Оригинальные статьи

© Группа авторов, 2016.

УДК 61(092 Илизаров)+616.71-001.5-089.84

DOI 10.18019/1028-4427-2016-3-6-13

Научное наследие академика Г.А. Илизарова: взгляд из прошлого в будущее (часть II) (95-летию со дня рождения академика Г.А. Илизарова, 65-летию метода чрескостного остеосинтеза по Илизарову посвящается)

А.В. Губин, Д.Ю. Борзунов, Л.О. Марченкова, И.Л. Смирнова

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

Academician G.A. Ilizarov's scientific heritage: a look into the future from the past (part II) (devoted to 95th anniversary of Academician G.A. Ilizarov, 65th anniversary of the transosseous osteosynthesis method according to Ilizarov)

A.V. Gubin, D.Iu. Borzunov, L.O. Marchenkova, I.L. Smirnova

FSBI Russian Ilizarov Scientific Center "Restorative Traumatology and Orthopaedics of the RF Ministry of Health, Kurgan

На основе анализа трудов академика РАН Г.А. Илизарова и его научной школы представлены варианты клинического использования метода управляемого чрескостного остеосинтеза при различной патологии опорно-двигательного аппарата: при переломах, дефектах, ложных суставах, врожденных аномалиях, системных заболеваниях скелета, остеомиелите, патологии кисти и стопы, врожденных и приобретенных укорочениях конечностей, а также при заболеваниях суставов.
Ключевые слова: чрескостный остеосинтез, аппарат Илизарова, опорно-двигательная система, травмы, последствия травм, аномалии развития, приобретенная патология.

Based on the analysis of works of G.A. Ilizarov, Academician of RAS, and his scientific School the variants of clinical using the method of controlled transosseous osteosynthesis presented for different pathologies of the locomotor system: fractures, defects, pseudoarthroses, congenital anomalies, systemic skeletal diseases, osteomyelitis, the hand and foot pathology, congenital and acquired limb shortenings, as well as joint diseases.
Keywords: transosseous osteosynthesis, the Ilizarov fixator, the locomotor system, injury, injury consequences, developmental anomaly, acquired pathology.

КЛИНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЧРЕСКОСТНОГО ОСТЕОСИНТЕЗА

Проведенные разносторонние медико-биологические и биомеханические исследования, имеющие не только важное теоретическое, но и большое прикладное значение, позволили Г.А. Илизарову сформулировать основные принципы чрескостного остеосинтеза (изначально для лечения переломов костей конечностей):

– репозиция отломков и хороший контакт сращиваемых отделов костей;

– стабильная фиксация, сохраняющая их взаимную неподвижность и при ходьбе с полной опорой на конечность;

– ранняя дозированная нагрузка больной конечности с активной функцией суставов;

– отсутствие трофических расстройств;

– минимальная травматичность метода фиксации [1-2].

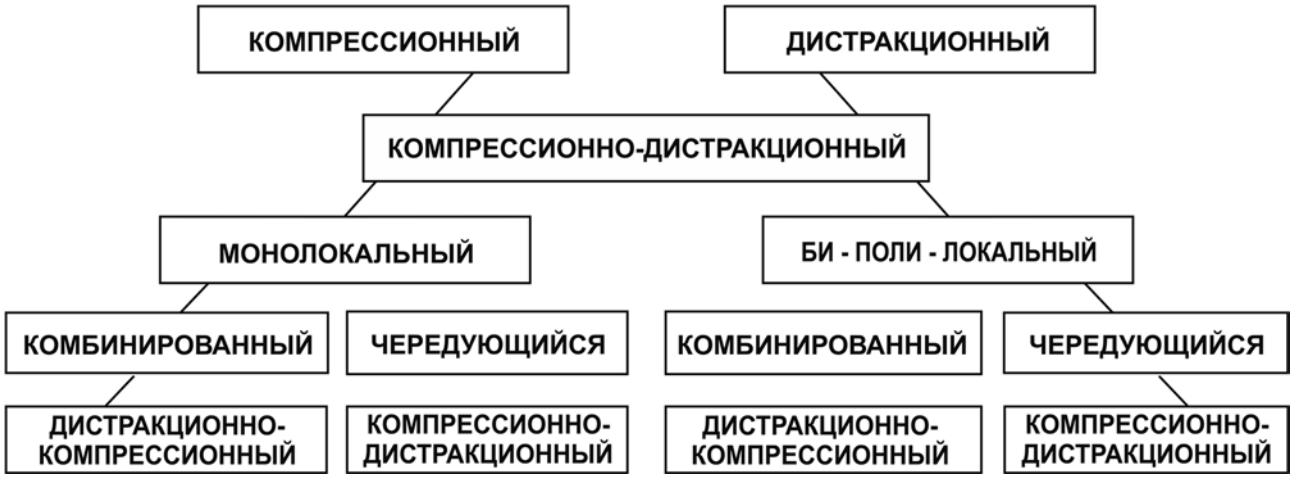
Первые конструкции аппаратов Илизарова были предназначены для фиксации костных отломков крестообразно проведенными спицами, прикрепленными к кольцевым опорам, с последующим созданием компрессии или дистракции и не имели репозиционных узлов. Ротационные смещения и смещения по ширине устранялись путем выполнения натяжения дугообразно изогнутых спиц, тягой за спицы с упорами или установкой стержней под углом к опорам с последующим устранением их перекосов в опорах путем затягивания гаек. При ликвидации угловых смещений одновременно с выполнением вышеперечисленных приемов отломки разводились также и по длине (устранение деформаций, лечение ложных суставов). В дальнейшем были спроектированы специальные репозиционные узлы к аппарату, позволяющие дозированно устранять все виды смещений и деформаций костных фрагментов [3].

Идеи внешней фиксации были известны и до Илизарова, однако, благодаря крестообразному расположению спиц, укрепленных и натянутых в кольцевых опорах, аппарат Илизарова обеспечивает стабильную фиксацию костных отломков без вспомогательных средств иммобилизации, позволяет осуществлять как продольную, так и боковую компрессию отломков, а также корригировать положение отломков, т.е. обеспечивает управляемую фиксацию костей. По словам профессора А.В. Чиненкова «…понадобился талант Г.А. Илизарова, чтобы метод ожил и прогрессировал. Перекрещивающиеся спицы дали плоскость фиксации. Это оказалось изюминкой, обеспечивающей всю сущность его прогресса» .

