

К истории изучения и развития метода чрескостного остеосинтеза на Среднем Урале**С.М. Кутепов, С.В. Гюльназарова**Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Екатеринбург, Россия**To the history of the method of transosseous osteosynthesis in the Middle Urals****S.M. Kutevov, S.V. Gulnazarova**

Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation

Введение. В статье изложена история изучения, развития и применения метода чрескостного остеосинтеза на Среднем Урале. Первая презентация Г.А. Илизаровым своего аппарата и результаты его применения при переломах состоялась в декабре 1952 года на заседании научного общества травматологов-ортопедов в г. Свердловске и вызвала большой интерес. Автору было предложено проф. Ф.Р. Богдановым провести на базе Института «ВОСХИТО» исследования регенерации костной ткани при компрессионном остеосинтезе. Эта работа Г.А. Илизарова совместно с В.И. Стецулой положила начало большому и многолетнему циклу исследований чрескостного остеосинтеза в Институте. Объектами изучения были аспекты регенерации костной и мышечной тканей, сосудов и нервов, разработка и обоснование компрессионно-дистракционного остеосинтеза при переломах, укорочениях, ложных суставах, деформациях костей, тяжелых повреждениях таза, позвоночника, спинномозговой травме. Были проведены фундаментальные исследования о роли системы крови и иммунологических реакций, участвующих в костеобразовательных процессах при удлинении. **Материалы и методы.** При подготовке статьи были использованы базы данных научных работ и технических решений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами СССР и РФ сотрудников ВОСХИТО, СНИИТО, УНИИТО им. В.Д. Чаклина, фонды научного архива Института. Глубина поиска – 68 лет. **Результаты.** Уральский институт травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина за многие годы изучения и практического применения метода Г.А. Илизарова внес значительный вклад в его теоретическое обоснование, создание новых технологий чрескостного остеосинтеза, внедрение и расширение его использования на обширной территории Среднего Урала и прилегающих к нему областей. **Заключение.** Несмотря на то, что в последние годы в России чрескостный остеосинтез в определенной мере потеснили современные конструкции для погружного остеосинтеза, следует отметить, что методу Г.А. Илизарова нет альтернативы при лечении огнестрельных ранений, открытых переломов, при политравмах, обширных костных дефектах, ахондроплазии и многих других поражениях опорно-двигательного аппарата.

Ключевые слова: Илизаров, основоположник, чрескостный остеосинтез, травматология и ортопедия

Background The article reviews the history of the study, development and application of the method of transosseous osteosynthesis in the Middle Urals. G.A. Ilizarov first presented his device and the results of its use in fracture repair at a meeting of the Trauma and Orthopedic Scientific Society in Sverdlovsk in December 1952. The report was met with great interest. Prof. F.R. Bogdanov invited him to conduct research on bone regeneration during compression osteosynthesis at the Ural Research Institute for Trauma and Orthopaedics. The work initiated by G.A. Ilizarov and V.I. Stetsula gave rise to a large and long-term research on transosseous osteosynthesis at the Institute. The study focused on regeneration of bone, muscles, blood vessels and nerves, development and justification of compression-distraction osteosynthesis in fractures, limb shortening, nonunions, bone deformities, severe injuries to the pelvis, spine and spinal cord. Basic research was conducted to explore the role of the blood system and immune reactions involved in bone formation during limb lengthening. **Material and methods** Databases of scientific works and technical solutions registered with authorship certificates and patents of the USSR and the Russian Federation by fellow workers of the VOSKHITO, SNIITO, the Ural Research Institute for Trauma and Orthopaedics, the holdings of the Institute's scientific archive facility were used for the article. The search depth is 68 years. **Results** The Ural V.D. Chaklin Research Institute for Trauma and Orthopaedics has been studying and using the method of G.A. Ilizarov for many years and has made a significant contribution through theoretical rationale, development of new technologies of transosseous osteosynthesis, introduction and spread of the techniques over the vast territory of the Middle Urals and neighboring regions. **Conclusion** Despite the fact that in the recent years, transosseous osteosynthesis has to a certain extent been replaced in Russia by modern techniques with constructs of internal osteosynthesis, but there is no alternative to the method of G.A. Ilizarov in the treatment of gunshot wounds, open fractures, polytrauma, extensive bone defects, achondroplasia and many other disorders of the musculoskeletal system.

Keywords: Ilizarov, founder, transosseous osteosynthesis, trauma and orthopaedics

ВВЕДЕНИЕ

Метод компрессионно-дистракционного остеосинтеза неразрывно связан с именем его создателя Гавриила Абрамовича Илизарова. 10 декабря 1952 года на заседании Свердловского научного медицинского общества травматологов-ортопедов Г.А. Илизаров впервые сделал доклад «Новый принцип остеосинтеза и удлинения нижних конечностей с применением колец и спиц». В 1954 году он получил авторское свидетельство № 98471 на свое изобретение «Способ сращения костей при переломах и аппарат для его осуществления» [1]. Метод сразу привлек внимание травматологов-ортопедов в связи с положительными результатами лечения больных с костной патологией.

