Анализ результатов бактериологического исследования ран пациентов с имплант-ассоциированной инфекцией позвоночника

Н.М. Ключин, С.В. Люлин, И.В. Шипицына, Е.Я. Кочнев

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия

Analysis of the results of bacteriological study of wounds in patients with implant-associated spinal infection

N.M. Kliushin, S.V. Liulin, I.V. Shipitsyna, E.Ia. Kochnev

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation

Введение. Проанализированы результаты бактериологических посевов патологического материала, взятого из свищевых выходов и операционных ран у 105 пациентов с имплант-ассоциированной инфекцией позвоночника (ИАИ), оперированных в клинике гнойной остеологии РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова за период с 2011 по 2017 год. **Цель.** Выявить основных возбудителей ИАИ позвоночника. **Материалы и методы.** Пациенты были поделены на три группы: I – свищевые формы периимплантной инфекции: паравертебральные и эпидуральные абсцессы и флегмоны (n = 18, подгруппа 1), нагноение мягких тканей вокруг металлоконструкций (n = 20, подгруппа 2), спондилиты/дисциты/остеомиелиты (n = 26, подгруппа 3), инфекционные осложнения, ассоциированные с послеоперационной ликвореей (n = 5, подгруппа 4); II – периимплантная инфекция, развившаяся на фоне послеоперационной нестабильности металлоконструкции (n = 26); III – инфекция, развившаяся после имплантации систем для хронической электростимуляции (n = 10). Идентификацию выделенных бактериальных культур проводили как традиционным методом, так и с использованием панелей для грамположительных (РВРС 20) и грамотрицательных микроорганизмов (NBC 44) с помощью бактериологического анализатора WalkAway-40 Plus («Siemens»). **Результаты и обсуждение.** Согласно анализу результатов бактериологических посевов, в структуре возбудителей имплант-ассоциированной инфекции позвоночника значительно преобладают грамположительные микроорганизмы (65,7 %), из них подавляющее большинство – стафилококки (52,9 %). Процент выделения *S. aureus* составляет 34,8 %. Среди метициллин-резистентных штаммов преобладают *S. epidermidis*. Среди грамотрицательных микроорганизмов встречаются как неферментирующие (16,8 %), так и энтеробактерии (20,9 %). Среди неферментирующих бактерий чаще всего выделяется *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. Энтеробактерии, в основном, представлены штаммами *K. pneumoniae* и *E. coli*. Высока доля выделения микс-культур, состоящих из двух и более микроорганизмов. **Заключение.** Сложности в лечении ИАИ позвоночника требуют разработки методов прогнозирования развития осложнений и мероприятий по их снижению. Микробиологический мониторинг является неотъемлемой частью инфекционного контроля в стационарах, где осуществляется лечение пациентов с ИАИ позвоночника. Своевременное выявление возбудителя инфекции позволит правильно подобрать антибактериальную терапию, купировать инфекционный процесс в короткие сроки.

Ключевые слова: имплант-ассоциированная инфекция позвоночника, микробный пейзаж, ассоциации микроорганизмов, биопленки

Introduction Results of bacteriological study of the pathological material taken from sinus exits and surgical wounds in 105 patients with implant-associated spinal infection (IAI) who were surgically treated at the bone infection clinic of the RISC for RTO in the period from 2011 to 2017 were analyzed. **Purpose** Identify the main pathogens of the IAI of the spine. **Materials and methods** Patients were divided into three groups: group 1 had fistulous forms of peri-implant infection: paravertebral and epidural abscesses and phlegmon (n = 18, subgroup 1); suppuration of soft tissues around metal structures (n = 20, subgroup 2); spondylitis / discitis / osteomyelitis (n = 26, subgroup 3), infectious complications associated with postoperative liquorhea (n = 5, subgroup 4); group 2 suffered peri-implant infection that developed due to postoperative instability of the metal structure (n = 26); group 3 had infection that developed after implantation of the systems for chronic electrical stimulation (n = 10). Identification of the isolated bacterial cultures was carried out both by the traditional method and by using panels for gram-positive (PBBCS 20) and gram-negative microorganisms (NBC 44) on the WalkAway-40 Plus bacteriological analyzer (Siemens). **Results and discussion** According to the analysis of the bacteriological results, gram-positive microorganisms (65.7 %) significantly prevailed among the pathogens of implant-associated spinal infection, of which the major ones were staphylococci (52.9 %). Isolation of *S. aureus* was 34.8 %. Among the methicillin-resistant strains, *S. epidermidis* was dominant. Among gram-negative microorganisms, both non-fermentative (16.8 %) and enterobacteria (20.9 %) were found. Most frequently identified non-fermenting bacteria were *P. aeruginosa* and *A. baumannii*. Enterobacteria were mainly represented by strains of *K. pneumoniae* and *E. coli*. Mixed cultures, consisting of two or more microorganisms, were significant. **Conclusion** Difficulties in the treatment of IAI of the spine require the development of methods for predicting these complications and measures to reduce them. Microbiological monitoring is an integral part of infection control in hospitals, where patients with IAI of the spine are treated. Timely identification of infection pathogens enables to choose correct antibiotic therapy and arrest the infection process in a short time.