Конструктивные возможности аппарата, позволяющие создавать множество различных вариантов его компоновки, а также целый ряд приспособлений к нему, открыли предпосылки для разработки и усовершенствования многочисленных способов лечения травм и различной ортопедической патологии. Обобщение экспериментального и клинического опыта легло в основу предложенной Г.А. Илизаровым классификации чрескостного остеосинтеза [4].

Губин А.В., Борзунов Д.Ю., Марченкова Л.О., Смирнова И.Л. Научное наследие академика Г.А. Илизарова: взгляд из прошлого в будущее (частьII) (95-летию со дня рождения академика Г.А. Илизарова, 65-летию метода чрескостного остеосинтеза по Илизарову посвящается) // Гений ортопедии. 2016. № 3. С. 6-13.

КЛАССИФИКАЦИЯ ЧРЕСКОСТНЫХ КОМПРЕССИОННО-ДИСТРАКЦИОННЫХ МЕТОДОВ ОСТЕОСИНТЕЗА



Компрессионный остеосинтез, применяющийся, в основном, при лечении пациентов с переломами и ложными суставами с конгруэнтной формой концов отломков, предусматривает продольную и встречную боковую компрессию. Монолокальный комбинированный компрессионно-дистракционный остеосинтез был эффективен при устранении тугоподвижных ложных суставов и несросшихся переломов с угловым смещением. Монолокальный чередующийся компрессионно-дистракционный остеосинтез успешно применяли при лечении больных с тугоподвижными ложными суставами с утолщенными противостоящими концами отломков и укорочением сегмента, когда было необходимо одновременно ликвидировать псевдоартроз и укорочение сегмента. Билокальный чередующийся дистракционно-компрессионный и билокальный комбинированный компрессионно-дистракционный остеосинтез используется при замещении дефектов длинных трубчатых костей. Билокальный дистракционно-компрессионный остеосинтез применим для создания межберцового синостоза с одновременным восстановлением длины голени величиной до 4,0-5,0 см. Полилокальное формирование дистракционных регенератов было целесообразно при обширных дефектах длинных костей величиной от 5,0-8,0 см. Межберцовое синостозирование было эффективным при суб- и тотальных дефектах большеберцовой кости у детей и лиц молодого возраста [4].

Трудно переоценить вклад метода Илизарова в лечение больных с травматическими повреждениями костей конечностей и их последствиями. Открытые общебиологические закономерности легли в основу многочисленных методик лечения травматических повреждений костей. Проведена систематизация и обоснование отдельных методик в комплексной реабилитации больных с учетом задач остеосинтеза и локализации перелома при множественных, сочетанных, комбинированных, около- и внутрисуставных закрытых и открытых (в том числе огнестрельных) повреждениях. Определены методологические подходы к лечению пациентов детского возраста с переломами с учетом наличия ростковых зон, особенностей кровоснабжения компактной кости и высокой активности репаративных процессов, а также у пациентов пожилого и старческого возраста. Разработаны тактико-технологические приемы проведения спиц с учетом анатомических ориентиров, характерных для конкретного сегмента. Сформулированы показания к отдельным вариантам чрескостного остеосинтеза, разработаны методические принципы ведения больных. Определены критерии оценки восстановления биомеханических и функциональных параметров структурных компонентов конечностей (кости, мышцы, нервы, кожа) в процессе лечения переломов. Использование радиоизотопных методов открыло новые возможности контроля активности репаративного процесса, а также решения вопросов, касающихся сроков консолидации переломов. Проведенные клинико-экспериментальные исследования позволили выделить четыре стадии формирования костного регенерата при заживлении переломов: стадия воспаления и заполнения зоны перелома грануляционной тканью; стадия резорбирования костной ткани концов отломков и формирования соединительнотканного регенерата; стадия формирования фиброретикулярной ткани и стадия ремоделирования.

Уникальными являются предложенные Г.А. Илизаровым методики лечения огнестрельных переломов с повреждением магистральных кровеносных сосудов и нервов, предусматривающие укорочение поврежденного сегмента конечности для создания условий восстановления сосудисто-нервного пучка с последующим восстановлением длины конечности.

Универсальность деталей аппарата и многочисленные их модификации нашли широкое применение при лечении повреждений не только длинных костей конечностей, но и таза, ключицы, а также костей кисти и стопы.

Неоспоримым преимуществом чрескостного остеосинтеза по Илизарову при лечении переломов является возможность разделения его на этапы, причем каждый последующий из них не исключает, а дополняет предыдущий. При тяжелом состоянии больного возможно минимальное вмешательство с целью устранения грубых смещений отломков и осуществления адекватной фиксации до выведения больного из тяжелого состояния. Окончательная репозиция достигается на

следующем этапе, когда улучшается общее состояние больного, после проведения, натяжения и фиксации репозиционно-фиксационных спиц [5-10].

Решением огромной медико-социальной проблемы явилась разработка методологии лечения пациентов с гнойными поражениями опорно-двигательной системы. Начатые под руководством Г.А. Илизарова исследования в данном направлении и многолетний опыт применения метода чрескостного остеосинтеза при лечении этой сложнейшей патологии позволили выработать основные принципы реабилитации больных остеомиелитом различной локализации (трубчатые кости конечностей, кости стопы, кисти, позвоночник, таз) и на их основе разработать десятки высокоэффективных методик коррекции патологии, включающих показания к открытым (с вмешательством на очаге) и закрытым вмешательствам, комплексную систему предоперационной подготовки, оперативные доступы к пораженному участку кости с учетом дальнейшего проведения чрескостных фиксаторов, тактические приемы обработки патологического очага, а также стратегию послеоперационного ведения больных, являющегося одним из определяющих условий для достижения благоприятного исхода. Среди принципов основополагающим является дифференцированное, с учетом общесоматических факторов, индивидуальных особенностей организма и степени выраженности симптомокомплекса хронического остеомиелита, использование методик чрескостного остеосинтеза для одновременного решения задач подавления хронического гнойно-воспалительного процесса и ортопедической реконструкции пораженных сегментов. Разработанные методики позволяют осуществить радикальную обработку очага гнойной инфекции при максимальном сохранении жизнеспособных тканей и их кровоснабжения (в зависимости от глубины проникновения инфекции в кость) с одновременной трансформацией прилежащих здоровых участков кости с целью дальнейшей реконструкции. Полученные уникальные экспериментально-клинические данные о повышении бактерицидной активности тканей при воздействии сил напряжения позволяют избежать применения массивной антибактериальной терапии и, соответственно, осложнений, связанных с ней.

