

## Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава

А.Н. Коваленко<sup>1</sup>, А.А. Джавадов<sup>1</sup>, И.И. Шубняков<sup>1</sup>, С.С. Билык<sup>1</sup>, А.О. Денисов<sup>1</sup>, М.А. Черкасов<sup>1</sup>, А.И. Мидаев<sup>1</sup>, Р.М. Тихилов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.П. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург, Россия

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

### Реферат

**Введение.** Желание хирурга максимально сохранить костную ткань и обеспечить при этом надежную фиксацию имплантата, с одной стороны, и все большая доступность аддитивных 3D-технологий с другой, привели к расширению использования индивидуальных конструкций, позволяющих минимизировать обработку кости и оптимизировать возможности фиксации ревизионных имплантатов. Индивидуальные имплантаты, как правило, применяются при наиболее сложных дефектах вертлужной впадины и поэтому сопровождаются достаточно большим числом неудовлетворительных результатов и осложнений. **Цель исследования** — оценить среднесрочные клиничко-функциональные результаты, остеоинтеграцию пористого покрытия индивидуальных конструкций, общую выживаемость компонентов конструкций и определить причины неудовлетворительных результатов и осложнений. **Материал и методы.** В ходе исследования удалось опросить, а также оценить рентгенограммы 48 пациентов прооперированных с октября 2015 г. по июнь 2018 г. Пациенты опрашивались до операции и после операции по шкалам тазобедренного сустава Оксфорд, качества жизни EQ-5D, визуальным аналоговым шкалам общего здоровья и боли. Проводилась оценка рентгенограмм в сроки не менее 12 мес. на наличие остеоинтеграции пористого покрытия имплантатов. **Результаты.** Среднее значение по шкале Oxford Hip Score (OHS) выросло с 14,9 ( $\pm 7$ ) до 37,6 ( $\pm 7$ ) баллов ( $p < 0,01$ ). Качество жизни согласно индексу EQ-5D выросло с 0,2 ( $\pm 0,2$ ) до 0,7 ( $\pm 0,2$ ) ( $p < 0,01$ ). Среднее значение по шкале общего здоровья составило: до операций 49 ( $\pm 17$ ) баллов и 73 ( $\pm 18$ ) балла после ( $p < 0,01$ ). Среднее значение согласно визуальной аналоговой шкале боли снизилось с 73 ( $\pm 10$ ) до 19 ( $\pm 19$ ) баллов ( $p < 0,01$ ). Остеоинтеграция наблюдалась в 98 процентах случаев. Миграция конструкции с переломом фланца наблюдалась в одном случае. **Выводы.** Использование индивидуальных конструкций в среднесрочном периоде наблюдения значительно улучшает функции тазобедренного сустава и качество жизни пациентов. Индивидуальные конструкции обеспечивают возможность первичной надежной фиксации в условиях сложных дефектов вертлужной впадины. В сроки не менее 12 мес. наблюдается высокий процент остеоинтеграций индивидуальных вертлужных компонентов с пористым покрытием. Необходимо более длительное наблюдение для оценки долгосрочных результатов.

**Ключевые слова:** индивидуальная вертлужная конструкция, ревизионное эндопротезирование, тазобедренный сустав.

Коваленко А.Н., Джавадов А.А., Шубняков И.И., Билык С.С., Денисов А.О., Черкасов М.А., Мидаев А.И., Тихилов Р.М. Среднесрочные результаты использования индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(3):37-46. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46.

**Cite as:** Kovalenko A.N., Dzhavadov A.A., Shubnykov I.I., Bilyk S.S., Denisov A.O., Cherkasov M.A., Midaev A.I., Tikhilov R.M. [Mid-term Outcomes of Using Custom-Made Implants for Revision Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(3):37-46. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46.

✉ Джавадов Алисагиб Аббасович / Alisagib A. Dzhavadov; e-mail: alisagib.dzhavadov@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 10.06.2019. Принята в печать/Accepted for publication: 05.09.2019.

## Mid-term Outcomes of Using Custom-Made Implants for Revision Hip Arthroplasty

A.N. Kovalenko<sup>1</sup>, A.A. Dzhavadov<sup>1</sup>, I.I. Shubnykov<sup>1</sup>, S.S. Bilyk<sup>1</sup>, A.O. Denisov<sup>1</sup>, M.A. Cherkasov<sup>1</sup>, A.I. Midaev<sup>1</sup>, R.M. Tikhilov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation

### Abstract

**Background.** The surgeon's desire to preserve bone tissue as much as possible and at the same time ensure reliable fixation of the implant on the one hand and the increasing availability of additive 3D technologies on the other, resulted in the use of individual designs, which minimize bone processing and optimize the fixation possibilities of revision implants. Individual implants, as a rule, are used for the most complex acetabular defects and so led to the large number of unsatisfactory outcomes and complications. **Purpose** — to assess the mid-term results, the osseointegration of custom-made implants porous coating, the overall survival of structural components and to determine the causes of unsatisfactory outcomes and complications. **Materials and Methods.** During the study, it was possible to interview and evaluate radiographs of 48 patients operated from October 2015 to June 2018. Patients were interviewed before and after surgery on the Oxford hip score (OHS) quality of life score EQ-5D, visual analogue pain scale. Radiographs were evaluated for a period of at least 12 months for the presence of osseointegration of implants into the porous coating. **Results.** The average value on the OHS increased from 14.9 to 37.6 points ( $p < 0.01$ ). Quality of life according to the EQ-5D index increased from 0.2 to 0.7 ( $p < 0.01$ ). The average value according to the VAS decreased from 73 to 19 points ( $p < 0.01$ ). Osseointegration was observed in 98%. Migration of the structure with a fracture of the flange was observed in one case. **Conclusion.** The use of custom-made implants in the mid-term follow-up period significantly improves hip function and the quality of life of patients. Custom-made implants provide the possibility of primary reliable fixation in patients with complex acetabular defects. For a period of at least 12 months, there is a high rate of osseointegration of custom-made implants with porous-coated. Additional lengthy researches are needed to evaluate long-term results.

