

Розинов В.М., Яндиев С.И., Колягин Д.В.

МЕДИЦИНСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЛЕЧЕНИЯ ДЕТЕЙ С ДИАФИЗАРНЫМИ ПЕРЕЛОМАМИ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ

НИИ хирургии детского возраста РНИМУ имени Н.И. Пирогова Минздрава России, Москва;
Детская городская клиническая больница №9 им. Г.Н. Сперанского Департамента здравоохранения г. Москвы

Rosinov V.M., Yandiev S.I., Kolyagin D.V.

MEDICAL TECHNOLOGIES OF TREATING CHILDREN WITH DIAPHYSEAL FRACTURES OF THE TIBIA

Research Institute of Pediatric Surgery of the State Budgetary Educational Institution of Higher Professional Education N.I.Pirogov Russian National Research Medical University of the Ministry of Health of Russia, Moscow;
G.N. Speransky Children's State Clinical Hospital No. 9, Health Department of Moscow

Резюме

В статье представлены эволюция взглядов на проблему лечения детей и подростков с диафизарными переломами костей голени и спектр актуальных медицинских технологий, реализуемых у данного контингента больных. Рассмотрены позиции авторитетных сторонников консервативной терапии и приверженцев медицинских школ, исповедующих идеологию стабильно-функционального остеосинтеза. Выявлены основные тенденции развития хирургии повреждений в педиатрической практике и обоснованы эффективные и безопасные методы оперативного лечения пациентов с нестабильными диафизарными переломами большеберцовой кости на основе использования закрытого интрамедуллярного остеосинтеза оригинальным стержнем с блокированием.

Ключевые слова: диафизарный перелом костей голени, дети, закрытый интрамедуллярный остеосинтез, стержень с блокированием, зоны роста большеберцовой кости

Abstract

The article stresses the evolution of views on the problem of treatment of children and adolescents with diaphyseal fractures of the shin bones and a set of actual medical technologies implemented in these patients. The views of authoritative followers of conservative therapy and supporters of medical schools adhering to the ideology of stable and functional osteosynthesis are reviewed. The basic tendencies of development of surgery of injuries in pediatrics are found and effective and safe methods of surgery of patients with instable diaphyseal fractures of the tibia on the basis of using the closed intramedullary osteosynthesis with the original blocking rod are substantiated.

Key words: diaphyseal fracture of the shin, children, closed intramedullary osteosynthesis, blocking rod, areas of the tibial growth

Переломы диафиза большеберцовой кости составляют 15–25% в структуре повреждений длинных трубчатых костей у детей и подростков [1, 9, 20, 64, 74, 77]. Известна гендерная зависимость – мальчики более подвержены травмам данной локализации [53, 64, 74, 77].

Диафизарные переломы обеих костей голени выявляются у 30% пострадавших и обусловлены преимущественно высокоэнергетичной травмой [59, 64]. Механогенез указанных повреждений трактуется

как проявление распределения травмирующей силы по межкостной мембране [35, 45]. Пластичная деформация малоберцовой кости характеризуется риском вальгусного или ротационного смещения фрагментов у части детей [8, 9, 74, 78]. Переломы большеберцовой кости при интактной малоберцовой наблюдаются в 70% случаев, как правило, в результате действия травмирующей силы на «скручивание» [66, 68, 69].

Большинство переломов костей голени у детей относятся к категории нестабильных, с наличием

косой и косопоперечной линии изломов, при этом 37% из них являются многооскольчатыми [29, 64]. В соответствии с педиатрической версией классификации АО, данные повреждения относятся к категориям В1–3, С1–3 [57, 58].

Спектр медицинских технологий, реализуемых у детей с диафизарными переломами костей голени и сохраняющих актуальность на современном этапе развития хирургии повреждений, охватывает диапазон от сугубо консервативных до открытых вмешательств в соответствии с идеологией стабильно-функционального остеосинтеза [12, 15, 21].

Необходимо указать, что терапевтическая парадигма, в течение последних 25 лет неуклонно смещается в плоскость хирургического лечения [18, 19, 30]. Подтверждением данной тенденции являются результаты анализа публикаций в отечественных и иностранных информационных источниках XXI века [18, 19, 30]. В качестве преимуществ хирургического лечения рассматриваются сокращение длительности госпитализации, оптимальные условия реабилитации, скорейшая интеграция пациентов в семью и общество [18, 19, 20, 21]. Оппоненты традиционно основываются на известных анатомо-физиологических особенностях ребенка, способствующих консолидации костных фрагментов в сжатые сроки, высоком потенциале ремоделирования остаточных деформаций. Мнение авторитетных авторов, что ведущим методом лечения является консервативное, сохраняет преимущественно историческое значение [3, 5, 7, 8, 22, 74, 75].

