

# Использование связанных вкладышей и систем двойной мобильности для профилактики вывихов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава

Н.Н. Ефимов<sup>1</sup>, Д.В. Стафеев<sup>1</sup>, С.А. Ласунский<sup>1</sup>, В.М. Машков<sup>1</sup>, Д.Г. Парфеев<sup>1</sup>,  
И.И. Шубняков<sup>1</sup>, Р.М. Тихилов<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России. Ул. Акад. Байкова, д. 8, 195427, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России. Ул. Кирочная, д. 41, 191015, Санкт-Петербург, Россия

## Реферат

**Введение.** Вывихи головки эндопротеза являются частой причиной выполнения повторных ревизий. Среди мер профилактики вывихов наиболее эффективными являются связанные вкладыши и системы двойной мобильности.

**Цель исследования** — сравнить результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с имплантацией связанных вкладышей и систем двойной мобильности.

**Материал и методы.** В группе пациентов, которым имплантировали связанные вкладыши (78 человек), использовали модели DePuy Duraloc с внутренним диаметром 28 мм и Zimmer Trilogy с внутренним диаметром 32 мм, средний срок наблюдения составил 66,2 мес. (54–82). В группе с использованием систем двойной мобильности (58 человек) имплантировали системы Serf Novae и Biomet Advantage, средний срок наблюдения составил 17,8 мес. (10–41). Группы пациентов были сопоставимы по демографическим данным и различным потенциальным факторам риска вывиха головки эндопротеза. Однако системы двойной мобильности чаще использовались в ходе операций по поводу неустранимых либо рецидивирующих вывихов, а также у пациентов с вывихами в анамнезе. Помимо этого имелись различия в структуре первичных диагнозов.

**Результаты.** В группе связанных вкладышей было отмечено 14 (17,9%) вывихов головки эндопротеза, 10 (12,8%) из которых произошли в срок до 2 лет после операции, а также 3 (3,8%) случая асептического расшатывания вертлужного компонента, 4 (5,1%) случая повреждения запирающего механизма без вывиха и 8 (10,3%) случаев ГИОХВ. В группе двойной мобильности мы наблюдали 3 (5,17%) вывиха в большой паре трения, один (1,7%) случай расшатывания вертлужного компонента и 4 (6,9%) случая ГИОХВ. Разница в частоте вывихов в двух группах была статистически значимой ( $p < 0,05$ ). В группе связанных вкладышей выявлено повышение риска вывиха при установке связанной системы в сохраненный вертлужный компонент в сравнении с заменой последнего ( $p < 0,01$ ; RR = 7,2, ДИ 95%: 2,05–25,26), а также тенденция к повышению риска вывиха при использовании вкладышей DePuy Duraloc с головками диаметром 28 мм в сравнении с Zimmer Trilogy с головками диаметром 32 мм ( $p = 0,07$ ; RR = 4,97, ДИ 95%: 1,03–24,04).

**Заключение.** Системы двойной мобильности продемонстрировали большую эффективность при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава в сравнении со связанными вкладышами, несмотря на то, что чаще устанавливались для лечения, а не профилактики вывихов. При использовании связанных вкладышей факторами риска вывихов являются сохранение вертлужного компонента и использование головок меньшего диаметра.

**Ключевые слова:** ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава, вывих эндопротеза, связанный вкладыш, система двойной мобильности.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-22-33

Ефимов Н.Н., Стафеев Д.В., Ласунский С.А., Машков В.М., Парфеев Д.Г., Шубняков И.И., Тихилов Р.М. Использование связанных вкладышей и систем двойной мобильности для профилактики вывихов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2018;24(3):22-33. DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-22-33.

**Cite as:** Efimov N.N., Stafeev D.V., Lasunskii S.A., Mashkov V.M., Parfeev D.G., Shubnyakov I.I., Tikhilov R.M. [Constrained Liners and Dual Mobility Systems for Prevention of Instability in Revision Hip Arthroplasty]. *Travmatologiya i ortopediya Rossii* [Traumatology and Orthopedics of Russia]. 2018;24(3):22-33. (in Russian). DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-22-33.

✉ Ефимов Николай Николаевич. Ул. Акад. Байкова, д. 8, 195427, Санкт-Петербург, Россия / Nikolai N. Efimov, 8, ul. Akad. Baykova, 195427, St. Petersburg, Russian Federation; e-mail: efimov-n-n@mail.ru

Рукопись поступила/Received: 26.04.2018. Принята в печать/Accepted for publication: 24.08.2018.

# Constrained Liners and Dual Mobility Systems for Prevention of Instability in Revision Hip Arthroplasty

N.N. Efimov<sup>1</sup>, D.V. Stafeev<sup>1</sup>, S.A. Lasunskii<sup>1</sup>, V.M. Mashkov<sup>1</sup>, D.G. Parfeev<sup>1</sup>,  
I.I. Shubnyakov<sup>1</sup>, R.M. Tikhilov<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics  
8, ul. Akad. Baykova, 195427, St. Petersburg, Russian Federation

<sup>2</sup> Mechnikov North-Western State Medical University  
41, Kirochnaya ul., 191015, St. Petersburg, Russian Federation

## Abstract

**Purpose.** Instability is a challenging complication of revision hip arthroplasty and a frequent cause of repeat revisions. Constrained liners and dual mobility systems have gained major attention among the options of dislocation prophylaxis.

The aim of this study is to compare the outcomes of revision hip arthroplasty with use of constrained liners and dual mobility systems.

**Materials and Methods.** We used DePuy Duraloc (inner diameter 28 mm) and Zimmer Trilogy (inner diameter 32 mm) systems in the constrained liners group (N 78, mean follow-up — 66.2 month, 54–82), Serf Novae and Biomet Avantage systems in the dual mobility group (N 58, mean follow-up — 17.8 month, 10–41). The two groups were comparable in age, sex and different potential dislocation risk factors, however, dual mobility cups were used more frequently in revisions due to unreduced and recurrent dislocations and in patients with the history of instability following total hip arthroplasty. There were also differences in the structure of primary diagnosis.