Можно с уверенностью констатировать, что на сегодняшний день метод Илизарова является самым эффективным и обоснованным при лечении гнойно-воспалительных поражений костей [11-13].

Практически безграничными являются возможности метода и аппарата Илизарова в решении различных ортопедических проблем. Удлинение конечностей в этом плане является своеобразной «панацеей», позволяющей реабилитировать и значительно улучшить качество жизни значительного контингента пациентов с врожденными и приобретенными укорочениями конечностей, системными заболеваниями скелета, с субъективно низким ростом [14-16]. Многочисленными экспериментально-клиническими исследованиями, выполненными под руководством Г.А. Илизарова, доказано, что адекватное кровоснабжение и минимальное повреждение остеогенных тканей играют исключительно важную роль в регенерации кости, в том числе и при удлинении. Вид остеотомии и травматичность вмешательства также оказывают существенное влияние на исход удлинения. Для оптимизации процесса удлинения в экспериментальных исследованиях, а затем и в клинических условиях разработаны различные варианты остеотомий (кортикотомий, остеоклазий) и специальный инструментарий для их выполнения, позволяющие создать максимально адекватные условия в зоне регенерации. Установлена зависимость активности остеогенеза, изменений параоссальных тканей от режима дистракции. Форсированный темп, отсутствие дробности суточной величины удлинения отрицательно сказываются на характере метаболических процессов и активности костеобразования, на характере адаптационных процессов регенерации и роста в параоссальных тканях [17, 18, 21, 22]. Доказано, что при суточном удлинении более 2 мм даже при соблюдении условий малотравматичности операции и стабильной фиксации наблюдается угнетение остеогенеза, а также нейро-трофические нарушения, обусловленные перерастяжением магистральных сосудов, мышц, нервов [19].

По мнению Г.А. Илизарова, ритм дистракции должен максимально приближаться к биологическому росту. Техническим решением этой идеи стало создание автоматического дистрактора, позволяющего осуществлять суточную дистракцию в 1 мм за 60 приемов. В дальнейшем было создано несколько поколений автодистракторов, обеспечивающих более высокий ритм удлинения. Применение автодистракторов поставило процесс удлинения конечностей на качественно новый уровень, позволило значительно сократить сроки лечения пациентов и избежать наиболее тяжелых осложнений [26].

Для решения конкретных клинических задач при удлинении конечностей разработаны методики моносегментарного (монолокальный и полилокальный дистракционный, комбинированный компрессионно-дистракционный) и полисегментарного (монолокальный или полилокальный односторонний, двусторонний, параллельный или перекрестный). Тактика лечения больных определяется этиологией заболевания, предшествующим лечением, состоянием тканей и функции суставов укороченного сегмента.

Накопив богатейший экспериментальный и клинический опыт по удлинению длинных трубчатых костей, Г.А. Илизаров ставит перед собой очередную задачу – сокращение сроков лечения (особенно у больных ахондроплазией, когда требуется коррекция длины нескольких сегментов). И эта задача была успешно решена за счет внедрения методики одновременного удлинения нескольких сегментов на двух уровнях, что позволило сократить период реабилитации пациентов. [20].

Касаясь проблемы удлинения конечностей при системных заболеваниях скелета, в частности ахондроплазии, нельзя не отметить, что при лечении данной патологии создание условий напряжения растяжения стимулировало у ряда пациентов процесс естественного роста [23-25].

Широкое применение нашел метод Илизарова в лечении больных с дефектами и ложными суставами костей конечностей. Проблема возмещения дефектов тесно взаимосвязана с биологическими особенностями репаративной регенерации тканей, участвующих в формообразовательном процессе. В эксперименталь-

ных условиях установлено, что процесс замещения дефекта трубчатой кости сопровождается формированием дистракционного регенерата с несколькими морфофункциональными зонами, количество и пространственное расположение которых обусловлено местными силовыми воздействиями в системе «аппарат-конечность». Выявлена зависимость формирования и сроков окончательной перестройки новообразованной костной ткани, заместившей дефект, от сроков начала дистракции, темпа, состояния кровообращения конечности и вида оперативного вмешательства. В клинике разработаны высокоэффективные методики замещения дефектов трубчатых костей различной локализации (диафизарные, метафизарные, метадиафизарные, суставных концов) и объема утраченной костной ткани. Сформулированы общие методические принципы чрескостного остеосинтеза при замещении дефектов костей конечностей, включающие сопоставление концов отломков для достаточной площади контакта (различные варианты коаптации концов отломков), выполнение реконструкции между деструктивно измененными поверхностями костей в случаях дефекта суставного конца, изменение биомеханических условий нагружения сегмента (при дефектах костей нижних конечностей), выполнение щадящих вариантов нарушения целостности кости. Для решения конкретных клинических задач разработаны одно- или многоэтапные (в зависимости от тяжести патологии) технологии замещения дефектов методом полилокального остеосинтеза путем одновременного удлинения обоих отломков с созданием компрессии на их стыке или одного отломка на двух уровнях, дозированного растяжения межотломковой ткани, межберцового (голень) или иной локализации (дефекты суставных отделов) синостозирования. При краевых и субтотальных дефектах парных костей предложены методики возмещения их дефектов за счет расщепления здоровой кости или перемещения ее цилиндрического трансплантата. Предложенные методики нашли свое применение и в онкологической практике при возмещении костных дефектов после резекции опухолей [27-29].

Касаясь вклада Г.А. Илизарова в клиническую ортопедию и травматологию, нельзя обойти вниманием проблему лечения врожденной и приобретенной патологии суставов (аномалии развития суставов конечностей, врожденные вывихи и подвывихи тазобедренного сустава, замедленное формирование тазобедренного и коленного сустава, остеоартрозы, остеохондропатии, шеечные деформации различного генеза, рецидивирующие вывихи плечевого сустава, артрогрипоз, нестабильность суставов и др.). Предложены различные варианты методик, сочетающие механические возможности аппарата и возможность биологической пластики тканей организма. Разработанные технологические решения реконструктивно-восстановительного лечения больных с суставной патологией базируются на максимальном использовании резервных возможностей организма через динамическую нейростимуляцию и клеточно-тканевую трансплантацию для нормализации метаболизма субхондрального слоя и потенцирования репаративного остео- и хондрогенеза. Созданные аппараты и специальные шарнирные устройства для бескровного устранения контрактур, порочных положений конечности позволили с новых позиций подойти к решению проблемы восстановления функции суставов. Нашли свое разрешение вопросы, связанные с лечением аваскулярного, асептического некроза головки бедра (болезнь Пертеса), варусной деформации шейки бедра. Предложены оригинальные технические приемы, включая двойную корригирующую остеотомию бедренной кости, для создания дополнительной точки опоры и восстановления длины конечности при несостоятельности тазобедренного сустава [30-32].

