

## КЛИНИЧЕСКИЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНТРАМЕДУЛЛЯРНЫХ СПИЦ С БИОАКТИВНЫМ ПОКРЫТИЕМ В ЛЕЧЕНИИ ПЕРЕЛОМОВ ДЛИННЫХ ТРУБЧАТЫХ КОСТЕЙ

А.В. Попков, Д.А. Попков, К.В. Трофимов, А.И. Никифоров, А.А. Исупов

*Межрегиональный ортопедический центр,  
ФГБУЗ "Клиническая больница №81" ФМБА России, г. Северск*

Статья посвящена новому методу лечения переломов костей верхних и нижних конечностей, основанном на стимуляции остеогенеза интрамедуллярными имплантатами с биоактивным покрытием органическим гидроксипатитом (ГА). Метод сокращает сроки консолидации диафизарных переломов в 2-4 раза. Описывается технология остеосинтеза и динамика костеобразования в зоне перелома и вокруг имплантата.

*Ключевые слова:* травма, регенерация, остеоиндукция.

### THE EXPERIENCE OF USE THE BIOACTIVE COATED INTRAMEDULLARY FLEXIBLE NAILING IN TREATMENT OF LONG BONE FRACTURE

Popkov A.V., Popkov D.A., Trofimov K.V., Nikiforov A.I., Isupov A.A.

The study concerns a new method of treatment of bone fractures of upper and lower limbs based on osteogenesis stimulation by intramedullary implants with bioactive organic hydroxyapatite (HA). The method decreases consolidation period of diaphyseal fractures to 2-4 times. A technology of osteosynthesis and bone formation dynamics at the fracture zone and around the implant is described.

*Key words:* trauma, regeneration, osteoinduction.

Проблема совершенствования медицинской помощи больным с повреждениями опорно-двигательной системы с каждым годом приобретает все большее значение в связи с ростом числа пострадавших и увеличением уровня инвалидности от травм у лиц трудоспособного возраста и детей. Достаточно сказать, что в Российской Федерации ежегодно регистрируется более 20 млн травм и заболеваний костно-мышечной системы. Уровень травматизма в России достиг 88,5 случаев на 1000 населения, а инвалидизация после травм повысилась с 46,7 до 56,9%. При этом полная реабилитация инвалидов понизилась с 20,9 до 15,4% [1].

Среди инвалидов от травм доминирующее положение занимают травмы бедра и голени, констатируя тем самым определенную несостоятельность существующих методов лечения и реабилитации пострадавших, которые, к сожалению, не гарантируют положительного ис-

хода. Отечественная травматология в свое время разработала целый ряд эффективных методов чрескостного и внутрикостного остеосинтеза, однако реальные сроки лечения пациентов продолжают оставаться значительными, а уровень инвалидизации после травм продолжает расти во всех регионах страны, о чем свидетельствуют материалы VIII и IX съездов травматологов-ортопедов России.

Неудивительно, что современная история развития травматологии и ортопедии находится в постоянном поиске оптимальных условий для регенерации поврежденной костной ткани, способов лечения, направленных на стимуляцию репаративного остеогенеза и сокращение сроков остеосинтеза. Появление новых технологий, основанных на применении биоактивных интрамедуллярных имплантатов, призвано не только гарантировать положительный результат лечения переломов длинных трубча-

тых костей, но и осуществить это в очень короткие сроки [2].

Данная работа написана с целью поделиться клиническими наблюдениями при использовании интрамедуллярных спиц с биоактивным покрытием в лечении больных с диафизарными переломами длинных костей конечностей.

Методом чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова с интрамедуллярным армированием спицами с биоактивным покрытием гидроксиапатита (ГА) было пролечено 117 пациентов с переломами длинных трубчатых костей верхних и нижних конечностей в возрасте от 6 до 72 лет: 10 человек с переломом плеча, 5 – с переломом бедра, 4 пациента – с переломами костей предплечья, 98 пациентов – с переломами костей голени. Большинство пострадавших лечились в травматологическом отделении РНЦ "ВТО" им. академика Г.А. Илизарова (г. Курган), где в то время работали авторы данной технологии. Всем пострадавшим осуществлен чрескостный остеосинтез аппаратом Илизарова и дополнительно интрамедуллярное армирование титановыми спицами толщиной 1,8 мм, покрытыми ГА по специальной технологии [3, 4].