В соответствии с современными воззрениями, закрытая репозиция с последующей внешней иммобилизацией гипсовой или пластиковой повязкой рассматривается как метод выбора ограниченно, при так называемых «стабильных» диафизарных переломах костей голени либо у пациентов грудного и раннего возраста при отсутствии существенных смещений костных отломков [3, 5, 7, 8, 22, 74, 75]. Относительные либо временные противопоказания к реализации иных технологий лечения возникают в связи с наличием исходно неблагоприятных состояний здоровья, интеркуррентных заболеваний.

Эффективная и безопасная практика лечения пациентов с диафизарными переломами большеберцовой кости методом закрытой репозиции и внешней иммобилизации обеспечивается устойчивыми навыками мануального вправления смещенных костных фрагментов, наличием соответ-

ствующего состава оборудования, прежде всего рентгено-хирургической аппаратуры, хорошей гипсовой техникой, скрупулезным соблюдением программы смены повязок, контроля положения и консолидации отломков [3, 4, 7, 50, 74, 75].

Необходимо указать, что представленная система взглядов на ограниченное значение консервативной терапии является доминирующей, но не единственной. Известна аргументированная позиция Сармиенто А. (2014), согласно которой расширение показаний к хирургическим вмешательствам у детей с переломами длинных трубчатых костей мотивировано прежде всего экономически и сопровождается неоправданными рисками различных осложнений. По мнению уважаемого автора, «медицина слишком легко приняла этический код, присущий бизнесу, в противовес своей традиционной сущности» [79].

На современном этапе развития педиатрической хирургии повреждений чрезвычайно актуальны целенаправленные исследования, проводимые в Центральном институте травматологии и ортопедии имени Н.Н. Приорова, по анализу ошибок и осложнений при выполнении остеосинтеза у детей [9].

Скелетное вытяжение при диафизарных переломах костей голени сохраняет значение прежде всего у пациентов с косыми и винтообразными линиями излома, смещением фрагментов по длине [28, 35, 37]. Определенные преимущества данной технологии реализуются в условиях открытых переломов, когда требуется текущий визуальный контроль течения раневого процесса [3, 4, 5, 10, 11, 22, 23]. В то же время ряд авторов рекомендует применение данного метода только с подросткового возраста, учитывая возможность негативных эффектов трансартикулярного вытяжения большими грузами при наличии незакрытых зон роста [4, 5, 6]. Необходимо учитывать, что скелетное вытяжение не рассматривается подавляющим большинством исследователей как технология лечения в исчерпывающем объеме [4, 9, 15, 16, 23, 24, 30, 31, 35, 47, 60, 68]. Как правило, по истечении 2–4 недель после формирования первичной костной мозоли больному накладывают гипсовую повязку и, убедившись в допустимом положении костных фрагментов, выписывают из стационара для дальнейшего амбулаторного лечения.

Внеочаговый остеосинтез у пациентов с диафизарными переломами костей голени наиболее часто

используется в клинических ситуациях, связанных с тяжелыми повреждениями мягких тканей, наличием многооскольчатых полифрактур [29, 34, 40, 44, 45, 53, 74]. По данным И.В. Шеламова (2005), преимущества внеочагового чрескостного остеосинтеза наиболее полно реализуются у детей с множественными и сочетанными повреждениями [17].

В соответствии с философией отечественного патриарха внеочагового остеосинтеза Г.А. Илизарова, ранняя нагрузка на поврежденную конечность способствует ускорению сращения перелома [4, 11].

Необходимо учитывать, что широта использования внеочагового остеосинтеза, в частности при лечении детей с диафизарными переломами голени, в отечественной педиатрической практике во многом определяется традициями отдельных медицинских школ – установками клиники [1, 9, 14, 12, 15, 60, 64].

Безусловно, что в качестве абсолютных показателей к применению аппаратов наружной фиксации (АНФ) подавляющее большинство авторов рассматривает необходимость экстренного устранения жизнеугрожающих состояний у пациентов с тяжелыми механическими травмами, осложненными шоком [32, 33, 34, 35, 37, 43, 55].

Возможности дозированной компрессии-дистракции костных отломков, а также управления ими (репозиции) при сохраняющейся стабильной фиксации позволяют рассматривать внеочаговый остеосинтез как метод выбора у пациентов с замедленной консолидацией, а также при неправильно срастающихся переломах [27, 31, 34, 39, 40, 50, 57, 58].