**Keywords:** custom-made implants, revision hip arthroplasty.

### Введение

Во всем мире растет количество выполняемых операций первичного эндопротезирования тазобедренного сустава (ТБС), обуславливая неминуемый рост абсолютного числа ревизий [1, 2, 3, 4]. Ревизионные вмешательства характеризуются большей сложностью, нередко требуют значительных материальных затрат и сопровождаются существенно более высокой частотой интра- и послеоперационных осложнений. Инфекция, вывихи, перипротезные переломы и асептическое расшатывание наблюдаются в 5–15 раз чаще при ревизии, чем при первичной замене ТБС в сопоставимые сроки наблюдения [5, 6, 7]. Одной из причин высокой частоты неудач при ревизионном эндопротезировании являются разной степени выраженности дефекты костей, затрудняющие надежную фиксацию компонентов и требующие нестандартных технических решений.

Значительные костные дефекты вертлужной впадины все чаще встречаются в нашей практике как неизбежное следствие многократных операций на тазобедренном суставе, в том числе связанных с лечением перипротезной инфекции. Выбор

способа обеспечения надежной фиксации вертлужного компонента и метода замещения дефекта зависят от его величины, характера (кавитарный или сегментарный), возможностей клиника и предпочтений оперирующего хирурга. В арсенале хирургов на сегодняшний день имеются различные технологии, направленные на восстановление кости: от импакционной костной пластики с цементной фиксацией чашки до замещения ограниченных дефектов аллогенными трансплантатами в сочетании с использованием высокопористых вертлужных компонентов, а при необходимости — вместе с аугментами, антипротрузионными кольцами и различные их комбинации [8, 9, 10]. Однако выраженная гетерогенность костных дефектов по величине, локализации и причине их возникновения требует значительного разнообразия технических решений: подготовки костного ложа под серийные вертлужные компоненты и металлические аугменты иногда заставляет удалять значительный объем кости [11, 12, 13]. Желание хирурга максимально сохранить костную ткань и обеспечить при этом надежную фиксацию имплантата, с одной стороны, и все большая доступность аддитивных

3D-технологий, с другой, привели к расширению использования индивидуальных конструкций (ИК), позволяющих минимизировать обработку кости и оптимизировать возможности фиксации ревизионных имплантатов. Индивидуальные имплантаты, как правило, применяются при наиболее сложных дефектах вертлужной впадины, нередко как операция отчаяния, и поэтому, по данным литературы, сопровождаются достаточно большим числом неудовлетворительных результатов и осложнений [14, 15, 16].

В связи с этим в нашем исследовании были поставлены следующие вопросы:

- 1) насколько улучшилась функция ТБС и качество жизни пациентов после выполненной операций с использованием ИК;
- 2) какова выживаемость ИК и степень их остеоинтеграции;
- 3) каковы причины неудовлетворительных результатов и осложнений.

## Материал и методы

### Дизайн исследования

В проспективном исследовании мы оценили среднесрочные результаты использования индивидуально разработанных и изготовленных методом 3D-печати имплантатов для реконструкции вертлужной впадины при ревизионном эндопротезировании ТБС. По государственной программе клинической апробации с октября 2015 г. по июнь 2018 г. одной хирургической бригадой было выполнено 75 ревизий вертлужного компонента с использованием индивидуальных конструкций у 71 пациента. Результаты со сроком наблюдения не менее 12 мес. удалось оценить в 50 случаях

(48 пациентов), что составило 67% от общего числа выполненных ревизий.

### Пациенты

В исследование вошли 8 мужчин и 40 женщин со средним возрастом 54 года (от 27 до 80), которым было выполнено 50 ревизионных операций (две женщины были оперированы с обеих сторон). Причиной ревизии в 35 (70%) случаях стало асептическое расшатывание компонентов эндопротеза, а в 15 (30%) наблюдениях — этапное лечение перипротезной инфекции. Количество предшествующих вмешательств колебалось от 1 до 4. В 33 случаях была выполнена ревизия вертлужного и бедренного компонентов, а в 17 наблюдениях — только реконструкция вертлужной впадины с сохранением бедренного компонента.

Оценка дефектов вертлужной впадины проводилась с использованием классификации W. Paprosky [17, 18], однако учитывая значительную вариабельность и ограниченную валидность данной классификации [19, 20], предоперационные дефекты вертлужной впадины дополнительно оценивались с использованием технологии 3D-моделирования на основании данных компьютерной томографии по следующим критериям: степень потери костной ткани и качество оставшейся кости. Дефекты 2А, 2В и 2С типов наблюдались у 6 пациентов, 3А — в 17 случаях и 3В — в 25 случаях, у 2 больных наблюдалась диссоциация тазового кольца (табл.).

Полные сведения о пациентах, дефектах вертлужной впадины и типах используемых имплантатов приведены в электронной версии статьи на сайте журнала\*.

