© Гаюк В.Д., Ключин Н.М., Бурнашов С.И., 2019

УДК 616.71-018.46-002-089.227.84-06(048.8)

DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-3-407-412

Воспаление мягких тканей вокруг чрескостных элементов и спицевой остеомииелит: литературный обзор

В.Д. Гаюк, Н.М. Ключин, С.И. Бурнашов

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

Pin site soft tissue infection and osteomyelitis: literature review

V.D. Gayuk, N.M. Kliushin, S.I. Burnashov

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

В статье рассматривается проблема гнойно-воспалительных осложнений метода чрескостного остеосинтеза. Проанализирована современная отечественная и зарубежная литература, приведены классификации воспалительных осложнений, рассмотрены факторы риска их возникновения, меры профилактики и лечения.

Ключевые слова: воспаление, чрескостные элементы, спицевой остеомииелит, чрескостный остеосинтез, осложнения

The article deals with the pin-site infection in transosseous osteosynthesis. Domestic and foreign literature was analyzed; infectious complications were classified and their risk factors, prevention and treatment are discussed.

Keywords: pin-site infection, transosseous elements, pin-tract osteomyelitis, transosseous osteosynthesis, complications

ВВЕДЕНИЕ

Применение аппаратов внешней фиксации (АВФ) в травматологии и ортопедии связано с проведением спиц или стержней через кожный покров, мягкие ткани и далее в кость. Наиболее частым осложнением является воспаление и инфицирование места выхода чрескостных элементов (далее – ИМВЧЭ), которые в иностранной литературе принято обозначать как pin tract/site infection [1]. Воспаление может варьировать от небольшого поверхностного участка на границе кожного покрова и чрескостного элемента до глубокой инфекции и остеомииелита, что является уже серьезным осложнением [2]. Любое из перечисленных осложнений может в той или иной степени повлиять на процесс

лечения, поэтому практическому врачу крайне важно уметь их лечить и предупреждать [3].

Обычно воспаление около элементов фиксации вызывают с несоблюдением правил асептики и антисептики во время операции и в послеоперационном периоде, нарушением техники введения чрескостных элементов, созданием недостаточной стабильности отдельного элемента или всей компоновки аппарата в целом [4].

Цель – проанализировать современную отечественную и иностранную литературу по проблеме воспаления и инфекции около чрескостных элементов аппарата внешней фиксации, сформулировать её актуальность.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Использовались электронные поисковые системы PubMed, eLIBRARY.RU, библиотечный фонд

РНЦ «ВТО». Найдена 1 диссертационная работа по теме.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Применение аппаратов внешней фиксации является высокоэффективным методом лечения переломов и их последствий, а также многих ортопедических заболеваний [5, 6]. «Не аппарат излечивает больного, а врач, умело пользующийся этим аппаратом», – Г.А. Илизаров [7]. Такое утверждение справедливо в отношении предупреждения различных видов осложнений оперативных вмешательств, особенно гнойных, поскольку не только хорошая организация травматолого-ортопедической и санитарно-эпидемиологической служб, но и технически правильно выполненная операция и тща-

тельный реабилитационный период могут свести эти осложнения к минимуму [8–11].

Послеоперационные осложнения по классификации S.O.F.C.O.T. подразделяются на три категории [12, 13]:

- осложнения отсутствуют или носят временный характер и не влияют на конечный результат лечения;
- осложнения требуют дополнительных хирургических вмешательств, конечный результат при этом не ухудшается;
- осложнения, наносящие ущерб здоровью пациента или ухудшающие конечный результат.

Осложнения чрескостного остеосинтеза могут быть связаны с повреждением сосудов и нервов во время операции или в послеоперационном периоде, развитием контрактур и порочных установок суставов, смещением костных фрагментов, замедленной консолидацией и развитием рефрактур [4, 14]. Вышеперечисленные проблемы заслуживают отдельного особого внимания, однако инфекционно-воспалительные осложнения вокруг спиц или стержней АВФ являются самыми распространёнными [15–19], вплоть до 100 % [20], но стоит принимать во внимание различия в регистрации таких осложнений [21]. Единый универсальный протокол регистрации не разработан [22], что значительно затрудняет сбор статистических данных. Существует несколько классификаций, в которые объединяются ИМВЧЭ.

Фузайлов В.Ю. выделяет 2 вида параспицевых гнойно-воспалительных осложнений в мягких тканях – ограниченные (в пределах кожи) и распространённые (инфильтрат, абсцесс, флегмона), а также монолокальные (вокруг одной спицы) и полилокальные (вокруг многих спиц). Среди спицевых остеомиелитов различают поверхностные, характеризующиеся умеренной периостальной реакцией в месте входа или выхода спицы с вовлечением в воспалительный процесс мягких тканей, ограниченные (полное поражение одной или обеих стенок кортикального слоя с образованием цилиндрического/кольцевидного крупного или мелких секвестров, наличием свищевых ходов в мягких тканях) и распространённые (обширные) с вовлечением в гнойный процесс костномозгового канала с образованием гнойных полостей, секвестров различной величины и формы [8, 17, 23, 24]. На рисунке 1 представлены типичные рентгенологические признаки спицевого остеомиелита.