**Results.** We observed 14 (17.9%) dislocations, 10 (12.8%) of which occurred within 2 years after surgery, and also 3 (3.8%) cases of aseptic loosening of the acetabular component, 4 (5.1%) cases of locking mechanism damage without dislocation and 8 (10.3%) cases of deep infection in the constrained liners group. In the dual mobility group we observed 3 (5.17%) large articulation dislocations, 1 (1.7%) case of aseptic loosening of the acetabular component and 4 (6.9%) cases of deep infection. The difference in dislocation rates in two groups was significant ( $p < 0.05$ ). The analysis of the constrained liners group revealed an increased risk of dislocation in cases when a constrained system was implanted into a retained acetabular component compared to cases with acetabular shell revision ( $p < 0.01$ ; RR = 7.2, 95% CI: 2.05–25.26), as well as a trend for increased risk of dislocation in cases when DePuy Duraloc liners (inner diameter 28 mm) were used compared to Zimmer Trilogy (inner diameter 32 mm) ( $p = 0.07$ ; RR = 4.97, 95% CI: 1.03–24.04).

**Conclusion.** Dual mobility systems proved to be more effective than constrained liners in revision hip arthroplasty although being used more frequently as a treatment rather than prophylaxis of instability. Constrained liners bear a higher risk of dislocations when implanted into retained acetabular components and when used with heads of lesser diameter.

**Keywords:** revision hip arthroplasty, dislocation, instability, constrained liners, dual mobility.

DOI: 10.21823/2311-2905-2018-24-3-22-33

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

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

## Введение

Вывихи головки эндопротеза являются частым и трудным для лечения осложнением тотального эндопротезирования тазобедренного сустава. После первичного эндопротезирования частота развития этого осложнения составляет 1,7–4,8%, однако в условиях ревизионного эндопротезирования она повышается до 5,1–27% [1]. Вывихи также являются одной из наиболее частых причин выполнения ревизионных операций [2–4]. В РНИИТО им. Р.Р. Вредена 12,5% реэндопротезирований в первые 5 лет после первичной операции выполняется по поводу вывихов [5]. В свою очередь, среди причин выполнения повторных операций ревизионной артропластики доля реци-

дивирующих вывихов еще выше и достигает 35% [6]. При этом потребность в ревизионной артропластике тазобедренного сустава увеличивается с каждым годом [7], и при сохранении ранее представленной частоты вывихов абсолютное число случаев этого осложнения будет возрастать.

На вероятность вывиха головки эндопротеза тазобедренного сустава могут влиять различные факторы, зависящие и не зависящие от хирурга [1, 8–13]. Помимо полиэтиленовых вкладышей с антилюксационным козырьком и головок большего диаметра были предложены такие технические решения, повышающие стабильность искусственного сустава, как связанные вкладыши и системы двойной мобильности.

Модели связанных вкладышей разных производителей различаются по дизайну, однако принцип их действия в любом случае заключается в удерживании головки эндопротеза относительно вертлужного компонента с помощью запирающего механизма. Платой за такое повышение стабильности является меньшая амплитуда движений и высокий риск импинджмента шейки бедренного компонента с краем вкладыша и/или с запирающим кольцом. При возникновении импинджмента со связанным вкладышем обычно не происходит вывиха головки, но формируется рычаг, приводящий к появлению расшатывающих и вырывающих усилий на границе «вертлужный компонент — кость», а также к прогрессирующему повреждению полиэтилена и запирающего механизма [14]. Соответственно, после имплантации связанных вкладышей наблюдается ряд механи-

ческих осложнений: расшатывание вертлужного компонента, разобщение вертлужного компонента и вкладыша, повреждение запирающего механизма и вывих головки эндопротеза. Результаты использования таких имплантатов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава, представленные в литературе, разнятся, однако есть сообщения о развитии асептического расшатывания вертлужного компонента в 8,5% случаев [11] и вывихов в 28,9% случаев [15].

Подобные результаты вызвали повышенный интерес к системе двойной мобильности, совмещающей принципы низкофрикционной артропластики и повышения стабильности за счет увеличения диаметра пары трения. В мировой литературе есть сообщения о достаточно успешном применении данной системы в условиях реэндопротезирования (табл. 1).

Таблица 1

**Частота вывихов в большой паре трения после реэндопротезирования с имплантацией систем двойной мобильности (данные литературы)**

Авторы, год	Показания к установке системы	Средний срок наблюдения	Число наблюдений	Кол-во вывихов
Wegrzyn J. с соавт., 2015 [16]	Различные	7,3 лет	994	15 (1,5%)
Vasukutty N.L. с соавт., 2012 [17]	Различные	42 мес.	155	3 (2,1%)
Philippot P. с соавт., 2009 [18]	Различные	60,4 мес.	163	6 (3,7%)
Hartzler M.A. с соавт., 2018 [19]	Различные	3,3 года	126	4 (3%)
Viste A. с соавт., 2017 [20]	Различные	7 лет	334	11 (3,3%)
Spaans E.A. с соавт., 2018 [21]	Импакционная костная пластика вертлужной впадины	2,3 года	102	3 (2,9%)
Lebeau N. с соавт., 2017 [22]	Антипротрузионные кольца	68,2 мес.	62	2 (3,2%)
van Neumen M. с соавт., 2015 [23]	Рецидивирующие вывихи или подвывихи	29 мес.	50	0
Plummer D.R. с соавт., 2016 [24]	Рецидивирующие вывихи, интраоперационная нестабильность, недостаточность абдукторов	2,4 года	36	1 (2,8%)
Mertl P. с соавт., 2012 [25]	Рецидивирующие вывихи	7,7 лет	145	7 (4,8%)
Chalmers B.P. с соавт., 2018 [26]	Рецидивирующие вывихи после установки связанного вкладыша	37 мес.	14	2 (14,3%)
Lange J.K. с соавт., 2018 [27]	Рецидивирующие вывихи — первая ревизия	3 года	40	2 (5%)

Однако к потенциальным недостаткам системы относятся возможность ускоренного износа полиэтилена и возникновение уникального осложнения — внутривывиха (головки и полиэтиленового вкладыша). По данным М. Namadouc с соавторами, частота развития вывихов в большой паре трения составляет 1,9%, но частота развития внутривывиха может достигать 3,9% [28]. Таким образом, проблема обеспечения стабильности эндопротеза при резэндопротезировании тазобедренного сустава остается особенно актуальной.

