

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto625672>

Хирургическая обработка ран с применением локального отрицательного давления в лечении пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава

Д.С. Прокопьев^{1,2}, Е.Ю. Левчик^{1,2}, А.Е. Виноградский^{1,2}, Д.Ю. Борзунов^{1,2}¹ Свердловский областной клинический психоневрологический госпиталь для ветеранов войн, Екатеринбург, Россия;² Уральский государственный медицинский университет, Екатеринбург, Россия

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Современным и эффективным методом лечения пациентов с инфицированными и гнойными ранами, в том числе после эндопротезирования, является применение систем локального отрицательного давления.

Цель. Определить эффективность применения систем отрицательного давления (NPWT-систем) при хирургической обработке инфицированных перипротезных ран на первом этапе ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

Материалы и методы. Выполнено проспективное исследование 96 клинических наблюдений пациентов с глубокой перипротезной инфекцией тазобедренного сустава, проходивших лечение с 2015 по 2020 г. Критерии включения: больные с I–IV типами глубокой перипротезной инфекции по классификации Tsukayama (1996), сохранение эндопротеза у которых не представлялось возможным (80 наблюдений). Этим пациентам выполнили двухэтапное ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава. Критерии не включения: клинические наблюдения с сохранением компонентов эндопротеза (16 наблюдений). Все пациенты были разделены на две группы: основную, с применением NPWT-систем при хирургической обработке перипротезных тканей после удаления эндопротеза перед установкой цементных спейсеров (15 пациентов), и контрольную, с одномоментной хирургической обработкой ран перед имплантацией цементного спейсера (65 пациентов). Пациентам основной группы при сомнениях в радикальности хирургической обработки перипротезной раны перед установкой спейсера выполняли хирургическую обработку ран и установку NPWT-систем на 48–72 часа. При положительной динамике раневого процесса имплантировали спейсер, а при недостаточном эффекте выполняли повторную хирургическую обработку и установку NPWT-системы. Через 2–3 месяца при отсутствии рецидива инфекции выполняли второй этап ревизионного эндопротезирования.

Результаты. У 67 (83,75%) из 80 больных заживление послеоперационных ран происходило по типу первичного натяжения. Во всех клинических наблюдениях изначально послеоперационные раны были ушиты без дефектов кожных покровов. Средние баллы функционального состояния конечности (по Harris) до лечения в основной группе составили $54,6 \pm 12,2$, в послеоперационном периоде (через 2 месяца) — $61,5 \pm 8,8$ ($p < 0,05$), в контрольной группе — $56,3 \pm 14,2$ и $62,1 \pm 10,9$ соответственно ($p < 0,05$). Межгрупповые различия между показателями функционального состояния конечности (по Harris) до и после операции были незначимыми ($p > 0,2$). Частота выполнения второго этапа ревизионного эндопротезирования пациентам обеих групп значимо не различалась: 14 (86,7%) и 54 (83,1%) соответственно ($p > 0,2$).

Заключение. Применение NPWT-систем в хирургических обработках на первом этапе ревизионного эндопротезирования тазобедренных суставов после удаления компонентов эндопротеза можно считать эффективным, так как в заведомо более сложных условиях раневой инфекции технология обеспечивает сопоставимые результаты лечения с методикой одномоментной хирургической обработки перипротезных ран и установки в них цементных спейсеров.

Ключевые слова: тазобедренный сустав; глубокая перипротезная инфекция; хирургическая обработка; осложнённые раны; ревизионное эндопротезирование; терапия отрицательным давлением; NPWT-системы.

Как цитировать:

Прокопьев Д.С., Левчик Е.Ю., Виноградский А.Е., Борзунов Д.Ю. Хирургическая обработка ран с применением локального отрицательного давления в лечении пациентов с перипротезной инфекцией тазобедренного сустава // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 4. С. 507–516. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto625672>

DOI: <https://doi.org/10.17816/vto625672>

Surgical debridement of wounds using local negative pressure in the treatment of patients with periprosthetic infection of the hip joint

Dmitriy S. Prokopyev^{1,2}, Evgeniy Yu. Levchik^{1,2}, Aleksandr E. Vinogradskiy^{1,2},
Dmitry Yu. Borzunov^{1,2}

¹ Sverdlovsk Regional Clinical Psychoneurological Hospital for war veterans, Ekaterinburg, Russia;

² Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russia

ABSTRACT

BACKGROUND: Topical negative pressure systems are an effective modern technique for treating patients with infected and purulent wounds, including after joint replacement surgeries.

AIM: To assess the efficacy of negative pressure wound therapy (NPWT) systems in surgical debridement of infected periprosthetic wounds during the first stage of revision hip replacement surgery.

MATERIALS AND METHODS: A prospective case study was performed in 96 patients with deep periprosthetic hip joint infections who received treatment between 2015 and 2020. Inclusion criteria: patients with Tsukayama (1996) type I–IV deep periprosthetic infections, with no possibility of implant preservation (80 cases). These patients had a two-stage revision hip replacement surgery. Exclusion criteria: clinical cases with preserved implant components (16 cases). The study included two groups. In the treatment group, NPWT systems were used for surgical debridement of periprosthetic tissues following implant removal, prior to cement spacer placement (15 patients). In the control group, immediate surgical debridement was performed prior to cement spacer placement (65 patients). In the treatment group, if there were uncertainties about the efficacy of surgical debridement of the periprosthetic wound prior to spacer placement, surgical wound debridement was performed and NPWT systems were applied for 48–72 hours. If the wound showed an improvement, a spacer was placed. If the effect was insufficient, surgical debridement was repeated, and an NPWT system was used again. The second stage of revision joint replacement surgery was performed after 2–3 months, providing that the infection did not return.

RESULTS: In 67 (83.75%) of 80 patients, postoperative wounds healed by primary intention. Postoperative wounds were initially closed without skin damage in all cases. In the treatment group, the mean Harris hip score was 54.6 ± 12.2 at baseline and 61.5 ± 8.8 two months after surgery ($p < 0.05$). In the control group, the mean Harris hip score was 56.3 ± 14.2 and 62.1 ± 10.9 , respectively ($p < 0.05$). Intergroup differences between Harris hip scores at baseline and after surgery were not significant ($p < 0.05$). There were no significant intergroup differences in the frequency of second-stage revision joint replacement surgery: 14 (86.7%) and 54 (83.1%), respectively ($p < 0.2$).