Таблица

**Распределение имплантатов в зависимости от типа дефекта**

Дефект по классификации Paprosky	Имплантат				Итого
	Аугмент	Полусфера	Трехфланцевая конструкция	“Конус мороженого”	
2А	0	1	0	0	1
2В	1	1	0	0	2
2С	0	3	0	0	3
3А	11	4	2	0	17
3В	1	1	23	0	25
Диссоциация тазового кольца	0	0	1	1	2
Всего	13	10	26	1	50

\* <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2019-25-3-37-46tab>

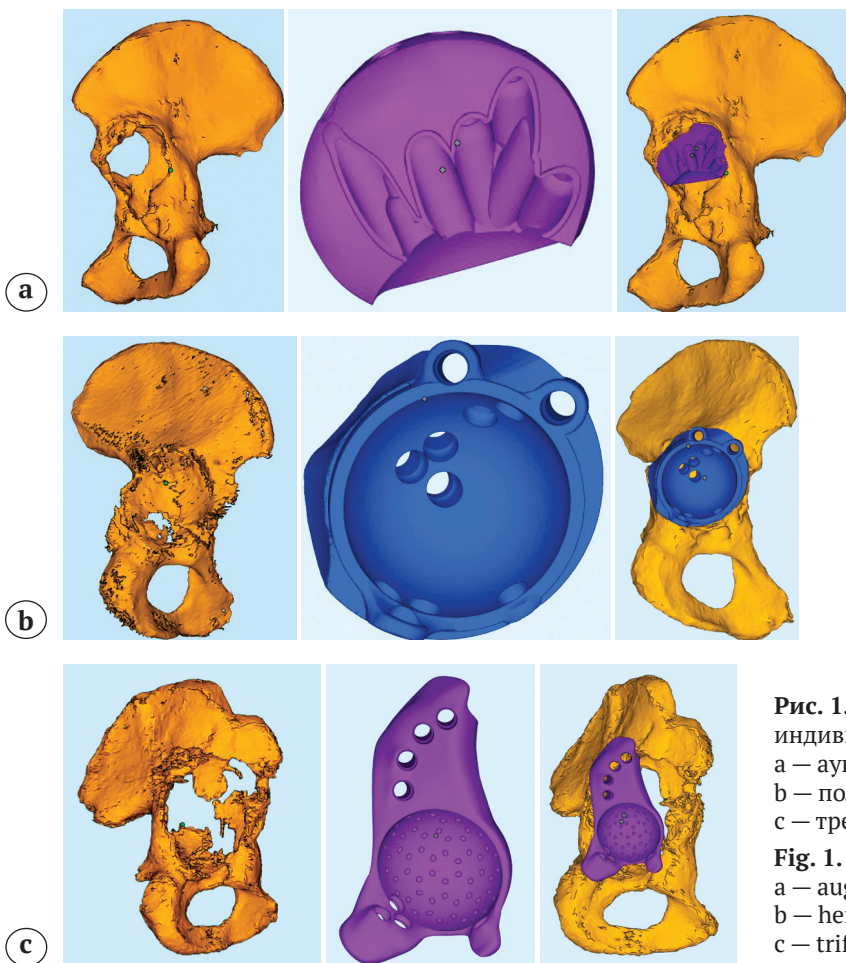
*Индивидуальные имплантаты*

Во всех случаях индивидуальные имплантаты проектировались лабораторией 3D моделирования РНИИТО им. Р.Р. Вредена при помощи свободного программного продукта 3Dslicer 4,5. Проектирование осуществлялось на основании КТ-исследования тазовых костей и тазобедренного сустава с шагом 0,6 мм, выполненном на томографе Toshiba Aquilon/Prime. В программе 3Dslicer производилось сегментирование костей таза и оценивался дефект вертлужной впадины. Все этапы проектирования согласовывались с оперирующим хирургом в отношении предполагаемой площади контакта с костью, направления проведения винтов, положения центра ротации.

Планируемые антеверсия и инклинация трехфланцевого вертлужного компонента составили 20° и 40° соответственно. Для индивидуальных аугментов и полусферических вертлужных компонентов индивидуальной конструкции основное значение имело планируемое направление винтов,

ориентированных в зону наиболее перспективной костной массы. Производство пористых индивидуальных конструкций осуществлялось компаниями «Эндопринт» (Москва, Россия) и LogeeksMS (Новосибирск, Россия).

Индивидуальные аугменты использовались при невозможности применения серийных аугментов из трабекулярного металла (отсутствие соответствующих размеров) или с целью заменить одним индивидуальным аугментом несколько серийных. Индивидуальные полусферические чашки применялись в ситуациях ограниченного контакта с жизнеспособной подлежащей костью, требующей надежной винтовой фиксации или при необходимости установки вертлужных компонентов с двойной мобильностью. Трехфланцевые индивидуальные конструкции использовались в условиях наиболее тяжелых дефектов кости, требующих расширенной зоны контакта имплантата с оставшейся костью (рис. 1).



**Рис. 1.** Варианты применяемых индивидуальных конструкций:  
 а — аугмент;  
 б — полусферический компонент;  
 с — трехфланцевый компонент

**Fig. 1.** Options of custom-made implants:  
 a — augment;  
 b — hemispherical component;  
 c — triflange component



### Хирургическая техника

Для выполнения реконструкции вертлужной впадины в 16 наблюдениях осуществлялся доступ с расширенной вертельной остеотомией бедра для удаления хорошо фиксированного бедренного компонента, в 38 наблюдениях использовался наружный боковой доступ, в 9 — задний, а в 3 случаях комбинированный передне-задний доступ к тазобедренному суставу. Костная пластика с импактированием аллогенной крошкой выполнялась у всех пациентов с ограниченными дефектами вертлужной впадины. Во время выполнения реконструкции вертлужной впадины для точной интраоперационной навигации использовались пациент-специфичные вспомогательные средства: тестовые модульные или моноблочные имплантаты, направлятели для сверл и трехмерные анатомические пластиковые модели полутаза.

Этапы операции включали обработку вертлужной впадины с удалением инородных тел и рубцовой ткани до кровоточащей кости с последующей имплантацией ИК и его фиксацией винтами. При необходимости использовалась аллокостная пластика измельченными трансплантатами. На заключительном этапе в ИК с помощью костного цемента устанавливали стандартный полиэтиленовый вкладыш или полиэтиленовую чашку цементной фиксации, либо, при необходимости, цементируемую чашку с технологией двойной мобильности.