Для спиц выделяют ранние и поздние воспаления мягких тканей. Ранние возникают обычно на 3–5 сутки после операции, причиной является несоблюдение правил асептики и антисептики, нарушение техники проведения спиц. Как правило, процесс является глубоким, а его признаки недостаточно специфичны (увеличение температуры, боль, гиперемия), что затрудняет диагностику. Лечение заключается в немедленном удалении спицы, рассечении мягких тканей и дренировании.

Поздние осложнения обычно поверхностные, основной причиной их возникновения является плохая

Рис. 1. Рентгенограммы голени: в боковой проекции отчетливо виден кольцевидный секвестр в большеберцовой кости дистальнее места консолидации

фиксация, приводящая к смещению кости по спицам, что, в свою очередь, приводит к травматизации кожных покровов и подкожно-жировой клетчатки и их воспалению [4].

D. Paley выделяет 3 стадии: воспаление мягких тканей, инфекция мягких тканей и инфекция кости. Последнюю следует считать истинным осложнением [25].

Checketts с соавт. выделяют малую и большую форму инфекции, каждая из которых, в свою очередь, включает три степени (табл. 1) [26]. Уже со второй стадии необходимо вовлечение медперсонала для дальнейшего лечения.

Классификация Patterson (2005) предлагает всеобъемлющий и измеримый подход к оценке ИМВЧЭ. В протоколе учитываются дата наблюдения, покраснение, отёк, ощущение дискомфорта, покрытие чрескостного элемента корочкой и образование кожного «навеса» вокруг, характера отделяемого и наиболее значимое – нестабильность или фрактура чрескостного элемента. В динамике оцениваются применение антибиотиков, дренирование, удаление ЧЭ и изменения баллов в протоколе [27].

Таблица 1

Градация инфекции по критериям Checketts с соавт. (1993)

Степень	Проявления	Лечение
Малая инфекция		
1	Лёгкая гиперемия вокруг чрескостного элемента со скудным отделяемым	Улучшить уход за МВЧЭ
2	Гиперемия кожи, отделяемое из МВЧЭ, боль и раздражение мягких тканей	Улучшить уход за МВЧЭ, перорально антибиотики
3	То же, что во 2 степени, но нет положительного эффекта от тщательного ухода за МВЧЭ и антибактериальной терапии	Переустановка элементов АВФ, продолжать остеосинтез
Большая инфекция		
4	Тяжёлая инфекция мягких тканей, вовлекающая несколько МВЧЭ, иногда с потерей их стабильности	Решение вопроса об удалении аппарата внешней фиксации
5	Имеются рентгенографические признаки остеомиелита в дополнение к вовлечению мягких тканей	
6	Происходит после удаления аппарата внешней фиксации по окончании лечения. МВЧЭ заживает, но через некоторое время вскрывается, появляется отделяемое. Обычно появляются секвестры в ближайшем кортикальном слое и периостальная реакция	Кюретаж

Шкала Chan имеет 4 градации от 0 до 3, где 0 – отсутствие кожной эритемы и гнойного отделяемого, 1 – кожная эритема или наличие гнойного отделяемого, 2 – есть эритема и гнойное отделяемое, 3 – во второй градации добавляются рентгенологические признаки остеомиелита [28].

Критерии Santy с соавт. (2011) помогают различить неинтактные, воспаленные и инфицированные МВЧЭ (табл. 2), а также наличие различных факторов, влияющих на развитие воспаления (со слов пациента). Восприятие пациентом наличия инфекции является важным аспектом клинической оценки, поскольку пациенты часто первыми замечают незначительные изменения симптомов [29].

Таким образом, большинство отечественных и зарубежных исследователей подразделяют ИМВЧЭ на две большие категории: с поражением только мягких тканей и с поражением кости. Справедливым следует считать, что первичное воспаление мягких тканей и повреждение кости спицей или стержнем (ожог кости, костная стружка) в равной степени являются отягчающими факторами риска возникновения спинового остеомиелита [17].

Среди причин развития послеоперационного остеомиелита наиболее часто встречаются нарушение техники остеосинтеза (42 %) и несоблюдение правил асептики и антисептики (31 %) [18]. Считаю необхо-

димым привести обобщенные правила введения спиц и стержней аппаратов внешней фиксации.

При проведении спиц используют низкооборотную дрель, до введения в первый кортикальный слой и после прохождения второго кортикального слоя кости дрель рекомендуют отключать, проколачивая спицу далее по направлению. Стержни-шурупы следует вводить через небольшой предварительный разрез, использовать троакар с целью защиты мягких тканей, а также низкооборотную дрель для формирования канала [30]. Следует избегать прохождения элемента только через один кортикальный слой (рис. 2), т.к. это является причиной ожога кости и формирования спинового остеомиелита [3, 14, 31]. Важнейшей мерой профилактики спинового остеомиелита является использование спиц со специальной заточкой. Для проведения через диафизарные отделы и склерозированные участки кости применяют спицы с одногранной заточкой режущего конца, через губчатую кость возможно проведение спиц с трехгранной заточкой. Создание запаса мягких тканей путём придания соответствующего смещения кожных покровов или придания конечности положения с натяжением тканей через зону проведения способствует предотвращению их прорезывания (в т.ч. в кости) и дальнейшего воспаления. Максимальное натяжение спиц достигается при использовании спиценатягивателя [4, 7, 31].

