© Группа авторов, 2017

УДК 616.72-008.8:577.152:616.728.3-002.16-007.17

DOI 10.18019/1028-4427-2017-23-4-455-459

Прогностическое значение показателей пероксидации синовиальной жидкости для определения риска нестабильности эндопротезов у больных с гонартрозами, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей

Д.Ю. Борзунов<sup>1,2</sup>, Е.Л. Матвеева<sup>1</sup>, Е.С. Спиркина<sup>1</sup>, О.К. Чегуров<sup>1</sup>, О.В. Колчев<sup>1</sup>

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия ²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Тюменский государственный медицинский университет Министерства здравоохранения Российской Федерации

# Prognostic value of the synovial fluid peroxidation indicators to determine the risk of implant instability in patients with gonarthrosis accompanied by articular surface defects

D.Iu. Borzunov<sup>1,2</sup>, E.L. Matveeva<sup>1</sup>, E.S. Spirkina<sup>1</sup>, O.K. Chegurov<sup>1</sup>, O.V. Kolchev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia <sup>2</sup>Tyumen state medical university, Tyumen, Russia

Введение. В последние годы количество артропластик коленного сустава прогрессивно возрастает. Среди причин нестабильности в литературе наиболее часто указываются плохое качество эндопротеза, нарушение техники имплантации, избыточная нагрузка, травма и остеопороз. Механические причины возникновения нестабильности могут быть связаны с изменениями в процессах пероксидании. Цель. Определение продуктов пероксидации и активности основного антиокислительного фермента каталазы в синовиальной жидкости коленного сустава больных перед его эндопротезированием как возможных прогностических критериев развития нестабильности эндопротеза при первичном эндопротезировании. Материалы и методы. Образцы синовиальной жидкости были собраны во время операции первичной артропластики коленного сустава у 270 пациентов с гонартрозом, сопровождавшимся дефектами суставной поверхности (стадия III). Материалом этого перспективного исследования были компоненты синовиальной жидкости 70 пациентов из этой когорты, сформированных в две группы в соответствии с аналогичным возрастом, используемым имплантатом и стабильностью. В группу I последовательно были набраны пациенты (n = 35, средний возраст  $67.4 \pm 3.1$  года) с нестабильностью имплантата, развившейся в течение 3 лет после операции. У пациентов группы II (n = 35, средний возраст  $69.4 \pm 2.8$  года) были стабильные имплантаты. Контрольная группа III (трупный материал) была без какой-либо суставной патологии, которая была бы зарегистрирована экспертом (n = 30, возраст 68,4 ± 1,92 года). Для оценки прогностической ценности были исследованы биохимические тесты состава синовиальной жидкости групп. Результаты. Изменения компонентов синовиальной жидкости в группах сравнения, которые были разнонаправлены, произошли в продуктах липопероксидации (малоновый диальдегид) и активности каталазы. У больных I группы активность каталазы возросла почти в 2 раза, а у больных группы 2 она была снижена на 30 % по сравнению с контрольной группой. Содержание малонового диальдегида увеличилось только у больных 2 группы. Выводы. Возможными критериями прогнозирования нестабильности при эндопротезировании коленного сустава определены показатели продуктов липопероксидации и активности ферментов антиокислительной системы в синовиальной жидкости Ключевые слова: синовиальная жидкость, перекисное окисление липидов, окислительная модификация белков, нестабильность эндопротеза

Introduction The number of knee arthroplasties continues to increase in the recent years. Poor quality of implants, technical mistakes, excessive load, injury and osteoporosis are among the causes of their instability that have been most cited in the literature. Mechanical causes of instability may be associated with the changes in the peroxydation processes. **Purpose** To identify peroxidation products and study the activity of catalase, the main antioxidant enzyme, in the synovial fluid of the knee joint harvested prior to arthroplasty and investigate them as possible prognostic criteria of implant instability in primary arthroplasty **Materials and methods** Samples of the synovial fluid from 270 patients with gonarthrosis accompanied by defects of the articular surface (stage 3) during the operation of primary knee arthroplasty were harvested. Material of this prospective study was synovial fluid components of 70 patients from this cohort assigned progressively to two groups according to similar age, implant used and stability. Group 1 were patients (n = 35, mean age  $67.4 \pm 3.1$  years) with implant instability developed within 3 years postoperatively. Group 2 patients (n = 35, mean age  $69.4 \pm 2.8$  years) had stable implants. Control group 3 (cadaver material) was without any articular pathology that was recorded by an expert (n = 30, age of  $68.4 \pm 1.92$  years). For a predictive value of the research, biochemical tests of the synovial fluid components were studied. **Results** Changes in the synovial fluid components in groups 1 and 2 that diverged in different directions were in the products of lipid peroxidation (malondialdehyde) and the activity of catalase. In patients of group 1, catalase activity was increased almost 2-fold, and in patients of group 2 it was reduced by 30% relative the control group. The content of malonic dialdehyde was increased only in group 2. **Conclusions** The parameters of lipid peroxidation products and the activity of the antioxidant enzyme system in the synovial fluid seem to b