### Оценка результатов

В до- и послеоперационном периодах использовались шкалы оценки функции тазобедренного сустава Oxford Hip Score (OHS) [21], качества жизни EQ-5D [22], визуальные аналоговые шкалы общего здоровья и боли [23]. На послеоперационных рент-

генограммах оценивали наличие остеоинтеграции с использованием критериев Moore с соавторами [24]: 1) отсутствие рентгенопрозрачных линий; 2) наличие в верхнелатеральной области контакта кортикальной или плотной губчатой кости; 3) гипертрофия костной ткани в медиальной области контакта (медиальный стресс-шилдинг); 4) радиальные костные трабекулы, направленные перпендикулярно поверхности вертлужного компонента; 5) наличие в интермедиальной области контакта кортикальной или плотной губчатой кости.

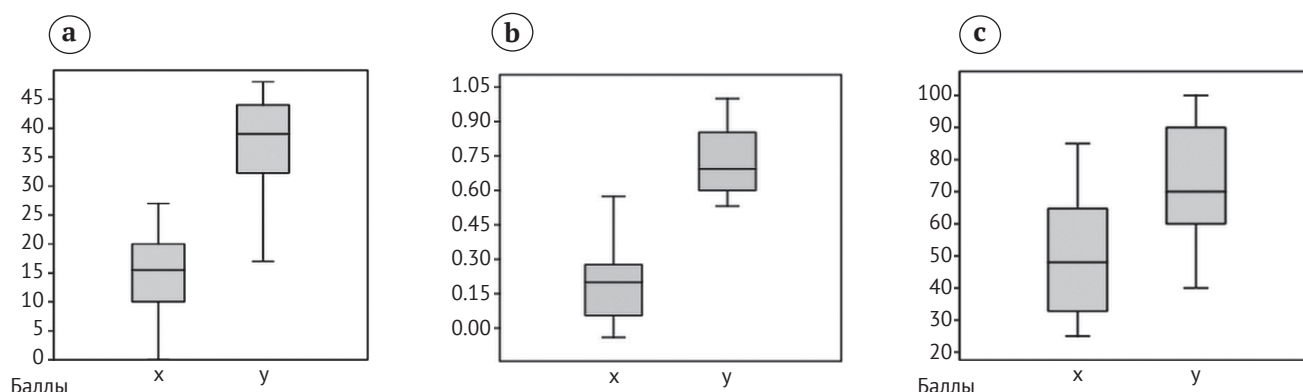
### Статистическая обработка

Для статистической обработки был использован непараметрический критерий Вилкоксона. Расчеты выполнялись с помощью программного пакета Past 3.14.

### Результаты

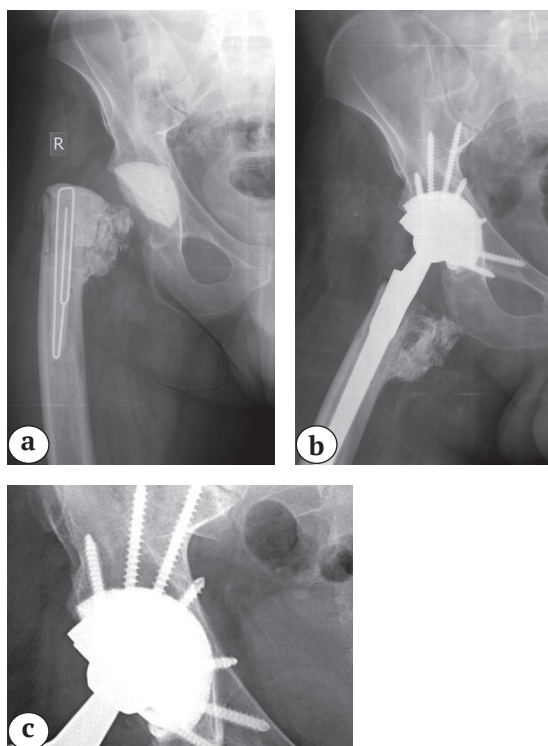
Среднее значение по шкале OHS улучшилось с 14,9 ( $\pm 7$ ) баллов перед операцией до 37,6 ( $\pm 7$ ) баллов ( $p < 0,01$ ) после операции (рис. 2а). Индекс качества жизни по EQ-5D вырос с 0,2 ( $\pm 0,2$ ) перед операцией до 0,7 ( $\pm 0,2$ ) после ее выполнения ( $p < 0,01$ ) (рис. 2б). Средняя оценка по шкале общего здоровья составила до операции 49 ( $\pm 17$ ) баллов и 73 ( $\pm 18$ ) балла после ( $p < 0,01$ ) (рис. 2с). Средний показатель выраженности болевого синдрома по ВАШ снизился с 73 ( $\pm 10$ ) до 19 ( $\pm 19$ ) баллов после операций ( $p < 0,01$ ).

Остеоинтеграция ИК, согласно критериям M.S. Moore с соавторами, наблюдалась в 98% (49/50) случаев, в одном случае наблюдалась миграция конструкции, которая привела к перелому фланца. Наиболее четко признаки остеоинтеграции проявляются после имплантации индивидуальных полусферических компонентов (рис. 3).