Таблица 2

Классификационные критерии Santy с соавт. (2011)

Боль	Гиперемия	Отделяемое	Отёчность	Общие симптомы
Норма («спокойное» МВЧЭ)				
1. Отсутствует 2. Только лёгкая боль 3. Снижается после укладки АВФ	1. Часто отсутствует 2. Иногда небольшая 3. Не распространяется	Отсутствует или скудное	Отсутствует	Отсутствуют
Воспаление (раздражение)				
1. От лёгкой до умеренной 2. Дискомфорт	1. Не распространяется 2. Кожа не горячая и не тугая	1. «Слабо» 2. Появилось там, где ранее не было или увеличилось количество 3. Сохраняет консистенцию и непрозрачность 4. Может персистировать в некоторых местах 5. Иногда геморрагическое отделяемое 6. Без запаха 7. Перевязки требуются чаще	Локальный отёк вокруг элемента фиксации	1. Подвижность кожи вокруг элемента 2. Аллергия на антисептик 3. Усиление после нагрузок 4. Зуд (в т.ч. аллергия) 5. Сухая, шелушащаяся кожа 6. Не реагирует на антибиотики 7. Может повлиять на все элементы фиксации или на один-два
Инфицирование				
1. Тяжёлая 2. Резкая 3. Высокой интенсивности 4. Пульсирующая или колющая 5. Боль в близлежащих суставах 6. Невозможность нагрузки 7. Не стихает при отдыхе 8. Плохо реагирует на анальгетики	1. Тёмно-красная, выраженная 2. Злокачественный вид 3. Распространяется 4. Чёткие границы 5. Связана с высокой температурой	1. Увеличено в объёме 2. Изменяет консистенцию 3. Более вязкое 4. Неприятный запах 5. Изменение цвета 6. Гнойное отделяемое 7. Требуется очень частая смена повязок	1. Локальный отёк вокруг одного элемента 2. Может распространяться 3. Может быть значительным	1. Недомогание, слабость 2. Лихорадка 3. Подтянутая, блестящая кожа 4. Утрата функции или снижение нагрузки на сегмент 5. Усталость 6. Нарушение сна 7. Потеря аппетита 8. Ответ на антибиотики

Рис. 2. Проведение спицы через один кортикальный слой не рекомендуется

Применение жгута снижает местное кровоснабжение, следовательно, во время сверления кость меньше охлаждается; образование гематомы в месте введения также является фактором риска развития инфекции [32].

Использование спиц или стержней с гидроксиапатитным покрытием снижает вероятность возникновения ИМВЧЭ за счет лучшей остеоинтеграции. Также исследуется способность к инфицированию чрескостных элементов из нержавеющей стали, титана, с импрегнацией антибиотиками и антисептиками, после полировки импульсным пучком [3, 33, 34].

Немаловажную роль играют также соматические причины у конкретного больного. Факторами риска ИМВЧЭ являются возраст больного, некомпенсированные сопутствующие заболевания, ухудшение иммунного статуса (сахарный диабет, приём кортикостероидов, ревматоидный артрит и другие коллагенопатии), курение [3, 35].

Значительную роль в профилактике инфекции вокруг чрескостных элементов играют перевязки и уход. До сих пор не существует доказательной базы для эффективного снижения риска возникновения инфекции вокруг спиц или стержней аппарата наружной фиксации [36]. Проводятся различные виды исследований, в которых сравнивают наличие, способы и частоту перевязок, применение антисептиков и антибиотиков. Зачастую получаются противоречивые данные (удаление или сохранение «корочек» вокруг спиц [27, 35], вариативность перевязочных средств), но в некоторых случаях удаётся получить доказанную эффективность, например, при использовании марли с полигексаметиленбигуанидом [2, 37].

Возбудителями хронического спинового остеомиелита, по нашим данным [38], в 64 % является *Staphylococcus aureus*, в 18 % – *Staphylococcus epidermidis*, в 9 % – *Enterococcus spp.* и в 9 % случаев микробная ассоциация. Сопоставимые данные отмечаются и в других исследованиях, где *S. aureus* прочно удерживает первое место [21, 39]. Существенным фактором является микробиологическая диагностика анаэробной флоры [17].

Лечение поверхностной формы ИМВЧЭ заключается, в первую очередь, в проверке стабильности и целостности элементов, увеличении числа перевязок (ежедневно), приёме антибиотиков, коррекции сопутствующих нарушений [40]. При поздних формах инфекции показано также перифокальное введение антибиотиков направленного действия, улучшение фиксации (в случае аппарата Илизарова – равномерное натяжение спиц с использованием спиценатягивателей). Если в течение 3–4 дней воспаление не купируется, то необходимо удалить спицу со стороны большего инфицирования, в дальнейшем, после стихания воспаления, по показаниям проводится и закрепляется новая спица [4].