ВВЕДЕНИЕ

Количество артропластик коленного сустава растет с каждым годом [1, 2]. Вместе с этим увеличивается и количество осложнений [3, 4, 5, 6] и ревизионных артропластик коленного сустава по поводу нестабильности компонентов эндопротеза [7, 8].

Среди причин нестабильности в литературе наиболее часто указываются плохое качество эндопроте-

за, нарушение техники имплантации, избыточная нагрузка, травма и остеопороз [9, 6, 10]. Механические причины возникновения нестабильности могут быть связаны с изменениями в процессах пероксидании. Продуктами пероксидации являются показатели перекисного окисления липидов (малоновый диальдегид и диеновые конъюгаты) и окислительной модификации

Борзунов Д.Ю., Матвеева Е.Л., Спиркина Е.С., Чегуров О.К., Колчев О.В. Прогностическое значение показателей пероксидации синовиальной жидкости для определения риска нестабильности эндопротезов у больных с гонартрозами, сопровождающимися дефектами суставных поверхностей // Гений ортопедии. 2017. Т. 23. № 4. С. 455-459. DOI 10.18019/1028-4427-2017-23-4-455-459

белков (альдегиды и кетоны). Продукты пероксидации в синовиальной жидкости отражают состояние эндогенной интоксикации, а активность каталазы — состояние антиоксидантной системы. Изменения в процессах пероксидации могут быть одной из патогенетических причин возникновения остеоартроза, гипотетически можно предположить, что изменения в процессах пероксидации могут быть также одной из причин возникновения нестабильности эндопротеза [11, 12, 13]. Это было показано для определения продуктов перекисного окисления липидов в сыворотке крови у больных с нестабильностью эндопротзеза тазобедренного сустава.

Предполагается, что определение продуктов пероксидации в синовиальной жидкости коленного сустава при первичном эндопротезировании может иметь важное прогностическое значение и выявить вероятные критерии нестабильности эндопротеза [14].

**Целью данного исследования** являлось определение продуктов пероксидации и активности основного антиокислительного фермента каталазы в синовиальной жидкости коленного сустава больных перед его эндопротезированием как возможных прогностических критериев развития нестабильности эндопротеза при первичном эндопротезировании.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Образцы синовиальной жидкости 270 пациентов с гонартрозом, сопровождающимся дефектами суставной поверхности (стадия III), были собраны во время операции первичной артропластики коленного сустава. Для перспективного исследования при контрольных осмотрах из общего числа было отобрано 70 пациентов, которых распределили на две группы по следующим критериям включения: аналогичный возраст, используемый имплантат и стабильность/нестабильность протеза. Группа I – пациенты (n = 35, средний возраст  $67.4 \pm 3.1$  года) с нестабильностью имплантата, развившейся в течение 3 лет после операции. У пациентов группы II (n = 35, средний возраст 69,4 ± 2,8 года) были стабильные имплантаты. Контрольная группа III состояла из образцов синовиальной жидкости внезапно погибших людей без какой-либо суставной патологии, которая была бы зарегистрирована экспертом (n = 30, возраст  $68,4 \pm 1,92$  года). Специалисты ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России осуществляли оперативное вмешательство, забор синовиальной жидкости и послеоперационный мониторинг пациентов.

Степень окислительной модификации белка (ОМБ) была выражена в единицах оптической плотности на мг общего белка, который был определен биуретовым методом [15]. Продукты ОМБ регистрировались при 270 нм (альдегиды; ОМБ $_{270}$ ); 363 и 370 нм (кетоны ОМБ $_{363+370}$ ).