**Рис. 2.** Оценка функционального состояния и качества жизни пациентов до и после выполнения операций: а — функция тазобедренного по шкале OHS; б — индекс качества жизни EQ-5D; с — шкала общего здоровья; х — до операции; у — после операции

**Fig. 2.** Evaluation of functional status and life quality in patients prior to and after the surgery: а — hip function according to the OHS; б — Quality of Life Index EQ-5D; с — General Health Scale; х — before surgery; у — after surgery

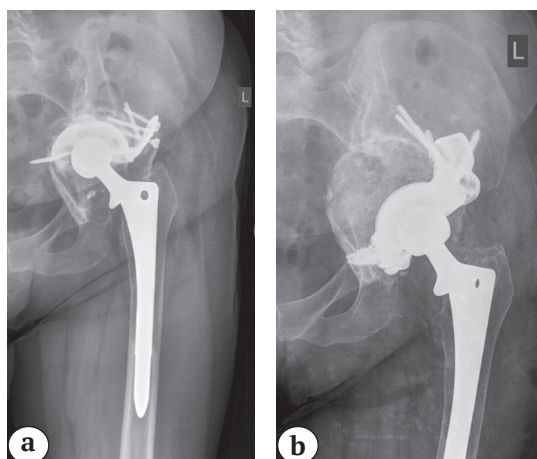


**Рис. 3.** Рентгенограммы пациента 37 лет:

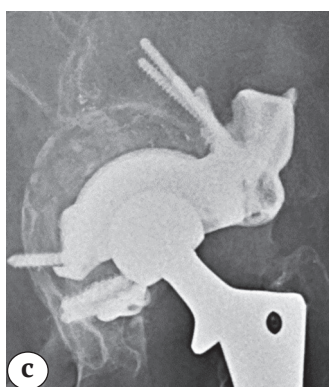
а — до операции: при незначительном разрушении вертлужной впадины имеется значительный дефект проксимального отдела бедренной кости с потерей места прикрепления абдукторов; б — ввиду высокого риска вывиха пациенту установлена индивидуальная полусферическая чашка и использована система с двойной мобильностью; с — через 2 года после ревизии не отмечается рентгенопрозрачных линий вокруг вертлужного компонента, что может свидетельствовать об остеоинтеграции пористой чашки с подлежащей костью

**Fig. 3.** X-rays of male patient, 37 y.o.:

а — prior to revision: mild destruction of the acetabulum, significant defect in the proximal femur with loss of attachment site of the abductors; б — postop: custom-made hemispherical cup with individual screw positions and a dual mobility system were used due to the high risk of dislocation; с — 2 years after revision: no radiolucent lines around the acetabular component indicating osteointegration of the porous cup coating with the underlying bone



В серии из 75 имплантаций достоверно известно о невропатии седалищного нерва у одной пациентки, 2 случаях вывихов, 3 случаях инфекций и одном переломе конструкции (рис. 4), при котором ревизия не выполнялась. Все пациенты, у которых наблюдались инфекционные осложнения после имплантации индивидуальных конструкций, в анамнезе уже имели эпизоды перипротезной инфекции.



**Рис. 4.** Рентгенограммы пациентки 66 лет:

а — до операции: асептическая нестабильность вертлужного компонента, ограниченный дефект области вертлужной впадины; б — выполнена пластика аллогенной костной крошкой ограниченного дефекта вертлужной впадины, установлена индивидуальная трехфланцевая конструкция; с — через 2 года после ревизии отмечается резорбция костнопластического материала, перелом седалищного фланца

**Fig. 4.** X-rays of female patient, 66 y.o.:

а — prior to revision: aseptic instability of the acetabular component, contained acetabular defect; б — postop: hip reconstruction with allogeneic bone chips and a custom-made triflange implant; с — 2 years after revision: resorption of allogenic bone, fracture of the sciatic flange

## Обсуждение

Применение индивидуальных вертлужных компонентов не является чем-то революционным. Первые операции выполнялись еще в начале 1990-х гг., но широкое распространение данная технология получила с развитием и повышением доступности метода 3D-печати из металлических порошков. В нашей стране первая операция с использованием индивидуальной конструкции была выполнена лишь в 2015 г. [25]. Но благодаря государственной поддержке широкое распространение и повышение доступности аддитивного производства в России привело к тому, что в настоящий момент число имплантаций индивидуальных конструкций исчисляется десятками в крупных центрах эндопротезирования [26, 27]. Однако, учитывая повышенную сложность операций и отсутствие четко сформированной философии применения персонифицированных имплантатов при ревизии, многие аспекты применения индивидуальных конструкций требуют изучения и тщательного наблюдения. Остаются открытыми вопросы необходимой и достаточной площади контакта индивидуального имплантата с костью для достижения остеоинтеграции, минимально необходимое количество дополнительных фиксирующих элементов для надежной фиксации, возможность или необходимость использования костной аллопластики.

В нашей практике мы применяли несколько вариантов индивидуальных конструкций для ревизионной реконструкции вертлужной впадины. Использование индивидуальных аугментов, а также индивидуальных полусферических чашек недостаточно широко освещено в мировой литературе [28]. Но эти типы конструкций, по нашему мнению, имеют ряд преимуществ перед серийными аугментами, а также полусферическими чашками с большим количеством отверстий: более точное соответствие размеру дефекта не требуют избыточного удаления неповрежденной кости, а отверстия для винтов ориентированы в участки наиболее прочной костной ткани. Это позволяет обеспечить надежную первичную фиксацию и создать условия для дальнейшей остеоинтеграции ИК. В свою очередь, трехфланцевые конструкции обладают наибольшим потенциалом в отношении увеличения зоны контакта со здоровой костью и обеспечения надежной фиксации в самых сложных ситуациях (дефекты типа 3B по Paprosky и pelvis discontinuity). При необходимости величина фланца может быть увеличена, а также получена дополнительная опора на крестцовую массу подвздошной кости с помощью специальных фиксирующих элементов типа «конус мороженого» [29, 30].

