

УДК 616.002-08: 03

DOI: 10.37895/2071-8004-2021-25-1-9-15

## ФОТОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕРАПИЯ ПРИ ПЕРИПРОТЕЗНОЙ ИНФЕКЦИИ СУСТАВОВ

А.И. Гусейнов<sup>1,2</sup>, А.В. Баранов<sup>2</sup>, А.А. Раджабов<sup>1,2</sup>, В.А. Дербенев<sup>2</sup>, В.И. Карандашов<sup>2</sup>,  
Н.П. Александрова<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

<sup>2</sup>ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России», Москва, Россия

<sup>3</sup>ГБУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы», Москва, Россия

### Резюме

**Введение.** Увеличение числа больных с патологией суставов, является актуальной проблемой клинической медицины. **Цель:** улучшить результаты комплексного хирургического лечения больных с глубокой перипротезной инфекцией (ППИ) путем разработки и совершенствования оперативных методов с использованием спейсеров и лазерных технологий. **Материалы и методы.** Было проведено обследование и лечение 35 больных с нагноением после эндопротезирования крупных суставов. У 9 (25,7 %) больных ППИ развилась в сроки от 3 до 12 месяцев после первичного эндопротезирования. В период от 1 до 2 лет после оперативного вмешательства перипротезное инфицирование развилось у 20 (57,1 %) пациентов. В сроки от 2 до 3 лет в 4 (11,4 %) случаях возникло нагноение в области эндопротезирования, а у 2 (5,7 %) человек ППИ развилась в сроки от 3 до 3,5 лет после установки протеза. Больные были в возрасте 47–70 лет. Основную группу составили 20 человек, контрольную – 15. Больным основной группы, после удаления элементов эндопротеза и девитализированных тканей, проводили фотодинамическую терапию. **Результаты.** У больных основной группы было гладкое течение послеоперационного периода – снижение болевого синдрома, быстрое разрешение воспалительного процесса в области операции, заживление ран первичным натяжением. **Заключение.** Использование разработанного нами нового метода интраоперационной фотодинамической терапии способствует быстрому купированию гнойно-воспалительного процесса и заживлению послеоперационной раны первичным натяжением.

**Ключевые слова:** перипротезная инфекция, артропластика, фотодинамическая терапия, лазерное излучение, спейсер

**Для цитирования:** Гусейнов А.И., Баранов А.В., Раджабов А.А., Дербенев В.А., Карандашов В.И., Александрова Н.П. Фотодинамическая терапия при перипротезной инфекции суставов // Лазерная медицина. – 2021. – Т. 25. – № 1. – С. 9–15.

**Контакты:** Гусейнов А.И., e-mail: ali-gus@yandex.ru

## PHOTODYNAMIC THERAPY FOR PERIPROSTHETIC JOINT INFECTION

Guseynov A.I.<sup>1,2</sup>, Baranov A.V.<sup>2</sup>, Radzhabov A.A.<sup>1,2</sup>, Derbenev V.A.<sup>2</sup>, Karandashov V.I.<sup>2</sup>, Alexandrova N.P.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Hospital for War Veterans N 2, Department of Moscow Healthcare, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Moscow Scientific-Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine, Department of Moscow Healthcare, Moscow, Russia

### Abstract

**Introduction.** The increase in the number of patients with joint and hip diseases is an actual problem in the clinical medicine. **Objective:** to improve outcomes of the combined surgical treatment of patients with deep periprosthetic infection (PPI) by developing and improving surgical techniques using spacers and laser technologies. **Material and methods.** Thirty-five patients with suppurated large joints as a complication after their replacement were examined and treated. In 9 (25.7 %) patients, PPI developed within 3–12 months after the primary arthroplasty. Twenty (57.1 %) patients developed PPI within 1–2 years after the surgery. In 4 (11.4 %) cases, suppuration in the endoprosthetic area developed in 2–3 years, and in 2 (5.7 %) patients – in 3–3.5 years. The age of the patients was 47–70 years. The main group consisted of 20 patients, the control group – of 15 patients. Patients from the main group had laser photodynamic therapy (PDT) session after the removal of endoprosthetic elements and devitalized tissues. **Results.** Patients from the main group had uneventful postoperative course – less pain syndrome, rapid resolution of the inflammatory process, wound healing by the primary tension. **Conclusion.** Application of a new intraoperative PDT technique, developed by the authors, promotes rapid resolution of purulent-inflammatory process and better healing of postoperative wounds by primary tension.