CONCLUSION: NPWT systems are effective in surgical debridement during the first stage of revision hip replacement surgery, following the removal of implant components. In apparently more complex circumstances of wound infection, this technique provides outcomes comparable to those of immediate surgical debridement of periprosthetic wounds with cement spacer placement.

Keywords: hip joint; deep periprosthetic infection; surgical debridement; complex wound; revision endoprosthetics; negative-pressure wound therapy; NPWT systems.

To cite this article:

Prokopyev DS, Levchik EYu, Vinogradskiy AE, Borzunov DYU. Surgical debridement of wounds using local negative pressure in the treatment of patients with periprosthetic infection of the hip joint. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2024;31(4):507–516. DOI: <https://doi.org/10.17816/vto625672>

ОБОСНОВАНИЕ

Тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава является эффективным способом лечения пациентов с посттравматическими, дегенеративными и онкологическими поражениями крупных суставов. С ростом выполнения первичного эндопротезирования отмечается и увеличение частоты ревизионных вмешательств [1, 2]. Так, в течение года после первичной артропластики тазобедренного сустава требуется замена эндопротезов 0,7% пациентов, затем в течение каждого последующего года десятилетия — 2,2%. Наиболее грозным осложнением артропластики суставов является глубокая перипротезная инфекция (ГППИ). После первичного эндопротезирования крупных суставов риск развития ГППИ за всё время службы имплантата не превышает 3% [3, 4]. После ревизионного эндопротезирования частота инфекционных осложнений достигает 28% [5]. Наиболее часто применяемым методом в лечении пациентов с ГППИ является двухэтапное ревизионное эндопротезирование. Первый этап включает удаление инфицированных компонентов эндопротеза и других инородных тел, радикальную хирургическую обработку перипротезной раны мягких тканей и костей, включая костномозговой канал бедренной кости. В результате формируются большие дефекты костей и мягких тканей в области тазобедренного сустава, что затрудняет выполнение второго этапа ревизионного эндопротезирования [6–9]. При этом обязательными условиями для заживления инфицированных и гнойных ран являются их радикальная хирургическая обработка и дренирование [10].

В настоящее время при лечении пациентов с ГППИ эффективно применяется терапия ран локальным отрицательным давлением (NPWT) [5, 11, 12]. Преимущества метода заключаются в активном удалении раневого отделяемого, снижении бактериальной обсеменённости раны и предупреждении её внешнего реинфицирования, создании в ране влажной среды, стимулирующей ангио- и фиброгенез, усилении местного кровообращения, ускоренном уменьшении объёма раневой полости [13, 14]. Метод позволяет подготовить осложнённые гнойные и инфицированные перипротезные раны к имплантации спейсера [1, 5].

Цель исследования — определить клиническую эффективность применения систем отрицательного давления (NPWT-систем) при хирургической обработке инфицированных и гнойных осложнённых перипротезных ран на первом этапе ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведено открытое проспективное сравнительное исследование 96 клинических наблюдений больных

с глубокой перипротезной инфекцией тазобедренного сустава (Z96.6 по МКБ-10).

Критерии соответствия

Критерии включения: больные с I–IV типами ГППИ по классификации D.T. Tsukayama (1996), сохранение эндопротеза у которых не представлялось возможным по причине нестабильности компонентов эндопротеза, сроков манифестации инфекции и/или обширного, с наличием перипротезной флегмоны, гнойного поражения перипротезных тканей (80 наблюдений). Этим пациентам выполнили двухэтапное ревизионное эндопротезирование тазобедренного сустава.

Критерии невключения: клинические наблюдения с сохранением компонентов эндопротеза (16 наблюдений).

Условия проведения

Исследование проводилось у лиц, проходивших лечение с 2015 по 2020 г. в гнойном хирургическом отделении Свердловского областного клинического психоневрологического госпиталя для ветеранов войн.

Описание исследуемых групп

Все включённые в исследование пациенты (80 наблюдений) были разделены на две группы.

Основная группа наблюдения получала двухэтапное ревизионное эндопротезирование с применением систем отрицательного давления (NPWT-системы) в хирургической обработке перипротезных ран после удаления эндопротеза перед установкой цементных спейсеров. В данную группу вошли пациенты ($n=15$), у которых интраоперационно в ранах определяли гнойное расплавление мягких тканей без отграничения грануляционным (рубцовым) валом от здоровых тканей, некрозы и склеротические изменения костной ткани.

Контрольная группа получала двухэтапное ревизионное эндопротезирование с одномоментной хирургической обработкой перипротезных ран и установкой цементных спейсеров с антибиотиками. У пациентов контрольной группы ($n=65$) рану определяли как неосложнённую, изолированную в пределах перипротезной полости, инфицированную или гнойную, характеризующуюся проявлением как местных (I–II фазы раневого процесса), так и общих клиничко-лабораторных признаков воспаления (увеличение количества лейкоцитов, скорости оседания эритроцитов (СОЭ), С-реактивного белка, повышение температуры тела до субфебрильной) [15, 16]. На догоспитальном этапе в таких ранах, как правило, обнаруживали грамположительную микрофлору (рис. 1). У данных пациентов выполняли одномоментную хирургическую обработку перипротезных ран, завершавшуюся установкой спейсера.

По демографическим параметрам группы были сопоставимы (табл. 1).

В работе использовали классификацию глубокой инфекции после полной артропластики тазобедренного

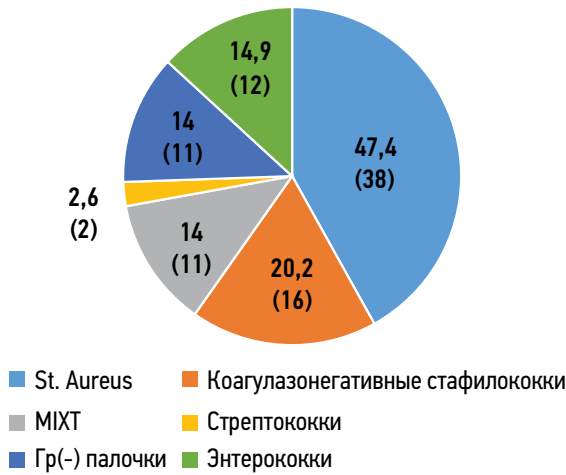


Рис. 1. Выявленные возбудители глубокой перипротезной инфекции, % (абс.).