В 1984 году Г.А. Илизаровым предложен универсальный минификсатор для лечения заболеваний и повреждений кисти, позволяющий осуществлять реконструкцию коротких трубчатых, губчатых костей и фаланг пальцев. Конструктивные особенности устройства открыли широкие перспективы для лечения переломов на уровне запястья и кисти, включая внутрисуставные повреждения, с возможностью устранения различного вида смещений отломков, одномоментной, постепенной, «на регенерате» коррекции угловых, ступенчатых и ротационных деформаций (простых, сложных, комбинированных), удлинения посттравматических коротких и длинных культей пальцев и пястных костей с возможностью пластики мягкотканных межпальцевых промежутков. С течением времени были разработаны методики коррекции различных форм синдактилии (двух, трех межпальцевых промежутков, тотальной, базальной, костно-кожной). Отличительной особенностью предложенных методик является формирование межпальцевых промежутков исключительно за счет реконструкции местных тканей, запас которых получают путем дозированного поперечного перемещения лучей кисти относительно друг друга с помощью минификсатора [33-40].

Значительные успехи достигнуты при использовании метода чрескостного остеосинтеза в хирургии стопы при травмах и ортопедической патологии. Разработаны способы реконструкции костных сегментов, оперативные вмешательства на мягкотканном компоненте и приемы, сочетающие мышечную пластику с реконструкцией костей. Доказана возможность бескровной коррекции всех видов косолапости у детей до 14 лет, при которой в результате перераспределения кровообращения и нагрузок меняется форма костей и достигается стойкий лечебный эффект. Для пациентов с завершенным ростом разработаны методики коррекции деформаций после остеотомии костей стопы в зависимости от этиологии деформации, ее вида (варусная, вальгусная, эквинус и др.), длины стопы. При деформациях стопы, сопровождающихся нестабильностью суставов, предложен ряд стабилизирующих операций: внесуставной артродез низведением наружной лодыжки (при неустойчивости в голеностопном и подтаранном суставе), передний артродез (при избыточной тыльной флексии), артродез голеностопного сустава, трехсуставной артродез [41-47].

Впервые в мире Г.А. Илизаровым предложена и с успехом применена у больных с посттравматическими и врожденными культями голени не имеющая аналогов оперативная методика моделирования изгиба голени подобно стопе для улучшения опорно-двигательной функции конечности [48-49].

Говоря о методе чрескостного остеосинтеза, нельзя

обойти вниманием научные разработки, касающиеся изучения физиологических, нейрофизизиологических, биохимических, иммунологических аспектов. На протяжении многих лет проводились комплексные исследования по оценке силы мышц до и в процессе лечения больных, были созданы высокочувствительные устройства для оценки поперечной твердости мышц и упругости кожных покровов, биомеханическая дорожка для исследования опорных реакций стопы. Установлено, что показатели упругости мышц, кожных покровов и стенок артерий увеличиваются по мере естественного продольного роста конечностей у детей. Аналогично эти показатели возрастают и в процессе удлинения отстающей в росте конечности, что еще раз подтверждает общность процесса физиологического роста и роста под влиянием напряжения растяжения. Проведены всесторонние исследования мягких тканей и кровоснабжения конечностей при травмах и различной ортопедической патологии до лечения и в процессе коррекции.

Проведены многоплановые нейрофизиологические исследования реактивности и адаптации нервов и мышц при удлинении конечностей. Проанализированы механизмы формирования постдистракционной сенсомоторной недостаточности и методы ее диагностики и коррекции. Предложены высокоинформативные методы комплексного нейрофизиологического тестирования.

Получены новые данные, характеризующие функциональное состояние мышц конечностей в условиях применения метода чрескостного остеосинтеза при патологии крупных суставов [50].

Проведенные биохимические исследования по изучению активности маркеров костеобразования и энергообеспечения репаративного процесса доказали, что при активном остеогенезе в сыворотке крови присутствует полипептид, по физико-химическим свойствам и биологическому действию идентичный белку костной ткани, стимулирующему пролиферацию остеогенных и кроветворных клеток. Это явилось предпосылкой для создания в дальнейшем препаратов для биологической стимуляции регенерации кости [51-52].

Обладая уникальным даром научного предвидения, Г.А. Илизаров еще в середине двадцатого века, когда в нашей стране этим еще никто, практически, не занимался, проводил исследования по изучению стимуляции остеогенеза с использованием стромальных клеток, магнитного поля, механических факторов. Проводилось изучение влияния материала для изготовления спиц-фиксаторов и различных покрытий на процесс регенерации кости [53-54].

К сожалению, время безжалостно даже к великим людям. В 1992 году Г.А. Илизарова не стало. Но созданная им школа единомышленников продолжила и приумножила научные достижения ее основателя. Экспериментальные разработки легли в основу клинического использования аппарата транспедикулярной фиксации в хирургии позвоночника; метод успешно применяется в краниохирургии; разработаны высокоэффективные микрохирургические пособия в сочетании с методиками чрескостного остеосинтеза при травматических ампутациях пальцев и глубоких повреждениях кисти; создано целое семейство препаратов для стимуляции процесса остеогенеза; разработаны способы реконструктивных операций, сочетающих применение чрескостного остеосинтеза с артроскопией и эндопротезированием суставов. С целью сокращения сроков остеосинтеза внедрены технологии интрамедуллярного армирования, предложены современные методики количественной и качественной оценки дистракционного регенерата и определения степени готовности организма к повторному удлинению.

Несмотря на значительный прогресс мировой медицинской науки в плане создания устройств для чрескостного, накостного, внутрикостного остеосинтеза, нельзя не признать, что метод Илизарова до настоящего времени остается «философией», идеологией и методологией ортопедии и травматологии.