**Key words:** periprosthetic infection, arthroplasty, photodynamic therapy, laser irradiation, spacer

**For citations:** Guseynov A.I., Baranov A.V., Radzhabov A.A., Derbenev V.A., Karandashov V.I., Alexandrova N.P. Photodynamic therapy for periprosthetic joint infection. *Lazernaya medicina*. 2021; 25 (1): 9–15. [In Russ.].

**Contacts:** Guseynov A.I., e-mail: ali-gus@yandex.ru

## ВВЕДЕНИЕ

Увеличение числа больных с патологией суставов является актуальной проблемой клинической медицины. Эндопротезирование стало стандартом лечения больных с терминальной стадией остеоартроза.

К его несомненным положительным факторам следует отнести быстрое восстановление безболезненных движений в суставе, а также опороспособности конечности в короткий реабилитационный период. Вместе с тем использование различных технологий установки

эндопротезов сопряжено со значительным количеством послеоперационных осложнений [1, 2].

Показатели инфицирования после первичной замены сустава составляют 0,2–3 %, а при повторных вмешательствах ревизионного характера риск инфицирования возрастает до 33 %. При этом, по данным зарубежной литературы, отмечается развитие рецидива воспалительного процесса до 82 %, со значительной степенью вероятности генерализации гнойного процесса (58 %) и летального исхода [3–5].

Перипротезная инфекция (ППИ) – острая или хроническая инфекция области хирургического вмешательства, развившаяся после имплантации эндопротеза сустава, представляет собой частный случай имплантат-ассоциированной инфекции [6]. Несмотря на относительно невысокую частоту развития ППИ после первичного эндопротезирования (0,3–3 %), в случае ревизионного характера операции риск развития инфекции возрастает в несколько раз, достигая 5,9–13,6 %, а частота рецидивов при лечении уже существующей ППИ составляет 23,2–31,5 % [1, 4, 7–9].

Данные литературы свидетельствуют о необходимости поиска новых способов хирургической санации, направленных не только на купирование воспалительного процесса, но и на создание условий для последующей реимплантации суставов [5, 7, 10, 11].

В лечении пациентов с ППИ тазобедренного и коленного суставов применяется комплексный подход, направленный на купирование воспалительного процесса, при сохранении анатомо-функциональных свойств сустава, и восстановление опороспособности конечности в возможно более короткие сроки. Больше всего вышеуказанным условиям соответствуют операции двухэтапного ревизионного эндопротезирования с применением артикулирующих спейсеров, импрегнированных антимикробными химиопрепаратами. Первым этапом выполняют хирургическую обработку и дебридмент раны, с сохранением эндопротеза, устанавливают цементный спейсер с антибиотиком. Вторым этапом через несколько месяцев выполняют повторную хирургическую обработку раны с удалением спейсера, заменяют модульные компоненты эндопротеза и ушивают рану.

Это относительно новый метод хирургической лечения и реабилитации пациентов с глубокой перипротезной инфекцией, эффективность которого достигает до 85 % [12].

В связи с увеличением устойчивых штаммов бактерий к антибиотикам в настоящее время актуальными стали способы преодоления резистентности раневой микрофлоры к химиотерапии. Одной из новых и перспективных технологий является фотодинамическая терапия (ФДТ), которая эффективно ускоряет деконтаминацию раневой поверхности. Преимущество фотодинамической терапии состоит в том, что гибель микрофлоры достигается за очень короткий промежуток времени, практически

полностью отсутствует устойчивость бактерий к фотодинамической терапии, при этом полностью исключается какое-либо повреждение здоровых тканей. Этот метод является полезной альтернативой применения антибиотиков и антисептиков, оказывает противовоспалительное и стимулирующее репаративные процессы действие [5, 12].