Fig. 1. Detected pathogens of deep periprosthetic infection, % (abs.).

сустава Tsukayama [6]. Для оценки функционального состояния нижней конечности до и после оперативных вмешательств применяли оценочную шкалу Харриса для травматологической реабилитации [17].

В частоте показаний к замещению тазобедренных суставов и выявленных типах глубокой перипротезной инфекции различий не выявили (табл. 2).

При поступлении в стационар у всех больных собирали жалобы и анамнестические данные, выполняли общий и местный физикальный осмотр, выявляли местные признаки воспаления (отёк и гиперемию мягких тканей, наличие ран и свищей, несостоятельность послеоперационных рубцов). Всем пациентам перед поступлением или в период госпитализации были выполнены рентгенологические исследования поражённых суставов для выявления нестабильности имплантатов и патологических изменений прилежащих костных структур, а при наличии наружных свищей — рентгенофистулография с водорастворимым контрастом (с добавлением 15% объёма 3% перекиси водорода для визуализации сложных гнойных затёков) [18–20].

Таблица 1. Демографические показатели групп сравнения

Table 1. Demographic indicators of comparison groups

Показатель	Основная группа (n=15)		Контрольная группа (n=65)		p
	абс.	%	абс.	%	
Мужчины	8	53,3	35	53,8	>0,2
Женщины	7	46,7	30	46,2	>0,2
Возраст 18–44 лет	3	20	11	16,9	>0,2
Возраст 45–59 лет	6	40	21	32,3	>0,2
Возраст 60–74 лет	5	33,3	27	41,5	>0,2
Возраст 75–90 лет	1	6,7	6	9,2	>0,2
Средний возраст, М±δ	58,2±11,8		58,3±9,1		>0,2

Лабораторные исследования, помимо традиционных, включали определение количества лейкоцитов (с формулой белой крови), показатели СОЭ и С-реактивного белка крови и её сыворотки [21, 22]. Выполнялась диагностическая пункция перипротезной полости вне зависимости от наличия свищевого хода для бактериологического и цитологического исследования пунктата (рис. 1).

Описание медицинского вмешательства

Интраоперационную оценку перипротезных ран и выбор тактики хирургического лечения ГППИ всегда выполняли совместно с врачом-хирургом отделения гнойной хирургии.

Операционный доступ выполняли с иссечением старого послеоперационного рубца. При наличии свищевого хода в него вводили водный раствор бриллиантовой зелени с 1/5–1/6 объёма 1–3% перекиси водорода. Проводили механическую некрэктомию мягких тканей перипротезной раны в пределах здоровых кровоточащих тканей. Компоненты эндопротеза и другие инородные тела (костный цемент, винты, проволока, костные трансплантаты) удаляли. Выполняли радикальную хирургическую обработку краёв костных ран и костномозговой полости бедренной кости, остеонекрэктомию вертлужной впадины.

Забор материала для микробиологического исследования выполняли из вскрытой полости вокруг сустава, из костномозгового канала и со дна вертлужной впадины, контрольное микробиологическое исследование отделяемого из раны осуществляли после её ультразвуковой обработки. В качестве жидкости для ультразвуковой кавитации раны применяли физиологический раствор (до 1 л). Время обработки дна и стенок перипротезной раны составляло в среднем 7–10 минут.

Статистический анализ

Для анализа количественных данных выполняли проверку нормальности распределения с помощью критерия Шапиро–Уилка. Значимость различий параметрических показателей (среднее арифметическое ± стандартное отклонение) проверяли с применением t-критерия Стьюдента для несвязанных выборок. Оценку различий данных,

Таблица 2. Характеристика групп по происхождению, типу глубокой перипротезной инфекции и клинико-диагностическим данным
Table 2. Characteristics of groups by origin, type of deep periprosthetic infection and clinical diagnostic data

Параметры сравнения	Основная группа (n=15)		Контрольная группа (n=65)		p
	абс.	%	абс.	%	
Показания к ТЭ ТБС					
Травма	1	6,7	7	10,8	>0,2
Дистрофические нарушения в суставе	12	80	55	84,6	>0,2
Ревматоидные заболевания	2	13,3	3	4,6	>0,2
Выявленные типы ГППИ					
II тип	7	46,7	31	47,7	>0,2
III тип	8	53,3	34	52,3	>0,2
Признаки воспаления					
Наличие ран и/или свищей	14	93,3	51	63,8	>0,2
Рентгенологические признаки					
Рентген (нестабильность)	5	33,3	34	52,3	>0,2
Фистулография (свищ идёт к компонентам эндопротеза)	6	40	28	43,1	>0,2

Примечание. ТЭ ТБС — тотальное эндопротезирование тазобедренного сустава, ГППИ — глубокая перипротезная инфекция.

Note. ТЭ ТБС — total hip arthroplasty, ГППИ — deep periprosthetic joint infection.

представленных в виде долей (процентов), проводили с использованием критерия χ^2 (Пирсона). За минимальный уровень статистической значимости межгрупповых различий принимали $p < 0,05$. Для вычислений использовали открытый и доступный онлайн-калькулятор¹.

Этическая экспертиза

Все пациенты подписали информированное согласие на исследование и лечение. Детализирующая информация, способствующая персонификации включённых в исследование пациентов, отсутствует.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В большинстве наблюдений, у 67 больных из 80 (83,75%), заживление ран происходило по типу первичного натяжения, у остальных раны заживали вторичным натяжением. Это было связано с исходно выраженными рубцовыми изменениями мягких тканей и их натяжением при закрытии ран, трофическими нарушениями при ушивании кожи. Тем не менее во всех клинических наблюдениях изначально послеоперационные раны были ушиты без дефектов кожных покровов.