В связи с новизной метода теоретические исследования закономерностей костеобразования в условиях компрессии аппаратом автора еще отсутствовали, неясными были величины усилий сжатия, показания и

противопоказания к новой технологии, методика послеоперационного ведения пациентов и многие другие вопросы. Именно эта ситуация побудила профессора Ф.Р. Богданова организовать на базе руководимого им института «ВОСХИТО» экспериментальные исследования теоретических основ компрессионного остеосинтеза. В 1956 году для этой цели была создана исследовательская группа во главе с заведующим патологической лабораторией института к.м.н. В.И. Стецулой. В исследовательскую группу были включены Г.А. Илизаров и молодые научные сотрудники «ВОСХИТО» В.П. Ржавина, И.А. Стахеев, Н.В. Новицкая.

Первое экспериментальное исследование на собаках выполнили Г.А. Илизаров и В.П. Ржавина в 1956–1958 годах. Оно было посвящено изучению закономерностей консолидации при компрессионном артродезе коленного сустава [2]. Авторы доказали возможность

Кутепов С.М., Гюльназарова С.В. К истории изучения и развития метода чрескостного остеосинтеза на Среднем Урале // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 3. С. 307–312. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-3-307-312

Kutevov S.M., Gulnazarova S.V. To the history of the method of transosseous osteosynthesis in the Middle Urals. *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 3, pp. 307–312. DOI 10.18019/1028-4427-2021-27-3-307-312

достижения первичного костного сращения по всей плоскости опилов уже через 8–10 дней после операции при сохранении неподвижности на стыке отломков с помощью аппарата. Было установлено, что создание в этой зоне постоянной неподвижности обеспечивало оптимальные условия остеогенеза по типу первичного

сращения при малом объеме регенерата, что позволило значительно сократить сроки консолидации при артродезировании суставов [3]. Результаты этого исследования были представлены в 1959 году на IV съезде травматологов-ортопедов Украины и получили высокую оценку.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

При подготовке статьи были использованы базы данных научных работ и технических решений, защищенных авторскими свидетельствами и патентами

СССР и РФ сотрудников ВОСХИТО, СНИИТО, УНИИТО им. В.Д. Чаклина, фонды научного архива Института. Глубина поиска – 68 лет.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 1959 году в «ВОСХИТО» под руководством В.И. Стецулы были организованы комплексные исследования по изучению компрессионного остеосинтеза в эксперименте и клинике. И.А. Стахееву было поручено изучение в опытах особенностей сращения ауто-, гомо- и гетеротрансплантатов в условиях полной и постоянной неподвижности при компрессионном артродезе коленного сустава. Сращение крупных трансплантатов, занимающих весь поперечник кости с эпиметафизами бедра и большеберцовой кости, показало возможность консолидации трансплантатов с костным ложем уже через 2–3 недели после операции [4, 5]. На основании результатов этих исследований в клинике начали успешно применять крупные гомотрансплантаты для компенсации укорочения конечностей при артродезировании суставов.

Теоретические исследования чрескостного компрессионного остеосинтеза также были связаны с изучением процессов консолидации переломов и псевдоартрозов длинных костей. Выполненное Н.В. Новицкой экспериментально-клиническое исследование [6] убедительно показало, что консолидация переломов и псевдоартрозов трубчатых костей возможна при создании полной и постоянной неподвижности на стыке отломков с помощью чрескостного аппарата. Была доказана необходимость сохранения сложившегося типа кровоснабжения в костных отломках ложных суставов [7], установлена важность контроля компрессионных усилий в процессе лечения, обоснованы показания к открытому и закрытому компрессионному остеосинтезу псевдоартрозов трубчатых костей.

Обобщение проведенного цикла экспериментальных исследований по регенерации костной ткани в условиях компрессионного остеосинтеза было осуществлено в 1965 году В.И. Стецулой. На основании морфологического изучения обширного и уникального экспериментального материала он обосновал и сформулировал основные принципы компрессионного остеосинтеза. В.И. Стецула показал, что постоянное давление не вызывает в костях какой-либо реакции и не оказывает какого-либо стимулирующего или угнетающего влияния на течение репаративных реакций. В условиях постоянной неподвижности между костными отломками формируется первичное костное сращение в короткие сроки с малым объемом регенерата, которое зависит, в первую очередь, от восстановления местного кровоснабжения. В.И. Стецула установил, что при псевдоартрозах в концевых отделах отломков формируется тип кровоснабжения, близкий к кровоснабжению губчатой кости, что и определяет активный характер репаративного остеогенеза [8].

Таким образом, проведенное комплексное исследование регенерации костной ткани обосновало пре-

имущество компрессионного остеосинтеза, который, создавая полную неподвижность костных отломков, обеспечивает условия для нормализации местного кровоснабжения и активации костеобразования, протекающего в короткие сроки по типу первичного костного сращения. Выполненные теоретические исследования в значительной мере способствовали внедрению чрескостного компрессионного остеосинтеза аппаратом Илизарова в клиническую практику.