**Принципы интрамедуллярного остеосинтеза.** Операция проводится, как правило, при скелетном вытяжении поврежденной конечности. В ближайшем к перелому кости метафизе с помощью специальной фрезы диаметром 5 мм или шила диаметром 3-4 мм в кортикальном слое кости формируют сообщающиеся с костно-мозговым каналом наклонные отверстия.

Через эти отверстия проводят две дугообразно изогнутые спицы с биоактивным ГА покрытием. Длина спиц должна соответствовать длине костно-мозгового канала, а вершина дуги спиц расположена на уровне перелома.

После того как спица прошла в канал на заданную величину, избыток длины спицы скручивается, а ее конец загибают и погружают под фасцию сегмента конечности (конец спицы можно защитить пластиковым грибовидным ограничителем). Этот грибовидный ограничитель занимает место в наклонном отверстии (рис.1), сформированном в кортикальном слое кости.

После введения интрамедуллярных спиц мягкие ткани зашивают наглухо и осуществляют чрескостный остеосинтез укороченного сегмента конечности аппаратом Илизарова в той комплектации, которая соответствует поставленной перед хирургом задаче. Окончательная

репозиция отломков в аппарате Илизарова проходит по технологии неоднократно описанной в методических рекомендациях сотрудниками РНЦ "ВТО" им. академика Г.А. Илизарова и утвержденной МЗиСР РФ. Наличие в костно-мозговом канале спиц с биоактивным покрытием не мешает проведению спиц аппарата Илизарова через поперечник кости и репозиции отломков.

Рентгенологический контроль процесса репаративной регенерации в зоне перелома осуществляли через 2-3 недели после операции, а затем ежемесячно с помощью стандартной рентгенаппаратуры, например, рентгенаппарат Flexavision фирмы Shimadzu, а после демонтажа аппарата Илизарова и удаления интрамедуллярных спиц, через 6-12 месяцев, на мультиспиральном компьютерном томографе Light Speed VCT GE (МСКТ). Исследование проводили в положении больного лежа на спине в режиме спирального сканирования с шагом томографирования 1 мм и минимальной толщиной среза 0,7 мм. Протокол исследования Extremity (knee). Зона интереса определялась по обзорной томограмме. На полученных изображениях в интерактивном режиме выделяли область, в которой автоматически высчитывалась площадь (см<sup>2</sup>) и плотность области интереса в единицах Хаунсфилда (HU).

### Результаты

Лечение всех пациентов завершилось с благоприятным исходом – наступила консолидация костных отломков без каких-либо деформаций и функциональных ограничений. Срок чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова составил в среднем  $1,7 \pm 0,5$  месяца и колебался от 17 дней до 3 месяцев. Такой разброс в сроках лечения объясняется во многом субъективными причинами: освоение новой технологии потребовало определенной организационной работы, все пациенты лечились амбулаторно и не всегда могли явиться на прием в назначенное время для снятия аппарата Илизарова, лечение пострадавших пожилого и старческого

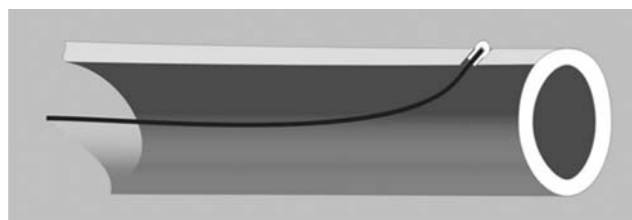


Рис. 1. Схема фиксации спицы в костном канале с помощью пластикового ограничителя.

возраста, когда многооскольчатый перелом кости произошел на фоне выраженного остеопороза, потребовало несколько увеличить длительность остеосинтеза, однако это позволило отказаться от дополнительной иммобилизации конечности после снятия аппарата Илизарова.

Рентгенологические проявления процесса репаративной регенерации костной ткани мы начинали замечать через 3 недели после операции в виде незначительной по объему нежной облаковидной тени, расположенной в диастазе между отломками (высота диастаза не превышала 1 мм) либо периостально на уровне перелома. Наличие подобной тени костного регенерата является показанием для возможного прекращения чрескостного остеосинтеза и демонтажа аппарата Илизарова. В этом случае мы рекомендуем осуществить дополнительную иммобилизацию поврежденного сегмента конечности функциональным ортезом, который не ограничивает движения в смежных суставах. Следует заметить, что после открытой репозиции и интрамедуллярного остеосинтеза спицами отмечается более выраженная тень костного регенерата в виде плотной облаковидной тени, сливающейся с выраженной периостальной реакцией выше и ниже перелома на протяжении нескольких сантиметров.