Многочисленными исследованиями показано, что внутривенное лазерное облучение крови оказывает полифакторное положительное действие на функцию органов и систем, важнейшими из которых являются: активация микроциркуляции крови; активация кислородтранспортной функции крови и тканевого дыхания; нормализация реологии крови; восстановление равновесия свертывающей и противосвертывающей систем; противовоспалительное, иммуномодулирующее, стимулирующее репаративные процессы и анальгезирующее действие; повышение уровня трофического обеспечения тканей [2].

**Цель исследования:** улучшить результаты комплексного хирургического лечения больных с ППИ путем разработки и совершенствования оперативных методов с использованием спейсеров и лазерных технологий.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Было проведено обследование и лечение 35 больных с нагноением после эндопротезирования крупных суставов (локтевой, тазобедренный и коленный). У 9 (25,7 %) больных ППИ развилась в сроки от 3 до 12 месяцев после первичного эндопротезирования. В период от 1 до 2 лет после оперативного вмешательства перипротезное инфицирование развилось у 20 (57,1 %) пациентов. В сроки от 2 до 3 лет в 4 (11,4 %) случаях возникло нагноение в области эндопротезирования, а у 2 (5,7 %) человек ППИ развилась в сроки от 3 до 3,5 лет после установки протеза.

По локализации гнойного процесса поражение в области эндопротеза тазобедренного сустава было у 19 (54,3 %) пациентов, коленного сустава – у 14 (40 %) больных и у 2 (5,7 %) человек – в области локтевого сустава.

Возраст больных был от 47 до 70 лет, средний возраст пациентов составлял  $59 \pm 4,6$  года. У большинства из них была сопутствующая патология: сахарный диабет, гипертоническая болезнь, ХИБС, ХОБЛ, пиелонефрит, ожирение 3–4-й степени, хроническая венозная и артериальная недостаточность, лечение которых осуществляли узкие специалисты.

Клиническое обследование больных включало, в числе прочего, микробиологическое исследование отделяемого из гнойного очага в предоперационном периоде. Использовали общепринятые методы посева, выделения и идентификации микроорганизмов. Чувствительность к антибиотикам определяли диско-диффузионным методом.

Нестабильность эндопротеза как инородного тела с наличием гнойных свищей и многомесячного существования инфекции в перипротезных тканях являлась показанием к удалению эндопротеза и санации гнойного очага.

Противопоказаниями к операции были наличие декомпенсированной сердечно-сосудистой или дыхательной недостаточности, ОНМК, деменция, тяжелое состояние больного за счет сопутствующих заболеваний.

В зависимости от способа лечения больных разделили на две группы: 20 пациентов составили основную группу и 15 – контрольную. Больные обеих групп были сопоставимы по возрасту, полу, тяжести течения гнойного процесса, наличию сопутствующей патологии. Больным основной группы, после удаления элементов эндопротеза и девитализированных тканей, проводили ФДТ. Операцию заканчивали установкой спейсера, импрегнированного двумя антибиотиками широкого спектра действия, согласно чувствительности к антибиотикам у выделенной перед операцией микрофлоры. Больным контрольной группы после удаления эндопротеза и девитализированных тканей устанавливали спейсер – приспособление на основе биосовместимого материала (полиметилметакрилат) с включением в его состав двух антибиотиков широкого спектра действия, согласно антибиотикограмме выделенной микрофлоры.