В ранах у больных контрольной группы после завершения хирургической обработки вместо удалённого эндопротеза устанавливали импрегнированный антибиотиком цементный спейсер. Перипротезную полость активно дренировали по Редону–Субботину трубкой диаметром 4–6 мм на 1–3 суток. Ушивание раны выполняли с восстановлением анатомических слоёв [23].

У больных основной группы после хирургической обработки формировались слишком большие для замещения спейсером и краткосрочного дренирования раневые полости сложной пространственной конфигурации. При отсутствии уверенности в радикальности одномоментной хирургической обработки и адекватности дренирования выставляли клинические показания к повторным хирургическим обработкам ран с использованием между ревизионными операциями NPWT-систем [11]. Системы устанавливали в режиме постоянного разрежения 115–125 мм рт. ст. Через 48–72 часа в условиях операционной систему удаляли, выполняли ревизию и повторную хирургическую обработку раны [24]. При нормализации показателей лабораторных данных и положительной местной динамике раневого процесса устанавливали импрегнированные антибиотиками цементные спейсеры. Раны активно дренировали на 1–3 суток, как и у пациентов контрольной группы. При сохранении общих и местных признаков некупированного инфекционного процесса пациентам повторно устанавливали NPWT-систему (Патент РФ № 2712013 от 23.01.2020) [25].

Все пациенты обеих групп в стационаре и на амбулаторном этапе лечения получали направленную ступенчатую антибактериальную терапию (переход с внутривенного введения антибиотиков на пероральное), что позволяло проводить антибиотикотерапию длительно, сокращая травму вен больного, трудозатраты персонала и послеоперационный койко-день. Средняя продолжительность антибиотикотерапии после первого этапа ревизионного эндопротезирования у пациентов обеих групп составила $32 \pm 7,5$ суток [10].

Второй этап ревизионного эндопротезирования тазобедренных суставов пациентам обеих групп выполняли

¹ <https://medstatistic.ru/calculators/calchit.html>

через 2–3 месяца, в среднем через $76,3 \pm 23,73$ суток. У всех пациентов изучали количество лейкоцитов и формулу белой крови, показатели СОЭ и С-реактивного белка сыворотки крови, выполняли бактериологическое и цитологическое исследование содержимого перипротезной полости. На основании результатов этих исследований устанавливали показания к выполнению второго этапа ревизионного эндопротезирования или продолжению мероприятий первого этапа [26].

Средние баллы функционального состояния конечности (по Harris) до лечения в основной группе больных составили $54,6 \pm 12,2$, в послеоперационном периоде (через 2 месяца) — $61,5 \pm 8,8$ ($p < 0,05$); в контрольной группе — $56,3 \pm 14,2$ и $62,1 \pm 10,9$ соответственно ($p < 0,05$). Межгрупповые различия между показателями в соответствующие сроки были незначимыми ($p > 0,2$).

В клинических наблюдениях основной группы ($n=15$) периартикулярное поражение представляло собой гнойные или инфицированные раны в первой фазе раневого процесса, осложнённые обширным деструктивным периартикулярным распространением инфекционного процесса или глубокими затёками в соседние анатомические области — мышечные ложа бедра, ягодичную, промежность, брюшную стенку [15, 16, 27].

Различия лабораторных показателей между группами сравнения были статистически незначимы (табл. 3).

Результаты первого этапа ревизионного эндопротезирования у пациентов в сравниваемых группах представлены в табл. 4.

Таким образом, второй этап ревизионного эндопротезирования тазобедренного сустава в сравниваемых группах как при неосложнённом, так и при осложнённом типе инфицированных и гнойных перипротезных ран удалось выполнить более чем в 80% наблюдений, что можно считать хорошим показателем и для тазобедренной локализации, и для выявленных типов ГППИ. Резекционную артропластику тазобедренного сустава с использованием аппарата Илизарова применили у двоих пациентов, когда ревизионное эндопротезирование было невозможно [28–31].

ОБСУЖДЕНИЕ

Мы использовали хирургическую обработку и установку NPWT-систем только в перипротезные раны в первой фазе раневого процесса, осложнённые обширным деструктивным периартикулярным

Таблица 3. Средние показатели количества лейкоцитов крови, скорости оседания эритроцитов и С-реактивного белка крови и её сыворотки у пациентов групп сравнения ($M \pm \delta$)

Table 3. Average of the number of leukocytes in the blood, erythrocyte sedimentation rate and C-reactive protein in the blood and its serum in patients of the comparison groups ($M \pm \delta$)

Параметры сравнения	Основная группа ($n=15$)	Контрольная группа ($n=65$)	p
Количество лейкоцитов, $10^9/\text{л}$	$7,4 \pm 1,9$	$7,4 \pm 1,7$	$>0,2$
СОЭ, мм/час	$33,9 \pm 16,6$	$31,3 \pm 15$	$>0,2$
С-реактивный белок, мг/л	$73,3 \pm 47,3$	$77 \pm 48,6$	$>0,2$

Примечание. СОЭ — скорость оседания эритроцитов.

Note. СОЭ — erythrocyte sedimentation rate.

Таблица 4. Результаты лечения пациентов сравниваемых групп

Table 4. Patient health outcomes in comparable groups

Результаты лечения	Основная группа ($n=15$)		Контрольная группа ($n=65$)		p
	абс.	%	абс.	%	
Выполнен второй этап лечения	14	86,7	54	83,1	$>0,2$
Рецидив глубокой перипротезной инфекции	1*	6,7	6	9,2	$>0,2$
Резекционная артропластика	1*	6,7	1**	1,5	
Второй этап не выполнен	1*	6,7	5**	7,7	$>0,2$
Итого	15	100	65	100	$>0,2$

Примечание. * — указано наблюдение, вошедшее в три подгруппы результатов; ** — клиническое наблюдение резекционной артропластики, вошло в подгруппу не дошедших до второго этапа ревизионного эндопротезирования.

Note. * — a clinical observation included in three subgroups of results is indicated; ** — a clinical observation of resection arthroplasty, included in the subgroup of those who did not reach the second stage of revision endoprosthetics.