Существенный терапевтический потенциал связан с применением внеочагового остеосинтеза при возникновении тяжелых гнойно-воспалительных осложнений – посттравматический либо послеоперационный остеомиелит [15, 19, 22, 25, 28, 30, 32, 33, 34, 39].

По образному выражению А.В. Губина (2015), при возникновении различных осложнений АНФ выполняют функцию «спасательной лодки» [2].

Необходимо учитывать, что при кажущейся безопасностью внеочагового остеосинтеза, независимо от конструкции аппарата наружной фиксации (спицевой, стержневой, «гибрид»), данная технология характеризуется определенными рисками специфических осложнений – повреждение сосудов, нервов и сухожилий при проведении спиц или стержней, инфицирование мягких тканей либо костных

структур [8]. Раннее удаление внешнего фиксатора и перевод в гипсовую повязку в течение 4–6 недель может потребоваться детям раннего возраста и пациентам, у которых уход за аппаратом внешней фиксации затруднен. Стержневые инфекции и повторный перелом большеберцовой кости после удаления фиксатора являются наиболее распространенными осложнениями у этих больных [56, 60, 68].

Значительная ниша применения АНФ, преимущественно стержневой конструкции, сформировалась в системе программируемого остеосинтеза, предполагающего последовательную смену технологий и переход к погружной фиксации костных фрагментов по мере купирования жизнеугрожающих состояний, ликвидации воспалительного процесса, восстановления кожных покровов и т.д. Внеочаговый остеосинтез в рассматриваемых клинических ситуациях полностью согласуется с доктриной «damage control», получившей мировое признание в лечении пострадавших с политравмами [24, 28, 34, 35, 26, 37].

Спектр технологий погружного остеосинтеза применительно к диафизарным переломам большеберцовой кости на современном этапе развития педиатрической хирургии повреждений включает винты (шурупы), наkostные пластины и внутрикостные штифты (стержни), как эластичные, так и ригидные, обеспеченные различными биомеханическими решениями.

Использование шурупов с реализацией стягивающего (компрессирующего) эффекта рассматривается в качестве «операции выбора», как правило, у пациентов с переломами, характеризующимися протяженной кривой излома кости [52, 54, 55]. Необходимо учитывать, что данный вид остеосинтеза не может рассматриваться в качестве функционально-стабильного и требует, как правило, дополнительной наружной иммобилизации гипсовыми (пластиковыми) повязками, ортезами [2, 3, 7, 62]. В то же время адекватное рентгенохирургическое обеспечение данного вида остеосинтеза позволяет существенно снизить травматичность вмешательства, исключая обнажение костных фрагментов.

Накостный остеосинтез пластинами различных конструкций длительное время занимал доминирующее положение в системе хирургического лечения детей с диафизарными переломами большеберцовой кости [16, 78]. Прямая визуализация отломков, возможность бережно выделить в опера-

ционной ране сосуды и нервы – очевидные преимущества остеосинтеза пластиной [16, 78]. Необходимо учитывать, что в отечественной педиатрической практике распространенность открытого накостного остеосинтеза объясняется также недостаточным уровнем материально-технического оснащения медицинских организаций, прежде всего дефицитом мобильных рентгенохирургических аппаратов. В последнее десятилетие мнение специалистов смещается к тому, что открытая репозиция и фиксация пластиной, как правило, показаны у пациентов, нуждающихся в реостеосинтезе, ревизии нервных стволов, неврролизе [16, 78].

Ведущей тенденцией эволюции хирургических методов лечения детей с переломами длинных трубчатых костей является реализации идеологии стабильно-функционального остеосинтеза, сопряженного с минимальной оперативной инвазией. Несмотря на чрезвычайно широкое использование в специальной литературе понятия «минимальное инвазивное вмешательство», применительно к остеосинтезу его содержательный аспект остается дискуссионным. Оптимальная конкретизация дефиниции, представленная отечественными исследователями, исключает:

- травматизацию зон роста кости;
- обнажение кости в области перелома;
- расверливание костномозгового канала;
- отслаивание надкостницы;
- опорожнение межфрагментарной гематомы [15].

Представленному перечню решающих условий наиболее полно отвечает технология закрытого интрамедуллярного остеосинтеза [71, 73].

В педиатрической практике данный вид остеосинтеза при диафизарных переломах большеберцовой кости реализуется с использованием гибких или ригидных стержней [15, 51, 52, 73].