В данном ретроспективном исследовании мы попытались сравнить результаты ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с имплантацией связанных вкладышей и систем двойной мобильности и ответить на следующие вопросы:

- 1) какова частота осложнений при использовании этих систем?
- 2) в какие сроки развиваются данные осложнения?
- 3) какие факторы риска вывиха имеют наибольшее значение при использовании систем, повышающих стабильность искусственного сустава?

### Материал и методы

В исследование были включены две группы пациентов, которым в период с 2011 по 2016 г. было выполнено резэндопротезирование тазобедренного сустава с имплантацией связанных вкладышей (78 операций) и систем двойной мобильности (58 операций).

По материалам медицинской документации и рентгенологических исследований оценивались демографические данные и возможные факторы риска вывиха головки эндопротеза. Среди факторов, не зависящих от хирурга, учитывались пол; возраст; индекс массы тела (ИМТ); диагноз, по поводу которого выполнялось резэндопротезирование; диагноз, по поводу которого выполнялось первичное эндопротезирование (первичный диагноз); количество перенесенных вмешательств в области сустава; наличие в анамнезе реконструктивных вмешательств до эндопротезирования; наличие и количество вывихов головки эндопротеза в анамнезе. Из факторов, которые зависят от хирурга, помимо модели системы, установленной для профилактики вывихов, оценивались хирургический доступ, объем ревизионной операции и отдельно факт замены вертлужного компонента, наличие «юбки» у имплантированной головки эндопротеза, а также корректность позиционирования вертлужного компонента двойной мобильности либо стандартного бесцементного компонента, в который

был установлен связанный вкладыш (в случаях цементирования связанной системы в антипрофузионное кольцо Burch-Schneider оценивалась позиция вкладыша по его запирающему кольцу). Позиционирование вертлужного компонента эндопротеза оценивалось путем измерения его углов фронтальной инклинации и антеверсии, а также вертикального смещения центра ротации эндопротеза относительно расчетного анатомического центра ротации сустава на послеоперационных рентгенограммах. Угол антеверсии рассчитывался по методу G.E. Lewinnek с соавторами [29]. Анатомический центр ротации определялся по методике F. Pierchon с соавторами [30] либо по методу C.S. Ranawat с соавторами [31] в случае нарушения визуализации «фигуры слезы». Под малопозицией вертлужного компонента подразумевались выход углов ориентации за пределы «безопасной зоны Lewinnek» (30–50° фронтальной инклинации, 5–25° антеверсии) и/или вертикальное смещение центра ротации относительно расчетного на 3 см и более.

При анализе сопоставимости групп пациентов со связанными вкладышами и системами двойной мобильности наблюдались статистически значимые различия в диагнозе ( $p < 0,05$ ): вертлужные компоненты двойной мобильности чаще имплантировались в ходе ревизионных операций по поводу рецидивирующих или неустранимых вывихов головки эндопротеза. Также пациенты данной группы превосходили пациентов со связанными вкладышами по частоте встречаемости вывихов ( $p < 0,001$ ) и количеству вывихов головки эндопротеза в анамнезе ( $p < 0,001$ ). Помимо этого наблюдались различия в первичных диагнозах ( $p < 0,01$ ) (табл. 2).

Пациенты из группы связанных вкладышей были оперированы в 2011–2012 гг., средний срок наблюдения составил 66,2 мес. (54–82). Системы двойной мобильности начали использоваться при резэндопротезировании тазобедренного сустава позже, пациенты данной группы перенесли операцию в 2014–2017 гг., средний срок наблюдения составил 17,8 мес. (10–41).

Применялись модели связанных вкладышей DePuy Duraloc (47) и Zimmer Trilogy (31), причем вкладыши DePuy использовались только с головкой диаметром 28 мм, а вкладыши Zimmer — с головкой 32 мм. Из систем двойной мобильности использовались вертлужные компоненты цементной и бесцементной фиксации моделей Serf Novae (51) и Biomet Advantage (7). В 57 случаях эти имплантаты использовались с головкой диаметром 28 мм и в одном случае — 22,2 мм.

Результаты оперативного лечения оценивались по наличию осложнений. Среди осложнений отмечались события, связанные с дизайном пары

трения (вывихи, повреждения запирающего механизма, асептическое расшатывание вертлужного компонента) и не связанные (глубокая инфекция области хирургического вмешательства, потребовавшая санирующей операции с удалением компонентов, расшатывание бедренного компонента, перипротезные переломы). Доступность информации о результате оперативного лече-

ния являлась критерием включения пациентов в исследование.

Статистическая обработка проводилась с использованием программного пакета STATISTICA for Windows v.10. Для качественных параметров применялся комплекс критериев:  $\chi^2$ ,  $\chi^2$  с поправкой Йетса, критерий Фишера; для количественных параметров использовался модуль ANOVA.

Таблица 2

## Сравнительная характеристика пациентов обеих групп исследования

Показатель		Группа	
		связанных вкладышей	систем двойной мобильности
Пол	М	27 (34,6%)	16 (27,6%)
	Ж	51 (65,4%)	42 (72,4%)
Средний возраст, лет		58,1 (SD 11,32)	59,9 (SD 14,08)
ИМТ (среднее)		28,38 (SD 5,37)	29,94 (SD 6,57)
Среднее количество перенесенных операций на области сустава		2,59 (SD 1,56)	2,88 (SD 1,68)
Наличие вывихов в анамнезе ***	Есть	25 (32%)	36 (62%)
	Нет	53 (68%)	22 (38%)
Среднее количество вывихов в анамнезе ***		0,76 (SD 1,38)	2,28 (SD 3,28)
Причина резондо-протезирования *	Асептическое расшатывание	35 (44,9%)	15 (25,8%)
	Вывихи	15 (19,2%)	24 (41,4%)
	Артикулирующий спейсер	8 (10,3%)	3 (5,2%)
	Блоковидный спейсер	11 (14,1%)	8 (13,8%)
	Другое	9 (11,5%)	8 (13,8%)
Первичный диагноз **	Идиопатический артроз	23 (29,5%)	19 (32,8%)
	Диспластический артроз	22 (28,2%)	4 (6,9%)
	Посттравматический артроз	8 (10,3%)	8 (13,8%)
	Последствия переломов вертлужной впадины	7 (9%)	10 (17,2%)
	Асептический некроз головки бедренной кости	6 (7,7%)	1 (1,7%)
	Ревматоидный артрит	4 (5,1%)	0 (0%)
	Перелом или ложный сустав проксимального отдела бедренной кости	4 (5,1%)	11 (19%)
	Другое	4 (5,1%)	5 (8,6%)
Объем ревизии	Вертлужный и бедренный компоненты	32 (41%)	18 (31%)
	Вертлужный компонент	28 (35,9%)	21 (36,2%)
	Бедренный компонент	4 (5,1%)	5 (8,6%)
	Модульная ревизия	14 (18%)	14 (24,2%)