Через 1-1,5 месяца остеосинтеза отмечена достаточно плотная тень костного регенерата, заполняющая все пространство между костными отломками, но оптическая плотность этого регенерата еще уступает оптической плотности прилегающих фрагментов кости, границы костных фрагментов четкие, ровные, без признаков резорбции. Как правило, именно в это время аппарат Илизарова демонтировали у большинства пациентов.

Через 2 месяца фиксации границы костных фрагментов теряют четкость линий, становятся размытыми и начинают сливаться в единый конгломерат с костным регенератом в диастазе и вокруг костных фрагментов. Плотность костного регенерата приближается к оптической плотности прилежащих участков костных фрагментов.

Через 3 месяца на рентгенограмме видна отчетливая картина эндостального костеобразования, распространяющаяся по костно-мозговому каналу выше и ниже линии перелома на 1-1,5 см. Клинически в это время больной обычно ходит с полной нагрузкой на травмированную ногу, какой-либо патологической подвижности

в зоне перелома и болей нет. Вокруг интрамедуллярной спицы выше и ниже перелома отчетливо видны тени костного «футляра». Движения в смежных суставах не ограничены.

Через 6 месяцев после травмы на месте бывшего перелома отчетливо заметны процессы ремоделирования вновь образованной кости – сформированы плотные кортикальные пластинки, восстанавливается непрерывность костно-мозгового канала. Оптическая плотность кости вблизи перелома значительно выше участков кости, расположенных в отдалении от места перелома. Как правило, мы не видели признаков остеопороза, а там, где они наблюдались до травмы, отмечается нарастание общей минерализации кости поврежденного сегмента: увеличивается оптическая плотность кости, увеличивается толщина кортикальной пластинки и соответственно уменьшается диаметр костно-мозгового канала. На месте интрамедуллярных спиц на всем протяжении видны плотные тени костного «футляра».

Первый клинический пример (рис. 2). Пациентка Ш., 77 лет. Диагноз: закрытый винтообразный перелом диафиза плечевой кости, остеопороз. Произведена закрытая репозиция отломков и остеосинтез плеча аппаратом Илизарова, интрамедуллярное армирование спицами с ГА покрытием. Лечение проходило в амбулаторных условиях. Период фиксации аппаратом Илизарова



Рис. 2. Пациентка Ш., 77 лет. Рентгенограммы плеча: а, б – до операции.

– 1,5 месяца, а через 3 месяца после операции были удалены интрамедуллярные спицы: насту-

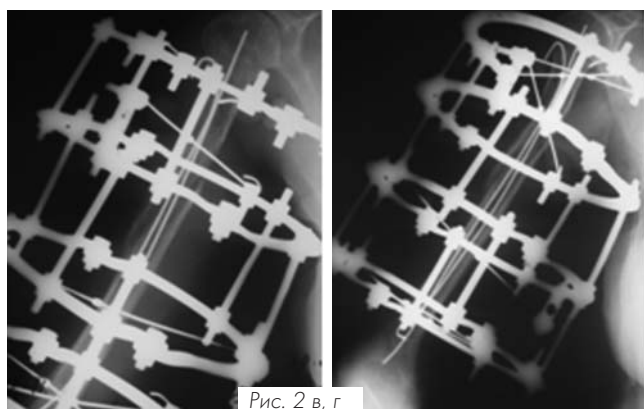


Рис. 2 в, г

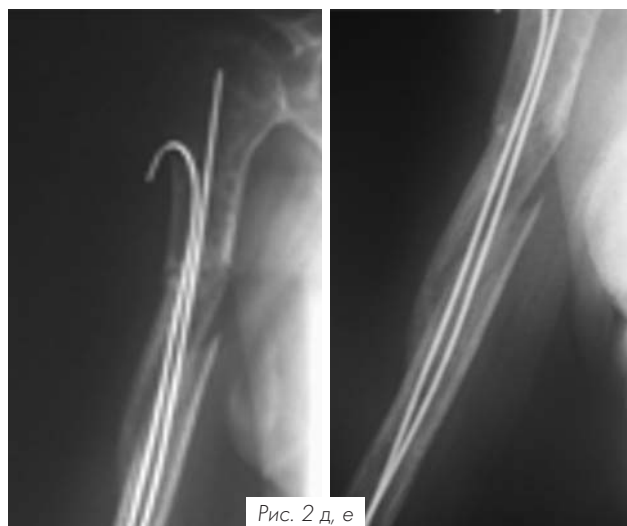


Рис. 2 д, е

пила консолидация и полностью восстановилась функция поврежденной конечности.