Глубокие формы ИМВЧЭ, спинового остеомиелита требуют оперативного лечения, заключающегося в санации очага с местной и/или системной антибактериальной терапией. В большинстве случаев результаты лечения хорошие. При распространённых формах может потребоваться резекция кости, также необходимо учитывать большую потерю костной массы после секвестрнекрэктомии, которая может привести к патологическому перелому [8]. Известны случаи ампутации сегмента и регистрации сепсиса, причиной которого был спицевой остеомиелит [4, 17].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ отечественной и зарубежной литературы показал, что инфекционно-воспалительные процессы около элементов аппарата внешней фиксации остаются частым и распространённым явлением, которое может оказать отрицательное влияние на лечение основного заболевания и спровоцировать местные и системные осложнения. Соблюдение всех правил и технических особенностей метода чрескостного осте-

осинтеза способны свести эти осложнения к минимуму. Не сформулированы единые общепринятые критерии диагностики, профилактики и методов лечения данной патологии, что должно быть мотивацией к её дальнейшему изучению. Проведение многоцентровых клинических исследований с тщательно спланированным дизайном являются перспективными для решения проблемы воспаления около чрескостных элементов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Guidance on pin site care / A. Timms, M. Vincent, J. Santy-Tomlinson, K. Hertz. London, UK: Royal College of Nursing, 2011.
2. Lethaby A., Temple J., Santy-Tomlinson J. Pin site care for preventing infections associated with external bone fixators and pins // Cochrane Database Syst. Rev. 2013. No 12. P. CD004551. DOI: 10.1002/14651858.CD004551.pub3.
3. Kazmers N.H., Fragomen A.T., Rozbruch S.R. Prevention of pin site infection in external fixation: a review of the literature // Strategies Trauma Limb Reconstr. 2016. Vol. 11, No 2. P. 75-85. DOI: 10.1007/s11751-016-0256-4.
4. Девятков А.А. Чрескостный остеосинтез. Кишинев : Штиинца, 1990. 315 с.
5. История развития и современное состояние проблемы лечения травм конечностей методом чрескостного остеосинтеза (обзор литературы) / Н.В. Тюляев, Т.Н. Воронцова, Л.Н. Соломин, П.В. Скоморошко // Травматология и ортопедия России. 2011. № 2. С. 179-190. DOI: 10.21823/2311-2905-2011-0-2-179-190.
6. Гохаева А.Н., Неретин А.С., Климов О.В. Ошибки и осложнения при лечении пациентов с hallux valgus методом чрескостного остеосинтеза // Гений ортопедии. 2009. № 1. С. 75-79.
7. Ли А.Д., Баширов Р.С. Руководство по чрескостному компрессионно-дистракционному остеосинтезу. Томск : Красное Знамя, 2002. 307 с.
8. Хирургическое лечение остеомиелита / Г.Д. Никитин, А.В. Рак, С.А. Линник, Г.П. Салдун, А.Г. Кравцов, И.А. Агафонов, Р.З. Фахрутдинов, В.В. Хаймин. СПб. : Рус. графика, 2000. 288 с.
9. Тишков Н.В., Данилов Д.Г., Очиров И.А. Гнойные осложнения при лечении переломов костей нижних конечностей методом чрескостного остеосинтеза : [материалы] 2-го съезда хирургов Сибири и Дальнего Востока // Acta Biomedica Scientifica. 2007. № 4 (56), Приложение. С. 175-176.
10. Крючков Р.А., Кунафин М.С., Хунафин С.Н. Остеомиелит после остеосинтеза с применением металлоконструкций у больных с закрытыми переломами трубчатых костей // Креативная хирургия и онкология. 2013. № 4. С. 62-64.
11. Губин А.В., Ключин Н.М. Проблемы организации лечения больных хроническим остеомиелитом и пути их решения на примере создания клиники гнойной остеологии // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 2. С. 140-148. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-2-140-148.
12. Структура ошибок и осложнений при удлинении голени у больных ахондроплазией / А.В. Попков, А.М. Аранович, Е.В. Диндиберя, О.В. Климов, А.А. Шукин // Гений ортопедии. 2002. № 4. С. 38-40.
13. Основы чрескостного остеосинтеза : [в 3 т.] / под ред. Л.Н. Соломина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Бином, 2015. Т. 3. 560 с.