Окончание таблицы 2

Показатель		Группа	
		связанных вкладышей	систем двойной мобильности
Вертлужный компонент	Замена	60 (76,9%)	39 (67,2%)
	Сохранение	18 (23,1%)	19 (32,7%)
Доступ	Переднебоковой	66 (84,6%)	45 (77,6%)
	Задний	12 (15,4%)	13 (22,4%)
«Юбка»	Нет	45 (57,7%)	40 (69%)
	Есть	33 (42,3%)	18 (31%)
Малпозиция вертлужного компонента	Нет	40 (51,3%)	27 (46,6%)
	Есть	38 (48,7%)	31 (53,4%)

\* –  $p < 0,05$ ; \*\* –  $p < 0,01$ ; \*\*\* –  $p < 0,001$ .

### Результаты

Частота развития осложнений в обеих группах представлена в таблице 3. В группе пациентов, перенесших реэндопротезирование тазобедренного сустава с имплантацией системы двойной мобильности, частота вывихов за период наблюдения была меньше, чем в группе пациентов, которым были имплантированы связанные вкладыши ( $p < 0,05$ ).

Из вывихов в группе систем двойной мобильности наблюдались разобщения только большой пары трения; «внутрипротезные» вывихи в представленной группе не встречались. Все 3 вывиха в данной группе произошли в течение первого месяца после операции, 2 из них (через 5 и 14 дней после операции) были устранены посредством закрытого вправления и в дальнейшем не рецидивировали, а в одном случае (3 дня после операции)

было выполнено повторное ревизионное вмешательство. Следует отметить, что в одном из случаев вывих произошел после имплантации системы наименьшего диаметра в группе (45 мм, головка 22,2 мм).

В группе связанных вкладышей вывихи головки эндопротеза наблюдались в среднем в течение 18,4 мес. (1–58 мес.). В 10 случаях из 14 вывихи произошли в течение 2 лет после операции (ранние вывихи), в 4 случаях – в более поздние сроки. Таким образом, частота ранних вывихов в этой группе составила 12,8%. Из 14 пациентов 6 были пролечены консервативно путем закрытых вправлений (один пациент дважды). В 8 случаях потребовалось повторное ревизионное вмешательство, из них в 3 случаях успешно выполнялось закрытое вправление, но возникали рецидивы. Связь между временем возникновения осложнения и способом лечения не установлена.

Таблица 3

Частота развития осложнений у пациентов при использовании связанных вкладышей и систем двойной мобильности

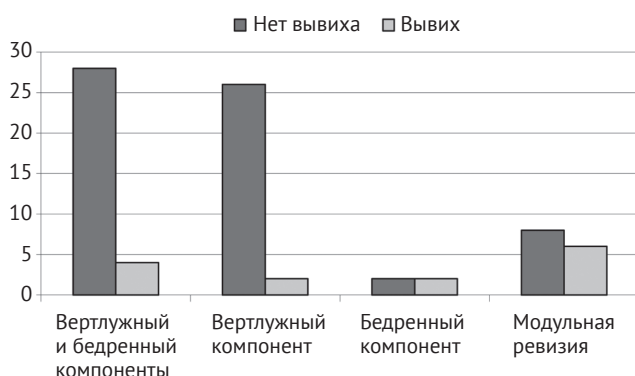
Осложнение	Связанные вкладыши (n = 78)		Двойная мобильность (n = 58)
	Весь срок наблюдения	Первые 2 года	
Вывих головки	14 (17,9%)	10 (12,8%)	3 (5,17%)
Асептическое расшатывание вертлужного компонента	3 (3,8%)	0 (0%)	1 (1,7%)
Повреждение запирающего механизма	4 (5,1%)	1 (1,3%)	–
Глубокая инфекция области хирургического вмешательства	8 (10,3%)	7 (9%)	4 (6,9%)

К отдельно отмеченным повреждениям запирающего механизма связанного вкладыша относятся случаи рентгенологически подтвержденной миграции металлического запирающего кольца, не сопровождавшиеся вывихом головки эндопротеза.

Единственный случай асептического расшатывания вертлужного компонента в группе систем двойной мобильности был выявлен в срок менее 2 лет после операции и был связан с падением пациентки. В группе связанных вкладышей данное осложнение наблюдалось у 3 пациентов, и во всех случаях было выявлено в срок, превышающий 2 года после операции.

К случаям глубокой хирургической инфекции области вмешательства в обеих группах были отнесены эпизоды перипротезной инфекции, потребовавшие санирующей операции с удалением компонентов. Помимо представленных случаев в группе связанных вкладышей одному пациенту была выполнена санирующая операция в объеме дебридмента (в дальнейшем у этого пациента наблюдались поздние рецидивирующие вывихи), 6 пациентам выполнялась ревизия послеоперационной раны по поводу гематомы.