Keywords: implant-associated spinal infection, microbial panel, associations of microorganisms, biofilms

ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день лечение имплант-ассоциированной инфекции (ИАИ) позвоночника представляет серьезную проблему [1, 2]. Причин возникновения ИАИ достаточно много: нарушение стерильности имплантата; несоблюдение правил асептики и антисептики во время хирургического вмешательства; адсорбция на имплантате циркулирующих в крови и лимфе бактери-

альных клеток; неправильное использование антибактериальных средств и антибиотиков и др. [3, 4].

Согласно литературным данным, чаще всего на поверхностях имплантов колонизируют стафилококки: *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus epidermidis* и др., являющиеся представителями нормальной микрофлоры человека [5, 6]. Адгезия микроорганизмов на поверхно-

сти имплантов способствует формированию биопленок [7]. В составе таких конгломератов микроорганизмы становятся устойчивыми к действию агрессивных факторов окружающей среды, что снижает эффективность антибактериальной терапии. Разрастание биопленки на имплантационных поверхностях может привести к развитию некроза тканей вокруг имплантата и дальнейшему распространению инфекции [1]. Удаление позвоночного инструментария, с одной стороны, позволит тщательно санировать область хирургического вмешательства, с другой – связано с риском дестабилизации позвоночника,

что приведет к ухудшению качества жизни пациента.

Несмотря на разнообразие предложенных методов, на сегодняшний день отсутствует дифференцированный подход к лечению пациентов с ИАИ позвоночника. Практически нет работ, посвященных анализу результатов микробиологического исследования пораженных участков позвоночника в зависимости от локализации инфекционного процесса и особенностей течения заболевания.

Целью нашей работы было проанализировать микробный пейзаж при ИАИ позвоночника, выявить основных возбудителей инфекции.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты микробиологического исследования патологического материала, взятого из свищевых выходов и операционных ран у 105 пациентов с имплант-ассоциированной инфекцией позвоночника, оперированных в клинике гнойной остеологии РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова за период с 2011 по 2017 год.

Пациенты были поделены на три группы: I – свищевые формы перимплантной инфекции: паравerteбральные и эпидуральные абсцессы и флегмоны (n = 18, подгруппа 1), нагноение мягких тканей вокруг металлоконструкций (n = 20, подгруппа 2), спондилиты/дисциты/остеомиелиты (n = 26, подгруппа 3), инфекционные

осложнения, ассоциированные с послеоперационной ликвореей (n = 5, подгруппа 4); II – перимплантная инфекция, развившаяся на фоне послеоперационной нестабильности металлоконструкции (n = 26); III – инфекция, развившаяся после имплантации систем для хронической электростимуляции (n = 10).