распространением инфекционного процесса, глубокими затёками в соседние анатомические области (мышечные ложа бедра, ягодичную, промежность, брюшную стенку) вследствие большого объёма инфицированных тканей, множественных гнойных затёков и/или флегмоны. Клинически при хирургической обработке отмечали быструю дегидратацию мягких тканей, снижение количества отделяемого и уменьшение объёма раневой полости, активный грануляционный процесс [32, 33].

Тщательная (радикальная) хирургическая обработка перипротезных ран является важным фактором не только в лечении ГППИ, но и в профилактике рецидива инфекции костей и мягких тканей. Некротизированная ткань способствует росту микроорганизмов и образованию биоплёнок, а также представляет собой барьер для иммунной защиты организма [34, 35].

В отечественной литературе мы встретили описание близкого метода и подхода при лечении ГППИ [5]. Он предполагает однократную установку вакуумной системы при ранних формах инфекции без удаления компонентов эндопротеза, с продолжительностью терапии отрицательным давлением до 16 суток. Мы считаем нецелесообразной столь длительную вакуумную терапию. Губчатый компонент вакуумной системы при длительном использовании накапливает в себе инфицированный экссудат и может становиться вторичным септическим очагом. Кроме того, длительное применение NPWT-систем приводит к дегидратации и ускоренному рубцеванию перипротезных тканей, что может негативно сказаться на восстановлении функций поражённого сустава после установки цементного спейсера и последующего второго этапа ревизионного эндопротезирования.

Всем пациентам обеих групп (вне зависимости от наличия или отсутствия свищей мягких тканей) на 4–5-е сутки после удаления аспирационного дренажа выполняли лечебно-диагностическую пункцию перипротезной полости с оценкой количества, характера, цитологическим и микробиологическим исследованием пунктата согласно современным рекомендациям [18–20].

В данном исследовании микробиологическую излеченность перипротезных ран в конечной точке не изучали, поэтому введение возбудителей в таблицу межгрупповых сравнений не сочли возможным. В обеих группах пациентов преобладали грамположительные возбудители (рис. 1).

В нашей работе средние баллы функционального состояния конечности (по Harris) через 2 месяца после операционного периода после первого этапа хирургического лечения в обеих группах сравнения (основная — $61,5 \pm 8,8$ и контрольная — $62,1 \pm 10,9$) были выше, чем до него (основная — $54,6 \pm 12,2$ и контрольная — $56,3 \pm 14,2$, $p < 0,05$ в обеих группах сравнения). Таким

образом, можно отметить отсутствие значимых функциональных нарушений у пациентов основной группы после использования у них повторной хирургической обработки перипротезных ран и обоснованного краткосрочного применения NPWT-систем. Все эти пациенты, применяя дополнительные средства опоры, сохраняли способность к активному передвижению и самообслуживанию. Можно признать клинически эффективной технологию повторной хирургической обработки перипротезных ран и установки NPWT-систем в лечении пациентов с наиболее сложными клиническими ситуациями ГППИ. Основная группа исследования была невелика, однако при сложных местных условиях протекания инфекционного раневого процесса получение сопоставимых клинических результатов в обеих группах, с нашей точки зрения, является показателем эффективности методики [36].

Метод может быть применён в следующих ситуациях:

- наличие перипротезных инфицированных или гнойных ран в первой фазе раневого процесса, осложнённых периартикулярной флегмоной и/или гнойными затёками в соседние анатомические области;
- гнойное расплавление перипротезных мягких тканей без отграничения грануляционным (рубцовым) валом от подлежащих здоровых тканей;
- большой остаточный объём периартикулярной раневой полости после выполнения радикальной хирургической обработки, затрудняющий её временное заполнение цементным спейсером.

Оптимальный период установки NPWT-систем в перипротезные раны — не более чем 48–72 часа между хирургическими обработками, что позволит вовремя перейти к следующему этапу лечения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение NPWT в хирургических обработках на первом этапе ревизионного эндопротезирования тазобедренных суставов после удаления компонентов эндопротеза можно считать эффективным, так как в заведомо более сложных условиях раневой инфекции технология обеспечивает сопоставимые результаты лечения с методикой одномоментной хирургической обработки перипротезных ран и установки в них цементных спейсеров. Использование NPWT-систем не ухудшает функциональные результаты первого этапа ревизионных вмешательств.

ДОПОЛНИТЕЛЬНО

Вклад авторов. Все авторы подтверждают соответствие своего авторства международным критериям ICMJE (все авторы внесли

существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией).

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования и подготовке публикации.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с проведённым исследованием и публикацией настоящей статьи.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тихилов Р.М., Божкова С.А., Шубняков И.И. Материалы Второй международной согласительной конференции по скелетно-мышечной инфекции. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2019. С. 9, 31–78. Режим доступа: <http://Consensus-Russian-version.pdf> (icmphilly.com)
2. Varnum C. Outcomes of different bearings in total hip arthroplasty — implant survival, revision causes, and patient-reported outcome // *Dan Med J*. 2017. Vol. 64, № 3. P. B5350.
3. Toms A.D., Davidson D., Masri B.A., Duncan C.P. The management of peri-prosthetic infection in total joint arthroplasty // *J Bone Jt Surg Ser B*. 2006. Vol. 88, № 2. P. 149–155. doi: 10.1302/0301-620X.88B2.17058
4. Osmon D.R., Berbari E.F., Berendt A.R., et al. Executive summary: diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America // *Clin Infect Dis*. 2013. Vol. 56, № 1. P. 1–10. doi: 10.1093/cid/cis966
5. Руссу И.И., Линник С.А., Ткаченко А.Н., и др. Использование вакуумной терапии в лечении перипротезной инфекции после артропластики тазобедренного сустава // *Здоровье и образование в XXI веке*. 2017. Т. 19, № 8. С. 50–54. EDN: YORONH
6. Тихилов Р.М., Шаповалов В.М. Руководство по эндопротезированию тазобедренного сустава. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2008. С. 238, 259–290. EDN: PVEYVT
7. Klouche S., Soriali E., Mamoudy P. Total hip arthroplasty revision due to infection: A cost analysis approach // *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010. Vol. 96, № 2. P. 124–132. doi: 10.1016/j.otsr.2009.11.004
8. Bozic K.J., Ries M.D. The impact of infection after total hip arthroplasty on hospital and surgeon resource utilization // *J Bone Joint Surg Am*. 2005. Vol. 87, № 8. P. 1746–1751. doi: 10.2106/JBJS.D.02937
9. Incavo S.J., Russell R.D., Mathis K.B., Adams H. Initial results of managing severe bone loss in infected total joint arthroplasty using customized articulating spacers // *J Arthroplasty*. 2009. Vol. 24, № 4. P. 607–613. doi: 10.1016/j.arth.2008.03.017
10. Божкова С.А., Новокшенова А.А., Конев В.А. Современные возможности локальной антибиотикотерапии перипротезной инфекции и остеомиелита (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России*. 2015. № 3. С. 92–107.
11. Горюнов С.В., Абрамов И.С., Чапарьян Б.А., и др. Руководство по лечению ран методом управляемого отрицательного давления. Москва: Издательский дом «Русский врач», 2014. С. 25–30, 119–122.
12. Ailaney N., Johns W.L., Golladay G.J., Strong B., Kalore N.V. Closed incision negative pressure wound therapy for elective hip