Рис. 2 ж



Рис. 2 з, и



Рис. 2. Пациентка Ш., 77 лет.  
Рентгенограммы плеча:  
в, г – в процессе остеосинтеза аппаратом Илизарова;  
д, е – через 6 недель после операции аппарат смонтирован,  
ж – через 3 мес. после операции.  
Фотография пациентки Ш. отражает полное функциональное восстановление после травмы (з, и).

Второй клинический пример (Рис. 3-5). Больная К., 7 лет. Диагноз: закрытый «бамперный» перелом диафиза бедренной кости с полным смещением отломков.

Наличие интерпозиции мягких тканей стало показанием для открытого остеосинтеза облегченным аппаратом Илизарова с интрамедуллярным армированием спицами с биоактивным ГА покрытием. Первые признаки репаративной регенерации кости на рентгенограммах бедра появились через 3 недели и на 25 день фиксации аппарат Илизарова был демонтирован. Через 1,5 месяца девочка уже

приступила к регулярным тренировкам художественной гимнастики.

Через 6 месяцев интрамедуллярные спицы были удалены. При томографическом исследовании определяется полное сращение костных фрагментов (Рис. 6а). На уровне перелома плотность сформированного регенерата практически соответствует плотности кортикальной пластинки бедра (1351 НУ или 85 % от плотности кортикальной пластинки здорового бедра). Толщина кортикальной пластинки значительно больше, чем на здоровом бедре на том же уровне (6,2 мм против 4 мм).