В образцах синовиальной жидкости определяли содержание первичных и вторичных продуктов перекисного окисления липидов (диеновых конъюгат – ДК и малонового диальдегида – МДА), давая общую оценку процессам перкоксидации липидов (ПОЛ). По различию оптической плотности при длине волны 232 нм в опытной и контрольной пробе судили о содержании ДК [16]. Малоновый диальдегид (МДА) определяли реакцией с тиобарбитуровой кислотой [16]. Концентрацию общих липидов определяли с помощью наборов фирмы "Lachema" (Чехия). Концентрации холестерина (ХЛ) и триглицеридов (ТГ) определяли с помощью наборов фирмы «VitalDiagnostic». Концентрацию продуктов перекисного окисления рассчитывали на мг общих липидов (ОЛ) СЖ. Оценку антиоксидантной защиты проводили на основании активности в СЖ фермента каталазы, которую определяли спектрофотометрически при длине волны 410 нм согласно описанному методу [17]. Метод основан на способности перекиси водорода образовывать с солями молибдена стойкий окрашенный комплекс [17].

При выполнении работы статистическую обработку полученных данных проводили методом, который применяется для малых выборок. На репрезентативных выборках выполнена клиническая часть работы, в которой исключены распределения выскакивающих вариантов и проверены на нормальность распределения. В группах наблюдений рассчитывали медиану значений и интерквартильные размахи – 0,25 и 0,75 персентили. Достоверность различий в сравниваемых группах оценивали с помощью непараметрического критерия Вилкоксона, пользуясь при этом лицензионными программами. Различия считались значимыми при р < 0,05. На клиническое исследование получено разрешение комитета по этике ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, оно проводилось в соответствии с этическими стандартами, изложенными в Хельсинской декларации [18].

# **РЕЗУЛЬТАТЫ**

Как отмечено в таблице 1, большинство биохимических показателей СЖ больных I и II группы статистически значимо и однонаправленно отличается от показателей контроля. У больных Ігруппы в синовиальной среде пораженного сустава троекратно повышено содержание общих липидов и концентрация холестерина, в 9 раз снижена концентрация триглицеридов. У больных II группы в 2 раза повышено содержание общих липидов и концентрация холестерина, в 7,6 раза снижена концентрация триглицеридов. Отмечено, что изменения липидного состава СЖ однонаправлены в обеих группах больных, но в I группе они выражены значительно сильнее.

Однако в показателях продуктов липопероксидации СЖ есть изменения, которые носят разнонаправленный характер у больных в обеих группах. В первую очередь это касается изменения активности основного антиокислительного фермента – каталазы. У больных I группы ее активность возрастает почти в 2 раза, а у больных с благополучным исходом эндопротезирования ее активность снижена на 30 %. Т.е. повышение активности каталазы должно настораживать лечащего врача. Также разнонаправлены изменения в содержании малонового диальдегида. В группе 2 оно было в 4 раза выше контрольных значений, тогда как в группе 1 этот показатель был снижен.

В СЖ пациентов с эндопротезом коленного сустава показательно изменялась концентрация общего белка, которая возрастала в I и II группах относительно группы контроля. Концентрация альдегидов повышалась относительно контрольных значений. Концентрация кетонов была снижена.

Таблица 1 Биохимические показатели в исследуемых группах по результатам определения системы ПОЛ-АОС (медианы значений и интерквартильные размахи)

