

ОПЕРАЦИОННАЯ ПОЛИТРАВМА – СТАРТОВАЯ ПОЗИЦИЯ ДЛЯ УДЛИНЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ И РЕГУЛЯЦИИ РОСТА

SURGICAL POLYTRAUMA – STARTING POSITION FOR LIMB LENGTHENING AND GROWTH REGULATION

Шевцов В.И. Новиков К.И.

ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия,

ФГБОУ ВО «Тюменский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Тюмень, Россия

Shevtsov V.I. Novikov K.I.
National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russia,

Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia

Более ста лет прошло после первых попыток оперативного удлинения укороченной конечности. За это время технология удлинения претерпела значительные изменения: совершенствовался инструментарий, менялись методы, количество остеотомий, но постепенно контроль за состоянием пациентов снизился.

Цель работы – на основании анализа опубликованных работ по проблеме удлинения конечностей определить, обоснованно ли политравматичные оперативные вмешательства внедрены в клиническую практику и какие коррективы необходимо внести в послеоперационное ведение таких пациентов.

Материал и методы. В работе анализируются опубликованные результаты исследований по удлинению конечностей, проведенных как в НИИЦ ТО им. акад. Г.А. Илизарова, так и в других странах за последние 50 лет. Под руководством Г.А. Илизарова были разработаны основные детали удлинения конечностей: удлинение осуществляется разработанным автором оригинальным аппаратом, обоснованы темп и ритм постепенного удлинения (по 0,25 мм 4 раза в день), способ малотравматичного нарушения целостности кости, подражая природе, разработана и внедрена в практику технология полисегментарного и полилокального удлинения конечностей и регуляции роста, которую можно отнести к операционной политравме.

Результаты. Технология полисегментарного и полилокального остеосинтеза, или операционная политравма, получила абсолютное признание и применяется в ортопедической практике во многих странах. Как известно, политравма сочетается с нарушениями общего состояния пациента, сопутствующими болями, ограничениями мобильности и функции смежных суставов. Но вопросам ведения больных в послеоперационном периоде и борьбе с болью уделяется недостаточно внимания.

Заключение. Полилокальный полисегментарный дистракционный остеосинтез по Илизарову широко внедрен в разных странах, несмотря на осложнения и болевые ощущения у пациентов в процессе удлинения. На основании международного накопленного опыта эту технологию можно считать жизнеопасной.

Ключевые слова: чрескостный остеосинтез; удлинение конечностей; регуляция роста; ахондроплазия; субъективно низкий рост; функциональные резервы организма

More than a hundred years have passed since the first attempts to surgically lengthen a shortened limb. During this time, lengthening technology has undergone significant changes: instrumentation has been improved, technologies and the number of osteotomies have changed, but monitoring the patient's condition has remained outside the attention of specialists.

Objective – based on an analysis of published works on the problem of limb lengthening, to determine whether polytraumatic surgical interventions are justifiably introduced into clinical practice and what adjustments need to be made in the postoperative management of such patients.

Materials and methods. The paper analyzes the published results of studies on limb lengthening, carried out both at the National Medical Research Center for Traumatology and Traumatology named after Acad. G.A. Ilizarov, and in other countries over the past 50 years. Under the leadership of G.A. Ilizarov, the basic details of limb lengthening were developed: lengthening is carried out by the original apparatus by the author; the tempo and rhythm of gradual lengthening (0.25 mm 4 times a day) are described; the method of low-traumatic violation of the integrity of the bone, imitating nature; the technology of polysegmental and polylocal limb lengthening was developed and put into practice, as well as growth regulation, which can be attributed to surgical polytrauma.

Results. The technology of polysegmental and polylocal osteosynthesis, or surgical polytrauma, has received absolute recognition and is used in orthopedic practice in many countries. As known, polytrauma is combined with disturbances in the general condition of the patient, associated pain, limitations in mobility and function of adjacent joints. But insufficient attention is paid to the management of patients in the postoperative period and the fight against pain.

Conclusion. Polylocal polysegmental distraction osteosynthesis according to Ilizarov is used in different countries, despite complications and pain during the lengthening process. Based on international accumulated experience, this technology can be considered life-threatening.

Key words: transosseous osteosynthesis; limb lengthening; growth regulation; achondroplasia; subjectively short stature; functional reserves of the body



Для цитирования: Шевцов В.И., Новиков К.И. ОПЕРАЦИОННАЯ ПОЛИТРАВМА – СТАРТОВАЯ ПОЗИЦИЯ ДЛЯ УДЛИНЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ И РЕГУЛЯЦИИ РОСТА //ПОЛИТРАВМА / POLYTRAUMA. 2024. № 1. С. 83-93.

Режим доступа: <http://poly-trauma.ru/index.php/pt/article/view/519>

DOI: 10.24412/1819-1495-2024-1-83-93

ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ УДЛИНЕНИЯ КОНЕЧНОСТЕЙ

Более ста лет прошло с тех пор, как итальянский хирург А. Codivilla (1903) произвел первое удлинение голени [1, 2], а в 1923 году А. Bier [3] сообщил об удлинении обеих бедер на 3-7 см. Оба автора производили удлинение с помощью скелетного вытяжения с грузом от 35 до 80 кг. По мнению С.С. Hasler и Г.А. Носны [1, 2], понимание физиологии костеобразования и роли мягких тканей в процессе удлинения в то время было очень ограниченным и сопровождалось стремлением хирургов максимально удлинить, часто «остро» — в виде одномоментной процедуры — до 8 см. Условия, однако, были авантюрными и часто мучительными для пациентов, что приводило к повреждению нервов, мышечным судорогам, ложным суставам и неправильным сращениям, не говоря уже об ужасной боли, проблемах с анестезией или даже смерти на операционном столе [4].