В 1958 г. «ВОСХИТО» переименован в Свердловский НИИ восстановительной хирургии, травматологии и ортопедии МЗ РФ. В 70–80 годы XX века одной из основных научных проблем исследовательской деятельности Института стало изучение в эксперименте и клинике дистракционного остеосинтеза. Экспериментальные исследования показали, что при дистракционном остеосинтезе в условиях стабильной фиксации аппаратом Илизарова диастаз между отломками замещается десмальным регенератом с последующей перестройкой его в диафизарную кость. При этом характер репаративной регенерации зависит от таких факторов как темп дистракции, стабильность фиксации отломков, зоны удлинения (метафиз или диафиз), степени сохранности кровообращения в кости.

В процессе освоения дистракционного остеосинтеза накапливались принципиальные вопросы, требующие решения: каким должен быть рациональный темп растяжения, время начала дистракции после операции, величина возможного одномоментного удлинения и другие. В работе, выполненной Е.Т. Никитенко [9], в эксперименте были обоснованы сроки начала дистракции при удлинении в метафизарных и диафизарных участках кости, определен оптимальный суточный темп растяжения, изучены прочностные характеристики новообразованного участка кости, обоснованы оптимальные сроки функциональной его нагрузки.

Экспериментальные исследования особенностей регенерации в условиях патологически измененной кости были выполнены на разных моделях ложных суставов у собак [10]. Проведенное исследование показало, что при дистракции псевдоартрозов, также как и при удлинении костей после остеотомии, возникает костеобразование десмального типа. Было доказано, что возможность замещения межотломковой прослойки костной тканью определяется типом ложного сустава (гиперпластический или гипопластический), характером патологической перестройки концов отломков (остеопороз, остеосклероз) и созданием неподвижности регенерата в процессе его формирования и последующей перестройки. Были разработаны клинические

рекомендации по выбору вида оперативного вмешательства, сроков начала distraction и рациональных темпов ее проведения в зависимости от исходного варианта патологической перестройки концов отломков, образующих ложный сустав [11, 12]. Полученные данные способствовали внедрению метода distraction в клиническую практику при лечении пациентов с ложными суставами и несросшимися переломами.

В клиническом исследовании, посвященном лечению детей с укорочениями нижних конечностей, была обоснована целесообразность применения distractionного остеосинтеза, определены показания и противопоказания к удлинению костей, возможные величины его, отработана тактика оперативного пособия, даны рекомендации для предупреждения ошибок, возможных при лечении укорочений бедра и голени [13]. Изучение проблемы удлинения конечностей у детей посредством distractionного эпифизеолиза, проводившееся в эти годы в клинике и эксперименте, позволило выявить особенности репаративной регенерации кости, определить возрастные показания к этому методу, его влияние на рост удлиняемой кости и смежные суставы [14].

Важное теоретическое значение для distractionного остеосинтеза имело обобщающее исследование В.П. Штина [15–18], в котором на основании скрупулезного морфологического анализа данных обширного экспериментального материала были изучены особенности процесса формирования костного регенерата в условиях растяжения на всех этапах его образования и перестройки, введен термин «зона роста», определена значимость этой зоны в формировании distractionного регенерата, изложен характер перестройки новообразованной кости по типу органотипической, а также дано общепатологическое обоснование физиологичности формирования кости в условиях distraction на основе анализа изменений апофиза костей молодых животных в процессе их роста [16, 17]. Эти исследования были принципиально очень значимыми для травматологов, т.к. существенно расширяли их знания о distractionном остеосинтезе и способствовали внедрению его в лечебную практику [18, 19].

Изучение метода distraction в последующие годы было связано с теоретическим обоснованием биологического distractionного остеосинтеза. В этой комплексной работе были детально изучены не только особенности репаративной реакции костной ткани и перестройки регенератов [20, 21], но и регенерации мышц и сухожилий [22], нейроструктур эфферентной части рефлекторной дуги [23, 24].

Одновременно с решением клинических задач, связанных с внедрением distractionного остеосинтеза, сотрудниками Института в эксперименте исследовался ряд фундаментальных его аспектов, таких как роль системы крови и ее отдельных составляющих в костеобразовании, возникающем при удлинении костей [25, 26], а также иммунологические механизмы регуляции восстановительных процессов при distractionном остеосинтезе [27].

В январе 1981 года в Институте было открыто новое специализированное клиническое отделение по применению компрессионно-distractionного метода лечения пациентов с различной патологией костно-суставного аппарата. Ранее проведенные теоретиче-

ские исследования по изучению различных аспектов чрескостного остеосинтеза позволили широко применять его в отделении для лечения не только переломов и ложных суставов, но и застарелых вывихов, перелома-вывихов и контрактур крупных суставов, для устранения любых деформаций, восстановления анатомической длины и формы костных сегментов. Сотрудниками были разработаны новые способы лечения патологии опорно-двигательного аппарата с использованием приемов компрессии и distraction, защищенные 53 авторскими свидетельствами и патентами. Одним из важных направлений в работе отделения были исследования, посвященные оценке индивидуальных возможностей пациентов с несращениями длинных костей к восстановлению нормальной костной структуры в зоне повреждения. Были разработаны прогностические алгоритмы, позволяющие как на дооперационном этапе, так и в процессе лечения выявлять пациентов с возможным неблагоприятным исходом операции. Этапный мониторинг, опирающийся на данные прогноза, позволил на практике реализовать индивидуальную тактику лечения конкретного пациента и своевременно корректировать ее, способствуя значительному снижению числа неудач после операций [28, 29].