Показатель, ед. изм.	I группа (n = 35)	II группа (n = 35)	III группа (n = 30)
Общие липиды, г/л	<u>1,92</u> <sup>0,05</sup> (1,22; 2,76)	1,23 (0,77; 1,83)	0,69 (0,60; 0,83)
Холестерин, ммоль/л	<u>1,33</u> <sup>0,05</sup> (0,99; 1,68)	0,68 (0,42; 111)	0,42 (0,29; 0,49)
Триглицериды, ммоль/л	0,11 (0,07; 0,23)	0,13 (0,02; 0,30)	0,72 (0,38; 1,18)
Диеновые конъюгаты, нмоль /г ОЛ	<u>7,62<sup>0,001</sup> (5,79; 13,41)</u>	35,29 (28,79; 49,76)	5,91 (3,94; 13,03)
Малоновый диальдегид, нмоль /г ОЛ	<u>1,48<sup>0,001</sup> (1,31; 1,71)</u>	8,77 (3,80; 13,24)	1,95 (1,32; 3,41)
Каталаза, мкатал /г ОБ	9,03 <sup>0,05</sup> (3,61; 12,97)	3,50 (2,26; 13,07)	5,00 (2,54; 12,08)
ДК + МДА	<u>15,97<sup>0,001</sup> (10,98; 22,15)</u>	309,49 (109,40; 658,82)	11,52 (5,20; 44,43)
ДК / МДА	<u>7,36</u> <sup>0,05</sup> (4,35; 12,04)	4,32 (3,12; 8,15)	3,02 (2,98; 3,82)

Примечание: верхний индекс – уровень значимости (р) сравнение между группами; подчеркнуты результаты, отличающиеся от ІІІ группы

Таблица 2 Биохимические показатели в исследуемых группах по результатам определения ОМБ (медианы значений и интерквартильные размахи)

Показатель, ед. изм.	I группа (n = 35)	II группа (n = 35)	III группа (n = 30)
Общий белок, г/ л	32,45 (27,33; 39,00)	22,90 (19,20; 38,80)	20,40 (12,30; 25,70)
Альдегиды ОМБ, ед. опт. пл./ г ОБ	<u>0,16 (0,10; 0,19)</u>	0,18 (0,10; 0,37)	0,05 (0,04; 0,07)
Кетоны ОМБ, ед. опт. пл./г ОБ	0,01 (0,01; 0,03)	0,03 (0,01; 0,06)	0,08 (0,04; 0,12)
Альдегиды + Кетоны (10 <sup>-3</sup> )	3,31 (2,17; 3,66)	5,41 (1,00; 6,01)	5,00 (1,00; 8,00)
Альдегиды / Кетоны	7,09 <sup>0,05</sup> (2,62; 18,67)	9,09 (1,33; 20,63)	0,82 (0,49; 1,58)

Примечание: верхний индекс – уровень значимости (р) сравнение между группами; подчеркнуты результаты, отличающиеся от III группы

# ДИСКУССИЯ

На основании проведенного исследования выявили биохимические изменения в СЖ больных остеоартрозом перед операцией эндопротезирования коленного сустава. Обнаружили статистически значимые различия в этих показателях у больных ІІ группы и больных, у которых в дальнейшем развилась нестабильность эндопротеза (І группа). Проведя анализ прогностической ценности полученных нами результатов, мы определили те биохимические тесты, которые имели разнонаправленные изменения в группе I и группе II. В первую очередь нами было выделено определение в синовиальной жидкости МДА. При развитии патологического процесса его концентрация в СЖ возрастает. В наших исследованиях это выявлено только у больных 2 группы. У пациентов с нестабильностью эндопротеза его концентрация была значимо ниже, чем в группе 2. Такая же закономерность была выявлена и для суммарного показателя первичных и вторичных продуктов липопероксидации. Исходя из этого, мы оцениваем прогностическое значение данных тестов как высокое. Повышение активности каталазы также играет существенную роль в определении прогноза при эндопротезировании коленного сустава, так как во ІІ группе она не показала существенных отличий от контрольных показателей, а в І группе была достоверно повышена. При прогнозировании нестабильности мы также отмечаем показатели первичных продуктов ПОЛ – диеновые конъюгаты. При однонаправленном изменении у пациентов I группы его концентрация была в 4,5 раза выше, чем у пациентов второй группы. Концентрации альдегидов и холестерина в I и II группах различались в 2 раза, что также может быть использовано для прогноза осложнений. Следует заметить, что пациенты с высокой концентрацией продуктов переоксидации и низкой активностью каталазы явно в прогностическом плане более благополучны по сравнению с пациентами, у которых эти показатели близки к контрольным значениям, а активность каталазы, наоборот, повышена. Ремоделирование костной ткани вокруг импланта, очевидно, нарушено в условиях изменений в системе пероксидации. В группе II (больные с благоприятным течением послеоперационного периода) наблюдали типичную реакцию усиления процессов липопероксидации в синовиальной среде. У них было значительно увеличено количество продуктов липопероксидации (как первичных, так и вторичных) и снижена активность основного антиокислительного фермента - каталазы. Однако дисрегулирующее влияние на процессы свободнорадикального оксиления оказывает не только увеличение, но и снижение количества продуктов липопероксидации, и этот механизм нарушения клеточного функционирования связан с отсутствием активации факторов транскрипции и генной экспрессии [13]. Исходя из этого, можно предположить, что больные, в синовиальной среде суставов которых наблюдается снижение продуктов пероксидации и возрастание активности каталазы, попадают в группу риска, возможно, опосредованную генетически. Т.е., больные с повышенной активностью каталазы и сниженной концентрацией МДА должны быть на контроле у лечащего врача.