Г.А. Илизаров был человеком своего времени. Он исповедовал веру в великую гуманную миссию врача и приложил все усилия, чтобы разработанный им метод служил делу не только физического, но и духовного исцеления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ilizarov G.A. Transosseous Osteosynthesis. Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 800 p.
2. Илизаров Г.А. Основные принципы чрескостного компрессионного остеосинтеза // Ортопедия, травматология и протезирование. 1971. № 11. С. 7-15.
3. Илизаров Г.А. Чрескостный компрессионный остеосинтез аппаратом автора (экспериментально-клиническое исследование): автореф. дис... канд./д-ра мед. наук. Пермь, 1968. 56 с.
4. Илизаров Г.А. Некоторые вопросы теории и практики компрессионного и дистракционного остеосинтеза // Сборник научных работ. Курган, 1972. Вып. 1. С. 5-34.
5. Лечение закрытых диафизарных переломов длинных трубчатых костей компрессионно-дистракционным методом Г.А. Илизарова / Г.А. Илизаров, А.Д. Ли, Л.И. Шпаер, Б.К.Константинов, В.А.Сафонов // Сборник научных работ. Курган, 1972. Вып. 1. С. 70-76.
6. Лечение открытых переломов длинных трубчатых костей аппаратом Г. А. Илизарова / Г.А.Илизаров, А.Д.Ли, А.А.Девятов, И.А.Катаев, А.Е.Ларионов // Сборник научных работ. Курган,1972. Вып. 1. С. 76-86.
7. Чрескостный остеосинтез при лечении множественных и сочетанных повреждений / Г.А.Илизаров, С.И.Швед, В.М. Шигарев, С.Н. Стороженко // Ортопедия, травматология и протезирование. 1983. № 1. С. 1-4.
8. Илизаров Г.А., Знаменский Г.Б. Закрытый чрескостный остеосинтез внутри- и околосуставных переломов дистального конца плеча у детей : метод. рекомендации. Курган, 1985. 30 с.
9. Ilizarov G.A. Fractures and bone defects // In : R.Coombs, S.Sarmiento, eds. External fixation. London, 1988. С. 347-357.
10. Мартель И.И., Швед С.И. Чрескостный остеосинтез аппаратом Илизарова при огнестрельных переломах : пособие для врачей. Курган, 1998. 24 с.
11. Оперативные и бескровные способы лечения ложных суставов длинных трубчатых костей при остеомиелите методом компрессионно-дистракционного остеосинтеза / Г. А. Илизаров, В.Е.Дегтярев, А.Е. Ларионов, В.Г. Трохова // Сборник научных работ. Курган, 1972. Вып. 1. С.135-144.
12. Илизаров Г.А., Ледяев В.И., Дегтярев В.И. Оперативные и бескровные способы замещения дефектов длинных трубчатых костей при остеомиелите // Вестник хирургии им. Грекова. 1973. Т. 110, № 5. С. 55-59.
13. Способ определения бактерицидной активности тканей / Паевский С.А.: А.С. 1781610 (СССР). N 4875467/14. Заявлено 16.10.90. Опубл. 15.12.92. Бюл. 46.