Предложенный нами способ лечения с применением лазерных технологий (получен патент на изобретение: № 2712806 от 31.01.2020 г.) заключается в следующем. Предварительно, по данным КТ и 3D-моделирования изготавливали гипсовую модель сустава пациента со всеми дефектами. С помощью гипсовой модели отливали силиконовую форму протеза. За 30 минут до оперативного вмешательства проводили предоперационную инфузионную терапию, включающую в себя помимо поляризационной смеси и коллоидных растворов внутривенное введение фотосенсибилизатора «Фотодитазин» (производное хлорина Е-6, производство фирмы «Вета Гранд», Россия) в дозе 0,8 мг/кг на 100 мл физиологического раствора натрия хлорида. Во время оперативного вмешательства вначале повторно осуществляли забор не менее 4–6 образцов из глубины тканей для определения состава микрофлоры и чувствительности к антибиотикам, затем удаляли эндопротез, иссекали нежизнеспособные и пропитанные гноем ткани до видимо здоровых. Следующим этапом проводили световое воздействие с экспозицией 1 мин на раневую поверхность излучением лазерного аппарата «Аткус-2» с рассеивающей насадкой К1, с длиной волны излучения  $661 \pm 0,3$  нм. Плотность энергии излучения на поверхности раны составляла 30–40 Дж/см<sup>2</sup>. Затем в предварительно изготовленную стерильную силиконовую форму отливали артикулирующий спейсер из костного цемента, в массе сухого вещества от 120

до 160 г смешанного с двумя порошкообразными антибиотиками (чаще гентамицин и ванкомицин), из расчета 1 г каждого антибиотика на 40 г костного цемента. Полученный артикулирующий спейсер устанавливали в очищенное ложе эндопротеза. Через контрапертуры проводили дренажную трубку, рану ушивали наглухо. Следует отметить, что проведение ФДТ не усложняло и существенно не увеличивало продолжительность оперативного вмешательства.

Послеоперационное лечение включало инфузионно-детоксикационную терапию, антибактериальную терапию, перевязки послеоперационной раны с промыванием дренажной трубки. По показаниям вводились анальгетики, проводилось лечение сопутствующих заболеваний, клинично-лабораторные и инструментальные исследования в динамике, лечебную физкультуру. В контрольной группе антибиотикотерапию проводили от 4 до 12 недель, в основной группе – до 3 недель с учетом результатов посева во время операции (в стационаре – парентерально, амбулаторно – перорально). Больным основной и контрольной групп проводили ВЛОК с помощью аппарата «Матрикс-ВЛОК» (НИЦ «Матрикс», Россия), использовали длину волны 450 нм, мощность излучения на торце световода – 1 мВт, экспозиция – 20 мин, курс составлял 10 сеансов. Пациентам рекомендовали ходьбу с костылями с дозированной нагрузкой на оперированную ногу. Швы снимали на 10–12-е сутки.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Микробный пейзаж гнойных очагов у больных был разнообразным, включал как грамположительные, так и грамотрицательные микроорганизмы в монокультуре или в ассоциации (табл. 1).

При поступлении в посевах гноя из ран или свищей выделяли, в основном, грамотрицательную микрофлору (*E. coli*, *Ps. aeruginosa*, *Pr. mirabilis*) в концентрации  $10^3$ – $10^9$  КОЕ/г, реже выделяли *St. aureus* в высокой ( $10^8$ – $10^9$  КОЕ/г) концентрации.

Характерным являлось наличие у выделенной микрофлоры устойчивости к большинству используемых антибиотиков (табл. 2).

Таблица 1

### Частота выделения возбудителей из раны

Table 1

#### Frequency of excretion of pathogen from the wound

Тип возбудителя Pathogen type	Монокультура Pure culture		Ассоциация Association	
	абс. absolute number	%	абс. absolute number	%
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	22,8	1	2,9
<i>Escherichia coli</i>	11	31,4	7	23
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	–	–	3	7,1
<i>Proteus mirabilis</i>	1	2,9	4	10,1
Всего Total	20	57,1	15	42,9