По данным литературы, использование индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов и конструкций типа «конуса мороженого» сопровождаются более высоким уровнем осложнений и неудовлетворительных результатов. Вероятно, это связано, в первую очередь, с применением таких имплантатов в наиболее сложных случаях ревизии вертлужного компонента [14, 15, 16, 31]. Но существует и другая проблема — нарушение позиционирования индивидуальных конструкций [32, 33], которое может потенциально ограничить зону контакта с костью. Тем не менее в нашем исследовании со средним сроком наблюдения 20,5 мес. 98% пациентов на рентгенограммах имели признаки стабильной фиксации на границе костной ткани и пористого покрытия, изготовленного методом трехмерной печати. Это имеет и адекватное клиническое подтверждение — среднее значение по шкале OHS увеличилось с 14,9 ( $\pm 7$ ) до 37,6 ( $\pm 7$ ) баллов, индекс качества жизни EQ-5D также вырос с 0,2 ( $\pm 0,2$ ) до 0,7 ( $\pm 0,2$ ), среднее значение по шкале общего здоровья составило: до операций 49 ( $\pm 17$ ) баллов и 73 ( $\pm 18$ ) балла после, а среднее значение согласно визуальной аналоговой шкале боли снизилось с 73 ( $\pm 10$ ) до 19 ( $\pm 19$ ) баллов.

Таким образом, использование индивидуальных конструкций при ревизионном эндопротезировании обеспечивает существенное улучшение функции и качества жизни пациентов. Возможность обеспечения надежной первичной стабилизации индивидуального имплантата в условиях самых сложных дефектов вертлужной впадины и способность к вторичной биологической фиксации с сохранившимся костным ложем открывают дополнительные перспективы для использования в ревизионной хирургии. Однако сложная геометрия и массивность таких эндопротезов затрудняет их позиционирование во время операции, что может привести к не совсем корректной установке ИК, частота мальпозиции достигает от 44% до 75% [34], что может влиять на долгосрочную эффективность их использования. Возможно, дальнейшее развитие технологий компьютерной навигации позволит улучшить интраоперационную визуализацию и повысит качество позиционирования ИК.

Достаточно высокая частота инфекционных осложнений (4%) связана с изначальной тяжестью состояния пациентов с большим числом факторов риска и наличием инфекции в анамнезе.

Из других проблем в нашем исследовании мы столкнулись только с вывихами и переломом фланца. К сожалению, даже планируемые на основе 3D-визуализации таза оптимальные антеверсия и наклон вертлужного компонента не позволяют предотвратить вывихи, связанные с мышечной



недостаточностью, нарушенными позвоночно-тазовыми взаимоотношениями и импинджментом компонентов эндопротеза.

Перелом фланца компонента не был связан с дефектом производства или проектирования имплантата — как мы знаем, имплантат в организме подвергается колоссальным нагрузкам, которых порой не выдерживают даже массивные имплантаты из кобальт-хромового сплава. Проблема перелома фланца лежит в плоскости биомеханики, которая еще недостаточно изучена в отношении индивидуальных вертлужных компонентов. У пациента с переломом конструкции в нашей серии имелся ограниченный дефект области вертлужной впадины, при реконструкции которого применялась пластика аллогенной костной крошкой. Вероятной причиной перелома, на наш взгляд, явилась резорбция пластического материала. Возможно, это в условиях циклических нагрузок привело к перелому фланца.

Серьезным вопросом остается также замещение дефекта костной ткани массивным металлическим имплантатом, что может в дальнейшем привести к еще большему разрушению кости. Поэтому будущие исследования должны быть направлены на поиск путей восстановления костной основы в условиях использования индивидуальных имплантатов.

#### Этика публикации

Исследование имеет одобрение локального этического комитета, все пациенты подписали добровольное информированное согласие на участие в исследовании.

*Конфликт интересов:* не заявлен.

*Источник финансирования:* государственное бюджетное финансирование.

#### Вклад авторов

*Коваленко А.Н.* — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

*Джавадов А.А.* — сбор и обработка материала, проведение исследований, статистическая обработка полученных данных, подготовка текста.

*Шубняков И.И.* — координация участников исследования, интерпретация и анализ полученных данных, статистическая обработка полученных данных, редактирование.

*Билык С.С.* — анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

*Денисов А.О.* — анализ и интерпретация полученных данных, редактирование.

*Черкасов М.А.* — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

*Мидаев А.И.* — сбор и обработка материала, проведение исследований, подготовка текста.

*Тихилов Р.М.* — разработка концепции и дизайна исследования, интерпретация и анализ полученных данных, редактирование.