Чрескостный остеосинтез, будучи базовым в этом отделении, позволял успешно решать практически все весьма сложные клинические ситуации. Одно из направлений, которое успешно было реализовано в клинике, связано с разработкой ряда приемов оптимизации лечения больных аппаратом Илизарова. Так, были разработаны и внедрены новые высокочувствительные тесты оценки динамики течения репаративных процессов, использование некоторых фармакологических средств [30] и физических методов для активации остеогенеза [31], применение перкутанных фиксаторов с наноструктурированным остеоиндуктивным покрытием [32] и другие. Надо отметить, что различные приемы оптимизации компрессионно-distractionного метода в значительной мере способствовали сокращению сроков лечения пациентов, снижению выраженности костной резорбции вокруг спиц, сохранению стабильности фиксации, а также комплаентности пациентов, что весьма важно для успешного результата лечения. Многолетний опыт клиники по лечению методом чрескостного остеосинтеза пациентов с патологией, осложненной остеопорозом, показал, что метод Г.А. Илизарова в этих условиях является наилучшим для лечения любой костной патологии независимо от типа остеопороза. Будучи наименее травматичными в костной хирургии технологии чрескостного остеосинтеза обеспечивают высокий процент выздоровления больных, страдающих заболеваниями костно-суставной системы на фоне сопутствующего остеопороза [30, 31, 32].

История развития чрескостного остеосинтеза костей таза в СНИИТО началась в 70-е годы XX века, когда Н.А. Серебrenниковым было предложено устройство для репозиции и фиксации таза [33]. Однако это устройство из-за конструктивных особенностей не могло обеспечить стабильной фиксации в течение всего срока заживления переломов костей таза и не вошло в широкую клиническую практику.

В 1989 году в СНИИТО группой авторов под руководством директора института С.М. Кутепова был раз-

работан принципиально новый вариант аппарата для таза [34]. Этот аппарат имел циркулярную внешнюю опору и за счет фиксации стержней в задних отделах таза обеспечивал возможность репозиции вертикальных смещений поврежденной половины таза и стабильной фиксации его на весь срок сращения [35, 36, 37].

Дальнейшее развитие технологии чрескостного остеосинтеза таза и вертлужной впадины связано с именем А.В. Рункова, который вместе с соавторами предложил обновленную конструкцию аппарата [38]. Для этого аппарата были разработаны новые крепежные и чрескостные элементы, оригинальные варианты их расположения, усовершенствованная система репозиционных узлов, внедрен модульный принцип построения внешней опоры. Уникальные репозиционные возможности нового аппарата позволили применять его для лечения самых тяжелых посттравматических деформаций таза, включая двусторонние. Была создана технология этапной коррекции деформаций тазового кольца [39, 40, 41], разработаны и внедрены в клиническую практику ряд оригинальных операций, таких как чрескожные остеотомии задних и передних отделов таза и костно-пластические реконструкции.

Обширный опыт института в лечении повреждений и деформаций таза был обобщен и опубликован в соответствующих главах руководства по чрескостному остеосинтезу, изданного за рубежом, под редакцией профессора Л.Н. Соломина [42, 44]. За большой вклад в совершенствование и внедрение технологий чрескостного остеосинтеза при повреждениях костей таза и их последствий авторский коллектив в 2010 г. был награжден дипломом «Фонда высоких медицинских технологий», учрежденного в память академика Г.А. Илизарова. В настоящее время в Уральском институте травматологии и ортопедии им. В.Д. Чаклина продолжается разработка новых технологий лечения сложных многоплоскостных деформаций таза и комбинированных малоинвазивных способов его фиксации.

Несмотря на то, что идеи Г.А. Илизарова давно нашли широкое применение в травматологии и ортопедии, единственным разделом, в котором остеосинтез аппаратами внешней фиксации долго не занимал соответствующего места, оставалась вертебральная хирургия. С 1992 года в УНИИТО коллектив авторов начал проводить исследования анатомопографических особенностей позвонков и позвоночного столба на уровне грудного и пояснично-крестцового отделов. Экспериментально были установлены параметры модуля упругости и предельной прочности губчатой кости позвонка при разрушении, проведена рентгенометрия позвонков нижнегрудного и поясничного отделов

позвоночника. На основании этих данных авторами были определены параметры стержней для транспедикулярной фиксации позвонков, разработаны оригинальная форма базовой опорной пластины и вспомогательные детали аппарата внешней фиксации [45–48].