Таблица 2  
Чувствительность выделенной микрофлоры  
к антибиотикам

Table 2

## Antibiotic sensitivity to the isolated microflora

Антибиотик Antibiotic	Чувствительность, % Sensitivity, %
Ванкомицин Vancomycin	99,9 ± 0,1
Линезолид Linezolid	98,1 ± 0,2
Меропенем Meropenem	72,8 ± 1,8
Амоксилав Amoxiclav	60,8 ± 1,8
Ципрофлоксацин Ciprofloxacin	50,5 ± 2,2
Гентамицин Gentamicin	50,2 ± 2,2
Амикацин Amikacin	45,8 ± 2,2
Цефазолин Cefazolin	51,5 ± 2,8
Линкомицин Lincomycin	26,5 ± 2,2
Доксициклин Doxycycline	17,6 ± 1,2
Ампициллин Ampicillin	10,8 ± 1,2

У больных основной группы было гладкое течение послеоперационного периода – раннее купирование болевого синдрома, быстрое разрешение воспалительного процесса в области хирургического вмешательства, заживление ран первичным натяжением.



Рис. 1. Больная Ф., рентгенограмма левого тазобедренного сустава до лечения

Fig. 1. Patient F., X-ray image of the left hip joint before treatment

В контрольной группе у 2 (13,3 %) пациентов отмечено нагноение послеоперационной раны на 5-е и 6-е сутки. Продолжительность стационарного лечения у больных контрольной группы составила  $14 \pm 0,8$  дня, а в основной группе –  $12,2 \pm 0,4$  дня ( $p < 0,05$ ). В отдаленном периоде (от 3 месяцев до 2 лет) у пациентов основной группы обострений воспалительного процесса в области операции не отмечено. В контрольной группе у 2 (13,3 %) больных в течение 3 месяцев после выписки из стационара развился абсцесс в области операции, потребовавший хирургической обработки гнойного очага.

У больных обеих групп, благодаря установке цементного спейсера, сохранилась опороспособность. В сроки от 6 до 11 месяцев после установки антибиотик-интегрированного спейсера 6 пациентам основной группы выполнено ревизионное эндопротезирование.

Таким образом, интраоперационное применение ФДТ с установкой антибиотик-импрегнированного спейсера в лечении ППИ позволило снизить количество послеоперационных осложнений, сократить сроки стационарного лечения, уменьшить медикаментозную нагрузку на больного и получить хорошие функциональные результаты на протяжении срока наблюдения до 2 лет.

Для иллюстрации применения способа лечения приводим описание двух клинических случаев.

## КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 1

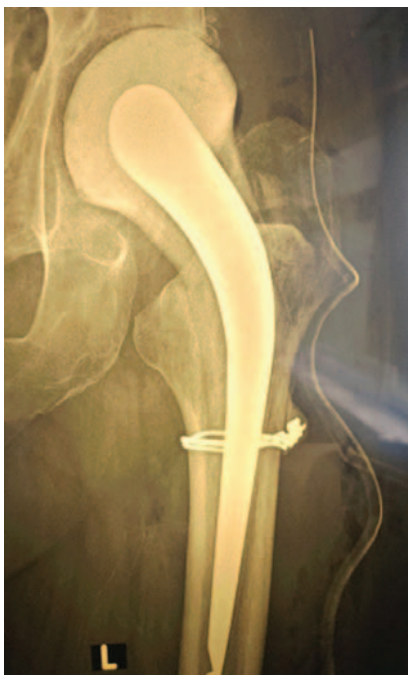
Больная Ф., 70 лет, поступила в клинику с диагнозом: глубокая перипротезная инфекция левого тазобедренного сустава, остеомиелит бедренной кости, свищевая форма с образованием свища с обильным гнойным отделяемым (рис. 1).

В анамнезе: 10 месяцев назад было произведено эндопротезирование тазобедренного сустава. Через 2 недели после операции возникло нагноение в области операции.

Многokrатно лечилась в стационарах с временным улучшением, но рана полностью не заживала. В посевах из гноя выделена ассоциация микроорганизмов: *St. aureus*, чувствительный к меропенему, имипенему, рифампицину, амоксиклаву и амикацину, а также *Proteus mirabilis*, чувствительный к меропенему, имипенему, рифампицину, тобрамицину. При рентгенографии тазобедренного сустава – несостоятельность эндопротеза с дефектами вертлужной впадины. Больной выполнена операция: хирургическая обработка гнойного очага с удалением инфицированного эндопротеза и девитализированных тканей, проведение ФДТ по вышеизложенной методике и установка артикулирующего цементного спейсера, импрегнированного двумя антибиотиками широкого спектра действия.