# выводы

1. Повышение в синовиальной жидкости активности каталазы и снижение концентрации вторичных продуктов перекисного окисления липидов (малонового диальдеги-

да) могут свидетельствовать о риске развития нестабильности эндопротеза у больных с гонартрозом, сопровождающимся дефектами суставных поверхностей.

2. Данные биохимические показатели следует учи- клинико-рентгенологическими характеристиками сотывать наряду с другими лабораторными тестами и стояния больного.

# ЛИТЕРАТУРА

- 1. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030 / S. Kurtz, K. Ong, E. Lau, F. Mowat, M. Halpern // J. Bone Joint Surg. Am. 2007. Vol. 89, No 4. P. 780-785. DOI: 10.2106/JBJS.F.00222.
- 2. The role of oxidative stress in aseptic loosening of total hip arthroplasties / M.J. Steinbeck, L.J. Jablonowski, J. Parvizi, T.A. Freeman // J. Arthroplasty. 2014. Vol. 29, No 4. P. 843-849. DOI: 10.1016/j.arth.2013.09.001.
- 3. Анализ осложнений эндопротезирования коленного сустава / А.В. Алабут, В.Д. Сикилинда, С.Г. Чесников, М.Е. Тимошенко, А.А. Скаржинский, М.О.Х. Хаммад // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки. 2015. №1. С. 96-100.
- Болоткан уулу Насыр Профилактика инфекционных осложнений эндопротезирования коленного сустава (обзор литературы) // Вестник КГМА им. И.К. Ахунбаева. 2015. №1(1). С. 69-73.
- Клюшин Н.М., Абабков Ю.В., Ермаков А.М. Парапротезная инфекция как причина ревизионных вмешательств после тотального эндопротезирования коленного сустава: этиология, диагностика, лечение // Забайкальский медицинский вестник. 2015. №2. С. 189-197.
- Штарк А.Э., Ардашева Е.И. Причины осложнений при тотальном эндопротезировании коленного сустава // Молодежный инновационный вестник. 2015. Т.4, №1. С. 45-47.
- Преображенский П.М., Каземирский А.В., Гончаров М.Ю. Современные взгляды на диагностику и лечение пациентов с перипротезной инфекцией после эндопротезирования коленного сустава // Гений ортопедии. 2016. №3. С. 94-104.
- 8. Molecular pathways in aseptic loosening of orthopaedic edoprothesis / P. Drees, A. Eckardt, R.E. Gay, S. Gay, L.C. Huber // Biomed. Tech. 2008. Vol.53, No 3. P. 93-103. DOI: 10.1515/BMT.2008.021.
- 9. Оценка состояния больных гонартрозом при эндопротезировании коленного сустава / С.В. Белова, И.А. Мамонова, Е.В. Гладкова, И.В. Бабушкина // Классика и инновации в травматологии и ортопедии: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 75-летию профессора А.П. Барабаша. Саратов: СарНИИТО, 2016. С. 50-51.