При анализе случаев вывихов головки эндопротеза в группе связанных вкладышей выявлена связь частоты вывихов с объемом ревизионной операции ( $p < 0,05$ ) и в частности с заменой вертлужного компонента ( $p < 0,01$ ) (рис. 1). Сохранение хорошо фиксированного вертлужного компонента и имплантация в него связанного вкладыша приводила к повышению вероятности вывиха в сравнении с установкой связанного вкладыша вместе с заменой вертлужного компонента (RR = 7,2, ДИ 95%: 2,05–25,26). В первом случае перенесли



**Рис. 1.** Зависимость частоты вывихов от объема ревизионной операции с установкой связанного вкладыша

**Fig. 1.** Stability of the hips after revision with a constrained liner according to the type of revision (total/acetabular/femoral/modular)

вывих 8 пациентов из 18, во втором случае — 6 из 60. Также наблюдалась тенденция к увеличению частоты вывихов при использовании вкладышей DePuy Duraloc с внутренним диаметром 28 мм в сравнении с вкладышами Zimmer Trilogy с внутренним диаметром 32 мм ( $p = 0,07$ ) (RR = 4,97, ДИ 95%: 1,03–24,04). Статистически значимая связь частоты возникновения вывихов после имплантации связанного вкладыша с другими оцененными факторами не выявлена.

## Обсуждение

Проблема профилактики вывихов при ревизионном эндопротезировании тазобедренного сустава остается актуальной в мировой литературе в течение долгого времени, и в последние годы в вопросе механического повышения стабильности искусственного сустава можно наблюдать смещение интереса хирургов и исследователей со связанных вкладышей на системы двойной мобильности. Мы провели поиск публикаций в базе MedLine через платформу Pubmed по ключевым словам (hip OR THA) AND constrained AND (liner OR acetabular) для связанных систем и (hip OR THA) AND (dual mobility OR double mobility OR tripolar) для компонентов двойной мобильности за период с 2003 по 2017 г. Критерием отбора публикаций являлось представление клинических исследований применения рассматриваемых имплантатов в условиях ревизионного эндопротезирования (либо исследований, включавших соответствующие группы пациентов). Мы не включали сообщения о клинических случаях, экспериментальные исследования и обзорные статьи. Списки цитируемой литературы обнаруженных систематических обзоров были также проверены на наличие публикаций, не выявленных в ходе поиска. Динамика количества отобранных статей по годам публикации представлена на рисунке 2. Также стоит отметить, что в анализируемых статьях системы двойной мобильности рассматриваются в качестве важной опции для ревизионного эндопротезирования с многообещающими результатами. И напротив, из 46 сообщений, посвященных связанным вкладышам, в 18 указывается на неудовлетворительные результаты и/или необходимость применения с осторожностью.

В нашем исследовании частота возникновения вывихов после ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава с имплантацией связанных вкладышей составила 17,9% за весь период наблюдения и 12,8% в течение первых 2-х лет, а при использовании системы двойной мобильности частота вывихов была в 2,5 раза ниже (5,17%), но сроки наблюдения составили только два года.



**Рис. 2.** Распределение статей (оригинальные исследования) по годам публикации

**Fig. 2.** Distribution of published articles (original researches) on constrained liners and dual mobility in revision hip arthroplasty according to publication year

Наблюдаемая нами частота вывихов после реэндопротезирования тазобедренного сустава с использованием систем двойной мобильности превышает показатели других авторов (по данным систематического обзора I. De Martino с соавторами [32] — 3,0%, SD 3,0%, 5064 наблюдений), что может быть связано с незначительным числом наблюдений. Малое количество вывихов не позволило выявить статистически значимую связь с какими-либо факторами риска, однако во всех 3 случаях первичное эндопротезирование тазобедренного сустава выполнялось по поводу посттравматического артроза (в 2 случаях — последствия переломов вертлужной впадины).

Вывих в большой паре трения являлся единственным вариантом наблюдаемых нами осложнений, связанных с дизайном системы двойной мобильности. Внутрипротезные вывихи в представленной группе пациентов не встречались, что, вероятно, связано со сроком наблюдения — обычно такие осложнения наблюдаются в сроки 8–10 лет после операции [33]. Причиной разобщения головки и вкладыша обычно является износ полиэтилена в области контакта с шейкой эндопротеза — в так называемой третьей паре трения системы двойной мобильности. Поэтому для уменьшения вероятности данного осложнения предпочтительно использовать ножки с узкой и полированной шейкой [34]. Однако в условиях реэндопротезирования возможность соблюдения данной рекомендации ограничена вследствие сохранения хорошо фиксированных ножек. Не случайно по данным систематического обзора I. De Martino с соавторами, средняя частота возникновения внутрипротезных вывихов после ревизий превышает таковую после первичных операций и составляет 1,3% (SD 2,2%) [32].

Асептическое расшатывание вертлужного компонента двойной мобильности в представленный срок наблюдения развилось в 1 случае в результате травмы. Отсутствие механической связанности

системы исключает значимую нагрузку на границе «вертлужный компонент — кость» в случае возникновения импинджмента, однако в условиях ревизионного эндопротезирования с дефектами вертлужной впадины отсутствие отверстий для винтов в полусфере немодульных компонентов может ограничить возможность достижения надежной первичной фиксации, если система имплантируется не в антипротрузионный кейдж или бесцементный компонент большого диаметра [32].

Что касается использования связанных вкладышей, наблюдаемая нами частота вывихов и повреждений запирающего механизма, а также данные литературы указывают, что представленные системы могут не оправдывать возложенных на них ожиданий в условиях ревизионной артропластики. В нашем исследовании оценивались результаты использования двух моделей связанных вкладышей: DePuy Duraloc и Zimmer Trilogy, обе из которых имеют одну пару трения и обеспечивают удержание головки посредством ее защелкивания в полиэтиленовом вкладыше с высоким краем и дополнительной фиксации металлическим запирающим кольцом. Частота вывихов головки эндопротеза в нашей серии наблюдений составила 17,95%, что согласуется с данными литературы. С. J. Della Valle с соавторами наблюдали сопоставимую частоту вывихов (16%) с использованием системы DePuy Duraloc при лечении рецидивирующих вывихов и при неадекватной интраоперационной стабильности сустава при ревизионных операциях [35]. Несколько худшие результаты представили К. R. Berend с соавторами, исследовавшие группу пациентов, большинству из которых имплантировалась система сходного дизайна DePuy S-rom. Частота вывихов после реэндопротезирования составила 18,3%, причем в группе ревизий по поводу рецидивирующих вывихов частота повторных вывихов достигла 28,9% [15].

