/Safety/AlertsandNotices/ucm335775.htm> (accessed 20 March 2013).
21. Woods T.O. Guidance for industry and FDA staff - establishing safety and compatibility of passive implants in the magnetic resonance (MR) Environment. Document issued on: August 21, 2008; <http://www.fda.gov/cdrh/osel/guidance/1685.html>.
22. Woods T.O. Standards for medical devices in MRI: present and future. J. Magn. Reson. Imaging. 2007; 26:1186-1189.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Вергай Александр Алексеевич – аспирант кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ЯГМА

e-mail: sashavergay@mail.ru;

Даниляк Владимир Викторович – к.м.н. заведующий отделением ортопедии ЯО ОКГВВ

e-mail: v-danilyak@mail.ru;

Ключевский Вячеслав Васильевич – з.д.н. РФ, д.м.н., профессор заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и ВПХ ЯГМА

e-mail: kluchevsky@inbox.ru;

Гильфанов Сергей Ильсуверович – д.м.н. доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ЯГМА

e-mail: gilfanov63@rambler.ru;

Ключевский Василий Вячеславович – к.м.н. старший ординатор отделения ортопедии ЯО ОКГВВ,

доцент кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ЯГМА

e-mail: kluchevsky@inbox.ru;

Молодов Михаил Александрович – ординатор отделения ортопедии ЯО ОКГВВ

e-mail: mihamolodov@rambler.ru;

Шпунт Илья Ефимович – врач радиолог ЛДЦ МИБС – Ярославль

e-mail: ilyashpunt@gmail.com.

*Рукопись поступила 21.05.2013*