Идентификацию выделенных бактериальных культур проводили как традиционным методом, так и с использованием панелей для грамположительных (PBCPC 20) и грамотрицательных микроорганизмов (NBC 44) с помощью бактериологического анализатора WalkAway-40 Plus («Siemens»).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате бактериологического исследования мазков, взятых из свищевых выходов и ран пациентов с имплант-ассоциированной инфекцией позвоночника, выделено 196 изолятов, принадлежащих к 19 таксонам: *Staphylococcus aureus* (n = 65), *Staphylococcus epidermidis* (n = 26), *Staphylococcus haemolyticus* (n = 3), *Staphylococcus saprophyticus* (n = 3), *Staphylococcus hominis* (n = 1), *Staphylococcus simulans* (n = 1), *Enterococcus faecalis* (n = 17), *Streptococcus sp.* (n = 3), *Corynebacterium sp.* (n = 3), *Bacillus sp.* (n = 1), *Pseudomonas aeruginosa* (n = 17), *Acinetobacter baumannii* (n = 15), *Acinetobacter lwoffii* (n = 1), *Enterobacter cloacae* (n = 10), *Klebsiella pneumoniae* (n = 11), *Escherichia coli* (n = 10), *Morganella morganii* (n = 1), *Proteus mirabilis* (n = 7), *Proteus vulgaris* (n = 1).

В подгруппе пациентов со свищевой формой перимплантной инфекции в виде паравerteбральных и эпидуральных абсцессов и флегмон (n = 18) у 4-х человек при микробиологическом исследовании патологического материала выделено 39 штаммов микроорганизмов, среди которых было 8 ассоциаций: *P. aeruginosa* + *A. baumannii* + *E. faecalis*, *S. aureus* + *S. epidermidis* MRSE (метициллин-резистентный стафилококк) (n = 2), *E. cloacae* + *S. haemolyticus* MRSH, *S. pyogenes* + *S. aureus*, *A. baumannii* + *E. faecalis*, *S. saprophyticus* MRSS + *E. faecalis* + *A. baumannii*, *P. aeruginosa* + *E. coli*, остальные микроорганизмы (n = 21) в монокультуре: *S. aureus* (n = 9), *S. epidermidis* (n = 5, из них 4 – MRSE), *S. haemolyticus* MRSH (n = 1), *S. saprophyticus* MRSS (n = 1), *P. mirabilis* (n = 3), *E. cloacae* (n = 1), *M. morganii* (n = 1). У 3-х человек по результатам бактериологических посевов роста патогенной микрофлоры не обнаружено.

В мазках, взятых из свищевых ходов и из ран пациентов с имплант-ассоциированной инфекцией в виде нагноения мягких тканей вокруг металлоконструк-

ций (n = 20), выделено 10 ассоциаций: *P. mirabilis* + *E. coli*, *P. mirabilis* + *P. aeruginosa*, *S. aureus* + *E. faecalis* (n = 2), *E. cloacae* + *S. epidermidis* MRSE, *P. aeruginosa* + *S. aureus*, *K. pneumoniae* + *S. epidermidis* MRSE, *Streptococcus sp.* + *S. hominis* MRSH, 15 изолятов в монокультуре: *S. aureus* (n = 6, из них 1 – MRSA), *S. epidermidis* MRSE (n = 1), *E. faecalis* (n = 2), *A. baumannii* (n = 1), *E. coli* (n = 1), *K. pneumoniae* (n = 2), *Corynebacterium sp.* (n = 1), *Bacillus sp.* (n = 1). У 4-х пациентов в мазках патогенной микрофлоры не обнаружено.

У пациентов третьей подгруппы (спондилиты/дисциты/остеомиелиты) из мазков было выделено 10 ассоциаций микроорганизмов: *S. aureus* MRSA + *P. aeruginosa* (n = 2), *P. aeruginosa* + *E. coli*, *P. aeruginosa* + *A. baumannii*, *K. pneumoniae* + *A. baumannii* (n = 2), *E. coli* + *K. pneumoniae*, *A. baumannii* + *S. epidermidis* MRSE, *K. pneumoniae* + *E. faecalis*, *S. epidermidis* + *E. faecalis*, 30 штаммов в монокультуре: *S. aureus* (n = 19, из них 5 – MRSA), *S. epidermidis* MRSE (n = 2), *E. faecalis* (n = 1), *Corynebacterium sp.* (n = 1), *A. baumannii* (n = 1), *E. cloacae* (n = 3), *P. aeruginosa* (n = 1), *P. vulgaris* (n = 1), *E. coli* (n = 1).

У пациентов с перимплантной инфекцией в виде инфекционных осложнений, ассоциированных с послеоперационной ликвореей (n = 5), по результатам микробиологического исследования выделено 2 ассоциации: *K. pneumoniae* + *E. faecalis*, *E. cloacae* + *S. simulans*, 7 изолятов в монокультуре: *S. epidermidis* (n = 2, из них 1 – MRSE), *Streptococcus sp.* (n = 1), *A. baumannii* (n = 1), *E. cloacae* (n = 2), *S. haemolyticus* (n = 1).