- 10. Структура осложнений после индивидуального эндопротезирования коленного сустава / А.В. Каземирский, Н.Н. Корнилов, Т.А. Куляба, А.И. Печинский, Н.Н. Крук, О.В. Сабодашевский // Травматология и ортопедия России. 2003. №1. С. 42-45.
- Матвеева Е.Л., Спиркина Е.С., Талашова И.А. Биохимические показатели перекисного окисления липидов и окислительной модификации белков в синовиальной жидкости пациентов с эндопротезированием коленного сустава // Успехи современного естествознания. 2015. №6. С. 39-42.
- 12. Метаболическое состояние больных гонартрозом при эндопротезировании коленного сустава / С.В. Белова, И.А. Мамонова, И.В. Бабушкина, Е.В. Гладкова // Кафедра травматологии и ортопедии. 2016. Спецвыпуск. С. 74.
- 13. Mitochondrial dysfunction in osteoarthritis is associated with down-regulation of superoxide dismutase 2 / C. Gavriilidis, S. Miwa, T. von Zglinicki, R.W. Taylor, D.A. Young // Arthritis Rheum. 2013. Vol. 65, No 2. P. 378-387. DOI: 10.1002/art.37782.
- 14. Evaluation of the Role for Synovial Aspiration in the Diagnosis of Aseptic Loosening After Total Knee Arthroplasty / P.N. Chalmers, D. Walton, S.M. Sporer, B.R. Levine // J. Bone Joint Surg. Am. 2015. Vol. 97, No 19. P. 1597-1603. DOI: 10.2106/JBJS.N.01249.
- Различие в процессах перекисного окисления белков у беременных крыс, селектированных по порогу возбудимости нервной системы / А.В. Вьюшина, А. И. Вайдо, И. А. Герасимова, Н.П. Ширяева, М.А. Флеров // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2002. Т. 133, № 3. С 292–294
- 16. Современные методы в биохимии /под ред. В.Н. Орехович. М.: Медицина, 1977. 392 с.
- 17. Метод определения активности каталазы / М.А.Королюк, Л.И. Иванова, И.Г. Майорова, В.Е.Токарев // Лабораторное дело. 1988. №1. С. 16-19.
- 18. Европейская конвенция по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. 2003. №4. С. 34-36.
- 19. Структуры синовиальной жидкости в оценке эффективности тотального эндопротезирования коленного сустава / Н. Акимов, С. Шатохина, А. Канаев, Н. Загородний, В. Шабалин // Врач. 2015. № 5. С. 19-21.
- 20. Кавалерский Г.М., Сметанин С.М. Эндопротезирование коленного сустава при системных заболеваниях соединительной ткани // Врач-аспирант. 2016. Т.77, №4. С. 9-14.
- Archibeck M.J., White R.E. Jr. What's new in adult reconstructive knee surgery // J. Bone Joint Surg. Am. 2005. Vol. 87, No 7. P. 1656–1666. DOI: 10.2106/ JBJS.E.00364.