Новые знания о взаимодействии конструкции на границе «стержень-кость» позволили расширить возможности стержневой фиксации позвоночника, обосновать способы закрытой, малотравматичной, управляемой коррекции деформации позвоночника в трех плоскостях, а также разработать новый подход к редукации деформаций позвоночника методом управляемой коррекции формы позвоночного столба и позвоночного канала для закрытой декомпрессии спинного мозга и корешков конского хвоста. Остеосинтез оригинальным аппаратом внешней фиксации показал себя надежным способом стабилизации позвоночника на весь период, необходимый для формирования новых структурных связей поврежденного отдела. Новые способы лечения больных с позвоночно-спинномозговыми травмами, застарелыми переломами и заболеваниями позвоночника оказались весьма эффективными [49–53]. Внешняя фиксация позвоночника позволила значительно сократить сроки консолидации после хирургического лечения и снизить показатели инвалидности [54–57]. Новые способы лечения травм и заболеваний позвоночника, разработанные в клинике вертебологии, защищены 13 патентами РФ, а исследовательский коллектив стал лауреатом премии фонда академика Г.А. Илизарова за цикл работ в сфере науки и техники «Разработка средств наружной фиксации и новых способов лечения повреждений и заболеваний позвоночника и спинного мозга». Кроме того, новые технологии лечения болезней и травм позвоночника многократно отмечены различными дипломами за лучшие инновационные проекты в сфере интеллектуальной собственности в России.

Начиная с 1956 года, когда было выполнено первое теоретическое исследование о костеобразовании в условиях компрессии (В.И. Стецула, Г.А. Илизаров, В.П. Ржавина, 1959), в Институте активно изучались различные теоретические и клинические аспекты чрескостного остеосинтеза. Это нашло отражение в 16 докторских и 32 кандидатских диссертациях, 22 монографиях. Можно полагать, что эти работы, наряду с исследованиями многих других авторов, значительно расширили не только границы использования чрескостного метода, но и способствовали углубленному пониманию травматологами «Эффекта Илизарова» об общебиологическом свойстве тканей отвечать на дозированное растяжение ростом и регенерацией [58, 59].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Несмотря на то, что в последние годы в России чрескостный остеосинтез в определенной мере потеснили современные конструкции для погружного остеосинтеза, следует отметить, что методу Г.А. Илизарова нет альтернативы при лечении огнестрельных ранений, открытых переломов, при политравмах, обширных костных дефектах, ахондроплазии и многих других поражениях опорно-двигательного аппарата. Реконструктивная хирургия костно-суставной системы, ос-

нованная на законах природы, сформулированных как «Эффект Илизарова», широко известна во всем мире. В настоящее время чрескостный остеосинтез применяется не только по клиническим канонам, сформулированным его автором, но и в сочетании с другими технологиями, расширяющими возможности этого выдающегося метода, а также в самых сложных и нестандартных ситуациях, когда другие способы лечения в принципе не могут обеспечить успешного результата.