ADDITIONAL INFO

Author contribution. All authors confirm that their authorship meets the international ICMJE criteria (all authors have made a significant contribution to the development of the concept, research and preparation of the article, read and approved the final version before publication).

Funding source. The authors state that there is no external funding when conducting the research and preparing the publication.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials // *J Arthroplasty*. 2021. Vol. 36, № 7. P. 2402–11. doi: 10.1016/j.arth.2020.11.039

13. Apelqvist J., Willy Ch., Fagerdahl A.-M., et al. EWMA Document: Negative Pressure Wound Therapy // *J Wound Care*. 2017. Vol. 26, Suppl. 3. P. S1–S154. doi: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1

14. Liu X., Zhang H., Cen Sh., Huang F. Negative pressure wound therapy versus conventional wound dressings in treatment of open fractures: A systematic review and meta-analysis // *Int J Surg*. 2018. Vol. 53. P. 72–79. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.02.064

15. Луцевич О.Э., Тамразова О.Б., Шикунова А.Ю., и др. Современные взгляды на патогенез и лечение гнойных ран // *Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова*. 2011. № 5. С. 72–77. EDN: NZGIHZ

16. Муромцева Е.В., Сергацкий К.И., Никольский В.И., и др. Лечение ран в зависимости от фазы раневого процесса // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2022. Т. 3, № 63. С. 93–109. doi: 10.21685/2072-3032-2022-3-9

17. Harris W.H. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation // *J Bone Joint Surg Am*. 1969. Vol. 51, № 4. P. 737–55.

18. Hurlow J., Bowler Ph.G. Clinical experience with wound biofilm and management: A case series // *Ostomy Wound Manage*. 2009. Vol. 55, № 4. P. 38–49.

19. Тихилов Р.М. Материалы международной согласительной конференции по перипротезной инфекции. Санкт-Петербург: РНИИТО им. Р.Р. Вредена, 2014. С. 196–215. Режим доступа: http://International_Consensus_Meeting_Periprosthetic_Joint_Infection.pdf (siot.it)

20. Божкова С.А. Современные принципы диагностики и антибактериальной терапии инфекции протезированных суставов (обзор литературы) // *Травматология и ортопедия России*. 2011. № 3. С. 126–136. EDN: OIKAPH

21. Климовицкий В.Г., Вакуленко А.В. Основные показатели крови в диагностике инфекционных осложнений эндопротезирования тазобедренного сустава // *Травма*. 2008. Т. 9, № 2. С. 123–126.

22. Koudela K.Jr., Geigerová L., Hes O., Koudela K.Sr. Comprehensive diagnosis of infection in revision total replacements of large joints // *Acta Chir Orthop Traumatol Cech*. 2010. Vol. 77, № 5. P. 425–431.

23. Koo K.H., Yang J.W., Cho S.H., et al. Impregnation of vancomycin, gentamicin, and cefotaxime in a cement spacer for two-stage cementless reconstruction in infected total hip arthroplasty // *J Arthroplasty*. 2001. Vol. 16, № 7. P. 882–892. doi: 10.1054/arth.2001.24444

24. Miyahara H.S., Serzedello F.R., Ejnisman L., et al. Incisional negative-pressure wound therapy in revision total hip arthroplasty due to infection // *Acta ortopedica brasileira*. 2018. Vol. 26, № 5. P. 300–304. doi: 10.1590/1413-785220182605196038
25. Патент РФ № 2712013 С1, МПК А61В 17/56. Прокопьев Д.С., Левчик Е.Ю., Виноградский А.Е., Воробьев С.А. Способ подготовки инфицированной периапартулярной раны для имплантации постоянного или временного стабилизирующего устройства. Режим доступа: https://yandex.ru/patents/doc/RU2712013C1_20200123?ysclid=m24kk24831581912533 EDN: WMCCWE
26. Шпиняк С.П., Барабаш А.П., Гиркало М.В. Двухэтапное ревизионное эндопротезирование при перипротезной инфекции коленного сустава // *Кафедра травматологии и ортопедии*. 2016. № 3. С. 58–61. EDN: XVAVJZ
27. Kliushin N.M., Ermakov A.M., Malkova T.A. Chronic periprosthetic hip infection: micro-organisms responsible for infection and re-infection // *Int Orthop*. 2017. Vol. 41, № 6. P. 1131–1137. doi: 10.1007/s00264-016-3341-x
28. Kliushin N.M., Ababkov Y.V., Ermakov A.M., Malkova T.A. Modified Girdlestone arthroplasty and hip arthrodesis using the Ilizarov external fixator as a salvage method in the management of severely infected total hip replacement // *Indian J Orthop*. 2016. Vol. 50, № 1. P. 16–24. doi: 10.4103/0019-5413.173513
29. Шевцов В.И., Макушин В.Д., Куфтырев Л.М. Дефекты костей нижней конечности. Чрескостный остеосинтез по методикам

- Российского научного центра «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова. Курган: Зауралье, 1996. С. 105.
30. Ли А.Д., Баширов Р.С. Руководство по чрескостному компрессионно-дистракционному остеосинтезу. Томск: Красное знамя, 2002. С. 101–102.
31. Jacofsky D.J., Hedley A.K. *Fundamentals of Revision Hip Arthroplasty: Diagnosis, Evaluation, and Treatment*. SLACK Incorporated, 2013. P. 248–252.
32. Sirisena R., Bellot G.L., Puhaindran M.E. The Role of Negative-Pressure Wound Therapy in Lower-Limb Reconstruction // *Indian J Plast Surg*. 2019. Vol. 52, № 1. P. 73–80. doi: 10.1055/s-0039-1687922
33. Normandin S., Safran T., Winocour S., et al. Negative Pressure Wound Therapy: Mechanism of Action and Clinical Applications // *Semin Plast Surg*. 2021. Vol. 35, № 3. P. 164–170. doi: 10.1055/s-0041-1731792
34. Kates S.L., Borens O. *Principles of Orthopedic Infection Management*. AO Publishing, Davos, 2017. P. 128.
35. Жианну К., Балдан М. Военно-полевая хирургия. Работа хирургов в условиях ограниченности ресурсов во время вооружённых конфликтов и других ситуаций насилия. Том 1. Москва: Международный комитет Красного Креста, 2010. С. 269–273.
36. Ainslie-Garcia M., Anderson L.A., Bloch B.V., et al. International Delphi Study on Wound Closure and Incision Management in Joint Arthroplasty. Part 2: Total Hip Arthroplasty // *The Journal of arthroplasty*. 2024. Vol. 39, № 6. P. 1524–1529. doi: 10.1016/j.arth.2024.01.047

REFERENCES

1. Tikhilov RM, Bozhkova SA, Shubnyakov II. Materials of the Second International Conciliation Conference on musculoskeletal infection. St. Petersburg: RNIITO named after R.R. Vreden; 2019. P. 9, 31–78. Available from: <http://Consensus-Russian-version.pdf> (icmphilly.com) (In Russ.).
2. Varnum C. Outcomes of different bearings in total hip arthroplasty — implant survival, revision causes, and patient-reported outcome. *Dan Med J*. 2017;64(3):B5350.
3. Toms AD, Davidson D, Masri BA, Duncan CP. The management of peri-prosthetic infection in total joint arthroplasty. *J Bone Jt Surg Ser B*. 2006;88(2):149–155. doi: 10.1302/0301-620X.88B2.17058
4. Osmon DR, Berbari EF, Berendt AR, et al. Executive summary: diagnosis and management of prosthetic joint infection: clinical practice guidelines by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2013;56(1):1–10. doi: 10.1093/cid/cis966
5. Russu II, Linnik SA, Tkachenko AN, et al. Vacuum-assisted closure therapy in treatment of periprosthetic infection after hip arthroplasty. *Zhurnal nauchnykh statej Zdorov'e i obrazovanie v XXI veke*. 2017;19(8):50–54. (In Russ.). EDN: YORONH
6. Tikhilov RM, Shapovalov VM. *Guidelines for hip replacement*. St. Petersburg: RNIITO named after R.R. Vreden; 2008. P. 238, 259–290. (In Russ.). EDN: PVEYVT
7. Klouche S, Sariali E, Mamoudy P. Total hip arthroplasty revision due to infection: A cost analysis approach. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2010;96(2):124–132. doi: 10.1016/j.otsr.2009.11.004
8. Bozic KJ, Ries MD. The impact of infection after total hip arthroplasty on hospital and surgeon resource utilization. *J Bone Joint Surg Am*. 2005;87(8):1746–1751. doi: 10.2106/JBJS.D.02937
9. Incavo SJ, Russell RD, Mathis KB, Adams H. Initial results of managing severe bone loss in infected total joint arthroplasty using

- customized articulating spacers. *J Arthroplasty*. 2009;24(4):607–613. doi: 10.1016/j.arth.2008.03.017
10. Bozhkova SA, Novokshonova AA, Konev VA. Current trends in local antibacterial therapy of periprosthetic infection and osteomyelitis. *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2015;(3):92–107. (In Russ.).
11. Goryunov SV, Abramov IS, Chaparyan BA, et al. *Guidelines for the treatment of wounds by controlled negative pressure*. Moscow: Publishing house “Russian doctor”; 2014. P. 25–30, 119–122. (In Russ.).
12. Ailaney N, Johns WL, Golladay GJ, Strong B, Kalore NV. Closed incision negative pressure wound therapy for elective hip and knee arthroplasty: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J Arthroplasty*. 2021;36(7):2402–11. doi: 10.1016/j.arth.2020.11.039
13. Apelqvist J, Willy Ch, Fagerdahl A-M, et al. EWMA Document: Negative Pressure Wound Therapy. *J Wound Care*. 2017;26 (Suppl. 3):S1–S154. doi: 10.12968/jowc.2017.26.Sup3.S1
14. Liu X, Zhang H, Cen Sh, Huang F. Negative pressure wound therapy versus conventional wound dressings in treatment of open fractures: A systematic review and meta-analysis. *Int J Surg*. 2018;53:72–79. doi: 10.1016/j.ijsu.2018.02.064
15. Lutsevich OE, Tamrazova OB, Shikunova Alu, et al. Pathogenesis of septic wounds. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 2011;(5):72–77. (In Russ.). EDN: NZGIHZ
16. Muromtseva EV, Sergatskiy KI, Nikol'skiy VI, et al. Wound treatment depending on the phase of the wound process. News of Higher Education Institutions. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Povolzhskij region. Medicinskie nauki*. 2022;3(63):93–109. (In Russ.). doi: 10.21685/2072-3032-2022-3-9