Современные технологии эластичного стабильного интрамедуллярного остеосинтеза (ESIN) в значительной мере отвечают представлениям педиатров-хирургов об «идеальном» имплантате, который должен перераспределять нагрузку, фиксировать отломки до образования прочной костной мозоли и при этом не проходить через зону роста. Гибкие эластичные стержни соответствуют этим критериям – три точки фиксации в костномозговом канале обеспечивают стабильную фиксацию отломков, однако за счет их эластичности возможны микродвижения при нагрузке, что стимули-

рует образование костной мозоли и способствует скорейшему заживлению перелома [64]. Необходимо указать, что реализация предшественников технологии ESIN – остеосинтеза большеберцовой кости с использованием стержней Эндера, отечественных стержней прямоугольного поперечного сечения, предложенных Н.К. Митюниным, неоднократно подвергались критическому анализу в части вторичных смещений и необходимости использовать дополнительную внешнюю иммобилизацию при нестабильных переломах [52, 68, 82].

Результаты сравнительного анализа эффективности погружного остеосинтеза (ESIN) и наружной фиксации при переломах костей голени у детей позволили Kubiak E. N. с соавт. (2005) установить преимущества использования эластичных стержней в части длительности консолидации, замедленного сращения отломков, их остаточных либо вторичных смещений [48]. Среди возможных осложнений при остеосинтезе гибкими стержнями исследователи выделяют замедленную консолидацию и нарушения роста кости [85].

Гибкие интрамедуллярные стержни завоевывают все большую популярность в лечении детей с переломами большеберцовой кости, в том числе в нашей стране [9, 12, 15, 50, 70]. В отечественной практике впервые успешный опыт использования гибких интрамедуллярных стержней по технологии AO/ASIF при лечении пациента с диафизарным переломом большеберцовой кости реализован в Московском НИИ педиатрии и детской хирургии (1995 г.), во многом благодаря «миссионерской» деятельности Theddy Slongo [80, 81].

Закрытый интрамедуллярный остеосинтез ригидными стержнями при диафизарных переломах голени на протяжении десятилетий оставался методом выбора у взрослых пациентов [18, 19, 61]. Применение данной технологии у детей имеет существенные ограничения, связанные прежде всего с риском повреждения зон роста [59, 64]. Однако модификация технологии, связанная со смещением точки введения, позволила с успехом использовать оригинальные стержни Кюнчера, избегая конфликта с зоной роста кости при так называемых «опорных» переломах [14]. Pandey S. (1991) ранее также сообщал о применении стержня Кюнчера для лечения детей с переломами большеберцовой кости, отмечая техническую доступность метода и минимальную частоту послеоперационных осложнений [62].

Разработка и внедрение в клиническую практику технологии закрытого интрамедуллярного остеосинтеза стержнями с блокированием принципиально изменило тактику хирургического лечения пациентов с нестабильными, в том числе многооскольчатыми переломами диафиза большеберцовой кости [13, 26]. Применение блокируемого остеосинтеза обеспечивает ротационную стабильность отломков, сохранение длины сегмента при переломах типа В1–3 и С1–3 [57, 58].

Закрытый остеосинтез ригидными интрамедуллярными имплантатами с возможностью блокирования при диафизарных нестабильных переломах длинных трубчатых костей у взрослых пациентов признан на сегодняшний день «золотым стандартом» [30]. В то же время использование в педиатрической практике оригинальных имплантов, предназначенных для взрослых пациентов, определяя показания к остеосинтезу лишь по локализации и характеру

перелома, без учета особенностей растущего организма, компрометирует предложенные технологии [30, 67]. Параметры существующих стержней, прежде всего диаметр проксимальной части, а также особенности взаимоотношения в системе имплант – кость, расположение отверстий для блокирования, являются существенными факторами, препятствующими их безопасному использованию в педиатрической хирургии. Вариантом успешного решения данной проблемы является оригинальная отечественная разработка интрамедуллярных штифтов с блокированием для остеосинтеза нестабильных диафизарных переломов большеберцовой кости у детей и подростков [решение о выдаче патента на изобретение №2015100115/14 от 12.01.2015], выполненная сотрудниками университетской клиники хирургии детского возраста РНИМУ имени Н.И. Пирогова в соавторстве с производителями титановых имплантатов «КОНМЕТ».