В нашем исследовании обнаружена разница в частоте вывихов при использовании разных мо-



делей связанных вкладышей — имелась тенденция к повышению риска вывиха после имплантации вкладыша DePuy Duraloc в сравнении с Zimmer Trilogy. Данные системы обладают принципиально сходным дизайном, однако вкладыш Trilogy constrained имеет косой профиль 10°, что потенциально может оптимизировать биомеханику искусственного сустава, особенно при установке вкладыша без замены вертлужного компонента, но еще более важным фактором может быть различие в диаметре используемых головок. В рассматриваемый период времени вкладыши DePuy Duraloc использовались только с внутренним диаметром 28 мм, а вкладыши Zimmer Trilogy — 32 мм. В комбинации с головкой диаметром 32 мм связанная система Zimmer Trilogy допускает амплитуду движений от 90° до 94° в зависимости от офсета головки; в свою очередь система DePuy Duraloc с головкой 28 мм допускает амплитуду движений только 80° [36]. В.Р. Chalmers с соавторами [37], проанализировав группу пациентов после имплантации более современной модели связанного вкладыша при реэндопротезировании, также отметили использование головки диаметром 28 мм как фактор риска вывиха в сравнении с 32 и 36 мм (HR = 12,8). Логично предположить, что наличие «юбки» на головке эндопротеза, уменьшающее отношение диаметров головки и шейки и снижающее амплитуду движений, должно таким же образом повышать вероятность вывиха, однако, в нашем исследовании, а также в исследовании С.Д. Della Valle с соавторами [35] влияние данного параметра выявить не удалось.

Дополнительным фактором риска вывиха, по данным литературы, является установка связанного вкладыша с сохранением чашки эндопротеза [15, 35, 37], поскольку при этом не устраняется возможное субоптимальное взаимопозиционирование компонентов [11]. Однако, по результатам проведенной рентгенометрии, статистически значимая связь вывихов головки эндопротеза с имплантацией связанного вкладыша в высоко установленный или субоптимально ориентированный вертлужный компонент не была выявлена.

Среди иных дизайн-специфичных осложнений после имплантации связанных вкладышей в нашем исследовании наблюдалась миграция запирающего кольца в 5,1% случаев, что дополнительно свидетельствует о высокой частоте возникновения импинджмента с перегрузкой полиэтилена и запирающего механизма. В исследовании удаленных в ходе повторной ревизии связанных вкладышей (большинство из которых DePuy S-rom), выполненном Р.С. Noble с соавторами [14], повреждение запирающего кольца различной степени наблюдалось в 94% случаев, при этом в 12% случаев

определялось выраженное повреждение и деформация, а в 10% — перелом.

Описанные в литературе случаи разобщения вкладыша и вертлужного компонента [36] в представленной группе пациентов не наблюдались.

Еще одно осложнение, ассоциированное со связанным характером имплантата — асептическое расшатывание вертлужного компонента — наблюдалось в нашей выборке в 3 (3,8%) случаях. В литературе имеются сообщения о частоте развития данного осложнения в пределах от 3,5% [37] до 8,5% [11]. В исследовании удаленных компонентов, проведенном Р.С. Noble с соавторами [14], из повторных ревизионных операций 28% были выполнены по причине асептического расшатывания вертлужного компонента. В нашей группе у 2 из 3 пациентов с данным осложнением связанные вкладыши были имплантированы в антипротрузионные кольца Burch-Schneider. Вероятно данный имплантат уязвим к силам, передающимся на него в связанной системе эндопротеза, из-за отсутствия пористого покрытия и, соответственно, возможности биологической фиксации к костям таза [38]. Однако необходимо отметить, что связанные вкладыши демонстрируют больший темп износа полиэтилена в сравнении с несвязанными имплантатами [14], и полиэтиленовый дебрис в комбинации с передачей сил на границе «вертлужный компонент — кость» может вызвать асептическое расшатывание в более поздние сроки.

Таким образом, в представленном исследовании после установки связанного вкладыша частота развития вывихов была статистически значимо больше, чем после установки системы двойной мобильности, несмотря на то, что последние системы чаще использовались у пациентов с вывихами головки эндопротеза в анамнезе и рецидивирующими, либо неустраненными вывихами в качестве показания к операции, что, по мнению ряда авторов, является значимым фактором риска вывиха после ревизионной артропластики [12, 13].

Ограничением представленного исследования, безусловно, является разница в сроках наблюдения пациентов в двух группах сравнения. Однако хорошо известно, что в подавляющем большинстве случаев вывих в большой паре трения при использовании систем двойной мобильности происходит в течение первого года [16], и мы вправе рассчитывать, что не встретимся с этим осложнением в дальнейшем. Напротив, в случае связанных систем вывихи могут развиваться и в более поздние сроки [15], так как связаны с износом и повреждением вкладыша и запирающего механизма [14].