Во второй исследуемой группе пациентов (n = 26) с имплант-ассоциированной инфекцией, развившейся на фоне послеоперационной нестабильности металлоконструкции, из биологического материала выделено 11 ассоциаций: *S. aureus* + *S. epidermidis*

($n = 3$, них 1 – MRSE), *S. aureus* + *A. baumannii*, *P. aeruginosa* + *S. aureus*, *K. pneumoniae* + *S. aureus* + *E. faecalis*, *S. aureus* + *P. mirabilis* + *E. faecalis*, *P. aeruginosa* + *E. coli*, *S. epidermidis* + *E. coli* + *E. cloacae*, *P. aeruginosa* + *A. baumannii* + *E. faecalis*, *P. mirabilis* + *A. baumannii* + *E. faecalis*, 25 микроорганизмов в монокультуре: *S. aureus* ($n = 10$, из них 3 – MRSA), *S. epidermidis* ($n = 5$, из них 2 – MRSE), *E. faecalis* ($n = 1$), *Corynebacterium sp.* ($n = 1$), *P. aeruginosa* ($n = 3$), *A. baumannii* ($n = 2$), *K. pneumoniae* ($n = 1$), *E. coli* ($n = 2$). У одного человека по результатам микробиологического исследования роста патогенной микрофлоры не было обнаружено.

В третьей исследуемой группе пациентов ($n = 10$) с инфекцией, развившейся после имплантации систем для хронической электростимуляции, в исследуемых мазках было обнаружено 3 ассоциации: *S. aureus* + *S. epidermidis*, *S. aureus* + *A. lwoffii*, *P. aeruginosa* + *S. saprophyticus*, 4 штамма в монокультуре: *S. aureus* ($n = 3$), *P. aeruginosa* ($n = 1$). У 2-х пациентов в бактериологических посевах патогенной микрофлоры не обнаружено.

В первой исследуемой группе среди возбудителей инфекции преобладали грамположительные микроорганизмы, преимущественно *S. aureus* (33,3 %) и *S. epidermidis* (12,7 %) (табл. 1). Количество MRSA и MRSE составило 8 и 13 соответственно. Среди прочих CoNS (коагулазонегативные стафилококки) отмечен высокий процент выделения метициллин-резистентных штаммов. Среди грамотрицательной микрофлоры встречались как неферментирующие (15,1 %), так и энтеробактерии (23,7 %), причем, в монокультурах обнаруживались, в основном, энтеробактерии. Грамотрицательные микроорганизмы чаще всего встречались в составе ассоциаций с грамположительными бактериями (60,7 % среди всех ассоциаций).

Во второй исследуемой группе среди возбудителей инфекции преобладали грамположительные микроорганизмы, преимущественно *S. aureus* (34 %). Соотношение MRSA к общему числу выделенных штаммов *S. aureus* составило 1:6, а MRSE к *S. epidermidis* – 1:3. Отмечен высокий процент выделения штаммов *Enterococcus sp.* Среди грамотрицательных микроорга-

низмов количество энтеробактерий (18 %) и неферментеров (18 %) было одинаковым. 90 % ассоциаций были представлены микс-культурами грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов.

В третьей исследуемой группе среди возбудителей инфекции преобладал *S. aureus* (54,5 %), среди грамотрицательных микроорганизмов 27,3 % приходилось на долю неферментирующих бактерий. Остальные микроорганизмы встречались в единичных количествах.

Согласно анализу результатов бактериологических посевов, в структуре возбудителей имплант-ассоциированной инфекции позвоночника значительно преобладают грамположительные микроорганизмы (65,7 %), из них подавляющее большинство составляют стафилококки (52,9 %). Процент выделения *S. aureus* составляет 34,8 %. Среди метициллин-резистентных штаммов преобладает *S. epidermidis*. Среди грамотрицательных микроорганизмов встречаются как неферментирующие (14,7 %), так и энтеробактерии (14,8 %). Неферментирующие бактерии чаще всего выделяются в составе ассоциаций, а энтеробактерии, как правило, в монокультуре либо в ассоциации с грамположительными микроорганизмами.