# REFERENCES

- 1. Kurtz S., Ong K., Lau E., Mowat F., Halpern M. Projections of primary and revision hip and knee arthroplasty in the United States from 2005 to 2030. J. Bone Joint Surg. Am., 2007, vol. 89, no. 4, pp. 780-785. DOI: 10.2106/JBJS.F.00222.
- 2. Steinbeck M.J., Jablonowski L.J., Parvizi J., Freeman T.A. The role of oxidative stress in aseptic loosening of total hip arthroplasties. *J. Arthroplasty*, 2014, vol. 29, no. 4, pp. 843-849. DOI: 10.1016/j.arth.2013.09.001.
- 3. Alabut A.V., Sikilinda V.D., Chesnikov S.G., Timoshenko M.E., Skarzhinskii A.A., Khammad M.O.Kh. Analiz oslozhnenii endoprotezirovaniia kolennogo sustava [Analysis of the knee arthroplasty compliations]. *Izvestiia vysshikh uchebnykh zavedenii. Severo-Kavkazskii region. Seriia: Estestvennye Nauki*, 2015, no. 1, pp. 96-100. (In Russ.)
- Nasyr uulu Bolotkan. Profilaktika infektsionnykh oslozhnenii endoprotezirovaniia kolennogo sustava (obzor literatury) [Prevention of the infection complications of the knee arthroplasty (Review of the literature)]. Vestnik KGMA im. I.K. Akhunbaeva, 2015, no. 1(1), pp. 69-73. (In Russ.)
- 5. Kliushin N.M., Ababkov Iu.V., Ermakov A.M. Paraproteznaia infektsiia kak prichina revizionnykh vmeshatel'stv posle total'nogo endoprotezirovaniia kolennogo sustava: etiologiia, diagnostika, lechenie [Paraprosthetic infection as a cause of revision interventions after the knee total arthroplasty: etiology, diagnosis, treatment]. Zabaikal'skii Meditsinskii Vestnik, 2015, no. 2, pp. 189-197. (In Russ.)
- Shtark A.E., Ardasheva E.I. Prichiny oslozhnenii pri total'nom endoprotezirovanii kolennogo sustava [Causes of complications for total arthroplasty of the knee]. Molodezhnyi Innovatsionnyi Vestnik, 2015, vol. 4, no. 1, pp. 45-47. (In Russ.)
- Preobrazhenskii P.M., Kazemirskii A.V., Goncharov M.Iu. Sovremennye vzgliady na diagnostiku i lechenie patsientov s periproteznoi infektsiei posle endoprotezirovaniia kolennogo sustava [Current views on diagnosing and treatment of patients with periprosthetic infection after the knee arthroplasty]. Genij Ortopedii, 2016, no. 3, pp. 94-104. (In Russ.)
- 8. Drees P., Eckardt A., Gay R.E., Gay S., Huber L.C. Molecular pathways in aseptic loosening of orthopaedic edoprothesis. *Biomed. Tech.*, 2008, vol.53, no. 3, pp. 93-103. DOI: 10.1515/BMT.2008.021.
- 9. Belova S.V., Mamonova I.A., Gladkova E.V., Babushkina I.V. Otsenka sostoianiia bol'nykh gonartrozom pri endoprotezirovanii kolennogo sustava [Evaluation of the condition of patients with gonarthrosis when performing the knee arthroplasty]. Klassika i innovatsii v travmatologii i ortopedii: sbornik materialov Vserossiiskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, posviashchennoi 75-letiiu professora A.P. Barabasha [Classics and Innovations in Traumatology and Orthopaedics: materials of the All-Russian Scientific-Practical Conference devoted to the 75-th anniversary of Professor A.P. Barabash]. Saratov, SarNIITO, 2016, pp. 50-51. (In Russ.)
- 10. Kazemirskii A.V., Kornilov N.N., Kuliaba T.A., Pechinskii A.I., Kruk N.N., Sabodashevskii O.V. Struktura oslozhnenii posle individual'nogo endoprotezirovaniia kolennogo sustava [Structure of complications after individual arthroplasty of the knee]. *Travmatologiia i Ortopediia Rossii*, 2003, no. 1, pp. 42-45. (In Russ.)
- 11. Matveeva E.L., Spirkina E.S., Talashova I.A. Biokhimicheskie pokazateli perekisnogo okisleniia lipidov i okislitel'noi modifikatsii belkov v sinovial'noi zhidkosti patsientov s endoprotezirovaniem kolennogo sustava [The biochemical values of peroxide lipid oxidation and protein oxidative modification in