Рис. 3а. Рентгенограммы бедра пациентки К., 7 лет до операции

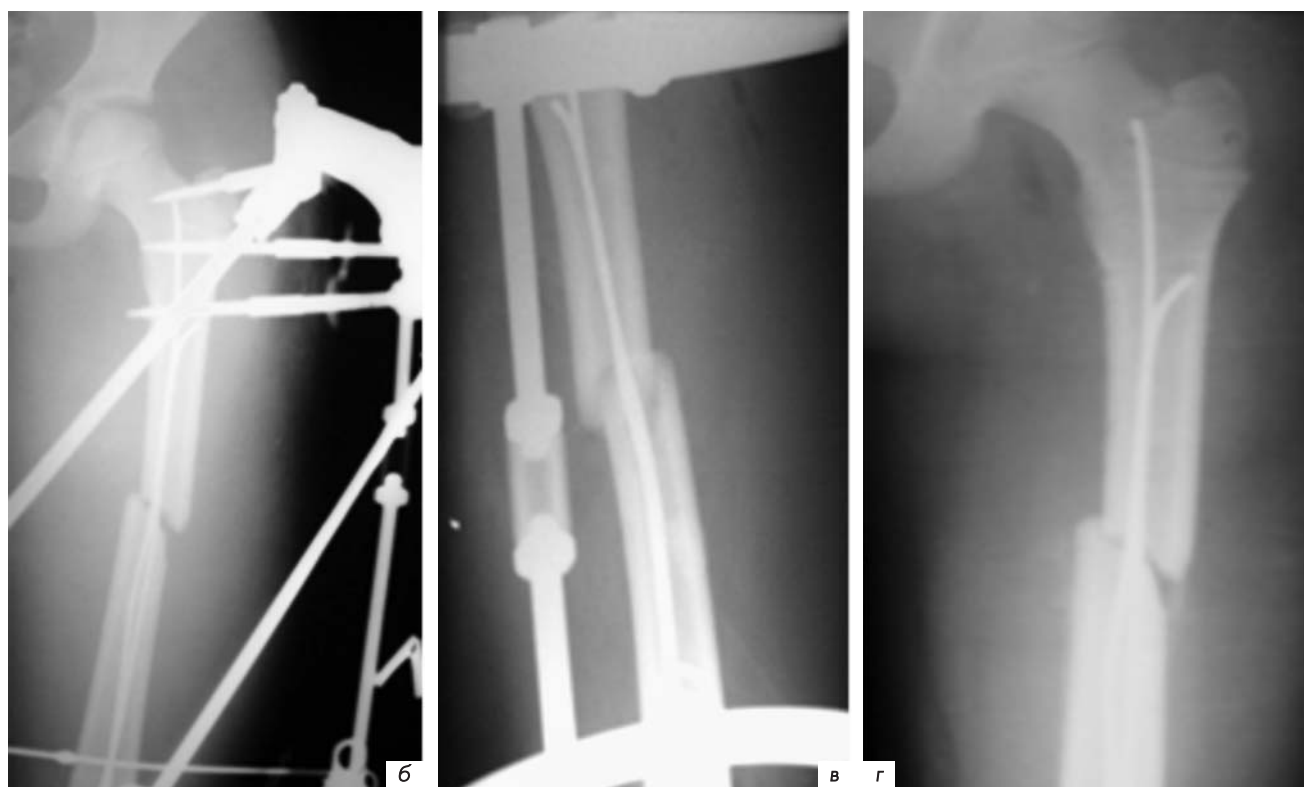


Рис. 3. Рентгенограммы бедра пациентки К., 7 лет: б, в – в день остеосинтеза; г – через 21 день после операции.



Рис. 4. Пациентка К., через 3 месяца – фотографии (а, б) и рентгенограммы бедра (в).

Интрамедуллярные спицы располагались практически по центру костно-мозгового канала и вокруг них сформировался плотный костный футляр толщиной 1,2-1,7 мм и этот футляр окружен плотной (650 НУ) массой костной ткани, которая связывала спицы с эндостом.

Подобная картина формирования костного футляра вокруг спиц наблюдается на всем их протяжении. На рис. бб показан дистальный срез бедра на удалении от уровня перелома 8 см, где тоже видна выраженная регенерация костной ткани в виде плотного ободка вокруг интрамедуллярных спиц. Плотность этого



кольца соответствует 600 едН, что соответствует 37% от уровня плотности кортикального слоя бедренной кости, а толщина 1,2-1,3 мм. Вокруг костного «футляра» отчетливо виден сектор костно-мозгового канала (более 180°) занятый плотной тканью (200 НУ), который



Рис. 5. Рентгенограммы бедра (а, б) пациентки К. и ее функциональные возможности (в, г) через 6 месяцев после демонтажа аппарата Илизарова.

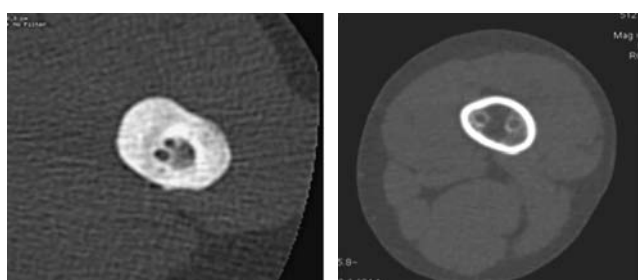
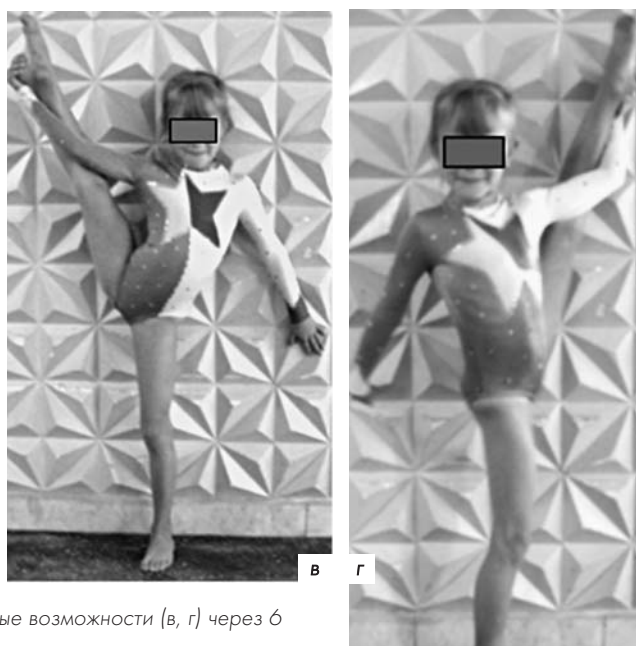


Рис. 6. Томограмма бедра пациентки К. на уровне консолидированного перелома (а) и на 8 см дистальнее (б).

### Обсуждение результатов

Диафизарные переломы бедренной кости всегда занимали второе место по частоте среди всех переломов длинных трубчатых костей, что составляет от 10% до 40% [5-10]. Несмотря на заметный прогресс в области травматологии, неудовлетворительные исходы лечения больных с этим видом повреждения наблюдаются в 4,8-35% случаев [11-13]. Исходы лечения и сроки нетрудоспособности во многом зависят от тяжести перелома и сопутствующих повреждений других органов. Переломы легкой и средней степени тяжести при консервативных методах лечения требуют минимальных сро-

мы расцениваем как вновь образованное губчатое костное вещество, жестко связывающее спицы с эндостом. Да и плотность оставшейся части костного мозга (по центру) выше, чем плотность костного мозга здоровой ноги (-45 НУ против -65 НУ).

ков для реабилитации 14-18 недель, а при оперативных методах лечения трудоспособность восстанавливается через 16-20 недель. На это указывают авторы национального руководства по травматологии [10]. Однако в многочисленных работах, где состояние вопроса глубоко анализируется исходя из тяжести повреждения, возраста пострадавшего, осложнений и других факторов подчеркивается, что реальные сроки нетрудоспособности достигают 8-10 месяцев после диафизарных переломов трубчатых костей, замедленная консолидация после открытых переломов диафиза наблюдается практически у каждого пострадавшего, несращения достигают 18,2-68,5% [14-21].

Метод интрамедуллярного наряженного армирования спицами с биоактивным ГА покрытием мы используем как значимое дополнение к остеосинтезу аппаратом Илизарова, направленное на стимуляцию репаративного остеогенеза в зоне перелома и увеличение стабильности фиксации костных фрагментов, что позволяет демонтировать аппарат Илизарова уже через 3-4 недели даже при открытом переломе конечности. За это короткое время серьезных

осложнений не происходит и дополнительных манипуляций со стороны лечащего врача не требуется. Практически мы подошли к тем срокам сращения переломов, о возможности которых говорил Г.А. Илизаров еще в 1983 году, опираясь на морфологические данные исследований на экспериментальных животных [22].

Представленная технология лечения переломов защищена патентами РФ (№ 2324450 «Спица для интрамедуллярного армирования длинных трубчатых костей», опубликовано 20.05.2008; заявка на патент №2010145877 «Комплект хирургических инструментов для интрамедуллярного стимулирования остеогенеза трубчатой кости», дата регистрации 10.11.2010).

Таким образом, предлагаемые усовершенствования направлены на сокращение срока консолидации перелома и восстановления тру-

доспособности при переломах длинных трубчатых костей. Мы полагаем, что это происходит за счет стимуляции процесса репаративного остеогенеза как на этапе формирования костного регенерата, так и в ходе его перестройки в костную ткань, способную выдержать статико-динамическую нагрузку. Отличительной особенностью консолидации перелома длинных костей является формирование костного «футляра» на протяжении всей длины интрамедуллярной спицы с биоактивным покрытием. Этот футляр связан не только с ГА покрытием, но и с эндостальной реакцией поврежденной кости, формируя массив губчатого вещества кости, занимающего большую часть костномозгового канала. Такое костеобразование обеспечивает абсолютную неподвижность костных фрагментов и гарантированное быстрое сращение.