В настоящее время бактерии рода *Staphylococcus* занимают одну из лидирующих позиций среди возбудителей внутрибольничных инфекций [6]. Считается, что распространенность инфекций, вызываемых стафилококками, обусловлена не столько их вирулентностью, сколько большим числом восприимчивых больных с ослабленным иммунитетом. Появление коагулазонегативных стафилококков среди возбудителей инфекции связывают с широким использованием имплантатов, искусственных суставов, сосудистых трансплантатов, мочевых катетеров и др. [5, 6].

Наряду со стафилококками, представители семейств *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae* и *Moraxellaceae* играют важную роль в этиологии гнойных заболеваний. Так, например, штаммы *P. aeruginosa*, *Acinetobacter spp.*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter sp.* относятся к наиболее распространенным возбудителям внутрибольничной инфекции [8, 9]. В то же время, *P. aeruginosa*, *Acinetobacter spp.*, *K. pneumoniae*, *Enterobacter sp.* обладают высоким сродством к биопленкообразованию [9, 10].

Таблица 1

Частота встречаемости микроорганизмов, %

Микроорганизм	I группа ($n = 69$)	II группа ($n = 26$)	III группа ($n = 10$)
<i>S. aureus</i>	33,3 (6,4 % MRSA)	34 (6 % MRSA)	54,5
<i>S. epidermidis</i>	12,7 (10,3 % MRSE)	18 (6 % MRSE)	9,1
Прочие CoNS	5,6 (5 % MRCoNS)	–	9,1
<i>Enterococcus sp.</i>	5,6	10	–
<i>Streptococcus sp.</i>	1,6	–	–
Прочие грамположительные микроорганизмы	2,4	2	–
Неферментирующие грамотрицательные микроорганизмы	15,1	18	27,3
Энтеробактерии	23,7	18	–

n – количество выделенных штаммов.

Существование микроорганизмов в составе ассоциаций бактерий может существенно влиять на течение инфекционного процесса за счет суммирования болезнетворных возможностей и взаимного усиления вирулентности ассоциантов. В работе по изучению биопленкообразующей способности штаммов *K. pneumoniae* и *S. aureus* было показано, что адгезивная активность смешанной культуры (*K. pneumoniae* + *S. aureus*) активнее, по сравнению с монокультурами микроорганизмов [11]. Согласно литературным данным, в микс-культурах увеличивается число особей, устойчивых к антибиотикам [10, 11]. Стандартная антибиотикотерапия в борьбе с микс-инфекцией и биопленочными микроорганизмами может не принести должных результатов. Наоборот, нерациональное назначение этиотропной терапии может привести к подавлению основных факторов специфиче-

ской и неспецифической защиты организма, что, в конечном итоге, будет способствовать присоединению новой инфекции и вторичному инфицированию организма.

Как показало исследование, ведущая роль в структуре возбудителей имплант-ассоциированной инфекции позвоночника принадлежит стафилококкам, преимущественно коагулазоположительным. Отмечен высокий процент выделения метициллин-резистентных штаммов эпидермального стафилококка. Среди неферментирующих бактерий чаще всего выделяется *P. aeruginosa* и *A. baumannii*. Энтеробактерии, в основном, представлены штаммами *K. pneumoniae* и *E. coli*. Высока доля выделения микс-культур, состоящих из двух и более микроорганизмов. Возбудителями ИАИ позвоночника могут быть как монокультуры микроорганизмов, так и ассоциации бактерий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сложности в лечении ИАИ позвоночника требуют разработки методов прогнозирования развития осложнений и мероприятий по их снижению. Микробиологический мониторинг является неотъемлемой частью инфекционного контроля в стационарах, где