- synovial fluid of patients subjected to the knee arthroplasty]. Uspekhi Sovremennogo Estestvoznaniia, 2015, no. 6, pp. 39-42. (In Russ.)
- 12. Belova S.V., Mamonova I.A., Babushkina I.V., Gladkova E.V. Metabolicheskoe sostoianie bol'nykh gonartrozom pri endoprotezirovanii kolennogo sustava [Metabolic condition of patients with gonarthrosis under the knee arthroplasty]. *Kafedra travmatologii i ortopedii [Department of Traumatology and Orthopaedics]*, 2016, Special issue, pp. 74. (In Russ.)
- 13. Gavriilidis C., Miwa S., Von Zglinicki T., Taylor R.W., Young D.A. Mitochondrial dysfunction in osteoarthritis is associated with down-regulation of superoxide dismutase 2. *Arthritis Rheum.*, 2013, vol. 65, no. 2, pp. 378-387. DOI: 10.1002/art.37782.
- 14. Chalmers P.N., Walton D., Sporer S.M., Levine B.R. Evaluation of the Role for Synovial Aspiration in the Diagnosis of Aseptic Loosening After Total Knee Arthroplasty. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2015, vol. 97, no. 19, pp. 1597-1603. DOI: 10.2106/JBJS.N.01249.
- 15. V'iushina A.V., Vaido A.I., Gerasimova I.A., Shiriaeva N.P., Flerov M.A. Razlichie v protsessakh perekisnogo okisleniia belkov u beremennykh krys, selektirovannykh po porogu vozbudimosti nervnoi sistemy [The difference in the processes of protein peroxide oxidation in the pregnant rats selected by the threshold of the nervous system exitabilty]. *Biulleten' Eksperimental'noi Biologii i Meditsiny*, 2002, vol. 133, no. 3, pp. 292–294. (In Russ.)
- 16. Orekhovich V.N. ed. Sovremennye metody v biokhimii [Modern techniques in biochemistry]. M., Meditsina, 1977, 392 p. (In Russ.)
- 17. Koroliuk M.A., Ivanova L.I., Maiorova I.G., Tokarev V.E. Metod opredeleniia aktivnosti katalazy [A technique for catalase activity determination]. *Laboratornoe Delo*, 1988, no. 1, pp. 16-19. (In Russ.)
- 18. Evropeiskaia konventsiia po zashchite pozvonochnykh zhivotnykh, ispol'zuemykh dlia eksperimental'nykh i drugikh nauchnykh tselei [The European Convention for the protection of vertebrates used for experimental and other scientific purposes]. *Voprosy Rekonstruktivnoi i Plasticheskoi Khirurgii*, 2003, no. 4, pp. 34-36. (In Russ.)
- 19. Akimov N., Shatokhina S., Kanaev A., Zagorodnii N., Shabalin V. Struktury sinovial'noi zhidkosti v otsenke effektivnosti total'nogo endoprotezirovaniia kolennogo sustava [Synovial fluid structures in the evaluation of the knee total arthroplasty effectiveness]. *Vrach*, 2015, no. 5, pp. 19-21. (In Russ.)
- 20. Kavalerskii G.M., Smetanin S.M. Endoprotezirovanie kolennogo sustava pri sistemnykh zabolevaniiakh soedinitel'noi tkani [The knee arthroplasty for connetive tissue systemic diseases]. *Vrach-aspirant*, 2016, vol. 77, no. 4, pp. 9-14. (In Russ.)
- Archibeck M.J., White R.E. Jr. What's new in adult reconstructive knee surgery. J. Bone Joint Surg. Am., 2005. Vol. 87, No 7. P. 1656–1666. DOI: 10.2106/ JBJS.E.00364.

Рукопись поступила 11.09.2017

#### Сведения об авторах:

- 1. Борзунов Дмитрий Юрьевич ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, заместитель директора по научной работе; ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень, Россия, кафедра травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии с курсом детской травматологии, профессор; д. м. н.; Email: borsunov@bk.ru
- 2. Матвеева Елена Леонидовна ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, ведущий научный сотрудник лаборатории биохимии, д. б. н.; Email: matveevan@mail.ru
- 3. Спиркина Елена Сергеевна ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, младший научный сотрудник научно-клинической лаборатории иммунологии и микробиологии; Email: spirkina.82@mail.ru
- 4. Чегуров Олег Константинович ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, заведующий лабораторией реконструктивного эндопротезирования и артроскопии, заведующий травматолого-ортопедическим отделением № 16, д. м. н., врач высшей категории; Email: telemed@rncvto.ru
- Колчев Олег Владимирович ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, научный сотрудник, врач травматолог-ортопед первой категории травматолого-ортопедического отделения № 16, к. м. н.; Email: telemed@rncvto.ru

# Information about the authors:

- 1. Dmitrii Iu. Borzunov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Deputy Director for scientific work; Tyumen state medical university, Tyumen, Russia, Professor at the Department of Traumatology, Orthopedics and Military Field Surgery with a course in Pediatric Traumatology; Email: borsunov@bk.ru
- 2. Elena L. Matveeva, Ph.D. of Biological Sciences, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Laboratory of Biochemistry, leading researcher; Email: matveevan@mail.ru
- 3. Elena S. Spirkina, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Scientific-Clinical Laboratory of Immunology and Microbiology, junior researcher; Email: spirkina.82@mail.ru
- 4. Oleg K. Chegurov, M.D., Ph.D., Doctor of the Highest Category, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Head of the Laboratory of Reconstructive Arthroplasty and Arthroscopy, Head of Department of Traumatology and Orthopaedics No 16: Email: telemed@rncvto.ru
- 5. Oleg V. Kolchev, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia, Department of Traumatology and Orthopaedics No 16, researcher, traumatologist-orthopedist of the First Category; Email: telemed@rncvto.ru