Конфликта интересов нет. Работа выполнена без спонсорской поддержки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Способ сращивания костей при переломах и аппарат для осуществления этого способа : а. с. 98471 СССР / Илизаров Г.А. № 102/17-762/447962 ; заявл. 09.06.52 ; опубл. 17.08.54, Бюл. № 6.
2. Стецула В.И., Илизаров Г.А. Регенерация костной ткани первичным натяжением при артродезе коленного сустава в эксперименте // Труды IV съезда травматологов и ортопедов Украины, г. Харьков, 17-18 июня 1959 г. Киев : Гос. мед. изд-во УССР, 1960. С. 205-208.
3. Илизаров Г.А., Стецула В.И., Ржавина В.П. О регенерации кости в условиях полной и неполной иммобилизации // Вестник хирургии им. И.И. Грекова. 1961. № 4. С. 6-15.
4. Стахеев И.А., Стецула В.И. О приживлении ауто- и гомотрансплантатов первичным натяжением // Вопросы восстановительной хирургии, травматологии и ортопедии : тр. межобл. науч.-практ. конф., посвященной компрессионному остеосинтезу, суставной патологии и вопросам клинической травматологии Свердловского НИИ травматологии и ортопедии, 17-20 апреля 1961 г. Свердловск, 1962. Т. 8. С. 32-35.
5. Стецула В.И., Стахеев И.А. Роль контакта и давления в репаративной регенерации кости // Вопросы восстановительной хирургии, травматологии и ортопедии: сб. статей. Свердловск, 1964. Т. 9. С. 448-450.
6. Стецула В.И., Новицкая Н.В. Регенерация кости при компрессионном остеосинтезе диафиза в эксперименте // Вопросы восстановительной хирургии, травматологии и ортопедии : тр. межобл. практ. конф., посвященной компрессионному остеосинтезу, суставной патологии и вопросам клинической травматологии Свердловского НИИ травматологии и ортопедии, 17-20 апреля 1961 года. Свердловск, 1962. Т. 8. С. 44-49.
7. Стецула В.И. О новообразованиях капилляров при репаративной регенерации костей // Материалы конференции, посвященной 100-летию кафедры гистологии ВМА им. С.М. Кирова. Л., 1968. С. 204-205.
8. Стецула В.И., Веклич В.В. Основы управляемого чрескостного остеосинтеза. М. : Медицина, 2003. 220 с.
9. Штин В.П., Никитенко Е.Т. Морфологические данные к обоснованию срока начала дистракции при оперативном удлинении голени в эксперименте // Ортопедия, травматология и протезирование. 1974. № 5. С. 48-51.
10. Штин В.П., Гюльназарова С.В. Морфогенез межотломковой ткани на ранних этапах дистракции гипертрофических псевдоартрозов (экспериментально-морфологическое исследование) // Ортопедия, травматология и протезирование. 1985. № 9. С. 5-9.
11. Гюльназарова С.В. Лечение «болтающихся» псевдоартрозов с одновременным удлинением на уровне патологического очага (экспериментальное исследование) // Ортопедия, травматология и протезирование. 1978. № 11. С. 31-34.
12. Гюльназарова С.В., Штин В.П. Лечение ложных суставов. Теория и практика метода дистракции. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1992. 143 с.
13. Федотова Р.Г. К методике оперативного удлинения врожденно-укороченной конечности у детей // Ортопедия, травматология и протезирование. 1970. № 12. С. 18-22.
14. Показания и тактика ведения больных при удалении голени методом дистракционного эпифизеолиза по Илизарову : метод. рек. / МЗ РСФСР, СФ ВКНЦ ВТЮ ; сост. З.И. Горбунова. Свердловск : [Б.и.], 1989. 17 с.
15. Штин В.П., Михайлова Л.Н. Об особенностях регенерации при дистракции костных отломков // Архив патологии. 1978. № 8. С. 50-56.
16. Лаврищева Г.И., Штин В.П. Особенности репаративных процессов при дистракционном остеосинтезе // Труды 3-го Всесоюзного съезда травматологов-ортопедов, Москва, 13-15 мая 1975 г. : тез. докл. М. : ЦИТО, 1976. С. 179-174.
17. Михайлова Л.Н., Штин В.П. Электронно-микроскопическое исследование особенностей дифференциации скелетогенной ткани при дистракционном остеосинтезе // Архив патологии. 1979. № 5. С. 55-63.
18. Биологические аспекты удлинения конечностей / В.И. Стецула, Г.И. Лаврищева, В.П. Штин, Л.Н. Михайлова // Ортопедия, травматология и протезирование. 1984. № 9. С. 21-26.
19. Илизаров Г.А., Ледаев В.И., Штин В.П. Течение репаративной регенерации компактной кости при дистракционном остеосинтезе в различных условиях фиксации костных отломков (экспериментальное исследование) // Экспериментальная хирургия и анестезиология. 1966. № 6. С. 3-12.