Список литературы

1. Боровик И. Н., Попсуйшапка А. К., Довгань С. Б. Лечение диафизарных переломов костей нижней конечности у детей и подростков аппаратами внешней фиксации // Травма. Т. 11. № 5. 2010.
2. Губин А. В. Внеочаговый остеосинтез в педиатрической практике // Всероссийская научно-практическая конференция «Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечностей, таза и позвоночника». Санкт-Петербург. 2015.
3. Дмитриев М. Л., Баиров Г. А., Терновой К. С., Прокопова Л. В. Костно-пластические операции у детей // Киев: Здоровье, 1974.
4. Илизаров Г. А. Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии / Сборник научных работ. Выпуск 1. Курган: Советское Зауралье, 1972.
5. Каплан А. В. Повреждения костей и суставов // М.: Медицина, 1979.
6. Киричек С. И. Травматология и ортопедия. Минск, 2007.
7. Корж А. А., Бондаренко Н. С. Повреждения костей и суставов у детей. Харьков: Прапор, 1994.
8. Корнилов Н. В., Грязнухин Э. Г., Осташко В. И., Редько К. Г. Травматология: Краткое руководство для практических врачей. СПб.: Гиппократ, 1999.
9. Меркулов В. Н., Дорохин А. И., Стужина В. Т., Ельцин А. Г. и др. Осложнения при остеосинтезе в детской травматологии // Всероссийская научно-практическая конференция «Современные принципы и технологии остеосинтеза костей конечностей, таза и позвоночника». Санкт-Петербург, 2015.
10. Ормантаев К. С., Марков Р. Ф. Детская травматология. Алма-Ата, 1978.
11. Попова Л. А. и др. Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии // Сб. научных трудов. Вып. 6. Курган, 1980. С. 5–12.
12. Пужижский Л. Б., Ратин Д. А., Никишов С. О., Афанасьев А. С., Басаргин Д. Ю., Сидоров С. В. Margo Anterior № 3. Москва, 2009.
13. Разанков А. Г. Внутрикостный остеосинтез переломов большеберцовой кости // Автореф. дис. ... канд. мед. наук: 14.00.22 // Ярослав. Гос. Мед. Академия. Москва, 2009.
14. Рассовский С. В., Киселев В. П., Чекериди Ю. Э., Урасов В. М., Турчинский И. Ф., Шахин А. В. Закрытый интрамедуллярный остеосинтез переломов костей голени у детей // Сборник тезисов XXV научно-практической конференции детских травматологов-ортопедов Москвы и Московской области. Москва, 2002.