14. Golyakhovsky V., Frankel V. Operative Manual of Ilizarov Techniques. Saint Louis: Mosby-Yearbook, Inc., 1993. P. 146-148.
15. Ошибки, осложнения и меры их профилактики при лечении детей школьного возраста с врожденной рецидивирующей косолапостью методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову / С.С. Леончук, Г.П. Иванов, А.С. Неретин, И.И. Мартель, В.А. Шестаков // Травматология и ортопедия России. 2012. № 3. С. 95-99. DOI: 10.21823/2311-2905-2012-3-95-99.
16. Лебедев А.А. Осложнения при внеочаговой компрессии и дистракции по поводу несращения большеберцовой кости // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1975. № 10. С. 105-110.
17. Фузайлов В.Ю. Гнойно-воспалительные осложнения чрескостного остеосинтеза аппаратами внешней фиксации. Спицевые остеомиелиты : автореф. дис. ... канд. мед. наук. М., 1991. 17 с.
18. Причины развития послеоперационного остеомиелита / С.А. Линник, А.Н. Ткаченко, Г.Э. Квиникадзе, Е.М. Фадеев, И.О. Кучеев, Х.Э. Уль, В.Г. Радых, Д.Ш. Мансуров // Медицинская помощь при травмах: новое в организации и технологиях : [тез. докл.] 2-го Всерос. конгр. по травматологии с междунар. участием. СПб., 2017. С. 51.
19. Наиболее распространенные осложнения чрескостного остеосинтеза в работе травматологов ГКБ № 3 г. Иркутска в 2002-2007 гг. / В.Г. Виноградов, Е.А. Халиман, Б.В. Ивлев, Н.В. Рютина, А.М. Очиров, Д.Г. Ангарский // Бюллетень ВЧНЦ СО РАМН. 2011. № 3 (79), ч. 2. С. 12-15.
20. Rates of pin site infection during distraction osteogenesis based on monthly observations: a pilot study / A. Saw, Y.P. Chua, G. Hossain, S. Sengupta // J. Orthop. Surg. (Hong Kong). 2012. Vol. 20, No 2. P. 181-184. DOI: 10.1177/230949901202000209.
21. Pin-tract infection during limb lengthening using external fixation / V. Antoci, C.M. Ono, V. Antoci Jr., E.M. Raney // Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ). 2008. Vol. 37, No 9. P. E150-154.
22. The management of pin-care in external fixation technique: povidone-iodine versus sodium hypochlorite 0.05 % (Amukina-med®) medications / M. Bisaccia, M. Manni, G. Colletuori, G. Falzarano // EuroMediterranean Biomedical Journal. 2016. Vol. 11, No 10. P. 81-87. DOI: 10.1007/s11751-016-0256-4.
23. Фузайлов В.Ю., Махсон Н.Е., Тилляков Б.Т. Воспалительные процессы в параспицевых мягких тканях и спицевой остеомиелит // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. 1990. № 7. С. 128-131.
24. Никитин Г.Д., Линник С.А. Гнойные осложнения при чрескостном остеосинтезе, их профилактика и лечение // Аппараты и методы внешней фиксации в травматологии и ортопедии : материалы 2 Международного семинара по усовершенствованию аппаратов внешней фиксации : в 3 т. Рига, 1985. Т. 2. С. 186-189.
25. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique // Clin Orthop. Relat. Res. 1990. No 250. P. 81-104.
26. Checketts R.G., MacEachern A.G., Otterburn M. Pin tract infection: definition, incidence and prevention // International Journal of Orthopaedic Trauma (supplement). 1993. Vol. 3, No Suppl. 3. P. 16-18.
27. Patterson M.M. Multicentre pin care study // Orthop. Nurs. 2005. Vol. 24, No 5. P. 349-360.
28. Diluted povidone-iodine versus saline for dressing metal-skin interfaces in external fixation / C.K. Chan, A. Saw, M.K. Kwan, R. Karina // J. Orthop. Surg. (Hong Kong). 2009. Vol. 17, No 1. P. 19-22. DOI: 10.1177/230949900901700105.
29. Calm, irritated or infected? The experience of the inflammatory states and symptoms of pin site infection and irritation during external fixation: a grounded theory study / J. Santy-Tomlinson, M. Vincent, N. Glossop, J. Jomeen, P. Pearcey // J. Clin. Nurs. 2011. Vol. 20, No 21-22. P. 3163-3173. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2011.03805.x.
30. Основы чрескостного остеосинтеза : [в 3 т.] / под ред. Л.Н. Соломина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Бином, 2014. Т. 1. 328 с.
31. Ilizarov G.A. Transosseous Osteosynthesis: Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. 800 p.
32. Davies R., Holt N., Nayagam S. The care of pin sites with external fixation // J. Bone Joint Surg. Br. 2005. Vol. 87, No 5. P. 716-719. DOI:10.1302/0301-620X.87B5.15623.
33. Оптимизация атраматичности спиц для чрескостного остеосинтеза / А.Д. Тересов, А.В. Штейнле, Н.Н. Коваль, О.В. Попенов, И.М. Скурихин // Бюллетень ВЧНЦ СО РАМН. 2010. № 5 (75). С. 202-204.
34. Long-term bactericidal properties of a gentamicin-coated antimicrobial external fixation pin sleeve / J.S. Marotta, K.J. Coupe, R. Milner, K.E. Heseltine // J. Bone Joint Surg. Am. 2003. Vol. 85-A, No Suppl. 4. P. 129-131.
35. Ilizarov fixator pin site care: the role of crusts in the prevention of infection / S. Britten, A. Ghoo, B. Duffield, P.V. Giannoudis // Injury. 2013. Vol. 44, No 10. P. 1275-1278. DOI: 10.1016/j.injury.2013.07.001.
36. Lobst C.A. Pin-track infection: past, present and future // Journal of Limb Lengthening and Reconstruction. 2017. Vol. 3, No 2. P. 78-84. DOI: 10.4103/jllr.jllr_17_17.
37. Lee C.K., Chua Y.P., Saw A. Antimicrobial gauze as a dressing reduces pin site infection: a randomized controlled trial // Clin. Orthop. Relat. Res. 2012. Vol. 470, No 2. P. 610-615. DOI: 10.1007/s11999-011-1990-z.
38. Ключин Н.М., Науменко З.С., Бунашов С.И. Микробиологический анализ послеоперационного остеомиелита большеберцовой кости // Илизаровские чтения : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием : эл. опт. диск. Курган, 2015. С. 41-42. [Прил. к журн. Гений ортопедии. 2015. № 2.].
39. Factors in pin tract infections / J. Mahan, D. Seligson, S.L. Henry, J. Hynes, J. Dobbins // Orthopedics. 1991. Vol. 14, No 3. P. 305-308.
40. W-Dahl A., Toksvig-Larsen S. Pin site care in external fixation sodium chloride or chlorhexidine solution as a cleansing agent // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2004. Vol. 124, No 8. P. 555-558.