20. Штин В.П., Кочутин Л.Н., Реутов А.И. Оценка возможностей костеобразования и сохранения гистоструктуры мышц при билочальном дистракционном остеосинтезе // Аппараты и методы внешней фиксации в травматологии и ортопедии: материалы 3-го международного семинара по усовершенствованию аппаратов и методов внешней фиксации. Рига, 1989. С. 258.
21. Реутов А.И. Сравнительная характеристика методов моно- и билочального дистракционного остеосинтеза по Г.А. Илизарову (экспериментальное исследование) // Гений ортопедии. 2002. № 3. С. 108-115.
22. Кочутин Л.Н., Реутов А.И. Реактивность скелетной мышечной ткани и регенерация кости при больших одноэтапных удлинениях методом монолокального дистракционного остеосинтеза по Илизарову // Экспериментально-теоретические и клинические аспекты разрабатываемого в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза : тез. докл. междунар. конф., 3-5 сентября 1986 г. Курган, 1986. С. 36-38.
23. Изменения нервных проводников и их концевых аппаратов в мышцах и коже при больших одноэтапных удлинениях конечности по Г.А. Илизарову / Л.Н. Кочутин, И.П. Кудрявцева, Е.И. Чумасов, К.М. Светикова // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. 1990. Т. 98, № 4. С. 24-31.
24. Кудрявцева И.П., Сафонова Г.Д., Бердюгин К.А. Реакция нервных структур на дозированное растяжение тканей при удлинении конечности // Фундаментальные исследования. 2014. № 10-2. С. 416-419.
25. Ястребов А.П., Осипенко А.В. Система крови и регенерация костной ткани. Свердловск : Изд-во Урал. ун-та, 1990. 124 с.
26. Осипенко А.В., Черешнев В.А. Иммунобиологические механизмы регенерации тканей. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1997. 129 с.
27. Базарный В.В., Макарова Э.Б., Мамаев В.И. Оценка эффективности иммунореабилитации при удлинении конечности // Реабилитация иммунной системы : тез. докл. 2 междунар. симп. Цхалтубо, 1990. С. 152.
28. Мамаев В.И. Раннее прогнозирование состояния костеобразования при удлинении костей // Ортопедия, травматология и протезирование. 1984. № 4. С. 32-35.
29. Мамаев В.И. Прогнозирование исходов оперативного лечения больных с последствиями переломов длинных трубчатых костей : монография. Екатеринбург : УНИИТО им. В.Д. Чаклина, 2015. 173 с.
30. Гюльназарова С.В., Кузнецова О.А. Оссеин-гидроксипатитный комплекс в лечении больных с псевдоартрозами бедра и костей голени, осложненными системным остеопорозом // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2006. № 2. С. 21-24.
31. Трифонова Е.Б., Кучиев А.Ю. Эффект гипербарической оксигенации при иммобилизационном остеопорозе в эксперименте // Высокие технологии в травматологии и ортопедии: организация, диагностика, лечение, реабилитация, образование : материалы Первого съезда травматологов-ортопедов Уральского федерального округа, 1-3 июня 2005 г. Екатеринбург : Автограф, 2005. С. 282-283.
32. Бурматова А.Ю., Трифонова Е.Б., Ганжа А.А. Особенности маркеров остеогенеза при применении металлофиксаторов с DLC-покрытием у пациентов с иммобилизационным остеопорозом // Гений ортопедии. 2015. № 3. С. 100-102.
33. Устройство Н.А. Серебренникова для репозиции и фиксации костей таза при переломах : а. с. 563968 СССР / Серебренников Н.А. № 2157811/13 ; заявл. 15.07.75 ; опубл. 05.07.77, Бюл. № 25.
34. Аппарат для остеосинтеза переломов тазовых костей : пат. 1811386 Российская Федерация, МКИ А61В 17/60 / Кутепов С.М., Минеев К.П., Стельмах К.К., Шлыков И.Л.; заявитель и патентообладатель Свердловский филиал Всесоюзного Курганского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия». № 4751188/14 ; заявл. 18.10.89 ; опубл. 23.04.93 , Бюл. № 15. 4 с.
35. Кутепов С.М., Минеев К.П., Стельмах К.К. Анатомо-хирургическое обоснование лечения тяжелых переломов костей таза аппаратами внешней фиксации. Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 1992. 160 с.
36. Лечение переломов костей таза аппаратами внешней фиксации : метод. рек. / сост.: С.М. Кутепов, Н.В. Новицкая, К.П. Минеев, К.К. Стельмах. Свердловск, 1991. 13 с.
37. Минеев К.П., Стельмах К.К. Лечение тяжелых повреждений таза и позвоночника. Ульяновск : Симбирская книга, 1996. 182 с.