14. Илизаров Г.А., Сойбельман Л.М. Некоторые клинико-экспериментальные данные бескровного удлинения нижних конечностей // Экспериментальная хирургия.1969. № 4. С.27-32.
15. Илизаров Г.А., Девятов А.А. Оперативное удлинение голени с одновременным устранением деформаций // Ортопедия, травматология и протезирование. 1969. № 3. С. 32-37.
16. Илизаров Г.А., Трохова В.Г. Новые методы удлинения голени с одновременным ее утолщением // Сборник научных работ КНИИЭКОТ. Л., 1978. Вып. 4. С. 5-9.
17. Шрейнер А.А. Рентгенологическая динамика и особенности регенерации трубчатой кости при удлинении голени после закрытой остеоклазии // Ортопедия, травматология и протезирование. 1982. № 6. С. 33-36.
18. Илизаров Г.А., Имерлишвили И.А., Бахлыков Ю.Н. Особенности репаративного костеобразования при различных условиях дистракционного остеосинтеза по Илизарову // Сборник научных трудов. Курган, 1982. Вып. 8. С. 27-33.
19. Илизаров Г. А., Калякина В. И., Имерлишвили И. А. Влияние дистракции на костную и мягкие ткани верхних и нижних конечностей при больших укорочениях // Сборник научных трудов. Курган, 1982. Вып. 8. С. 152-155.
20. Удлинение нижних конечностей при ахондроплазии / Г.А. Илизаров, В.И.Грачева, В.А. Щуров, В.Д.Мальцев, М.С.Сайфутдинов // Сборник научных трудов. Курган, 1982. Вып. 8. С. 143-152.
21. Илизаров Г. А., Чипизубов А. А., Лаврентьева-Илизарова С. Г. Удлинение бедра после частичной кортикотомии по Илизарову у детей и подростков: методические рекомендации. Курган, 1987. 32 с.
22. Ilizarov G.A. Experimental studies of bone elongation. External fixation // In : R. Coombs, S.Sarmiento, eds. External fixation. London, 1988. P. 375-379.
23. Ilizarov G.A. The possibilities offered by our method for lengthening various segments in upper and lower limbs // Basic life sci. 1988. N 48. P. 323-324.
24. Ilizarov G.A. Clinical application of the tension stress effect for limb lengthening // Clin. Orthop.Relat.Res. 1990. N 250. P. 8-26.
25. Электромиографический контроль функционального состояния нервов и мышц при удлинении конечностей по Илизарову / А.П. Шеин, В.И.Калякина, Г.А.Криворучко, А.Н.Ерохин: методические рекомендации. Курган, 1991. 25 с.
26. Автоматическое удлинение голени по методу Илизарова / В.И.Шевцов, А.В.Попков, Э.В.Бурлаков, Ф.Я.Руц : информационно-методическое письмо. Курган, 1993. 15 с.
27. Илизаров Г.А., Ледяев В.И. Замещение дефектов длинных трубчатых костей за счет одного из отломков // Вестник хирургии им. Грекова. 1969. № 6. С. 77-84.
28. Илизаров Г.А. Лечение ложных суставов и дефектов длинных трубчатых костей воздействием напряжения растяжения и напряжения давления аппаратом автора для чрескостного остеосинтеза // Сборник научных трудов. Курган, 1984. Вып. 9. С. 48-58.
29. Способ моделирования межкостного синостоза / Илизаров Г.А.: А.С. 1803929 (СССР). N 4937641/14. Заявлено 07.03.91. Опубл.23.03.93. Бюл. 11.
30. Опыт лечения стойких сгибательных контрактур крупных суставов нижних конечностей методом дозированной скелетной дистракции / Г. А.Илизаров, Л.И.Шпаер, А.А.Девятов, Л.А.Попова, В.И.Калякина // Сборник научных работ. Курган, 1972. Вып. 1. С. 191-206.
31. Способ лечения дегенеративных, диспластических заболеваний тазобедренного сустава с нарушением опороспособности конечности / Илизаров Г.А.: А.С. 1747044 (СССР). N 4686232/14. Заявлено 03.05.89. Опубл. 15.07.92. Бюл. 26.
32. Илизаров Г. А., Куртов В. М. Реконструкция бедренной кости по Илизарову при врожденном вывихе бедра: метод. рекомендации. Курган, 1992. 19 с.
33. Устройство для фиксации и разработки суставов пальцев / Илизаров Г.А., Катаев И.А., Предеин А.П.: А.С. 973115(СССР). № 3287315/28-13. Заявл.18.05.81.
34. Дистракционный аппарат / Илизаров Г.А.: А.С. 1237189 (СССР). № 3703565/28-14. Заявл. 20.02.84. Опубл. 15.06.86. Бюл. 22.
35. Способ лечения сгибательных контрактур кисти / Илизаров Г.А.: АС 1442197 (СССР). № 4124131/28-14. Заявлено 23.06.86. Опубл. 07.12.88. Бюл. 45.
36. Способ лечения гипоплазии кисти / Илизаров Г.А.: АС 1469597 (СССР). № 4180278/28-14.Заявлено 07.01.87. (ДСП).
37. Способ пластики культи фаланги пальца / Илизаров Г.А.: А.С. 1635321 (СССР). N 4740280/14; Заявлено 25.09.89. ДСП.
38. Аппарат для восстановления формы кисти / Илизаров Г.А.: А.С. 1688478 (СССР). N 4762412/14. Заявлено 27.11.89; ДСП.
39. Способ лечения синдактилии / Илизаров Г.А.: А.С. 1669436 (СССР). N 4683667/14. Заявлено 25.04.89. Опубл. 15.08.91. Бюл. 30.
40. Ilizarov G.A. The Ilizarov Mini-Fixator for Congenital Hand Deformities // Orthopaedic Product News. 1992. Oct.-Nov. P. 35 -36.
41. Способ лечения косолапости / Илизаров Г.А.: АС 484864 (СССР). № 2009297/28-13. Заявлено 26.03.74. Опубл. 25.09.1975. Бюл. 35.
42. Способ устранения деформации стопы / Илизаров Г.А.: АС 614789 (СССР). № 2345295/28-13. Заявлено 12.04.76. Опубл. 15.07.1978. Бюл. 26.
43. Методика формирования и удлинения стопы / Г.А. Илизаров, В.И. Шевцов, В.И.Калякина, Г.В.Окулов // Ортопедия травматология и протезирование. 1983. № 11. С. 49-51.
44. Способ устранения полой деформации стопы / Илизаров Г.А., Попков А.В., Зырянов С.Я.: АС № 1178430 (СССР). № 3721153/28-13. Заявл. 29.02.84. Опубл. 15.09. 85.Бюл. 34.
45. Способ устранения эквинополой деформации стопы / Илизаров Г.А., Окулов Г.В., Салдин В.В.: А.С. 1178427 (СССР). № 3706803/28-13. Заявлено 05.03.84. Опубл. 15.09. 85. Бюл. 34.
46. Аппарат для устранения деформаций стопы / Илизаров Г.А.: АС 1587700 (СССР). № 4653515/30-14. Заявл. 22.02.89.
47. Способ лечения вальгусной деформации первого пальца стопы / Илизаров Г.А.: А.С. 1820497. N 4870093/14. Заявлено 01.10.90. ДСП.
48. Способ реконструкции ампутационных культей конечностей / Илизаров Г.А.: АС 762863. (СССР). № 2460974/28-13. Заявлено 10.03.77. Опубл. 15.09. 80. Бюл. 34.
49. Способ формирования опорной культи при травматической ампутации конечности / Илизаров Г.А., Сакс Р.Г., Мартель И.И.: АС 1042739 (СССР). № 3420527/28-13. Заявлено 07.04.82. Опубл. 23.09. 83. Бюл. 35.
50. Илизаров Г.А., Щуров В.А., Калякина В.И. Зависимость между кровоснабжением голени и функцией мышц и суставов укороченной конечности до и после удлинения по Илизарову // Сборник научных работ КНИИЭКОТ. Л., 1977. Вып. 3. С. 34-37.
51. Способ моделирования стимуляции репаративного костеобразования в условиях дистракционного остеосинтеза / Десятниченко К.С., Балдин Ю.П.: А.С. 2018840. (СССР). N 4767457/14. Заявлено 11.12.89. Опубл. 30.08.94. Бюл. 16.
52. Препарат для стимулирования физиологической и репаративной регенерации "Стимбон -1"П / Десятниченко К.С.: АС 2050158. N 5025441/15. Заявлено 27.12.91. Опубл. 20.12.95. Бюл. 35.
53. К вопросу об участии стромальных клеток - предшественников костного мозга и регенерации кости при чрескостном остеосинтезе / Г.А. Илизаров, Л.А. Палиенко, П.Ф.Пересльцких, С.В.Толмачева, Ю.П. Балдин, И.П. Третьякова // Бюл. эксперим. биологии и медицины. 1980. № 4. С. 530-532.
54. Илизаров Г.А., Паевский С.А., Дегтярев В.Е. Опыт применения спиц Киршнера, покрытых платиной, при чрескостном остеосинтезе // Ортопедия, травматология и протезирование.1982. № 1. С. 26-29.

REFERENCES

1. Ilizarov G.A. Transosseous Osteosynthesis. Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 800 p.
2. Ilizarov G.A. The principles of transosseous compression osteosynthesis // Ortopediya, Travmatologiya i Protezirovanie. 1971. № 11. P. 7-15 (in Russian).
3. Ilizarov G.A. Transosseous compression osteosynthesis with the author's fixator (An experimental-and-clinical study): avtoref. dis...kand./d-ra med. nauk. Perm', 1968. 56 s. (in Russian).
4. Ilizarov G.A. Some problems on the theory and practice of compression and distraction osteosynthesis // Sbornik nauchnykh rabot. Kurgan, 1972. Vyp. 1. S. 5-34 (in Russian).
5. Treatment of closed shaft fractures of long tubular bones by the Ilizarov compression-distraction method / G.A. Ilizarov, A.D.Li, L.I.Shpaer, B.K.Konstantinov,