15. *Розинов В. М., Буркин И. А., Плигина Е. Г., Яндиев С. И., Савельев С. Б., Чоговадзе Г. А.* Профилактика послеоперационных гнойно-септических осложнений у детей с множественными и сочетанными травмами опорно-двигательного аппарата // Сборник тезисов XXIII научно-практической конференции травматологов-ортопедов г. Москвы. Москва, 2000.
16. *Тарасов Н. И.* Остеосинтез металлическими пластинами при переломах костей у детей // Автореф. дис. ... канд. мед. наук // Москва, РГМУ, 2004.
17. *Шеламов И. В.* Внеочаговый чрескостный остеосинтез в комплексном лечении детей с множественной и сочетанной травмой // Автореф. дис. ... канд. мед. наук // Воронеж. Гос. Мед. Академия им. Н. Н. Бурденко. Москва, 2005.
18. *Ali Ahmad., Pervaiz Anjum M. Syed Mujahid Humail, Mushtaq A. Qureshi.* Results of interlocking nail in tibial diaphyseal fractures // The Journal of Pakistan Orthopaedic Association. 2009. Т. 21. No. 2. С. 36–44.
19. *Antich-Adrover P., Marti-Garin D., Murias-Alvarez J., Puente-Alonso C.* External fixation and secondary intramedullary nailing of open tibial fractures. A randomised, prospective trial // J. Bone Joint Surg. Br. 1997. Т. 79. No. 3. С. 433–437.
20. *Arslan H., Subasy M., Kesemenli C., Ersuz H.* Occurrence and treatment of nonunion in long bone fractures in children // Arch. Orthop. Trauma Surg. 2002. Т. 122. No. 9–10. С. 494–498.
21. *Barry M., Paterson J.M.* A flexible intramedullary nails for fractures in children // J. Bone Joint Surg. Br. 2004. Т. 86. No. 7. С. 947–953.
22. *Behrens F., Searls K.* External fixation of the tibia. Basic concepts and prospective evaluation // J. Bone Joint Surg. Br. 1986. Т. 68. No. 2. С. 246–254.
23. *Blachut P.A., Meek R.N., O'Brien P.J.* External fixation and delayed intramedullary nailing of open fractures of the tibial shaft. A sequential protocol // J. Bone Joint Surg. Am. 1990. Т. 72. No. 5. С. 729–735.
24. *Blick S.S., Brumback R.J., Poka A., Burgess A.R., Ebraheim N.A.* Compartment syndrome in open tibial fractures // J. Bone Joint Surg. Am. 1986. Т. 68. No. 9. С. 1348–1353.
25. *Bonatus T.J., Alexander A.H.* Posttraumatic Aeromonas hydrophila osteomyelitis // Orthopedics. 1990. Т. 13. No. 10. С. 1158–1163.
26. *Brumback R.J.* Open tibial fractures: current orthopaedic management // Instr. Course Lect. 1992. Т. 41. С. 101–117.
27. *Buckley S.L., Gotschall C., Robertson W.Jr., Sturm P., Tosi L., Thomas M., Eichelberger M.* The relationships of skeletal injuries with trauma score, injury severity score, length of hospital stay, hospital charges, and mortality in children admitted to a regional pediatric trauma center // J. Pediatr. Orthop. 1994. Т. 14. No. 4. С. 449–453.
28. *Buckley S.L., Smith G., Sponseller P.D., Thompson J.D., Griffin P.P.* Open fractures of the tibia in children // J. Bone Joint Surg. Am. 1990. Т. 72. No. 10. С. 1462–1469.
29. *Burgess A.R., Poka A., Brumback R.J., Bosse M.J.* Management of open grade III tibial fractures // Orthop. Clin. North. Am. 1987. Т. 18. No. 1. С. 85–93.
30. *Byron E. Chalidis et al.* Reamed interlocking intermedullary nailing for the treatment of tibial diaphyseal fracture and aseptic nonunions. Can we expect an optimum results // Strategies Trauma Limb. Reconstr. 2009. Т. 4. No. 2. С. 89–94.
31. *Chapman M.W.* The role of intramedullary fixation in open fractures // Clin. Orthop. Relat. Res. 1986. No. 212. С. 26–34.
32. *Chapman M.W., Olson S.A.* Open fractures // In Rockwood and Green's Fractures in Adults, edited by C.A. Rockwood, Jr., D. P. // Green R.W. Bucholz, and J.D. Heckman. Ed. 4. Philadelphia, Lippincott-Raven, 1996. Т. 1. С. 305–352.
33. *Cole J.D., Ansel L.J., Schwartzberg R.* A sequential protocol for management of severe open tibial fractures // Clin. Orthop. Relat. Res. 1995. No. 315. С. 84–103.
34. *Court-Brown C.M., Rimmer S., Prakash U., McQueen M.M.* The epidemiology of open long bone fractures // Injury. 1998. Т. 29. No. 7. С. 529–534.
35. *Cramer K.E., Limbird T.J., Green N.E.* Open fractures of the diaphysis of the lower extremity in children. Treatment, results, and complications // J. Bone Joint Surg. Am. 1992. Т. 74. No. 2. С. 218–232.
36. *DeLee J. C., Stiehl J.B.* Open tibial fracture with compartment syndrome // Clin. Orthop. Relat. Res. 1981. No. 160. С. 175–184.
37. *Edwards C. C., Simmons S. C., Browner B. D., Weigel M. C.* Severe open tibial fractures. Results treating 202 injuries with external fixation // Clin. Orthop. Relat. Res. 1988. No. 230. С. 98–115.
38. *Finkemeier C.G., Schmidt A.H., Kyle R.F., Templeman D.C., Varecka T.F.* A prospective, randomized study of intramedullary nails inserted with and without reaming for the treatment of open and closed fractures of the tibial shaft // J. Orthop. Trauma. 2000. Т. 14. No. 3. С. 187–193.