осуществляется лечение пациентов с ИАИ позвоночника. Своевременное выявление возбудителя инфекции позволит правильно подобрать антибактериальную терапию, купировать инфекционный процесс в короткие сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Infections of orthopaedic implants and devices / R.A. Brady, J.H. Calhoun, J.G. Leid, M.E. Shirtliff // *Biofilms and device-related infections* / Shirtliff M.E., Leid J.G. eds. NY: Springer, 2009. pp. 15-56.
2. Risk factors for surgical site infection after posterior cervical spine surgery: an analysis of 5,441 patients from the ACS NSQIP 2005-2012 / A. Sebastian, P. Huddleston 3rd, S. Kakar, E. Habermann, A. Wagie, A. Nassr // *Spine J.* 2016. Vol. 16, No 4. P. 504-509. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.12.009.
3. Анализ ранних инфекционных осложнений у пациентов после хирургических вмешательств на позвоночнике / О.А. Смекаленков, Д.А. Пташников, С.А. Божкова, С.В. Масевнин, Н.С. Заборовский, Д.А. Михайлов // *Хирургия позвоночника*. 2017. Т. 14, № 2. С. 82-87. DOI: 10.14531/ss2017.2.82-87.
4. Долотин Д.Н., Михайловский М.В., Суздалов В.А. Гнойные осложнения в хирургии позвоночника с использованием металлоимплантатов: обзор литературы // *Хирургия позвоночника*. 2015. Т. 12, № 2. С. 33-39.
5. Ортопедическая имплантат-ассоциированная инфекция: ведущие возбудители, локальная резистентность и рекомендации по антибактериальной терапии / С.А. Божкова, Р.М. Тихилов, М.В. Краснова, А.Н. Рукина // *Травматология и ортопедия России*. 2013. № 4 (70). С. 5-15.
6. Особенности микробиологической диагностики при первичных и ревизионных оперативных вмешательствах на позвоночнике / О.В. Кимакина, Л.Г. Григоричева, И.В. Кравчуков, В.В. Платунов, А.В. Кривошеин, А.Г. Золоткина // *Медицинский альманах*. 2018. № 4 (55). С. 37-42. DOI: 10.21145/2499-9954-2018-4-37-42.
7. The diagnosis and management of infection following instrumented spinal fusion / I. Collins, J. Wilson-MacDonald, G. Chami, W. Burgoyne, P. Vinavakam, T. Berendt, J. Fairbank // *Eur. Spine J.* 2008. Vol. 17, No 3. P. 445-450. DOI: 10.1007/s00586-007-0559-8.
8. Wagenlehner F.M., Naber K.G. Hospital-acquired urinary tract infections // *J. Hosp. Infect.* 2000. Vol. 46, No 3. P. 171-181.
9. Шипицына И.В., Осипова Е.В., Розова Л.В. Адгезивная способность клинических штаммов *Enterobacter cloacae*, выделенных из ран пациентов с хроническим остеомиелитом, и их чувствительность к антимикробным препаратам // *Новости хирургии*. 2017. Т. 25, № 3. С. 273-278.
10. Науменко З.С., Шипицына И.В. Сравнительная оценка адгезивной активности бактерий, выделенных у больных из остеомиелитического очага и из ран открытых переломов // *Гений ортопедии*. 2011. № 4. С. 31-34.
11. Осипова Е.В., Шипицына И.В. Информационная характеристика микробных биопленок, формируемых in vitro на поверхности покровного стекла клиническими штаммами *Klebsiella pneumoniae* // *Гений ортопедии*. 2018. Т. 24, № 4. С. 478-481.