В результате лечения достигнуто купирование гнойно-воспалительного процесса, рана зажила первичным натяжением, больная выписана через 10 дней после оперативного вмешательства. Через 6 месяцев больной произвели операцию – реэндопротезирование,





**Рис. 2.** Больная Ф., рентгенограмма после установки спейсера

**Fig. 2.** Patient F., X-ray image after the spacer installation

в ходе которой спейсер заменили на постоянный эндопротез. Через 6 месяцев больная жалоб не предъявляет, ходит с палочкой.

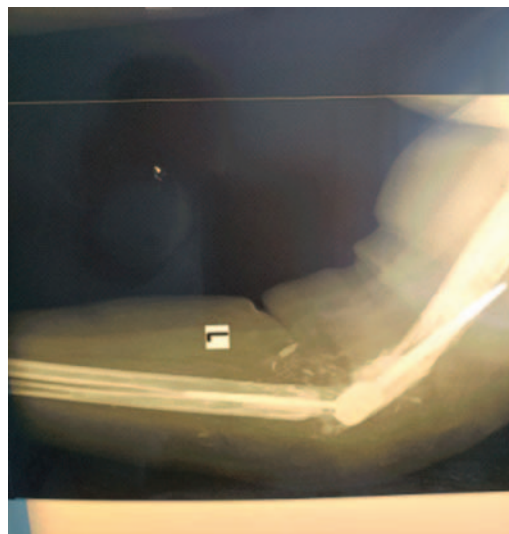
## КЛИНИЧЕСКОЕ НАБЛЮДЕНИЕ 2

Больная Г., 52 года, поступила в клинику с диагнозом: перелом плечевой кости с дислокацией элементов эндопротеза в мягкие ткани; глубокая перипротезная инфекция, остеомиелит локтевой и плечевой костей, свищевая форма (рис. 3).

Больной выполнена операция: хирургическая обработка гнойного очага с удалением инфицированного эндопротеза, проведение лазерной ФДТ по вышеизложенной методике и установка артикулирующего цементного спейсера, импрегнированного двумя антибиотиками широкого спектра действия (рис. 4, 5). В результате достигнуто полное купирование гнойно-воспалительного процесса, через 10 дней швы сняты, рана зажила первичным натяжением. Больная выписана с рекомендацией выполнить через 6 месяцев реэндопротезирование.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение разработанного нами нового комплексного метода лечения больных перипротезной инфекцией после эндопротезирования сустава с использованием интраоперационной ФДТ способствует быстрому купированию гнойно-воспалительного процесса, позволяет снизить количество послеоперационных осложнений, сократить сроки стационарного лечения, получить хорошие функциональные результаты и в кратчайшие сроки провести следующий этап – реэндопротезирование.



**Рис. 3.** Больная Г., рентгенограмма сустава при поступлении

**Fig. 3.** Patient G., X-ray image of the joint on admission



**Рис. 4.** 3D-элементы антибактериального спейсера

**Fig. 4.** 3D-elements of antibacterial spacer



**Рис. 5.** Больная Г., рентгенограмма после установки антибактериального спейсера

**Fig. 5.** Patient G., X-ray image after the installation of the antibacterial spacer

На предложенный нами метод получен патент РФ № 2712806 от 31.01.2020 г. «Способ лечения больных перипротезной инфекцией после эндопротезирования сустава».