39. *Gadegone W.M., Salphale Y.S.* Dynamic osteosynthesis by modified Kuntscher nail for the treatment of tibial diaphyseal fractures // *Indian J. Orthop.* 2009. T. 43. No. 2. C. 182–188.
40. *Gopal S., Majumder S., Batchelor A.G., Knight S.L., De Boer P., Smith R.M.* Fix and flap: the radical orthopaedic and plastic treatment of severe open fractures of the tibia // *J. Bone Joint Surg. Br.* 2000. T. 82. No. 7. C. 959–966.
41. *Gordon J.E., Gregush R.V., Schoenecker P.L., Dobbs M.B., Luhmann S.J.* Complications after titanium elastic nailing of pediatric tibial fractures // *J. Pediatr. Orthop.* 2007. T. 27. No. 4. C. 442–446.
42. *Grimard G., Naudie D., Laberge L.C., Hamdy R.C.* Open fractures of the tibia in children // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1996. No. 332. C. 62–70.
43. *Gustilo R.B., Gruninger R.P., Davis T.* Classification of type III (severe) open fractures relative to treatment and results // *Orthopedics.* 1987. T. 10. No. 12. C. 1781–1788.
44. *He B., Wang J.* Plate fixation of paediatric fractures of the distal tibia and fibula // *Acta. Orthop. Belg.* 2012. T. 78. No. 5. C. 660–662.
45. *Hope P.G., Cole W.G.* Open fractures of the tibia in children // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1992. T. 74. No. 4. C. 546–553.
46. *King J., Diefendorf D., Apthorp J., Negrete V.F., Carlson M.* Analysis of 429 fractures in 189 battered children // *J. Pediatr. Orthop.* 1988. T. 8. No. 5. C. 585–589.
47. *Kreder H.J., Armstrong P.* A review of open tibia fractures in children // *J. Pediatr. Orthop.* 1995. T. 15. No. 4. C. 482–488.
48. *Kubiak E.N., Egol K.A., Scher D., Wasserman B., Feldman D., Koval K.J.* Operative treatment of tibial fractures in children: are elastic stable intramedullary nails an improvement over external fixation? // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2005. T. 87. No. 8. C. 1761–1768.
49. *Larsson K., van der Linden W.* Open tibial shaft fractures // *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1983. No. 180. C. 63–67.
50. *Leunig M., Hertel R.* Thermal necrosis after tibial reaming for intramedullary nail fixation. A report of three cases // *J. Bone Joint Surg. Br.* 1996. T. 78. No. 4. C. 584–587.
51. *Ligier J.N., Metaizeau J.P., Prevot J.* Closed flexible medullary nailing in pediatric traumatology // *Chir. Pediatr.* 1983. T. 24. No. 6. C. 383–385.
52. *Liow R.Y., Montgomery R.J.* Treatment of established and anticipated nonunion of the tibia in childhood // *J. Pediatr. Orthop.* 2002. T. 22. No. 6. C. 754–760.
53. *Mashru R.P., Herman M.J., Pizzutillo P.D.* Tibial shaft fractures in children and adolescents // *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2005. T. 13. No. 5. C. 345–352.
54. *Matthews L.S., Green C.A., Goldstein S.A.* The thermal effects of skeletal fixation-pin insertion in bone // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1984. T. 66. No. 7. C. 1077–1083.
55. *Maurer D.J., Merkow R.L., Gustilo R.B.* Infection after intramedullary nailing of severe open tibial fractures initially treated with external fixation // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1989. T. 71. No. 6. C. 835–838.
56. *McGraw J.M., Lim E.V.* Treatment of open tibial-shaft fractures. External fixation and secondary intramedullary nailing // *J. Bone Joint Surg. Am.* 1988. T. 70. No. 6. C. 900–911.
57. *Muller M.E., Nazarian S., Koch P.* Classification AO des fractures. 1 Les os longs. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag, 1987.
58. *Muller M.E., Perren S.M., Allgower M.* Manual of internal fixation: techniques recommended by the AO group // 3rd ed. Berlin: Springer-Verlag, 1990.
59. *Navascues J.A., Gonzalez-Lopez J.L., Lopez-Valverde S., Soletto J., Rodriguez-Durantez J.A., Garcia-Trevijano J.L.* Premature physal closure after tibial diaphyseal fractures in adolescents // *J. Pediatr. Orthop.* 2000. T. 20. No. 2. C. 193–196.
60. *Norman D., Peskin B., Ehrenraich A., Rosenberg N., Bar-Joseph G., Bialik V.* The use of external fixators in the immobilization of pediatric fractures // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 2002. T. 122. No. 7. C. 379–382.
61. *O'Brien P., Meek R., Blachet P. and Broekhuysen H.* Interlocking intramedullary nailing of open fractures of the tibia: a prospective randomized comparison of reamed and unreamed nails // Read at the Annual Meeting of the Orthopaedic Trauma Association. New Orleans, Louisiana, 1993.
62. *Pandey S., Jha K.N., Pandey A.K., Prasad V.* Further experiences of Kuntscher's nailing for tibial shaft fractures // *Arch. Orthop. Trauma Surg.* 1991. T. 110. No. 5. C. 227–229.