17. Harris WH. Traumatic arthritis of the hip after dislocation and acetabular fractures: treatment by mold arthroplasty. An end-result study using a new method of result evaluation. *J Bone Joint Surg Am.* 1969;51(4):737–55.
18. Hurlow J, Bowler PhG. Clinical experience with wound biofilm and management: A case series. *Ostomy Wound Manage.* 2009;55(4):38–49.
19. Tikhilov RM. *Proceeding of the International Consensus Conference on periprosthetic infection.* St. Petersburg: RNIITO im. R.R. Vredena; 2014. P. 196–215. Available from: http://International_Consensus_Meeting_Periprosthetic_Joint_Infection.pdf (siot.it) (In Russ.).
20. Bozhkova SA. Modern principles of diagnostics and antibacterial therapy of prosthetic joint infection (Review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii.* 2011;(3):126–136. (In Russ.). EDN: OIKAPH
21. Klimovitsky VG, Vakulenko AV. The main blood parameters in the diagnosis of infectious complications of hip replacement. *Trauma.* 2008;9(2):123–126. (In Russ.).
22. Koudela KJr, Geigerová L, Hes O, Koudela KSr. Comprehensive diagnosis of infection in revision total replacements of large joints. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech.* 2010;77(5):425–431.
23. Koo KH, Yang JW, Cho SH, et al. Impregnation of vancomycin, gentamicin, and cefotaxime in a cement spacer for two-stage cementless reconstruction in infected total hip arthroplasty. *J Arthroplasty.* 2001;16(7):882–892. doi: 10.1054/arth.2001.24444
24. Miyahara HS, Serzedello FR, Ejnisman L, et al. Incisional negative-pressure wound therapy in revision total hip arthroplasty due to infection. *Acta ortopédica brasileira.* 2018;26(5):300–304. doi: 10.1590/1413-785220182605196038
25. Patent RUS № 2712013 C1, МПК А61В 17/56. Prokopyev DS, Levchik EYu, Vinogradsky AE, Vorobyev SA. *A method of preparing an infected periarticular wound for implantation of a permanent or temporary stabilizing device.* Available from: https://yandex.ru/patents/doc/RU2712013C1_20200123?ysclid=m24kk24831581912533 (In Russ.). EDN: WMCCWE
26. Shpinyak SP, Barabash AP, Girkalo MV. Two-stage revisionary endoprosthesis in periprosthetic infection of a knee joint. *Kafedra travmatologii i ortopedii.* 2016;(3):58–61. (In Russ.). EDN: XVAVJZ
27. Kliushin NM, Ermakov AM, Malkova TA. Chronic periprosthetic hip infection: micro-organisms responsible for infection and re-infection. *Int Orthop.* 2017;41(6):1131–1137. doi: 10.1007/s00264-016-3341-x
28. Kliushin NM, Ababkov YV, Ermakov AM, Malkova TA. Modified Girdlestone arthroplasty and hip arthrodesis using the Ilizarov external fixator as a salvage method in the management of severely infected total hip replacement. *Indian J Orthop.* 2016;50(1):16–24. doi: 10.4103/0019-5413.173513
29. Shevtsov VI, Makushin VD, Kuftyrev LM. *Defects in the bones of the lower limb. Osteosynthesis according to the methods of Russian scientific Center "RTO" named after G.A Ilizarova.* Kurgan Publishing house. Enterprise Zauralie; 1996. P. 105 (In Russ.).
30. Li AD, Bashirov RS. *Guidelines for transosseous compression-distraction osteosynthesis.* Tomsk: Krasnoye znamya; 2002. P. 101–102. (In Russ.).
31. Jacofsky DJ, Hedley AK. *Fundamentals of Revision Hip Arthroplasty: Diagnosis, Evaluation, and Treatment.* SLACK Incorporated; 2013. P. 248–252.
32. Sirisena R, Bellot GL, Puhaindran ME. The Role of Negative-Pressure Wound Therapy in Lower-Limb Reconstruction. *Indian J Plast Surg.* 2019;52(1):73–80. doi: 10.1055/s-0039-1687922
33. Normandin S, Safran T, Winocour S, et al. Negative Pressure Wound Therapy: Mechanism of Action and Clinical Applications. *Semin Plast Surg.* 2021;35(3):164–170. doi: 10.1055/s-0041-1731792
34. Kates SL, Borens O. *Principles of Orthopedic Infection Management.* AO Publishing, Davos; 2017. P. 128.
35. Gianu Ch, Baldan M. Military field surgery. The work of surgeons in conditions of limited resources during armed conflicts and other situations of violence. Volume 1. Moscow: International Committee of the Red Cross; 2010. P. 269–273. (In Russ.).
36. Ainslie-Garcia M, Anderson LA, Bloch BV, et al. International Delphi Study on Wound Closure and Incision Management in Joint Arthroplasty. Part 2: Total Hip Arthroplasty. *The Journal of arthroplasty.* 2024;39(6):1524–1529. doi: 10.1016/j.arth.2024.01.047

ОБ АВТОРАХ

* Прокопьев Дмитрий Сергеевич;

адрес: Россия, 620043, Екатеринбург, ул. Соболева, 25;
ORCID: 0000-0002-6058-0647;
eLibrary SPIN: 4718-0550;
e-mail: d_prok@list.ru

Левчик Евгений Юрьевич, д-р мед. наук;

ORCID: 0000-0003-1012-3867;
eLibrary SPIN: 3652-3449;
e-mail: eylevchik@gmail.com

Виноградский Александр Евгеньевич, канд. мед. наук;

ORCID: 0000-0003-2912-6291;
e-mail: vinalex@mail.ru

Борзунов Дмитрий Юрьевич, д-р мед. наук, профессор;

ORCID: 0000-0003-3720-5467;
eLibrary SPIN: 6858-8005;
e-mail: borzunov@bk.ru

AUTHORS' INFO

* Dmitriy S. Prokopyev, MD;

address: 25 Soboleva str., 620043 Ekaterinburg, Russia;
ORCID: 0000-0002-6058-0647;
eLibrary SPIN: 4718-0550;
e-mail: d_prok@list.ru

Evgeniy Yu. Levchik, MD, Dr. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-1012-3867;
eLibrary SPIN: 3652-3449;
e-mail: eylevchik@gmail.com

Aleksandr E. Vinogradskiy, MD, Cand. Sci. (Medicine);

ORCID: 0000-0003-2912-6291;
e-mail: vinalex@mail.ru

Dmitry Yu. Borzunov, MD, Dr. Sci. (Medicine), professor;

ORCID: 0000-0003-3720-5467;
eLibrary SPIN: 6858-8005;
e-mail: borzunov@bk.ru

* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author