REFERENCES

1. Timms A., Vincent M., Santy-Tomlinson J., Hertz K. *Guidance on pin site care*. London, UK, Royal College of Nursing, 2011.
2. Lethaby A., Temple J., Santy-Tomlinson J. Pin site care for preventing infections associated with external bone fixators and pins. *Cochrane Database Syst. Rev.*, 2013, no. 12, pp. CD004551. DOI: 10.1002/14651858.CD004551.pub3.
3. Kazmers N.H., Fragomen A.T., Rozbruch S.R. Prevention of pin site infection in external fixation: a review of the literature. *Strategies Trauma Limb Reconstr.*, 2016, vol. 11, no. 2, pp. 75-85. DOI: 10.1007/s11751-016-0256-4.
4. Deviatov A.A. *Chreskostnyi osteosintez* [Transosseous osteosynthesis]. Kishinev, Shtiintsa, 1990, 315 p. (in Russian)
5. Tiuliaev N.V., Vorontsova T.N., Solomin L.N., Skomoroshko P.V. Istoriia razvitiia i sovremennoe sostoianie problemy lecheniia travm konechnosti metodom chreskostnogo osteosinteza (obzor literatury) [History of development and current state of the problem of treating limb injuries by transosseous osteosynthesis method (review of the literature)]. *Travmatologiya i Ortopediia Rossii*, 2011, no. 2, pp. 179-190. (in Russian) DOI: 10.21823/2311-2905-2011-0-2-179-190.
6. Gokhayeva A.N., Neretin A.S., Klimov O.V. Oshibki i oslozhneniia pri lechenii patsientov s hallux valgus metodom chreskostnogo osteosinteza [Errors and complications in treatment of patients with hallux valgus by transosseous osteosynthesis method]. *Genij Ortopedii*, 2009, no. 1, pp. 75-79. (in Russian)
7. Li A.D., Bashirov R.S. *Rukovodstvo po chreskostnomu kompressionno-distraktsionnomu osteosintezu* [Guide to transosseous compression-distraction osteosynthesis]. Tomsk, Krasnoe Znamia, 2002, 307 p. (in Russian)
8. Nikitin G.D., Rak A.V., Linnik S.A., Saldun G.P., Kravtsov A.G., Agafonov I.A., Fakhrutdinov R.Z., Khaimin V.V. *Khirurgicheskoe lechenie osteomielita* [Surgical treatment of osteomyelitis]. SPb., Rus. Grafika, 2000, 288 p. (in Russian)
9. Tishkov N.V., Danilov D.G., Ochirov I.A. Gnoinye oslozhneniia pri lechenii perelomov kostei nizhnikh konechnosti metodom chreskostnogo osteosinteza. Materialy 2-go Sezda Khirurgov Sibiri i Dalnego Vostoka [Purulent complications when treating the lower limb bone fractures by transosseous osteosynthesis method. Proc. 2-nd Congress of Surgeons of Siberia and the Far East]. *Acta Biomedica Scientifica*, 2007, no. 4 (56), Supplement, pp. 175-176. (in Russian)
10. Kriuchkov R.A., Kunafin M.S., Khunafin S.N. Osteomielit posle osteosinteza s primeneniem metallokonstruktsii u bolnykh s zakrytymi perelomami trubchatykh kostei [Osteomyelitis after osteosynthesis using metal structures in patients with closed fractures of tubular bones]. *Kreativnaia Khirurgiia i Onkologiya*, 2013, no. 4, pp. 62-64. (in Russian)
11. Gubin A.V., Kliushin N.M. Problemy organizatsii lecheniya bolnykh khronicheskimi osteomielitom i puti ikh resheniya na primere sozdaniya kliniki gnoynoy osteologii. *Genij ortopedii*. 2019. T. 25. no 2. pp. 140-148. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-2-140-148.