V.A.Safonov // Sbornik nauchnykh rabot. Kurgan, 1972. Vyp. 1. S. 70-76 (in Russian).
6. Treatment of open fractures of long tubular bones using the Ilizarov fixator / G.A. Ilizarov, A.D.Li, A.A.Devyatov, I.A.Kataev, A.E.Larionov // Sbornik nauchnykh rabot. Kurgan, 1972. Vyp. 1. S. 76-86 (in Russian).
7. Transosseous osteosynthesis in treatment of multiple and concomitant injuries / G.A. Ilizarov, S.I. Shved, V.M. Shigarev, S.N. Storozhenko // Ortopediya, Travmatologiya i Protezirovanie. 1983. № 1. S. 1-4 (in Russian).
8. Ilizarov G.A., Znamenskiy G.B. Closed transosseous osteosynthesis of intra- and paraarticular fractures of distal humerus in children: metod. rekomendatsii. Kurgan, 1985. 30 s. (in Russian).
9. Ilizarov G.A. Fractures and bone defects // In : R.Coombs, S.Sarmiento, eds. External fixation. London, 1988. P. 347-357.
10. Martel' I.I., Shved S.I. Transosseous osteosynthesis using the Ilizarov fixator for gunshot fractures: posobie dlya vrachey. Kurgan, 1998. 24 s. (in Russian).
11. Surgical and bloodless techniques of treating pseudoarthroses of long tubular bones for osteomyelitis by the method of compression-distraction osteosynthesis / G. A. Ilizarov, V.E.Degtyarev, A.E. Larionov, V.G.Trokhova // Sbornik nauchnykh rabot. Kurgan, 1972. Vyp. 1. S. 135-144 (in Russian).
12. Ilizarov G.A., Ledyaev V.I., Degtyarev V.I. Surgical and bloodless techniques of filling defects of long tubular bones for osteomyelitis // Vestnik khirurgii im. Grekova. 1973. T. 110, № 5. S. 55-59 (in Russian).
13. A technique for determination of tissue bactericidal activity / Paevskiy S.A.: A.C. 1781610 (SSSR). N 4875467/14. Zayavleno 16.10.90. Opubl. 15.12.92. Byul. 46 (in Russian).
14. Ilizarov G.A., Soybel'man L.M. Some clinical-and-experimental data of bloodless lower limb lengthening // Eksperimental'naya khirurgiya.1969. № 4. S.27-32 (in Russian).
15. Ilizarov G.A., Devyatov A.A. Surgical leg lengthening with simultaneous deformity correction // Ortopediya, Travmatologiya i Protezirovanie. 1969. № 3. S. 32-37 (in Russian).
16. Ilizarov G.A., Trokhova V.G. New methods of lengthening of the leg with its simultaneous thickening // Sbornik nauchnykh rabot KNIIEKOT. L., 1978. Vyp. 4. S. 5-9 (in Russian).
17. Shreyner A.A. Roentgenological dynamics and characteristics of tubular bone regeneration for leg lengthening after closed osteoclasia // Ortopediya, Travmatologiya i Protezirovanie. 1982. № 6. S. 33-36 (in Russian).
18. Ilizarov G.A., Imerlishvili I.A., Bakhlykov Yu.N. Characteristics of reparative osteogenesis under various conditions of distraction osteosynthesis according to Ilizarov // Sbornik nauchnykh trudov. Kurgan, 1982. Vyp. 8. S. 27-33 (in Russian).
19. Ilizarov G. A., Kalyakina V. I., Imerlishvili I. A. The effect of distraction on bone and soft tissues of the upper and lower limbs for large shortenings // Sbornik nauchnykh trudov. Kurgan, 1982. Vyp. 8. S. 152-155 (in Russian).
20. Lower limb lengthening for achondroplasia / G.A. Ilizarov, V.I.Gracheva, V.A.Shchurov, V.D.Mal'tsev, M.S.Sayfutdinov // Sbornik nauchnykh trudov. Kurgan, 1982. Vyp. 8. S. 143-152 (in Russian).
21. Ilizarov G. A., Chipizubov A. A., Lavrent'eva-Ilizarova S. G. Femoral lengthening after partial corticotomy according to Ilizarov in children and adolescents: metodicheskie rekomendatsii. Kurgan, 1987. 32 s. (in Russian).
22. Ilizarov G.A. Experimental studies of bone elongation. External fixation. //In : R.Coombs, S.Sarmiento, eds. External fixation. London, 1988. P. 375-379.
23. Ilizarov G.A. The possibilities offered by our method for lengthening various segments in upper and lower limbs. Basic Life Sci. 1988. N 48. P. 323-324.
24. Ilizarov G.A. Clinical application of the tension stress effect for limb lengthening // Clin. Orthop. Relat. Res. 1990. N 250. P. 8-26.
25. Electromyographic control of nerve and muscle functional state during limb lengthening according to Ilizarov / A.P. Shein, V.I. Kalyakina, G.A. Krivoruchko, A.N. Erokhin: metodicheskie rekomendatsii. Kurgan, 1991. 25 s. (in Russian).
26. Automatic leg lengthening according to the Ilizarov method / V.I. Shevtsov, A.V.Popkov, E.V.Burlakov, F.Ya.Ruts : informatsionno-metodicheskoe pis'mo. Kurgan, 1993. 15 s. (in Russian).
27. Ilizarov G.A., Ledyaev V.I. Filling defects of long tubular bones at the expense of one of the fragments // Vestnik Khirurgii im. Grekova. 1969. № 6. S.77-84 (in Russian).
28. Ilizarov G.A. Treatment of pseudoarthroses and defects of long tubular bones with the impact of tension stress and pressure stress using the author's device for transosseous osteosynthesis // Sbornik nauchnykh trudov. Kurgan, 1984. Vyp. 9. S. 48-58 (in Russian).
29. A technique for interosseous synostosis modelling / Ilizarov G.A.: A.C. 1803929 (SSSR). N 4937641/14. Zayavleno 07.03.91. Opubl.23.03.93. Byul. 11 (in Russian).
30. The experience of treating persistent flexion contractures of lower limb large joints using the technique of graduated skeletal distraction / G. A. Ilizarov, L.I.Shpaer, A.A.Devyatov, L.A. Popova, V.I. Kalyakina // Sbornik nauchnykh rabot. Kurgan, 1972. Vyp. 1. S.191-206 (in Russian).
31. A technique for treatment of the hip degenerative, dysplastic diseases with limb weight-bearing disorder / Ilizarov G.A.: A.C. 1747044 (SSSR). N 4686232/14. Zayavleno 03.05.89. Opubl. 15.07.92. Byul. 26 (in Russian).
32. Femoral reconstruction according to Ilizarov for the hip congenital dislocation / G. A. Ilizarov, V. M. Kurtov: metod. rekomendatsii. Kurgan, 1992. 19 s. (in Russian).
33. A device for fixation and training of digital joints / Ilizarov G.A., Kataev I.A., Predein A.P.: A.S. 973115(SSSR). N 3287315/28-13. Zayavl.18.05.81 (in Russian).
34. A distraction device / Ilizarov G.A.: A.S. 1237189 (SSSR). N 3703565/28-14. Zayavl. 20.02.84. Opubl. 15.06.86. Byul. 22 (in Russian).
35. A technique for treating the hand flexion contractures / Ilizarov G.A.: AS 1442197 (SSSR). N 4124131/28-14. Zayavleno 23.06.86. Opubl. 07.12.88. Byul. 45 (in Russian).
36. A technique for treating the hand hypoplasia / Ilizarov G.A.: AS 1469597 (SSSR). N 4180278/28-14. Zayavleno 07.01.87. (in Russian).
37. A technique for plasty of finger phalanx stump / Ilizarov G.A.: A.S. 1635321 (SSSR). N 4740280/14; Zayavleno 25.09.89. (in Russian).
38. A device for the hand shape restoration / Ilizarov G.A.: A.S. 1688478 (SSSR). N 4762412/14. Zayavleno 27.11.89. (in Russian).
39. A technique for syndactyly treatment / Ilizarov G.A.: A.S. 1669436 (SSSR). N 4683667/14. Zayavleno 25.04.89. Opubl. 15.08.91. Byul. 30 (in Russian).
40. Ilizarov G.A. The Ilizarov Mini-Fixator for Congenital Hand Deformities // Orthopaedic Product News. 1992. Oct.-Nov. P. 35-36.
41. A technique for club foot treatment / Ilizarov G.A.: AS 484864 (SSSR). N 2009297/28-13. Zayavleno 26.03.74. Opubl. 25.09.1975. Byul. 35 (in Russian).
42. A technique for foot deformity correction / Ilizarov G.A.: AS 614789 (SSSR). N 2345295/28-13. Zayavleno 12.04.76. Opubl. 15.07.1978. Byul. 26 (in Russian).
43. A technique for foot formation and lengthening / G. A. Ilizarov, V. I.Shevtsov, V. I.Kalyakina, G. V.Okulov // Ortopediya Travmatologiya i Protezirovanie. 1983. № 11. S. 49-51 (in Russian).
44. A technique for pes cavus correction / Ilizarov G.A., Popkov A.V., Zyryanov S.Ya.: AS 1178430 (SSSR). N 3721153/28-13. Zayavl. 29.02.84. Opubl. 15.09.85. Byul. 34 (in Russian).
45. A technique for pes equinocavus correction / Ilizarov G.A., Okulov G.V., Saldin V.V.: A.S. 1178427 (SSSR). N 3706803/28-13. Zayavleno 05.03.84. Opubl. 15.09. 85. Byul. 34 (in Russian).
46. A device for foot deformity correction / Ilizarov G.A.: AS 1587700 (SSSR). N 4653515/30-14. Zayavl. 22.02.89. (in Russian).
47. A technique for treating valgus deformity of foot big toe / Ilizarov G.A.: A.S. 1820497. N 4870093/14. Zayavleno 01.10.90. (in Russian).
48. A technique for limb amputation stump reconstruction / Ilizarov G.A.: AS 762863. (SSSR). N 2460974/28-13. Zayavleno 10.03.77. Opubl. 15.09. 80. Byul. 34 (in Russian).
49. A technique of weight-bearing stump formation for traumatic limb amputation / Ilizarov G.A., Saks R.G., Martel' I.I.: AS 1042739 (SSSR). N 3420527/28-13. Zayavleno 07.04.82. Opubl. 23.09. 83. Byul. 35 (in Russian).
50. Ilizarov G.A., Shchurov V.A., Kalyakina V.I. The relationship between the leg blood supply and the function of shortened limb muscles and joints before and after lengthening according to Ilizarov // Sbornik nauchnykh rabot KNIIEKOT. L., 1977. Vyp. 3. S. 34-37 (in Russian).
51. A technique for modeling reparative osteogenesis stimulation under distraction osteosynthesis / Desyatnichenko K.S., Baldin Yu.P.: A.S. 2018840. (SSSR). N 4767457/14. Zayavleno 11.12.89. Opubl. 30.08.94. Byul. 16 (in Russian).
52. An agent for stimulating "Stimbone-1"P physiological and reparative regeneration / Desyatnichenko K.S.: AS 2050158. N 5025441/15. Zayavleno 27.12.91.