63. Pankovich A.M., Tarabishy I.E., Yelda S. Flexible intramedullary nailing of tibial-shaft fractures // Clin. Orthop. Relat. Res. 1981. No. 160. C. 185–195.
64. Qidwai S.A. Intramedullary Kirschner wiring for tibia fractures in children // J. Pediatr. Orthop. 2001. T. 21. No. 3. C. 294–297.
65. Sanders R., Jersinovich I., Anglen J., DiPasquale T., Herscovici D. Jr. The treatment of open tibial shaft fractures using an interlocked intramedullary nail without reaming // J. Orthop. Trauma. 1994. T. 8. No. 6. C. 504–510.
66. Shannak A.O. Tibial fractures in children: follow-up study // J. Pediatr. Orthop. 1988. T. 8. No. 3. C. 306–310.
67. Stegemann P., Lorio M., Soriano R., Bone L. Management protocol for unreamed interlocking tibial nails for open tibial fractures // J. Orthop. Trauma. 1995. T. 9. No. 2. C. 117–120.
68. Thompson G.H., Wilber J.H., Marcus R.E. Internal fixation of fractures in children and adolescents. A comparative analysis // Clin. Orthop. Relat. Res. 1984. No. 188. C. 10–20.
69. Tolo V.T. External skeletal fixation in children's fractures // J. Pediatr. Orthop. 1983. T. 3. No. 4. C. 435–442.
70. Tornetta P., 3rd, Bergman M., Watnik N., Berkowitz G., Steuer J. Treatment of grade-IIIb open tibial fractures. A prospective randomised comparison of external fixation and non-reamed locked nailing // J. Bone Joint Surg. Br. 1994. T. 76. No. 1. C. 13–19.
71. Vallamshetla V.R., De Silva U., Bache C.E., Gibbons P.J. Flexible intramedullary nails for unstable fractures of the tibia in children. An eight-year experience // J. Bone Joint Surg. Br. 2006. T. 88. No. 4. C. 536–540.
72. Vinet J., Ayush A., Mehtani A. et al. Primary unreamed intramedullary locked nailing in open fractures of tibia // Indian Journal of Orthopaedics, 2005. T. 39. No. 1. C. 30–32.
73. Vrsansky P., Bourdelat D., Al Faour A. Flexible stable intramedullary pinning technique in the treatment of pediatric fractures // J. Pediatr. Orthop. 2000. T. 20. No. 1. C. 23–27.
74. Weissman S.L., Herold H.Z., Engelberg M. Fractures of the middle two-thirds of the tibial shaft // J. Bone Joint Surg. Am. 1966. T. 48. №2. C. 257–267.
75. Wessel L., Seyfriedt C.S., Hock S., Waag K.L. Pediatric tibial fractures: is conservative therapy still currently appropriate? // Unfallchirurg. 1997. T. 100. No. 1. C. 8–12.
76. Wood D., Hoffer M.M. Tibial fractures in head-injured children // J. Trauma. 1987. T. 27. No. 1. C. 65–68.
77. Yang J.P., Letts R.M. Isolated fractures of the tibia with intact fibula in children: a review of 95 patients // J. Pediatr. Orthop. 1997. T. 17. No. 3. C. 347–351.
78. Yusof N.M., Oh C.W., Oh J.K., Kim J.W., Min W.K., Park I.H., Kim H.J. Percutaneous plating in paediatric tibial fractures // Injury. 2009. T. 40. No. 12. C. 1286–1291.
79. Traumatology and mythology: a few tips for beginning doctors, Augusto Sormiento // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. Том II. Выпуск 1. 2014.
80. The external fixator for children: an ideal method? //
81. Slongo T.Z. Unfallchir Versicherungsmed. 1990. Vol. 83. No. 2. P. 74–80. German
82. The small AO external fixator in pediatric orthopaedics and trauma // Slongo T., Jacob R.P. Injury. 1994.
83. Ключевский В.В. Хирургия повреждений. Ярославль-Рыбинск, 2004.

Авторы

РОЗИНОВ Владимир Михайлович	Доктор медицинских наук, профессор, директор НИИ хирургии детского возраста РНИМУ им. Н.И. Пирогова, E-mail: rozinov@inbox.ru
ЯНДИЕВ Сулейман Исраилович	Кандидат медицинских наук, старший научный сотрудник НИИ хирургии детского возраста РНИМУ им. Н.И. Пирогова, детская городская клиническая больница №9 им. Г.Н. Сперанского. E-mail: yandis@mail.ru; Раб.тел. 8 (499) 259-47-25; 8 (499) 256-83-56
КОЛЯГИН Дмитрий Владимирович	Аспирант хирургии детского возраста РНИМУ им. Н.И. Пирогова, koldv@mail.ru