**Конфликт интересов:** не заявлен.

**Источник финансирования:** исследование проведено без спонсорской поддержки.

## Литература [References]

- Yoshimoto K., Nakashima Y., Yamamoto T., Fukushi J.I., Motomura G., Ohishi M. et al. Dislocation and its recurrence after revision total hip arthroplasty. *Int Orthop*. 2016;40(8):1625-1630. DOI: 10.1007/s00264-015-3020-3.
- Каминский А.В., Марченкова Л.О., Поздняков А.В. Ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава: эпидемиология, причины, факторы риска (обзор зарубежной литературы). *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2015;(2):83-89. Kaminskiy A.V. Marchenkova L.O., Pozdnyakov A.V. [Revision hip arthroplasty: epidemiology, causes, risk factors (foreign literature review)]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*. 2015;(2):83-89. (in Russian).
- Прохоренко В.М., Азизов М.Ж., Шакиров Х.Х., Ступина Н.В. Анализ показаний к ревизионному эндопротезированию тазобедренного сустава в различные сроки. *Журнал теоретической и клинической медицины*. 2017;(1):87-90. Prokhoreko V.M., Azizov V.Zh., Shakirov Kh.Kh., Stupina N.V. [Analysis of indications for revision hip arthroplasty in different terms]. *Journal of theoretical and clinical medicine*. 2017;(1):87-90. (in Russian).
- Gwam C.U., Mistry J.B., Mohamed N.S., Thomas M., Bigart K.C., Mont M.A., Delanois R.E. Current epidemiology of revision total hip arthroplasty in the United States: national inpatient sample 2009 to 2013. *J Arthropasty*. 2017;32(7):2088-2092. DOI: 10.1016/j.arth.2017.02.046.
- Тихилов Р.М., Шубняков И.И., Коваленко А.Н., Тотоев З.А., Лю Бо, Бильк С.С. Структура ранних ревизий эндопротезирования тазобедренного сустава. *Травматология и ортопедия России*. 2014;(2):5-13. Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I., Kovalenko A.N., Totoyev Z.A., Lyu B., Bilyk S.S. [The structure of early revisions after hip replacement]. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2014;(2):5-13. (in Russian).
- Springer B.D., Fehring T.K., Griffin W.L., Odum S.M., Masonis J.L. Why revision total hip arthroplasty fails. *Clin Orthop Relat Res*. 2009;467(1):166-173. DOI: 10.1007/s11999-008-0566-z.
- Kurtz S.M., Ong K.L., Lau E., Bozic K.J. Impact of the economic downturn on total joint replacement demand in the United States: updated projections to 2021. *J Bone Joint Surg Am*. 2014;96(8):624-630. DOI: 10.2106/JBJS.M.00285.
- Ахтямов И.Ф., Гарифуллов Г.Г., Коваленко А.Н., Кузьмин И.И., Рыков А.Г. Новые способы профилактики интраоперационных и ранних послеоперационных осложнений при эндопротезировании тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2010;(1):25-28. Akhtyamov I.F., Garifullov G.G., Kovalenko A.N., Kuz'min I.I., Rykov A.G. [New measures for prevention of intra- and postoperative complications at total hip replacement]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*. 2010;(1):25-28. (in Russian).
- Каграманов С.В., Загородний Н.В., Нуждин В.И., Буравцова М.Е. Лечение пациентов с вывихами головки эндопротеза тазобедренного сустава. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова*. 2012;(1):30-34. Kargamanov S.V., Zagorodniy N.V., Nuzhdin V.I., Buravtsova M.E. [Treatment of patients with dislocation of hip implant head]. *Vestnik travmatologii i ortopedii imeni N.N. Priorova*. 2012;(1):30-34. (in Russian).
- Alberton G.M., High W.A., Morrey B.F. Dislocation after revision total hip arthroplasty: an analysis of risk factors and treatment options. *J Bone Joint Surg Am*. 2002;84-A(10):1788-1792.
- Carter A.H., Sheehan E.C., Mortazavi S.M., Purtill J.J., Sharkey P.F., Parvizi J. Revision for recurrent instability: what are the predictors of failure? *J Arthroplasty*. 2011;26(6 suppl 1):46-52. DOI: 10.1016/j.arth.2011.03.021.
- Jo S., Jimenez Almonte J.H., Sierra R.J. The cumulative risk of re-dislocation after revision THA performed for instability increases close to 35% at 15 years. *J Arthropasty*. 2015;30(7):1177-1182. DOI: 10.1016/j.arth.2015.02.001.
- Wetters N.G., Murray T.G., Moric M., Sporer S.M., Paprosky W.G., Della Valle C.J. Risk factors for dislocation after revision total hip arthroplasty. *Clin Orthop Relat Res*. 2013;471(2):410-416. DOI: 10.1007/s11999-012-2561-7.
- Noble P.C., Durrani S.K., Usrey M.M., Mathis K.B., Bardakos N.V. Constrained cups appear incapable of meeting the demands of revision THA. *Clin Orthop Relat Res*. 2012;470(7):1907-1916. DOI: 10.1007/s11999-011-2212-4.
- Berend K.R., Lombardi A.V. Jr., Mallory T.H., Adams J.B., Russell J.H., Groeth K.L. The long-term outcome of 755 consecutive constrained acetabular components in total hip arthroplasty examining the successes and failures. *J Arthropasty*. 2005;20(7 Suppl 3):93-102. DOI: 10.1016/j.arth.2005.06.001.
- Wegrzyn J., Tebaa E., Jacquel A., Carter J.P., Béjui-Hugues J., Pibarot V. Can dual mobility cups prevent dislocation in all situations after revision total hip arthroplasty? *J Arthroplasty*. 2015;30(4):631-640. DOI: 10.1016/j.arth.2014.10.034.
- Vasukutty N.L., Middleton R.G., Matthews E.C., Young P.S., Uzoigwe C.E., Minhas T.H. The double-mobility acetabular component in revision total hip replacement: the United Kingdom experience. *J Bone Joint Surg Br*. 2012;94(5):603-608. DOI: 10.1302/0301-620X.94B5.27876.
- Philippot R., Adam P., Reckhaus M., Delangle F., Verdout F.-X., Curvale G., Farizon F. Prevention of dislocation in total hip revision surgery using a dual mobility design. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2009;95(6):704-713. DOI: 10.1016/j.otsr.2009.04.016.
- Hartzler M.A., Abdel M.P., Sculco P.K., Taunton M.J., Pagnano M.W., Hanssen A.D. Otto Aufranc Award: Dual-mobility constructs in revision THA reduced dislocation, rerevision, and reoperation compared with large femoral heads. *Clin Orthop Relat Res*. 2018;476(2):293-301. DOI: 10.1007/s11999.00000000000000035.
- Viste A., Desmarchelier R., Fessy M.H. Dual mobility cups in revision total hip arthroplasty. *Int Orthop*. 2017;41(3):535-542. DOI: 10.1007/s00264-016-3363-4.
- Spaans E.A., Koenraadt K.L.M., Wagenmakers R., van den Hout J.A.A.M., Te Stroet M.A.J., Bolder S.B.T. Midterm survival analysis of a cemented dual-mobility cup combined with bone impaction grafting in 102 revision hip arthroplasties. *Hip Int*. 2018;28(2):161-167. DOI: 10.5301/hipint.5000548.
- Lebeau N., Bayle M., Belhaouane R., Chelli M., Havet E., Brunschweiler B., Mertl P. Total hip arthroplasty revision by dual-mobility acetabular cup cemented in a metal reinforcement: A 62 case series at a minimum 5 years'