REFERENCES

1. Brady R.A., Calhoun J.H., Leid J.G., Shirtliff M.E. Infections of orthopaedic implants and devices. In: Shirtliff M.E., Leid J.G. eds. *Biofilms and device-related infections*. NY, Springer, 2009. pp. 15-56.
2. Sebastian A., Huddleston P. 3rd, Kakar S., Habermann E., Wagie A., Nassr A. Risk factors for surgical site infection after posterior cervical spine surgery: an analysis of 5,441 patients from the ACS NSQIP 2005-2012. *Spine J.*, 2016, vol. 16, no. 4, pp. 504-509. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.12.009.
3. Smekalenkov O.A., Ptashnikov D.A., Bozhkova S.A., Masevnin S.V., Zaborovskii N.S., Mikhailov D.A. Analiz rannikh infektsionnykh oslozhnenii u patsientov posle khirurgicheskikh vmeshatelstv na pozvonochnike [Analysis of early infection complications in patients after surgical interventions of the spine]. *Khirurgiia Pozvonochnika*, 2017, vol. 14, no. 2, pp. 82-87. DOI: 10.14531/ss2017.2.82-87. (in Russian)
4. Dolotin D.N., Mikhailovskii M.V., Suzdalov V.A. Gnoinye oslozhneniia v khirurgii pozvonochnika s ispolzovaniem metalloimplantatov: obzor literatury [Suppurative complications in the spine surgery using metal implants: review of the literature]. *Khirurgiia Pozvonochnika*, 2015, vol. 12, no. 2, pp. 33-39. (in Russian)
5. Bozhkova S.A., Tikhilov R.M., Krasnova M.V., Rukina A.N. Ortopedicheskaia implantat-assotsirovannaia infektsiia: vedushchie vozbuditeli, lokalnaia rezistentnost i rekomendatsii po antibakterialnoi terapii [Orthopedic implant-associated infection: leading pathogens, local resistance and recommendations on antibacterial therapy]. *Travmatologiya i Ortopediia Rossii*, 2013, no. 4 (70), pp. 5-15. (in Russian)
6. Kimaikina O.V., Grigoricheva L.G., Kravchukov I.V., Platonov V.V., Krivoshein A.V., Zolovkina A.G. Osobennosti mikrobiologicheskoi diagnostiki pri pervichnykh i revizionnykh operativnykh vmeshatelstvakh na pozvonochnike [Peculiar features of microbiological diagnosis for primary and revision surgical interventions of the spine]. *Meditsinskii Almanakh*, 2018, no. 4 (55), pp. 37-42. DOI: 10.21145/2499-9954-2018-4-37-42. (in Russian)
7. Collins I., Wilson-MacDonald J., Chami G., Burgoyne W., Vinavakam P., Berendt T., Fairbank J. The diagnosis and management of infection following instrumented spinal fusion. *Eur. Spine J.*, 2008, vol. 17, no. 3, pp. 445-450. DOI: 10.1007/s00586-007-0559-8.

8. Wagenlehner F.M., Naber K.G. Hospital-acquired urinary tract infections. *J. Hosp. Infect.*, 2000, vol. 46, no. 3, pp. 171-181.
9. Shipitsyna I.V., Osipova E.V., Rozova L.V. Adgezivnaia sposobnost klinicheskikh shtammov *Enterobacter cloacae*, vydelennykh iz ran patsientov s khronicheskim osteomielitom, i ikh chuvstvitelnost k antimikrobnym preparatam [Adhesive ability of *Enterobacter cloacae* clinical strains isolated from wounds of patients with chronic osteomyelitis, and their sensitivity to antimicrobial preparations]. *Novosti Khirurgii*, 2017, vol. 25, no. 3, pp. 273-278. (in Russian)
10. Naumenko Z.S., Shipitsyna I.V. Sravnitelnaia otsenka adgezivnoi aktivnosti bakterii, vydelennykh u bolnykh iz osteomieliticheskogo ochaga i iz ran otkrytykh perelomov [Comparative evaluation of adhesive activity of the bacterii isolated in patients from their osteomyelitic focus, as well as from open fracture wounds]. *Genij Ortopedii*, 2011, no. 4, pp. 31-34. (in Russian)
11. Osipova E.V., Shipitsyna I.V. Informatsionnaia kharakteristika mikrobykh bioplenok, formiruemykh in vitro na poverkhnosti pokrovnogo stekla klinicheskimi shtammami *Klebsiella pneumoniae* [Informational characteristics of microbial biofilms formed by clinical strains of *Klebsiella pneumoniae* in vitro on the surface of the cover glass]. *Genij Ortopedii*, 2018, vol. 24, no. 4, pp. 478-481. (in Russian)

Рукопись поступила 28.02.2019

Сведения об авторах:

1. Ключин Николай Михайлович, д. м. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия,
Email: klyushin_nikolay@mail.ru
2. Люлин Сергей Владимирович, д. м. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия
3. Шипицына Ирина Владимировна, к. б. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия
4. Кочнев Егор Яковлевич,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия

Information about the authors:

1. Nikolai M. Kliushin, M.D., Ph.D.,
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation,
Email: klyushin_nikolay@mail.ru
2. Sergei V. Liulin, M.D., Ph.D.,
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
3. Irina V. Shipitsyna, Ph.D. of Biological Sciences,
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
4. Egor Ia. Kochnev,
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation