

© А.В. Губин, Д.Ю. Борзунов, 2012

УДК 616.71-001.5-089.227.84:930 (Илизаров)

Парадигма Илизарова**А.В. Губин, Д.Ю. Борзунов*****Ilizarov's paradigm*****A.V. Gubin, D.Iu. Borzunov**

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный Центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган
(директор – д. м. н. А.В. Губин)

Аналитическая статья посвящена обзору эволюционного развития, современной роли и месту метода Илизарова в ортопедии и травматологии. В рамках совершенствования технологий чрескостного остеосинтеза авторы предлагают перспективные направления научных исследований, ориентированные, в первую очередь, на внедрение и практическое использование в клинической работе.

Ключевые слова: метод Илизарова, кризис, перспективные исследования.

This analytical work is devoted to reviewing the evolutionary development, the current role and place of the Ilizarov method in orthopedics and traumatology. In order to improve transosseous osteosynthesis technologies the authors suggest promising directions of scientific studies, which are focused primarily on implementation and practical use in clinical practice.

Keywords: the Ilizarov method, crisis, prospective studies.

Распространенность и активность использования метода Г.А. Илизарова в 70-80-х годах XX века и в меньшей степени в первом десятилетии XXI века невозможно преувеличить, что вполне объяснимо. Дело в том, что в СССР, а затем в России серьезных альтернатив наружным аппаратам в действительности не существовало. Имобилизация гипсом, скелетное вытяжение и открытые травматичные операции погружного остеосинтеза с несовершенными, часто самодельными фиксаторами, легко поддавались критике и выглядели архаично. Эндопротезирование было редкой операцией и не имело государственной системы поддержки для массового применения. Таким образом, метод Илизарова действительно являлся мощным инструментом для решения практически любого круга проблем, требующих остеосинтеза [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Так, к 1986-м году число пациентов, лечившихся с применением чрескостного остеосинтеза, только на территории СССР превысило 530 тысяч человек [1]. Ориентирование исследований на фактически неограниченный спектр клинических ситуаций определило использование чрескостного остеосинтеза при различной патологии и появление оригинальных способов лечения. Развитие и экспансия в дальнейшем погружных технологий остеосинтеза в ортопедии и травматологии привели к сужению показаний или отказу от использования ряда технологий чрескостного остеосинтеза, которые в настоящее время представляют академический интерес или используются только в некоторых клиниках [7, 8, 9, 10, 11, 12].

За рубежом также был пик использования внешней фиксации, составившей достойную конкуренцию другим методам лечения [9]. Аппараты не требовали высокотехнологичного оборудования и дорогих материалов для производства и использовались как многоразовые. Возможность, а при

решении ряда клинических задач, необходимость дозированного перемещения костных отломков с обеспечением и контролем восстановительных и формообразовательных процессов в тканях обеспечивали снижение агрессивности оперативных вмешательств и соответственно требований к глубине наркоза, актуальности проблемы восполнения кровопотери, исключали потребность в проведении интенсивной терапии в послеоперационном периоде [1]. Низкая травматичность оперативных вмешательств, возможность мониторинга и активного внесения корректив в лечебный процесс в послеоперационном периоде уменьшали или исключали фатальность неблагоприятных исходов при технических погрешностях остеосинтеза или некорректно выбранной тактике лечения. При чрескостном остеосинтезе можно было обойтись и без низкодозного рентгеновского контроля (С-дуги), который необходим при малоинвазивном погружном остеосинтезе. Вынос системы удержания и манипулирования костными фрагментами за пределы человеческого тела был колоссальным толчком для научного поиска и усовершенствований аппаратов внешней фиксации. Изобретатели были практически не ограничены в создании новых узлов и деталей аппаратов. Это породило «гонку вооружений» за лучшее, наиболее совершенное устройство [10, 11, 12, 17, 18, 19]. К началу 90-х годов было известно более 300 только отечественных аппаратов внешней фиксации, а по проблемам «Остеосинтеза» наша страна занимала первое место в мире по удельному весу полезных моделей, причем 80 % касались метода чрескостного остеосинтеза [2, 5]. К сожалению, большинство авторских предложений остались в рамках оригинальных разработок и не получили признания и, соответственно, широкого практического использования. Это соревнование среди специалистов по чрескост-

ному остеосинтезу не ослабевает и поныне, в чем-то стимулируя прогресс, но при этом поддерживает идеологические распри и разобщенность, затмевающие суть реальных проблем [19].

Необходимо отметить, что методики интрамедуллярного и накостного остеосинтеза принципиально эволюционировали. Применение блокирующих узлов в интрамедуллярных конструкциях и накостных пластин с угловой стабильностью стало новым эволюционным витком в развитии погружных технологий остеосинтеза [20-30]. За более чем полувековой период активного применения пассивная погружная фиксация костных отломков приобрела свойства и признаки динамической и управляемой системы. Количество частых еще 10-20 лет назад осложненных погружного остеосинтеза сокращается. Осложнения в основном связаны не с недостатком методов, а с нарушением технологий их применения, что в равной степени характерно для чрескостного остеосинтеза. Сегодня мы имеем возможность массово применять высокотехнологичные системы погружной фиксации и эндопротезы при системной финансовой поддержке государства. При этом большинство проблем эндофиксаторов эффективно решается за счет современных средств интраоперационного контроля и мониторинга, предоперационного планирования с использованием КТ, МРТ, практически безграничных возможностях анестезиологии-реанимации и прогресса средств профилактики инфекционных осложнений (системы чистых помещений, новых поколений антибиотиков и антисептиков и т.д.).

Таким образом, психологически объяснимо и вполне традиционно называть сложившуюся ситуацию с применением метода Илизарова кризисом. Действительно, в России специалистов и учреждений, где в настоящее время активно применяют наружный чрескостный остеосинтез, небольшое количество. Наблюдавшийся успех управляемого наружного чрескостного остеосинтеза имеет, помимо принципиальных основ, и объективные исторические аспекты. Он не должен и не может в принципе служить альтернативой всем другим методам. Существует, к сожалению, механистический подход, предполагающий, что метод Илизарова ограничивается только управляемым наружным чрескостным остеосинтезом. Однако этот метод давно вышел за рамки методологии и инструментария, которые когда-то и считались его двигателем и сутью. Так, обоснованные Г.А. Илизаровым положения «о влиянии напряжения растяжения на генез тканей» и «об адекватности кровоснабжения и нагрузки» применяются в настоящее время при удлинении на интрамедуллярном или накостном дистракторе [31, 32, 33]. Пластины с боковой устойчивостью работают как монологические внеочаговые аппараты в режиме фиксации. В хирургии позвоночника успешно применяется чрескостный погружной остеосинтез с множеством приемов, сходных с приемами, используемыми для аппаратов наружной фиксации. Все эти методики имеют близкие элементы и подходы, но не являются методом Илизарова.

Таким образом, только отсутствие слишком узкой трактовки метода Илизарова может привести к гармоничной интеграции основополагающих принципов академика Г.А. Илизарова и других технологий остеосинтеза.

Целью статьи является определение перспективных направлений научных исследований, ориентированных на внедрение и использование в клинической практике метода Г.А. Илизарова в рамках совершенствования этого метода.

Определение понятий. Метод Илизарова мы рассматриваем как многогранное и многоплановое фундаментальное направление в медицине, основанное на биологических законах и собственной философии. Следующие положения и принципы метода являются основополагающими:

- влияние напряжения растяжения на биосинтетическую активность тканей (закон Илизарова);
- адекватность кровоснабжения и нагрузок: форма и объем кости находится в определенной зависимости от нагрузки и кровоснабжения;
- возможность управления процессом лечения;
- малая инвазивность и неагрессивность оперативного вмешательства;
- возможность ранней функции и нагрузки конечности.

Аппарат Илизарова – прекрасный и по совокупности характеристик, возможно, лучший из когда-либо созданных инструментов для работы по методу Илизарова, но, как и любое другое устройство, не является единственным основополагающим элементом метода. Это скорее инструмент, позволяющий реализовать принципы, заложенные автором в философию метода.

Научные направления развития метода Илизарова. Метод Илизарова – важная и неотъемлемая часть современной ортопедии и травматологии. В его системном и многоплановом развитии заинтересованы все специалисты, так как часть патологических состояний может быть сегодня эффективно излечена только с его помощью. Проблемы и задачи, возникающие на пути развития метода Илизарова и стоящие перед учеными, занимающимися чрескостным остеосинтезом, могут быть сконцентрированы в следующих четырех направлениях – определениях:

- барьер;
- контроль;
- стимуляция;
- комфорт.

Барьер. Направление базируется на концепции естественной бактерицидной активности тканей, возникающей при напряжении растяжения, являющейся альтернативой массивной и длительной антибактериальной терапии в послеоперационном периоде [35-38]. Содержание в очаге поражения терапевтических доз эффективных антибиотиков проблематично из-за нарушенной локальной реологии тканей в компроментированных тканях, побочных токсических и аллергических реакций при длительном применении антибактериальных препаратов и сложившейся тенденции к повышению резистентности микрофлоры и изменению ее пейзажа [39-41]. Несмотря на то, что большинство авторов утверждают об отсутствии влияния воспаления в области фиксаторов на конечный результат и огромный разброс статистических данных, сама активность обсуждения данных осложнений не дает усомниться в ее актуальности [42-44]. В это направление мы вкладываем все разработки, позволяющие устранить одну из основных, по мнению оппонентов, слабых

сторон чрескостного остеосинтеза и типичных для критики проблем – проникновение инфекции по каналам, сформированным при проведении спиц и стержней. Хорошо описаны технологические аспекты проведения операций с минимальной травматизацией тканей, выбором заточки спиц и оборотом вращения дрели, важностью правильного натяжения спиц и контролем жесткости фиксации отломков. Для научных исследований поле еще более широко [45-47]. Так, на практике известно, что часть пациентов может длительно переносить наличие аппарата внешней фиксации даже без особого ухода. Важно понять, что обеспечивает успех этого барьера для инфекции (технические особенности спиц и стержней, локальный пейзаж микрофлоры кожи в области внешнего фиксатора, специфические проявления иммунитета, кровоснабжения и т.д.). Можем ли мы здесь сформулировать правила, которые заранее смогут прогнозировать высокий риск инфекции в определенных группах пациентов? Решение этих вопросов будет в принципе важно и для погружного остеосинтеза. Разработка новых покрытий для спиц и стержней, средств обработки и повязок позволит контролировать инфекционный процесс, уменьшить или вообще исключить необходимость перевязок, а значит, расширить границы и возможности амбулаторного лечения и реабилитации.

Успешная разработка направления «барьер» может дать качественный толчок к созданию биосовместимых имплантов. Особенно интересна перспектива создания дистальных вживляемых рабочих протезов конечностей. Невозможность обеспечения барьера для проникновения инфекции в зоне контакта мягких тканей пациента и материалов импланта является пока основной и неразрешимой.

Контроль. Это ключевое направление и понятие для метода Илизарова, включающее управление костными фрагментами, движениями суставов с обязательным условием обратной связи (контроль происходящих процессов). Первоочередными вопросами здесь должны стать необходимый уровень и продолжительность этого контроля, в какой момент он действительно строго необходим, а когда он в принципе не нужен. Другими словами, это научное обоснование необходимости управления чрескостным остеосинтезом, определения строго дифференцированных показаний, а также возможности использования гибридных техник [48]. Разработка технологий совместного применения наружного и погружного остеосинтеза, несомненно, является ключевым направлением, так как разрешает извечный конфликт. Погружные системы не могут справиться со сложными многоплоскостными деформациями, исправление которых требует выполнения тонко регулируемого и контролируемого перемещения костных фрагментов. Использование наружных фиксаторов определяет необходимость длительного лечения больного с привлечением высококвалифицированного персонала и со снижением качества жизни больных, что всегда будет блокироваться как самими пациентами, так и экономическими реалиями.

С момента апробации первого автоматического дистрактора прошло более 30 лет. Результаты экспериментально-клинического применения автоматического высокодетального удлинения конечностей впечатляют и свидетельствуют не только об эф-

фективности технологии, но и о перспективности дальнейших изысканий [49-56]. Несомненно, разработка электронных систем управления механированным высокодетальным перемещением фрагментов с обратной связью позволяет снять нагрузку с медицинского персонала при гарантированном качестве манипуляций. Возможность использовать программное обеспечение и сеть интернета позволит пациенту находиться на амбулаторном лечении без ущерба для объема и качества реабилитации.

Новые конструкции аппаратов, узлов фиксации, спиц и стержней также относятся к направлению контроля и, несомненно, будут востребованы.

Стимуляция. Это наиболее популярная тема исследований. На наш взгляд, в настоящее время отсутствует единая концепция и комплексный подход к данной проблеме. Замедленная консолидация или псевдоартроз – это всегда совокупность большого количества факторов, причем ведущими среди них являются специфика нозологии, технические и тактические ошибки лечения и только, в самой меньшей степени, общие факторы. Для стимуляции остеогенеза предложены и используются технологические приемы, основанные преимущественно на механическом воздействии на неактивные зоны регенерации: компактизация проблемной зоны посредством дозированного снижения дистракционных усилий в системе аппарата и последовательного удаления спиц, выполнение дополнительной остеотомии удлиняемого отломка с последующим ретроградным перемещением сформированного фрагмента, механическое повреждение регенерата спицами и остеотомом, перемещение трансплантата и т.д. [57-62]. Для стимуляции костеобразования используются также различные костнопластические вмешательства, предпочтение отдается использованию ауто трансплантатов [63-66]. Большинство фундаментальных теоретических работ основано на использовании стимулирующих субстанций [67-71]. Ключевой проблемой при этом является способ транспортировки стимулятора в зону нарушенной регенерации и уровень его воздействия (тканевой, клеточный, системный). Совершенно очевидно, что обратной стороной стимуляции является опасность малигнизации. Обмануть генетический код и естественную скорость восстановления кости вряд ли возможно. Скорее необходимо нивелировать все факторы, предотвращающие нормальный ход сращения.

Не менее важным направлением является разработка методов стимуляции остеогенеза и усиления прочностных свойств кости при системных заболеваниях скелета, таких как несовершенный остеогенез, фосфат-диабет, остеопорозы различного генеза.

Комфорт. Ориентирование исследований на обеспечение комфортных условий для пациента на этапах лечебно-реабилитационного процесса имеет прямую практическую перспективу и тесно связано с предыдущими направлениями. Успех научных разработок в темах «Барьер», «Контроль» и «Стимуляция» неминуемо приведет к улучшению качества жизни и комфорта больного. Но должно стать законом правило о том, что реализация трех направлений не должна при любой мотивации работы снижать комфорт и негативно сказываться на качестве жизни пациента. Успех всех наших разработок должен, в конечном счете, оцениваться с точ-

ки зрения обеспечения максимально возможного удобства для потребителя (пациента), решающего с нашей помощью свои проблемы. Научные разработки в направлении «Комфорт» многогранны:

– комбинированное или последовательное использование различных вариантов остеосинтеза и способов фиксации, обеспечивающих минимальную агрессию вмешательств и манипуляций, комфортные условия реабилитации и сокращение продолжительности лечения;

– снижение веса и размеров аппаратов внешней фиксации;

– разработка методов ранней безболезненной реабилитации (в том числе с роботизированной механотерапией);

– создание новых технологических решений, упрощающих для пациентов процедуры ухода и перевязок, возможность принимать душ и даже заниматься спортом;

– разработка схем борьбы с болевым синдромом медикаментозными и немедикаментозными сред-

ствами после операций чрескостного остеосинтеза; – разработка систем психологических тренировок и сопровождения для создания мотивации к выздоровлению в условиях длительного и сложного лечения

Дальнейшее сохранение наследия Г.А. Илизарова и его гармоничное развитие связаны, прежде всего, с необходимостью сохранения принципов автора и их интеграции в традиционные и инновационные технологии остеосинтеза. Дифференцированное комбинированное применение различных методик остеосинтеза должно потенцировать клинический эффект от их применения, что, безусловно, отразится на сроках и качестве лечебно-реабилитационного процесса. Контроль и управление восстановительными и формообразовательными процессами тканей был и является основополагающим принципом метода. Дальнейшая эволюция чрескостного остеосинтеза невозможна без слияния с современными инновационными технологическими разработками, в том числе с компьютерными и IP-технологиями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Илизаров Г. А., Попова Л. А., Шевцов В. И. Метод чрескостного остеосинтеза - новый этап в развитии отечественной травматологии и ортопедии // Ортопедия, травматология и протезирование. 1986. № 1. С. 1-5.
2. Шевцов В. И., Попова Л. А. Роль Г. А. Илизарова в развитии отечественной травматологии и ортопедии // Анналы травматологии и ортопедии. 1993. № 1. С. 34-37.
3. Шевцов В. И., Попова Л. А. Основные перспективные направления в развитии и совершенствовании метода Г. А. Илизарова в клинической практике // Ортопедия, травматология и протезирование. 1994. - № 2. С. 18-21.
4. Попова Л. А. Основные этапы, формы, методы и результаты внедрения научных разработок РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова // Ортопедия, травматология и протезирование. 1995. № 5. С. 8-10.
5. Попова Л. А. Эпоха Г. А. Илизарова в травматологии и ортопедии // Гений ортопедии. 1995. № 1. С. 61-64.
6. Шевцов В. И., Попова Л. А. Исчерпал ли себя метод Илизарова? // Урал. мед. обозрение. 1997. № 4-5. С. 7-11.
7. Бескровное удлинение голени методом distractionного эпифизиолиза : метод. рекомендации / сост.: Г. А. Илизаров, В. И. Грачева, В. К. Камерин. Курган: [б.и.], 1976. 24 с.
8. Шевцов В. И., Куртов В. М., Тепленький М. П. Лечение детей и подростков с врожденным вывихом бедра методом чрескостного остеосинтеза // Гений ортопедии. 1996. № 2-3. С. 72-73.
9. Илизарова Г. А., Сойбельман Л. М. Некоторые клинико-экспериментальные данные бескровного удлинения нижних конечностей // Эксперим. хирургия 1969. № 4. С. 27-32.
10. Илизаров Г. А., Хелимский А. М., Сакс Р. Г. Особенности системной регуляции роста конечностей при различных способах воздействия на их рост и длину // Ортопедия, травматология и протезирование. 1978. № 8. С. 37-41.
11. Ilizarov G.A. Epiphyseolysis and corticotomy lengthening // Second Annual International Conference on the Ilizarov Techniques for management of difficult skeletal problems. New York, 1988.
12. Мурзиков Н. М., Шигарев В. М. Дистракционный эпифизиолиз как исторический этап при удлинении конечностей // Российский конгресс ASAMI : материалы. Курган, 2009. С. 100.
13. Дьячкова Г. В., Попова Л. А., Смирнова И. Л. Метод Г. А. Илизарова за рубежом: оценка, перспектива внедрения // Анналы травматологии и ортопедии. 1995. № 3. С. 48-55.
14. Taylor J.C. A new look at deformity correction. Distraction. // The Newsletter of ASAMI-North America. 1997. Vol. 5, No 1. P. 204-209.
15. Seide K., Wolter D., Kortmann H.R. Fracture reduction and deformity correction with the hexapod Ilizarov fixator // Clin. Orthop. 1999. Vol. 6. P.186-195.
16. Сравнительный анализ репозиционных возможностей чрескостных аппаратов, работающих на основе компьютерной навигации, и аппарата Илизарова / Л. Н. Соломин, В. А. Виленский, А. И. Утехин, В. Террел // Гений ортопедии. 2009. № 1. С. 5-10.
17. Соломин Л.Н., Утехин А.И., Террел В. Сравнительный анализ жесткости остеосинтеза, обеспечиваемой чрескостными аппаратами, работающими на основе компьютерной навигации и аппарата Илизарова // Травматология и ортопедия России. 2009. № 2. С. 20-25.
18. Первый опыт применения аппарата Шевцова-Мацукидиса в лечении больных с переломами длинных трубчатых костей / В. И. Шевцов, Ф. А. Мацукатов, С. П. Бойчук, Н. Д. Хубаев, А. С. Жданов // Российский конгресс ASAMI : материалы. Курган, 2009. С. 160-161.
19. Шевцов В. И., Мацукатов Ф. А. Аппарат Шевцова-Мацукидиса - новое слово в управляемом чрескостном остеосинтезе // Травматология и ортопедия на Дальнем востоке: достижения, проблемы, перспективы : материалы Первого (учредительного) съезда травматологов-ортопедов Дальневосточного федер. округа. Хабаровск, 2009. С. 239.
20. Ritter G. Kompressionsosteosynthesen mit dem neuen AO-Universalnagel. Funktionsprinzip und biomechanische Voraussetzungen // Unfallchir. 1991. Bd. 94, H. 1. S. 9-12.
21. Руководство по внутреннему остеосинтезу / М. Е. Мюллер, Е. Альговер, П. Шнейдер, Х. Виллингер. М.: AdMarginem, 1996. 750 с.
22. Gonschorek O., Hofmann G.O., Bühren V. Interlocking compression nailing: a report on 402 applications // Arch. Orthop. Trauma Surg. 1998. Vol. 117, No 8. P. 430-437.
23. Richardson T., Voor M., Seligson D. Fracture site compression and motion with three types of intramedullary fixation of the femur // Osteosynthese Int. 1998. Vol. 6. P. 261-264.
24. Treatment of femoral pseudarthrosis by using a reamed IM nail with active compression (Interlocking Compression Nail) / O. Gonschorek [et al.] // Osteosynthese Int. 1999. Vol. 7, Suppl. 1. P. 142-145.
25. Reamed interlocking compression nailing for the treatment of tibial pseudarthrosis / O. Gonschorek [et al.] // Osteosynthese Int. 1999. Vol. 7, Suppl. 1. P. 27-30.
26. Hoffmann G.O., Gonschorek O., Bühren V. Deficient fracture dynamization employing undreamed nails in tibial fractures // Osteosynthese Int. 2000. Vol. 8. P. 109-112.
27. Krettek C. Intramedullary nailing // AO Principles of fracture management / ed. by T.P. Ruedi, W.M. Murphy. Stuttgart ; New York : Thieme, 2000. P. 195-217.
28. Beickert R., Smieja S. Kompressionsmarknagelung bei Pseudarthrosen // Trauma Berufskrankh. 2001. Bd. 3. S. 195-202.
29. Gonschorek O., Hofmann G.O., Bühren V. Kompressionsmarknagelung; Biomechanik und Implantate // Trauma Berufskrankh. 2001. Bd. 3. S. 174-179.
30. The logic and clinical applications of blocking screws / H.W. Stedtfeld [et al.] // J. Bone Joint Surg. Am. 2004. Vol. 86-A, Suppl. 2. P. 17-25.

31. Herzenberg J.E., Paley D. Tibial lengthening over nail (LON) // *Tech. Orthop.* 1997. Vol. 12. P. 250-259.
32. Johari R., Kulkarni R., Singh N. Limb lengthening with a submuscular plate // *SICOT 2011 XXV Triennial World Congress.* Prague, 2011.
33. Baumgart R., Betz A., Schweiberer L. A Fully implantable motorized intramedullary nail for limb lengthening and bone transport // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1997. Vol. 343. P. 135-143.
34. Илизаров Г. А. Некоторые вопросы теории и практики компрессионного и дистракционного остеосинтеза // *Материалы Всесоюзного симпозиума по вопросам компрессии и дистракции в травматологии и ортопедии.* Курган, 1970 г. М., 1970. С. 14-19.
35. Паевский С. А. Исследование механизма санирующего эффекта при чрескостном остеосинтезе аппаратом Илизарова // *Травматология и ортопедия России.* 1994. № 2. С. 21-30.
36. Аранович А. М., Паевский С. А., Клюшин Н. М. Опыт клинического использования неправильного формирования высокой естественной антимикробной активности в тканях очага остеомиелита // *Гений ортопедии.* 1995. № 2. С. 20-22.
37. Клюшин Н. М. Условия напряжения как источник повышения бактерицидной активности ткани // *Мед. наука и образование Урала.* 2006. № 3 (42). С. 36-37.
38. Науменко З. С., Розова Л. В., Кузнецова Е. И. Анализ бактерицидной активности сыворотки крови и обеззараживающей активности тканей у больных хроническим остеомиелитом // *Мед. иммунология.* 2006. Т. 8, № 2-3. С. 390.
39. Микробный пейзаж при хроническом остеомиелите в условиях чрескостного остеомиелита / Л. В. Розова, А. И. Лапынин, Н. М. Клюшин, В. Е. Дегтярев // *Гений ортопедии.* 2002. № 1. С. 81-84.
40. Лекарственная устойчивость и частота выделения бактерий рода *Proteus* у больных хроническим остеомиелитом / Л. В. Розова, З. С. Науменко, Н. М. Клюшин, А. М. Аранович // *Гений ортопедии.* 2003. № 3. С. 98-101.
41. Науменко З. С., Гостев В. В., Богданова Н. А. Сравнительная оценка динамики антибиотикорезистентности бактерий, выделенных у больных с острым и хроническим гнойным процессом в ортопедотравматологическом стационаре // *Гений ортопедии.* 2010. № 3. С. 141-145.
42. Удлинение по Илизарову укороченных нижних конечностей в условиях гнойной инфекции: Метод. рекомендации / МЗ РСФСР; ВКНЦ «ВТО»; Сост.: Г. А. Илизаров, А. М. Аранович, Н. М. Клюшин. Курган, 1992. 17 с.
43. Singh S. Mx of infected tibial non-unions by bone transport and allied techniques // *SICOT. 21st Triennial World Congress : Final program and abstract book.* Sydney, 1999. P. 148.
44. Paley D., Maar D.C. Ilizarov bone transport treatment for tibial defects // *J. Orthop. Trauma.* 2000. Vol. 14, No 2. P. 76-85.
45. Опыт применения спиц Киршнера, покрытых платиной, при чрескостном остеосинтезе / Г. А. Илизаров [и др.] // *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1982. № 1. С. 26-29.
46. Изучение влияния покрытия спиц Киршнера различными металлами на развитие воспалений тканей спицевого канала (экспериментальное исследование) / Г. А. Илизаров [и др.] // *Лечение переломов и их последствий методом чрескостного остеосинтеза : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Курган, 1979.* С. 252-256.
47. Паевский С. А., Барабаш А. П., Котельников В. П. Микростатическое действие постоянного электрического тока в тканях : (эксперим. исслед.) // *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1980. № 3. С. 37-40.
48. Bogzupov, D.Y., Kolchev O. V., Mitrophanov A. I. Использование чрескостного и интрамедуллярного блокируемого остеосинтезов при лечении пациентов с последствиями переломов длинных костей // *The Journal of Orthopaedics Trauma Surgery and Related Research.* 2011. № 3. P. 17-22.
49. Чиркова, А.М., Ерофеев С. А. Рентгено-морфологические особенности репаративного остеогенеза при автоматической дистракции // *Травматология и ортопедия России.* 1994. № 2. С. 142-148.
50. Попков А. В., Мурадисинов С. О. Автоматическое удлинение голени аппаратом Илизарова // *Травматология и ортопедия России.* 1995. № 1. С. 5-7.
51. Автоматический дистракционный остеосинтез / В. И. Шевцов [и др.] // *Анналы травматологии и ортопедии.* 1995. № 1. С. 44-48.
52. Попков А. В., Коваленко Т. Н., Смирнова, И. Л. Автоматическое удлинение конечностей : проблемы и перспективы // *Анналы травматологии и ортопедии.* 1995. № 2. С. 67-70.
53. Шевцов В. И., Попков, А. В., Попков, Д. А. Осложнения при удлинении бедра в высокоточном автоматическом режиме // *Гений ортопедии.* 1997. № 4. С. 24-28.
54. Ступина Т. А., Шудло М. М., Ерофеев С. А. Световая и сканирующая электронная микроскопия суставного хряща при автоматическом удлинении голени // *Гений ортопедии.* 2004. № 4. С. 9-13.
55. Ерофеев С. А., Чикорина Н. К., Сайфутдинов М. С. Реакция мышц голени на ее удлинение с высоким темпом в условиях автоматической дистракции в эксперименте // *Гений ортопедии.* 2004. № 4. С. 18-22.
56. Особенности костеобразования при удлинении голени автоматическими дистракторами с темпом 3 мм за 180 приемов / В. И. Шевцов [и др.] // *Гений ортопедии.* 2006. № 1. С. 10-16.
57. Оперативное лечение осложненных ложных суставов и дефектов большеберцовой кости : метод. рекомендации / сост.: П. П. Кернерман. Новосибирск, 1983. 23 с.
58. Шевцов В.И., Попков А. В. Стимуляция перестройки дистракционного // *Анналы травматологии и ортопедии.* 1995. № 2. С. 23-26.
59. Макушин В.Д., Куфтырьев Л. М., Камерин В. К. Причины неудач и осложнений при возмещении дефектов длинных трубчатых костей методом чрескостного остеосинтеза по Илизарову // *Гений ортопедии.* 1996. № 1. С. 59-61.
60. Хирургическая стимуляция остеогенеза в дистракционном регенерате / А.А. Ларионов [и др.] // *Гений ортопедии.* 1996. № 2-3. С. 136.
61. Вариант замещения дефекта большеберцовой кости при истонченных концах отломков / В.И. Шевцов [и др.] // *Гений ортопедии.* 1998. № 3. С. 29-31.
62. Попков Д. А., Ерофеев С. А., Кузнецова Л. С. Способ стимуляции остеогенеза // *Гений ортопедии.* 2001. № 2. С. 140.
63. Осенян И. А., Вардеванян Г. Г., Айвазян В. П. Лечение постостеомиелитических циркулярных дефектов костей голени методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза с применением аллогенного костного матрикса // *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1989. № 3. С. 21-23.
64. Open segmental bone transport. A therapeutic alternative in post-traumatic and osteitis soft tissue and bone defects / G. Suger [et al.] // *Unfallchir.* 1995. Bd. 98, H. 7. S. 381-385.
65. Treatment of tibial and femoral bone loss by distraction osteogenesis. Experience in 28 infected and 14 clean cases / D. Polyzois [et al.] // *Acta Orthop. Scand. Suppl.* 1997. Vol. 275. P. 84-88.
66. Барабаш А. А. Свободная костная пластика дистракционного регенерата при замедленном костеобразовании // *Вестн. травматологии и ортопедия.* им. Н. Н. Приорова. 2000. № 2. С. 5-10.
67. Филимонова В. И., Недоспасова В. О., Лепеховой Н. П. Влияние плазмы крови животных с активным остеогенезом на минерализацию регенерирующей кости // *Патологическая физиология и экспериментальная терапия.* 1978. № 3. С. 68-69.
68. Наумов А. Д., Гордиевских Н. И., Бунов В. С. Влияние гепарина и химотрипсина на репаративную регенерацию кости при удлинении голени по Илизарову // *Ортопедия, травматология и протезирование.* 1994. № 4. С. 82.
69. Влияние композиции костных рострегулирующих факторов на созревание дистракционного регенерата при местном введении / К. С. Десятниченко [и др.] // *Бюл. эксперимент. биологии и медицины.* 1997. № 8. С. 233-236.
70. Лунева С. Н., Гребнева О. Л. Научно-клинические разработки лаборатории биохимии ФГУН РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова по оптимизации регенераторных процессов в тканях опорно-двигательной системы // *Гений ортопедии.* 2006. № 4. С. 55-58.

Рукопись поступила 20.11.2012.

Сведения об авторах:

1. Губин Александр Вадимович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, директор, д. м. н.
2. Борзунов Дмитрий Юрьевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, заместитель директора по научной работе, д. м. н.