- follow-up. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2017;103(5):679-684. DOI: 10.1016/j.otsr.2017.04.009.
23. van Heumen M., Heesterbeek P.J., Swierstra B.A., Van Hellemond G.G., Goosen J.H. Dual mobility acetabular component in revision total hip arthroplasty for persistent dislocation: no dislocations in 50 hips after 1-5 years. *J Orthop Traumatol.* 2015;16(1):15-20. DOI: 10.1007/s10195-014-0318-7.
  24. Plummer D.R., Christy J.M., Sporer S.M., Paprosky W.G., Della Valle C.J. Dual-mobility articulations for patients at high risk for dislocation. *J Arthroplasty.* 2016;31(9 Suppl):131-135. DOI: 10.1016/j.arth.2016.03.021.
  25. Mertl P., Combes A., Leiber-Wackenheim F., Fessy M.H., Girard J., Migaud H. Recurrence of dislocation following total hip arthroplasty revision using dual mobility cups was rare in 180 hips followed over 7 years. *HSS J.* 2012;8(3):251-256. DOI: 10.1007/s11420-012-9301-0.
  26. Chalmers B.P., Pallante G.D., Taunton M.J., Sierra R.J., Trousdale R.T. Can dislocation of a constrained liner be salvaged with dual-mobility constructs in revision THA? *Clin Orthop Relat Res.* 2018;476(2):305-312. DOI: 10.1007/s11999.0000000000000026.
  27. Lange J.K., Spiro S.K., Westrich G.H. Utilizing dual mobility components for first-time revision total hip arthroplasty for instability. *J Arthroplasty.* 2018;33(2):505-509. DOI: 10.1016/j.arth.2017.09.029.
  28. Hamadouche M., Ropars M., Rodaix C., Musset T., Gaucher F., Biau D. et al. Five to thirteen year results of a cemented dual mobility socket to treat recurrent dislocation. *Int Orthop.* 2017;41(3):513-519. DOI: 10.1007/s00264-016-3343-8.
  29. Lewinnek G.E., Lewis J.L., Tarr R., Compere C.L., Zimmerman J.R. Dislocations after total hip-replacement arthroplasties. *J Bone Joint Surg.* 1978;60(2):217-220.
  30. Pierchon F., Migaud H., Duquenois A., Fontaine C. [Radiologic evaluation of the rotation center of the hip]. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot.* 1993;79(4):281-284. (in French).
  31. Ranawat C.S., Dorr L.D., Inglis A.E. Total hip arthroplasty in protrusio acetabuli of rheumatoid arthritis. *J Bone Joint Surg.* 1980;62(7):1059-1065.
  32. De Martino I., D'Apolito R., Soranoglou V.G., Poultsides L.A., Sculco P.K., Sculco T.P. Dislocation following total hip arthroplasty using dual mobility acetabular components. A systematic review. *Bone Joint J.* 2017;99-B(1 Suppl A):18-24. DOI: 10.1302/0301-620X.99B1.BJJ-2016-0398.R1.
  33. Mohammed R., Hayward K., Mulay S., Bindi F., Wallace M. Outcomes of dual-mobility acetabular cup for instability in primary and revision total hip arthroplasty. *J Orthop Traumatol.* 2015;16(1):9-13. DOI: 10.1007/s10195-014-0324-9.
  34. Philippot R., Boyer B., Farizon F. Intraoperative dislocation: a specific complication of the dual-mobility system. *Clin Orthop Relat Res.* 2013;471(3):965-970. DOI: 10.1007/s11999-012-2639-2.
  35. Della Valle C.J., Chang D., Sporer S., Berger R.A., Rosenberg A.G., Pappas W.G. High failure rate of a constrained acetabular liner in revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2005;20(7 Suppl 3):103-107. DOI: 10.1016/j.arth.2005.05.005.
  36. Yang C., Goodman S.B. Outcome and complications of constrained acetabular components. *Orthopedics.* 2009;32(2):115-123.
  37. Chalmers B.P., Arsoy D., Sierra R.J., Lewallen D.G., Trousdale R.T. High failure rate of modular exchange with a specific design of a constrained liner in high-risk patients undergoing revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2016;31(9):1963-1969. DOI: 10.1016/j.arth.2016.02.021.
  38. Тихилов Р.М., Шубняков И.И. Руководство по хирургии тазобедренного сустава. СПб.: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2015. Том 2. 356 с.  
Tikhilov R.M., Shubnyakov I.I. Rukovodstvo po khirurgii tazobedrennogo sustava [guide to the hip surgery]. St. Petersburg: Vreden RNIITO; 2014. Vol. 2. 356 p. (in Russian).

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

*Ефимов Николай Николаевич* — аспирант, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Стафеев Дмитрий Викторович* — канд. мед. наук, врач травматолого-ортопедического отделения № 7, ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Ласунский Сергей Анатольевич* — канд. мед. наук, ведущий травматолого-ортопедическим отделением №7 ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

*Машков Владимир Михайлович* — д-р мед. наук, профессор, ведущий научный сотрудник отделения патологии тазобедренного сустава ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург

## INFORMATION ABOUT AUTHORS:

*Nikolai N. Efimov* — graduate student, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Dmitrii V. Stafeev* — Cand. Sci. (Med.), orthopaedic surgeon, Trauma and Orthopaedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Sergei A. Lasunskii* — Cand. Sci. (Med.), head of the Trauma and Orthopedic Department N 7, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Vladimir M. Mashkov* — Dr. Sci. (Med.), professor, leading researcher of Scientific Department of Hip Pathology, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Парфеев Дмитрий Геннадьевич* — канд. мед. наук, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 1, 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

*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

*Dmitrii G. Parfeev* — Cand. Sci. (Med.), head of the Trauma and Orthopedic Department N 1, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

*Igor I. Shubnyakov* — Dr. Sci. (Med.), chief researcher, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg, Russian Federation

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