### Литература:

1. Миронов С.П. Состояние травматолого-ортопедической службы в Российской Федерации и методы высоких технологий в диагностике и лечении травматолого-ортопедических больных. Травматология и ортопедия XXI века. Сб. тезисов докладов VIII съезда травматологов-ортопедов России. Самара; 2006; 95с.
2. Попков А.В. Управление репаративной регенерацией и гистогенезом тканей – основной путь профилактики неудовлетворительных исходов лечения пациентов ортопедо-травматологического профиля. В сб.: Ошибки и осложнения в травматологии и ортопедии. Материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти профессора А.Н. Горячева. Омск; 2011: 36-37.
3. Гузев В.В., Верещагин В.И., Гузев В.В. и др. Способ нанесения гидроксиапатитовых покрытий. Патент РФ №258189. 1999 г.
4. Гузев В.В., Верещагин В.И., Гузев В.В. Покрытия на основе фосфатных связующих. Стекло и керамика 2000; 64: 20-21.
5. Каплан А.В., Маркова О.Н., Мельникова В.М. Дискуссионные вопросы лечения открытых диафизарных переломов. Ортопедия, травматология и протезирование 1967; 4: 75-79.
6. Каплан А.В., Маркова О.Н. Открытые переломы длинных трубчатых костей (осложненные и неосложненные инфекцией). М, 1975.
7. Ткаченко Г.К., Борисенко В.Н. Профилактика нагноений при первичной хирургической обработке открытых переломов костей. Ортопедия, травматология и протезирование 1975; 6: 8-11.
8. Сысенко Ю.М., Смелышев К.Н. Роль чрескостного остеосинтеза в комплексе анатомо-функционального восстановления больных с множественными переломами костей. Гений ортопедии 2003. № 2. С. 91-94.
9. Сысенко Ю.М., Смелышев К.Н. Роль чрескостного остеосинтеза в комплексе анатомо-функционального восстановления больных с множественными переломами костей // Гений ортопедии. 2003; 2: 91-94.
10. Котельников Г.П., Миронов С.П. Травматология. Национальное руководство. М., 2008.
11. Голиков В.Д. Лечение больных трудоспособного возраста с закрытыми диафизарными переломами бедренной кости методом чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова: дис... к.м.н. Курган, 1978. 222 с.
12. Карасев А.Г. Чрескостный остеосинтез аппаратом Илизарова в системе лечения больных с множественными переломами бедра и голени. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, Курган, 2007.
13. Виноградский А.Е. Лечение больных с переломами дистального отдела бедра методом закрытого интрамедуллярного остеосинтеза. Автореф. дисс. ... канд. мед. наук, Курган, 2007.

14. Губко А.А. Компрессионно-дистракционный остеосинтез при инфицированных дефектах большеберцовой кости. В сб.: Лечение ортопедо-травматологических больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разрабатываемого в КНИИЭКОТ: тез. докл. Всесоюз. науч.-практ. конф. Курган 1982; 2: 125-127.

15. Агаджанян В.В., Пак В.П. Профилактика гнойных осложнений открытых переломов голени на раннем госпитальном этапе. Ортопедия, травматология и протезирование 1984; 10: 14-17.

16. Кулик В.И., Карпцов В.И., Медведева Н.И. и др. Лечение открытых диафизарных переломов костей голени. В кн.: Труды IV Всесоюз. съезда травматологов-ортопедов. М.: Медицина 1982; с 48-51.

17. Дедушкин В.С., Артемьев А.А. Эффект Илизарова и проблема первичной хирургической обработки огнестрельных переломов В сб.: Метод Илизарова: теория, эксперимент, клиника. Курган 1991; С 487-488.

18. Бялик Е.И., Соколов В.А., Семенова М.Н. и

др. Особенности лечения открытых переломов длинных костей у пострадавших с политравмой. Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова 2002; 4: 3-8.

19. Рушай А.К. Соответственно-сменный остеосинтез при открытых переломах предплечья. В сб.: Современные технологии в травматологии и ортопедии: ошибки и осложнения, профилактика и лечение. М, 2004. с 93-95.

20. Мартель И.И. Метод чрескостного остеосинтеза в системе комплексного лечения больных с тяжелыми открытыми повреждениями нижних конечностей. Автореф. дисс. ... докт. мед. наук, Курган, 2006.

21. Oksu G., Aktuglu K. Management of shotgun induced open fractures of the humerus with Ilizarov external fixation. Ulus Travma Derg 2005; 1: 23-28.

22. Илизаров Г.А. Клинические возможности нашего метода. В сб.: Эксперим.-теорет. и клин. аспекты разрабат. в КНИИЭКОТ метода чрескост. остеосинтеза. Курган 1983; с 16-24.

#### Информация об авторах:

Попков Арнольд Васильевич – директор Межрегионального ортопедического центра Клинической больницы № 81 ФМБА России, д.м.н., профессор. Тел.: 8-382-3-77-96-55, e-mail: aropkov.46@mail.ru

Попков Дмитрий Арнольдович – заместитель директора Межрегионального ортопедического центра, заведующий детским ортопедическим отделением, д.м.н. Тел.: 8-382-3-77-96-55, e-mail: dpopkov@mail.ru

Трофимов Константин Викторович – врач-рентгенолог, зав. отделением компьютерной томографии. Тел.: 8-382-3-77-96-64

Никифоров Александр Иванович – врач-хирург отделения детской хирургии. Тел.: 8-382-3-77-96-99

Исупов Алексей Андреевич – врач травматолог-ортопед травматологического отделения. Тел.: 8-382-3-77-96-37