#### Литература [References]

- Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., Thomas M., Bigart K.S., Mont M.A., Delanois R.E. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: National Inpatient Sample 2009 to 2013. *J Arthroplasty*. 2017;32(7):2088-2092. doi: 10.1016/j.arth.2017.02.046.
- Patel A., Pavlou G., Mújica-Mota R.E., Toms A.D. The epidemiology of revision total knee and hip arthroplasty in England and Wales: a comparative analysis with projections for the United States. A study using the National Joint Registry dataset. *J Bone Joint*. 2015; 97-B(8):1076-1081. doi: 10.1302/0301-620X.97B8.35170.
- Kowalik T.D., DeHart M., Gehling H., Gehling P., Schabel K., Duwelius P., Mirza A. The Epidemiology of Primary and Revision Total Hip Arthroplasty in Teaching and Nonteaching Hospitals in the United States. *J Am Acad Orthop Surg*. 2016;24(6):393-398. doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00596.
- Yoon P.W., Lee Y.K., Ahn J., Jang E.J., Kim Y., Kwak H.S. et al. Epidemiology of hip replacements in Korea from 2007 to 2011. *J Korean Med Sci*. 2014;29(6):852-858. doi: 10.3346/jkms.2014.29.6.852.
- Jafari S.M., Coyle C., Mortazavi S.M., Sharkey P.F., Parvizi J. Revision hip arthroplasty: infection is the most common cause of failure. *Clin Orthop Relat Res*. 2010;468(8):2046-2051. doi: 10.1007/s11999-010-1251-6.
- Bozic K.J., Kamath A.F., Ong K., Lau E., Kurtz S., Chan V. et al. Comparative Epidemiology of Revision Arthroplasty: Failed THA Poses Greater Clinical and Economic Burdens Than Failed TKA. *Clin Orthop Relat Res*. 2015;473(6):2131-2138. doi: 10.1007/s11999-014-4078-8.
- Badarudeen S., Shu A.C., Ong K.L., Baykal D., Lau E., Malkani A.L. Complications after revision total hip arthroplasty in the medicare population. *J Arthroplasty*. 2017;32(6):1954-1958. doi: 10.1016/j.arth.2017.01.037.
- Migaud H., Common H., Girard J., Hutten D., Putman S. Acetabular reconstruction using porous metallic material in complex revision total hip arthroplasty: A systematic review. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2019;105(1S):S53-61. doi: 10.1016/j.otsr.2018.04.030.
- Taunton, M.J., Fehring, T.K., Edwards P., Bernasek T., Holt G.E., Christie M.J. Pelvic Discontinuity Treated With Custom Triflange Component. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(2):428-434. doi: 10.1007/s11999-011-2126-1.
- Мурылев В.Ю., Петров Н.В., Рукин Я.А., Елизаров П.М., Калашник А.Д. Ревизионное эндопротезирование вертлужного компонента эндопротеза тазобедренного сустава. *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2012;(1):20-25. Murylev V.Ju., Petrov N.V., Rukin Ja.A., Elizarov P.M., Kalashnik A.D. [Acetabular revision arthroplasty]. *Kafedra travmatologii i ortopedii* [Department of Traumatology and Orthopedics]. 2012;(1):20-25. (In Russian).
- Christie M.J., Barrington S.A., Brinson M.F., Ruhling M.E., DeBoer D.K. Bridging massive acetabular defects with the triflange cup: 2- to 9-year results. *Clin Orthop Relat Res*. 2001;(393):216-227. doi: 10.1097/00003086-200112000-00024.



12. Волокитина Е.А., Хабиб М.С.С. Эндопротезирование тазобедренного сустава при деформациях и дефектах вертлужной впадины (обзор литературы). *Уральский медицинский журнал*. 2018;(1):56-63. Volokitina E.A., Khabib M.S.S. Total hip replacement in cases of acetabular bone defects and deformations (review). *Ural'skii meditsinskii zhurnal* [Ural Medical Journal]. 2018;(1):56-63. (In Russian).
13. Holt G.E., Dennis D.A. Use of custom triflanged acetabular components in revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2004;429:209-214. doi: 10.1097/01.blo.0000150252.19780.74.
14. Citak M., Kochsiek L., Gehrke T., Haasper C., Suero E.M., Mau H. Preliminary results of a 3D-printed acetabular component in the management of extensive defects. *Hip Int*. 2018;28(3):266-271. doi: 10.5301/hipint.5000561.
15. Kieser D.C., Ailabouni R., Kieser S.C.J., Wyatt M.C., Armour P.C., Coates M.H., Hooper G.J. The use of an Ossis custom 3D-printed tri-flanged acetabular implant for major bone loss: minimum 2-year follow-up. *Hip Int*. 2018;28(6):668-674. doi: 10.1177/1120700018760817.
16. Martino I.D., Strigelli V., Cacciola G., Gu A., Bostrom M.P., Sculco P.K. Survivorship and Clinical Outcomes of Custom Triflange Acetabular Components in Revision Total Hip Arthroplasty: A Systematic Review *J Arthroplasty*. 2019. pii: S0883-5403(19)30515-7. doi: 10.1016/j.arth.2019.05.032.
17. Telleria J.J., Gee O.A. Classifications In Brief: Paprosky Classification of Acetabular Bone Loss. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(11):3725-3730. doi: 10.1007/s11999-013-3264-4.
18. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Денисов А.О. Классификации дефектов вертлужной впадины: дают ли они объективную картину сложности ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава? (критический обзор литературы и собственных наблюдений). *Травматология и ортопедия России*. 2019;25(1):122-141. doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Denisov A.O. Classifications of Acetabular Defects: Do They Provide an Objective Evidence for Complexity of Revision Hip Joint Arthroplasty? (Critical Literature Review and Own Cases). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2019;25(1):122-141. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2019-25-1-122-141.
19. Yu R., Hofstaetter J.G., Sullivan T., Costi K., Howie D.W., Solomon L.B. Validity and reliability of the Paprosky acetabular defect classification. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(7):2259-2265. doi: 10.1007/s11999-013-2844-7.
20. Gozzard C., Blom A., Taylor A., Smith E., Learmonth I. A comparison of the reliability and validity of bone stock loss classification systems used for revision hip surgery. *J Arthroplasty*. 2003;18(5):638-642. doi: 10.1016/s0883-5403(03)00107-4.
21. Nilsson A., Bremander A. Measures of Hip Function and Symptoms: Harris Hip Score (HHS), Hip Disability and Osteoarthritis Outcome Score (HOOS), Oxford Hip Score (OHS), Lequesne Index of Severity for Osteoarthritis of the Hip (LISOH), and American Academy of Orthopedic Surgeons (AAOS). *Arthritis Care Res (Hoboken)*. 2011; 63(Suppl 11):S200-207. doi: 10.1002/acr.20549.
22. Judge A., Arden N.K., Kiran A., Price A., Javaid M.K., Beard D. et al. Interpretation of patient-reported outcomes for hip and knee replacement surgery: identification of thresholds associated with satisfaction with surgery. *J Bone Joint Surg Br*. 2012;94(3):412-418. doi: 10.1302/0301-620X.94B3.27425.
23. Mancuso C.A., Salvati E.A., Johanson N.A., Peterson M.G., Charlson M.E. Patients' expectations and satisfaction with total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 1997;12(4):387-396. doi: 10.1016/s0883-5403(97)90194-7.
24. Moore M.S., McAuley J.P., Young A.M., Engh C.A. Radiographic Signs of Osseointegration in Porous-coated Acetabular Components. *Clin Orthop Relat Res*. 2006;444:176-183. doi: 10.1097/01.blo.0000201149.14078.50.
25. Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Билык С.С., Цыбин А.В., Денисов А.О., Дмитриевич Г.Д., Вопиловский П.Н. Применение индивидуальной трехфланцевой конструкции при ревизионном эндопротезировании с нарушением целостности тазового кольца (клинический случай). *Травматология и ортопедия России*. 2016;(1):108-116. doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-108-116. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Bilyk S.C., Tsybin A.V., Denisov A.O., Dmitrevich G.D., Vopilovsky P.N. Using custom triflange implant in revision hip arthroplasty in patient with pelvic discontinuity (case report). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2016;(1):108-116. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2016-0-1-108-116.
26. Корыткин А.А., Захарова Д.В., Новикова Я.С., Горбатов Р.О., Ковалдов К.А., Эль Мудни Ю.М. Опыт применения индивидуальных трехфланцевых вертлужных компонентов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2017;23(4):101-111. doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111. Korytkin A.A., Zakharova D.V., Novikova Y.S., Gorbatov R.O., Kovaldov K.A., El Moudni Y.M. Custom triflange acetabular components in revision hip replacement (experience review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2017;23(4):101-111. (In Russian). doi: 10.21823/2311-2905-2017-23-4-101-111.
27. Kavalerskiy G.M., Murylev V.Y., Rukin Y.A., Elizarov P.M., Lychagin A.V., Tselisheva E.Y. Three-dimensional models in planning of revision hip arthroplasty with complex acetabular defects. *Indian J Orthop*. 2018;52(6):625-630. doi: 10.4103/ortho.IJOrtho.556.16.
28. Volpin A., Konan S., Biz C., Tansey R.J., Haddad F.S. Reconstruction of failed acetabular component in the presence of severe acetabular bone loss: a systematic review. *Musculoskelet Surg*. 2019;103(1):1-13. doi: 10.1007/s12306-018-0539-7.
29. Issa S-P., Biau D., Babinet A., Dumaine V., Hanneur M.L., Anract P. Pelvic reconstructions following peri-acetabular bone tumour resections using a cementless ice-cream cone prosthesis with dual mobility cup. *Int Orthop*. 2018;42(8):1987-1997. doi: 10.1007/s00264-018-3785-2.
30. Fisher N.E., Patton J.T., Grimer R.J., Porter D., Jeys L., Tillman R.M. et al. Ice-cream cone reconstruction of the pelvis: a new type of pelvic replacement. *J Bone Joint Surg Br*. 2011;93(5):684-688. doi: 10.1302/0301-620X.93B5.25608.
31. Glas P.Y., Béjui-Hugues J., Carret J.P. [Total hip arthroplasty after treatment of acetabular fracture]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2005;91(2):124-131. (in French).
32. Paprosky W., Muir J. Intellijoint HIP®: a 3D mini-optical navigation tool for improving intraoperative accu-