12. Popkov A.V., Aranovich A.M., Dindiberia E.V., Klimov O.V., Shchoukin A.A. Struktura oshibok i oslozhnenii pri udlinenii goleni u bolnykh akhondroplaziei [Scheme of errors and complications during leg lengthening in patients with achondroplasia]. *Genij Ortopedii*, 2002, no. 4, pp. 38-40. (in Russian)
13. Solomin L.N., ed. *Osnovy chreskostnogo osteosinteza*. V 3 t. [Basics of transosseous osteosynthesis. In 3 Vol.]. 2-nd Ed. M., Binom, 2015, vol. 3, 560 p.
14. Golyakovsky V., Frankel V. *Operative Manual of Ilizarov Techniques*. Saint Louis, Mosby-Yearbook, Inc., 1993, pp. 146-148.
15. Leonchuk S.S., Ivanov G.P., Neretin A.S., Martel' I.I., Shestakov V.A. Oshibki, oslozhneniia i mery ikh profilaktiki pri lechenii detei shkol'nogo vozrasta s vrozhdennoi retsdiviruiushchei kosolaposti metodom chreskostnogo osteosinteza po Ilizarovu [Errors, complications, and measures of their prevention in treatment of school children with recurrent congenital club-foot by the transosseous osteosynthesis method according to Ilizarov]. *Travmatologiya i Ortopediya Rossii*, 2012, no. 3, pp. 95-99. (in Russian) DOI: 10.21823/2311-2905-2012-3-95-99.
16. Lebedev A.A. Oslozhneniia pri vneochagovoi kompressii i distraktsii po povodu nesrashchenii bolshebertsovoi kosti [Complications in extrafocal compression and distraction for tibial non-unions]. *Vestnik Khirurgii im. I.I. Grekova*, 1975, no. 10, pp. 105-110. (in Russian)
17. Fuzailov V.Iu. *Gnoino-vospalitelnye oslozhneniia chreskostnogo osteosinteza apparatami vneshnei fiksatsii. Spitsevyie osteomielity*. Avtoref. diss. kand. med. nauk [Purulent-inflammatory complications of transosseous osteosynthesis using external fixators. Wire osteomyelites]. Synopsis Cand. med. sci. diss.]. Moscow, 1991, 17 p. (in Russian)
18. Linnik S.A., Tkachenko A.N., Kvinikadze G.E., Fadeev E.M., Kucheev I.O., Ul Kh.E., Radysh V.G., Mansurov D.Sh. Prichiny razvitiia posleoperatsionnogo osteomielita [Causes of postoperative osteomyelitis development]. *Trudy 2-go Vseros. Kongr. po travmatologii s mezhdunar. uchastiem "Meditsinskaya pomoshch pri travmakh: novoe v organizatsii i tekhnologiyakh"* [Proc. 2nd All-Russian Congress on Traumatology with international participation "Medical Care for Injuries: new in organization and technologies"]. SPb., 2017, pp. 51. (in Russian)
19. Vinogradov V.G., Khaliman E.A., Ivlev B.V., Riutina N.V., Ochirov A.M., Angarskii D.G. Naibolee rasprostranennyye oslozhneniia chreskostnogo osteosinteza v rabote travmotdelenii GKB № 3 g. Irkutsk v 2002-2007 gg. [The most common complications of transosseous osteosynthesis in the work of Trauma Departments of City Clinical Hospital No 3 of the city of Irkutsk in 2002-2007]. *Biulleten VSNtS SO RAMN*. 2011, no. 3 (79), p. 2, pp. 12-15. (in Russian)
20. Saw A., Chua Y.P., Hossain G., Sengupta S. Rates of pin site infection during distraction osteogenesis based on monthly observations: a pilot study. *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*. 2012, vol. 20, no. 2, pp. 181-184. DOI: 10.1177/230949901202000209.
21. Antoci V., Ono C.M., Antoci V. Jr., Raney E.M. Pin-tract infection during limb lengthening using external fixation. *Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ)*, 2008, vol. 37, no. 9, pp. E150-154.
22. Bisaccia M., Manni M., Colleluori G., Falzarano G. The management of pin-care in external fixation technique: povidone-iodine versus sodium hypochlorite 0.05 % (Amukina-med®) medications. *EuroMediterranean Biomedical Journal*, 2016, vol. 11, no. 10, pp. 81-87. DOI: 10.1007/s11751-016-0256-4.
23. Fuzailov V.Iu., Makhson N.E., Tiliakov B.T. Vospalitelnye protsessy v paraspitsevykh miagkikh tkaniakh i spitsevoi osteomielit [Inflammatory processes in para-wire soft tissues, and wire osteomyelitis]. *Khirurgiya. Zhurnal im. N.I. Pirogova*. 1990, no. 7, pp. 128-131. (in Russian)
24. Nikitin G.D., Linnik S.A. Gnoinye oslozhneniia pri chreskostnom osteosinteze, ikh profilaktika i lechenie [Purulent complications in transosseous osteosynthesis, their prevention and treatment]. *Materialy 2 mezhdunarodnogo seminar po usovershenstvovaniyu apparatov vneshnei fiksatsii "Apparaty i metody vneshnei fiksatsii v travmatologii i ortopedii"* v 3 t. [Materials of the 2nd International Workshop on improving external fixators "Devices and Methods of External Fixation in Traumatology and Orthopaedics" in 3 vol.]. Riga, 1985, vol. 2, pp. 186-189. (in Russian)
25. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop. Relat. Res.*, 1990, no. 250, pp. 81-104.
26. Checketts R.G., MacEachern A.G., Otterburn M. Pin tract infection: definition, incidence and prevention. *International Journal of Orthopaedic Trauma* (supplement), 1993, vol. 3, no. Suppl. 3, pp. 16-18.
27. Patterson M.M. Multicentre pin care study. *Orthop. Nurs.*, 2005, vol. 24, no. 5, pp. 349-360.
28. Chan C.K., Saw A., Kwan M.K., Karina R. Diluted povidone-iodine versus saline for dressing metal-skin interfaces in external fixation. *J. Orthop. Surg. (Hong Kong)*, 2009, vol. 17, no. 1, pp. 19-22. DOI: 10.1177/230949900901700105.
29. Santy-Tomlinson J., Vincent M., Glossop N., Jomeen J., Pearcey P. Calm, irritated or infected? The experience of the inflammatory states and symptoms of pin site infection and irritation during external fixation: a grounded theory study. *J. Clin. Nurs.*, 2011, vol. 20, no. 21-22, pp. 3163-3173. DOI: 10.1111/j.1365-2702.2011.03805.x.
30. Solomin L.N., ed. *Osnovy chreskostnogo osteosinteza*. V 3 t. [Basics of transosseous osteosynthesis. In 3 Vol.]. 2-nd Ed. M., Binom, 2014, vol. 1, 328 p.
31. Ilizarov G.A. *Transosseous Osteosynthesis: Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue*. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. 800 p.
32. Davies R., Holt N., Nayagam S. The care of pin sites with external fixation. *J. Bone Joint Surg. Br.*, 2005, vol. 87, no. 5, pp. 716-719. DOI:10.1302/0301-620X.87B5.15623.
33. Teresov A.D., Shteinle A.V., Koval N.N., Popenov O.V., Skurikhin I.M. Optimizatsiia atravmatichnosti spits dlia chreskostnogo osteosinteza [Optimization of atraumaticity of the wires for transosseous osteosynthesis]. *Biulleten VSNtS SO RAMN*, 2010, no. 5 (75), pp. 202-204. (in Russian)
34. Marotta J.S., Coupe K.J., Milner R., Heseltine K.E. Long-term bactericidal properties of a gentamicin-coated antimicrobial external fixation pin sleeve. *J. Bone Joint Surg. Am.*, 2003, vol. 85-A, no. Suppl. 4, pp. 129-131.
35. Britten S., Ghooz A., Duffield B., Giannoudis P.V. Ilizarov fixator pin site care: the role of crusts in the prevention of infection. *Injury*, 2013, vol. 44, no. 10, pp. 1275-1278. DOI: 10.1016/j.injury.2013.07.001.
36. Lobst C.A. Pin-track infection: past, present and future. *Journal of Limb Lengthening and Reconstruction*, 2017, vol. 3, no. 2, pp. 78-84. DOI: 10.4103/jllr.jllr.17.17.
37. Lee C.K., Chua Y.P., Saw A. Antimicrobial gauze as a dressing reduces pin site infection: a randomized controlled trial. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, 2012, vol. 470, no. 2, pp. 610-615. DOI: 10.1007/s11999-011-1990-z.
38. Kliushin N.M., Naumenko Z.S., Burnashov S.I. Mikrobiologicheskii analiz posleoperatsionnogo osteomielita bolshebertsovoi kosti [Microbiological analysis of postoperative tibial osteomyelitis]. *Materialy Nauch.-Prakt. Konf. s mezhdunar. uchastiem "Ilizarovskie chteniia"* [Proc. Scientific-Practical Conference with international participation "Ilizarov Readings"]. Kurgan, 2015, pp. 41-42. (Disk. Annex to "Genij Ortopedii" Journal, 2015, no. 2). (in Russian)
39. Mahan J., Seligson D., Henry S.L., Hynes P., Dobbins J. Factors in pin tract infections. *Orthopedics*, 1991, vol. 14, no. 3, pp. 305-308.
40. W-Dahl A., Toksvig-Larsen S. Pin site care in external fixation sodium chloride or chlorhexidine solution as a cleansing agent. *Arch. Orthop. Trauma Surg.*, 2004, vol. 124, no. 8, pp. 555-558.

Рукопись поступила 05.04.2019

Сведения об авторах:

1. Гаюк Вячеслав Дмитриевич,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия,
Email: gayuk66@yandex.ru
2. Ключин Николай Михайлович, д. м. н.,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия,
Email: klyushin_nikolay@mail.ru
3. Бурнашов Сергей Иванович,
ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава
России, г. Курган, Россия

Information about the authors:

1. Viacheslav D. Gayuk, M.D.,
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russia,
Email: gayuk66@yandex.ru
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 I. Burnashov, M.D.,
Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and
Orthopaedics, Kurgan, Russia