## ЛИТЕРАТУРА

1. Артюх В.А., Божкова С.А., Кочиш А.Ю. Диагностика и лечение перипротезной инфекции тазобедренного сустава. В кн.: *Руководство по хирургии тазобедренного сустава*; под ред. Р.М. Тихилова, И.И. Шубнякова. 2015; 2: 208–257.
2. Толстых П.И. Теоретические и практические аспекты фотодинамической терапии ран различного генеза. Преположения; под ред. П.И. Толстых, О.Э. Луцевича. М.: Альфа-ир; 2012: 249.
3. Баитов В.С., Ганчуков Е.Б. Инфекционные осложнения при тотальном эндопротезировании коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2017; 5.
4. Кэмпбелл М.Д. Борьба с инфекцией при тотальной артропластике коленного сустава. В кн.: *Ревизионное эндопротезирование коленного сустава: руководство для врачей*; под ред. Д.Дж. Джакофски, Э.К. Хедли; пер. с англ. под ред. Н.В. Загородного. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2015: 320.
5. Раджабов А.А., Дербенев В.А. и др. Антибактериальная фотодинамическая терапия гнойных ран мягких тканей. *Лазерная медицина*. 2017; 21 (2): 24–26.
6. Инфекция, ассоциированная с ортопедическими имплантатами: Клинические рекомендации Ассоциации травматологов-ортопедов России (АТОР). 2020: 5.
7. Белов Б.С., Макаров С.А., Бялик Е.И. Инфекция протезированного сустава: современные подходы к диагностике и лечению. *Антибиотики и химиотерапия*. 2015; 60 (1–2): 47–52.
8. Bertani A., Drouin C., Demortière E., et al. A prosthetic joint infection caused by *Streptococcus pneumoniae*: A case report and review of the literature. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2006; 92 (6): 610–614.
9. Estes C.S., Beauchamp C.P., Clarke H.D., et al. A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468 (8): 2029–2038.
10. Жарова Т.А., Иванников С.В., Странадко Е.Ф. и др. Перспективы применения фотодинамической терапии и реконструктивных артроскопических технологий с использованием лазерного излучения при артрозах крупных суставов. *Лазерная медицина*. 2014; 18 (4): 40–41.
11. Janz V., Bartek B., Wassilew G.I., et al. Validation of synovial aspiration in girdlestone hips for detection of infection persistence in patients undergoing 2-stage revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (3): 684–687.
12. Шпиняк С.П., Барабаш А.П., Лясникова А.В. Применение спейсеров в лечении инфекционных осложнений тотального эндопротезирования коленного сустава. *Современные проблемы науки и образования*. 2015; 5.

## REFERENCES

1. Artyukh V.A., Bozhkova S.A., Kochish A.Yu. Diagnosis and treatment of periprosthetic hip infection. Guide to hip surgery;

- R.M. Tikhilov, I.I. Shunniakov (eds). 2015; 2: 208–257. [In Russ.].
2. Tolstykh P.I. Theoretical and practical aspects of photodynamic therapy of wounds of various origins. Prolegomena; Tolstykh P.I., Lutsevich O.E. (eds). Moscow: Altair, 2012; 249 p. [In Russ.].
3. Baitov V.S., Ganchukov E.B. Infectious complications in total knee arthroplasty. *Modern problems of science and education*. 2017; 5. [In Russ.].
4. Campbell M.D. Fighting infection in total knee arthroplasty; In: Revision knee arthroplasty: A guide for doctors; ed. D.J. Jacofsky, E.K. Headley. Moscow: GEOTAR-Media, 2015; 320 p. [In Russ.].
5. Radzhabov A.A., Derbenev V.A., et al. Antibacterial photodynamic therapy of purulent wounds of soft tissues. *Laser medicine*. – 2017; 21 (2): 24–26. [In Russ.].
6. Infection associated with orthopedic implants: Clinical guidelines of the Association of Orthopedic Traumatologists of Russia. 2020; 5. [In Russ.].
7. Belov B.S., Makarov S.A., Bialik E.I. Prosthetic joint infection: Modern approaches to diagnosis and treatment. *Antibiotics and chemotherapy*. 2015; 60 (1–2): 47–52. [In Russ.].
8. Bertani A., Drouin C., Demortière E., et al. A prosthetic joint infection caused by *Streptococcus pneumoniae*: A case report and review of the literature. *Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot*. 2006; 92 (6): 610–614.
9. Estes C.S., Beauchamp C.P., Clarke H.D., et al. A two-stage retention debridement protocol for acute periprosthetic joint infections. *Clin Orthop Relat Res*. 2010; 468 (8): 2029–2038.
10. Zharova T.A., Ivannikov S.V., Stranadko E.F., et al. Prospects for the use of photodynamic therapy and reconstructive arthroscopic technologies using laser radiation in arthrosis of large joints. *Laser medicine*. 2014; 18 (4): 40–41. [In Russ.].
11. Janz V., Bartek B., Wassilew G.I., et al. Validation of synovial aspiration in girdlestone hips for detection of infection persistence in patients undergoing 2-stage revision total hip arthroplasty. *J Arthroplasty*. 2016; 31 (3): 684–687.
12. Shpinyak S.P., Barabash A.P., Lysnikova A.V. The use of spacers in the treatment of infectious complications of total knee arthroplasty. *Modern problems of science and education*. 2015; 5. [In Russ.].