- racy during total hip arthroplasty. *Med Devices (Auckl)*. 2016;9:401-408. doi: 10.2147/MDER.S119161.
33. Baauw M., van Hellemond G.G., van Hooff M.L., Spruit M. The accuracy of positioning of a custommade implant within a large acetabular defect at revision arthroplasty of the hip. *Bone Joint J*. 2015;97-B(6):780-785. doi: 10.1302/0301-620X.97B6.35129.
34. Коваленко А.Н., Тихилов Р.М., Билык С.С., Шубняков И.И., Черкасов М.А., Денисов А.О. Позиционирование индивидуальных вертлужных компонентов при ревизиях тазобедренного сустава: действительно ли они подходят как «ключ к замку»? *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2017;(4): 31-37. doi: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37.
- Kovalenko A.N., Tikhilov R.M., Bilyk S.S., Shubnyakov I.I., Cherkasov M.A., Denisov A.O. Positioning of custommade acetabular components at revision hip arthroplasty: do they really match as “a key and a lock”? *Vestnik travmatologii i ortopedii im. N.N. Priorova* [N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics]. 2017;(4): 31-37. (In Russian). doi: 10.32414/0869-8678-2017-4-31-37.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Коваленко Антон Николаевич* — канд. мед. наук, научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Джавадов Алисагиб Аббасович* — лаборант-исследователь ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Шубняков Игорь Иванович* — д-р мед. наук, главный научный сотрудник, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Билык Станислав Сергеевич* — лаборант-исследователь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Денисов Алексей Олегович* — канд. мед. наук, ученый секретарь, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Черкасов Магомед Ахмедович* — канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Мидаев Али Илесович* — клинический ординатор, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*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 ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

## AUTHOR'S AFFILIATIONS:

*Anton N. Kovalenko* — Cand. Sci. (Med.), Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Alisagib A. Dzhabadov* — Research Assistant, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Igor I. Shubnyakov* — Chief Researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Stanislav S. Bilyk* — Research Assistant, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Alexey O. Denisov* — Cand. Sci. (Med.), Academic Secretary, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Magomed A. Cherkasov* — Cand. Sci. (Med.), Orthopedic Surgeon, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Ali I. Midaev* — Clinical Resident, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Rashid M. Tikhilov* — Dr. Sci. (Med.), Professor, Director, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics; professor, Traumatology and Orthopedics Department, Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, Russian Federation