Opubl. 20.12.95. Byul. 35 (in Russian).
53. Concerning the problem of the involvement of bone marrow stromal precursor cells in bone regeneration under transosseous osteosynthesis / G.A. Ilizarov, L.A.Palienko, P.F.Pereslytskikh, S.V.Tolmacheva, Yu.P.Baldin, I.P.Tret'yakova // Byul. Eksperim. Biologii i Meditsiny. 1980. № 4. S. 530-532 (in Russian).
54. Ilizarov G.A., Paevskiy S.A., Degtyarev V.E. The experience of using platinum-coated Kirschner wires for transosseous osteosynthesis // Ortopediya, Travmatologiya i Protezirovanie.1982. № 1. S. 26-29 (in Russian).

Рукопись поступила 15.03.2016.

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.
3. Марченкова Лариса Олеговна – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, ведущий специалист организационно-методического отдела, к. м. н.; e-mail: mlo59@mail.ru.
4. Смирнова Ирина Леонидовна – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, ведущий специалист организационно-методического отдела.

Information about the authors:

1. Gubin Aleksandr Vadimovich – FSBI RISC “RTO” of the RF Ministry of Health, Director, Doctor of Medical Sciences.
2. Borzunov Dmitriy Yur'evich – FSBI RISC “RTO” of the RF Ministry of Health, Deputy Director for Science, Doctor of Medical Sciences.
3. Marchenkova Larisa Olegovna – FSBI RISC “RTO” of the RF Ministry of Health, Organizational-and-Methodical Department, a leading specialist, Candidate of Medical Sciences; e-mail: mlo59@mail.ru.
4. Smirnova Irina Leonidovna – FSBI RISC “RTO” of the RF Ministry of Health, Organizational-and-Methodical Department, a leading specialist.