### Конфликт интересов

Авторы заявляют, что данная работа, ее тема, предмет и содержание не затрагивают конкурирующих интересов.

### Conflict of interests

The authors state that this work, its topic, subject and content do not have competing interests.

### Соответствие нормам этики

Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо, и правила обращения с животными в случаях их использования в работе.

### Compliance with ethical principles

The authors confirm that all rights of people participating in the trial including the informed consent when it is necessary and all requirements for treating animals were observed.

**Информация об авторах**

**Гусейнов Али Исрафилович** – кандидат медицинских наук, заведующий отделением гнойной хирургии, ГБУЗ «Госпиталь для ветеранов войн № 2 Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: ali-gus@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1455-9214>

**Раджабов Абдугани Абдукаюмович** – доктор медицинских наук, руководитель отделения хирургической инфекции, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: oxford.07@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8954-0374>

**Баранов Алексей Викторович** – доктор медицинских наук, директор ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: aleksey-baranov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7995-758X>

**Карандашов Владимир Иванович** – доктор медицинских наук, профессор, руководитель отделения лазерных биотехнологий и клинической фармакологии, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: kvi42@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0026-8862>.

**Дербенев Валентин Аркадьевич** – доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник отделения хирургической инфекции, ФГБУ «Государственный научный центр лазерной медицины им. О. К. Скобелкина ФМБА России»; e-mail: profderbenev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1673-7800>.

**Александрова Наталья Павловна** – доктор биологических наук, профессор, ведущий научный сотрудник отдела медицинской реабилитации ГБУЗ «Московский научно-практический центр медицинской реабилитации, восстановительной и спортивной медицины Департамента здравоохранения города Москвы»; e-mail: anatalyp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4647-4351>.

**Information about authors**

**Guseynov Ali** – MD, Cand. Sc. (Med.), Chief of the Department of Purulent Surgery, Hospital for War Veterans N 2, Department of Moscow Healthcare; e-mail: ali-gus@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1455-9214>.

**Radzhabov Abdugani** – MD, Dr. Sc. (Med.), Head of the Department of Surgical Infection, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: oxford.07@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8954-0374>.

**Baranov Alexey** – MD, Dr. Sc. (Med.), Director of Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: aleksey-baranov@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7995-758X>

**Karandashov Vladimir** – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Head of Department of Laser Biotechnologies and Clinical Pharmacology, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: kvi42@list.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0026-8862>.

**Derbenev Valentin** – MD, Dr. Sc. (Med.), Professor, Chief Researcher in the Department of Surgical Infection, Skobelkin State Scientific Center of Laser Medicine, FMBA of Russia; e-mail: profderbenev@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1673-7800>.

**Alexandrova Natalia** – MD, Dr. Sc. (Biol.), Professor, Leading Researcher in Department of Medical Rehabilitation, Moscow Scientific-Practical Center of Medical Rehabilitation, Restorative and Sports Medicine; e-mail: anatalyp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4647-4351>.