38. Устройство внешней фиксации для лечения переломов тазовых костей : пат. 2000125394 Российская Федерация, МКИ А61В 17/66 / Рунков А.В., Шлыков И.Л. ; заявитель и патентообладатель ГФУН Уральский НИИТО. № 2000125394/14 ; заявл. 09.10.2000 ; опубл. 10.01.2002, Бюл. № 1.
39. Чрескостный остеосинтез таза и вертлужной впадины : метод. рек. / сост. А.В. Рунков. Екатеринбург, 2001. 23 с.
40. Малоинвазивный остеосинтез повреждений задних отделов таза : мед. технология / сост.: А.В. Рунков, И.Л. Шлыков, Д.Г. Блинец, А.А. Богаткин. Екатеринбург, 2011. 19 с.
41. Аппарат для закрытого устранения стойких деформаций тазового кольца : свидетельство 26186 Российская Федерация, МКИ А61В17/66 / Шлыков И.Л., Рунков А.В. ; патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина. № 2002118985/20 ; заявл. 16.07.2002 ; опубл. 20.11.2002, Бюл. № 32.
42. Соломин Л.Н. Основы чрескостного остеосинтеза аппаратом Г.А. Илизарова. СПб. : Морсар АВ, 2005. 544 с.
43. Solomin L.N. The Basic Principles of External Skeletal Fixation Using the Ilizarov and Other Devices. Second edition. Milan : Springer-Verlag (Italia), 2012. 1596 p.
44. Основы чрескостного остеосинтеза. Частные вопросы / под ред. Л.Н. Соломина. 2-е изд., перераб. и доп. М. : БИНОМ, 2015. Т. 3. 560 с.
45. Устройство и способ внеочагового остеосинтеза позвоночника : пат. 2115381 Российская Федерация, МКИ А61В 17/56 / Лавруков А.М., Томилов А.Б., Глазырин Д.И. ; заявитель и патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина. № 96113284/14 ; заявл. 04.07.96 ; опубл. 20.07.98, Бюл. № 20.
46. Способ лечения повреждений позвоночника, осложненных спинальными нарушениями : пат. 2147844 Российская Федерация, МКИ А61В 17/56 / Лавруков А.М., Томилов А.Б. ; заявитель и патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина. № 96116105/14 ; заявл. 05.08.96 ; опубл. 27.04.2000, Бюл. № 12.
47. Устройство внеочагового остеосинтеза позвоночника : свидетельство 4904 Российская Федерация, МКИ А61В 17/60 / Лавруков А.М., Томилов А.Б., Глазырин Д.И. ; патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина. № 96113321/20 ; заявл. 05.07.96 ; опубл. 16.09.97, Бюл. № 9.
48. Лавруков А.М., Томилов А.Б. Остеосинтез аппаратом внешней фиксации у больных с повреждениями и заболеваниями позвоночника. Екатеринбург, 2002. 208 с.
49. Устройство для стабилизации грудного и поясничного отдела позвоночника при переломах : пат. 36199 Российская Федерация, МКИ А61В 17/00 / Лавруков А.М., Томилов А.Б. ; патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина. № 2003127531/20 ; заявл. 15.09.2003 ; опубл. 10.03.2004, Бюл. № 7.
50. Устройство для остеосинтеза позвоночника : пат. 43146 Российская Федерация, МКИ А61В 17/00 / Лавруков А.М., Томилов А.Б., Шаламов А.М. ; патентообладатель ГФУН УНИИТО им. В.Д. Чаклина. № 2004126354/20 ; заявл. 01.09.2004 ; опубл. 10.01.2005, Бюл. № 1.
51. Способ устранения застарелых деформаций позвоночника : пат. 2345729 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 / Томилов А.Б., Плахин Е.В., Бердюгин К.А. ; заявитель и патентообладатель ФГУ Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина Федерального агентства по высокотехнологической медицинской помощи. № 2006120341/14 ; заявл. 09.06.2006 ; опубл. 10.02.2009, Бюл. № 4.
52. Способ определения заднего смещения позвонка : пат. 2358651 Российская Федерация, МПК А 61 В 6/00 / Бердюгин К.А., Томилов А.Б. ; заявитель и патентообладатель ФГУ Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина Федерального агентства по высокотехнологической медицинской помощи. № 20071138519/14 ; заявл. 16.10.2007 ; опубл. 20.06.2009, Бюл. № 17.
53. Способ хирургического лечения спондилолистного спондилолистеза в поясничном отделе позвоночника : пат. 2433798 РФ, МПК А61В 17/70 / Томилов А.Б., Мухачев В.А., Плахин Е.В. ; патентообладатель ФГУ Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина Федерального агентства по высокотехнологической медицинской помощи. № 2010113448/14 ; заявл. 06.04.2010 ; опубл. 20.11.2011, Бюл. № 32.
54. Способ определения показаний к выполнению переднего межтелового спондилодеза при хирургическом лечении больных с компрессионно-оскольчатых переломах в нижнем грудном и поясничном отделе позвоночника : пат. 2445038 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 / Химич Ю.В., Томилов А.Б., Зельский И.А. ; ФГБУ «Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации. № 2010139734/14 ; заявл. 27.09.2010 ; опубл. 20.03.2012, Бюл. № 8.
55. Способ стабилизации переломов тел позвонков, осложненных остеопорозом : пат. 2467715 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 / Томилов А.Б., Плахин Е.В., Химич Ю.В. ; ФГБУ «Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации. № 2011140899/14 ; заявл. 07.10.2011 ; опубл. 27.11.2012, Бюл. № 33.
56. Способ интраоперационного контроля состояния позвоночного канала при закрытой репозиции оскольчатых переломов тел позвонков : пат. 2474395 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 / Томилов А.Б., Плахин Е.В., Химич Ю.В., Зубков Е.А. ; патентообладатель ФГБУ «Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации. № 2011151921/14 ; заявл. 19.12.2011 ; опубл. 10.02.2013, Бюл. № 4.
57. Способ моносегментарной транспедикулярной стабилизации переломов тел нижних грудных и поясничных позвонков : пат. 2485904 Российская Федерация, МПК А61В 17/56 / Томилов А.Б., Химич Ю.В., Плахин Е.В., Зубков Е.А. ; патентообладатель ФГБУ «Уральский НИИТО им. В.Д. Чаклина» Министерства здравоохранения и социального развития Российской Федерации. № 2012112723/13 ; заявл. 02.04.2012 ; опубл. 27.06.2013, Бюл. № 18.
58. Актовая речь Г.А. Илизарова «Некоторые проводимые нами фундаментальные исследования и их общеприкладное значение» (на Всесоюзной конференции с участием иностранных специалистов, посвященной 70-летию Г.А. Илизарова, 13-15 июня 1991 года, г. Курган) Часть I // Гений ортопедии. 2015. № 1, С. 7-12.
59. Общеприкладное свойство тканей отвечать на дозированное растяжение ростом и регенерацией (Эффект Илизарова) : Диплом 355 (СССР) / Илизаров Г.А. № ОТ 11271 ; заявл. 25.12.1985 ; опубл. 23.04.1989, Бюл. 15.

Рукопись поступила 20.04.2021

Сведения об авторах:

1. Кутепов Сергей Михайлович, д. м. н., профессор, член-корреспондент РАН, ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия, Email: Axr52@mail.ru
2. Гольназарова Стелла Вагериосовна, д. м. н., профессор, ФГБОУ ВО УГМУ Минздрава России, г. Екатеринбург, Россия, Email: Yand@pm.convex.ru

Information about the authors:

1. Sergei M. Kutepov, M.D., Ph.D., Professor, member-correspondent of RAS, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation, Email: Axr523@mail.ru
2. Stella V. Gulnazarova, M.D., Ph.D., Professor, Ural State Medical University, Ekaterinburg, Russian Federation, Email: Yand@pm.convex.ru