В 30-е годы прошлого столетия специалисты вновь вернулись к идее удлинения конечностей. Теперь оно производилось постепенно, с использованием наружных фиксаторов. В 1932 году L.C. Abbot [5] представил свой опыт удлинения нижних конечностей у 73 пациентов (45 удлинений большеберцовой кости). Были и другие попытки удлинения конечностей (а не костей, как пишут авторы) с использованием наружных устройств, но они не получили признания из-за неправильного подхода к решению данной проблемы. Решающим дальнейшим усовершенствованием методологии и оборудования, по признанию зарубежных авторов, стала гениальная новаторская работа одного человека — Гавриила Илизарова [1, 2, 6].

В 1955 году в газете «Красный Курган» была опубликована статья об удлинении конечности аппаратом Илизарова на 12,5 см. В то время это была сенсация мирового масштаба. В 1971 году Г.А. Илизаров подал заявку на «Способ удлинения конечности» и получил

авторское свидетельство на способ замещения костного дефекта удлинением одного из отломков. К 1977 году была разработана новая технология удлинения конечностей на двух уровнях одновременно двух и более сегментов, о чем автор метода сообщил на Всесоюзном симпозиуме с участием иностранных специалистов 20-22 сентября 1983 года. Технология получила название «Полилокальный полисегментарный дистракционный остеосинтез по Илизарову».

В этом сообщении Г.А. Илизаров пишет: «Мы располагаем соответствующими возможностями, практическая реализация которых позволит в ближайшее время увеличивать за относительно короткий срок рост карликов до среднего или высокого, соответственно желаниям пациентов. Путь к этому найден удлинением каждого сегмента на двух уровнях, после частичной кортикотомии, при одновременном удлинении не менее двух-четырех сегментов. Это сокращает сроки лечения в 4-8 раз» [7]. Эта информация послужила стартовым сигналом к внедрению технологии в клиническую практику как в СССР, так и за рубежом, где особенно плотно следили за разработками в КНИИЭКОТ.

Цель работы — провести анализ опубликованных работ по проблеме удлинения конечностей, ответить на вопрос: обоснованно ли политравматичные оперативные вмешательства внедрены в клиническую практику и какие коррективы необходимо внести в послеоперационное ведение таких пациентов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для написания данной работы были использованы опубликованные результаты исследований, проведенных в Национальном медицинском исследовательском центре травматологии и ортопедии имени академика Г.А. Илизарова (НМИЦ ТО, ранее КНИИЭКОТ), посвященные разным вопросам удлинения конечностей: формированию дистракционного регенерата при удлинении разных сегментов с темпом 1 мм за один раз, 1 мм по 0,25 мм 4 раза, способ малотравматичного нарушения целостности

кости, разработке и внедрению в практику технологии полисегментарного и полилокального удлинения конечностей и регуляции роста. Совокупность ответных физиологических реакций на выполненное ортопедическое оперативное вмешательство можно оценить как «операционную политравму».

Поиск работ проводился в базах данных PubMed, Scopus, Google Scholar, Cochrane library, eLIBRARY.RU за последние 50 лет. Рассматривались работы, написанные либо на русском, либо на английском языке. Для поиска в зарубежных источниках использовали ключевые слова, указанные в соответствующем разделе.

Технология удлинения конечностей прошла вековую эволюцию. Но до Г.А. Илизарова в ее разработке не было достигнуто какого-либо значимого прогресса, и только под его руководством и при личном участии все тонкости удлинения отрабатывались вначале в эксперименте, а затем производилась их адаптация к клиническим требованиям.

Многочисленными экспериментальными исследованиями установлено, что при дозированном растяжении живых тканей возникающее в них напряжение растяжения возбуждает и поддерживает активную регенерацию и рост тканевых структур [8]. Во всех тканях отмечается повышение уровня энергетического обмена, пролиферативной и биосинтетической активности клеток. Таким образом, в результате выполненных экспериментальных исследований получено неоспоримое подтверждение общности процессов роста тканей в онтогенезе и генеза всех тканей удлиняемого сегмента, который возникает под влиянием создаваемого аппаратом напряжения растяжения. В удлиняемых конечностях происходит как бы атавизм, то есть омоложение процессов в тканях взрослого животного. Это позволило сделать заключение об общности морфологических признаков, свидетельствующих о сходстве процессов генеза тканей под влиянием напряжения растяжения в регенерате и в естественно растущих костях [9].

Но наряду с активизацией генеза тканей параллельно происходят процессы деструкции. Реакция мягких тканей на удлинение характеризуется двуфазностью. В первую фазу происходит удлинение мягких тканей за счет растяжения имеющих в их составе коллагеновых эластичных спиралей. Примером эластичного удлинения является сгибание и разгибание в суставах, при которых на выпуклой стороне ткани удлиняются, а на вогнутой — сокращаются. Это происходит за счет растяжения и сокращения коллагеновых фибрилл.

При удлинении конечности от 15 % и более от исходной длины между увеличением напряжения мышц и их кровоснабжением теряется линейная корреляционная взаимосвязь. Это приводит к потере активного тонуса мышц, снижается интенсивность их кровоснабжения, в результате чего развивается локальная ишемия, что можно охарактеризовать, как переход мягких тканей в пластическое состояние [10]. Для пластического состояния характерно напряжение и уплотнение мягких тканей, снижение функции мышц, уменьшение амплитуды движений в смежных суставах.

В клинике в первые годы использования технологии удлинения конечностей производилась одноуровневая остеотомия диафиза кости через разрез кожи 6-8 см. Но из-за повреждения остеогенных элементов — надкостницы, костного мозга и кровеносных сосудов, а также выраженных болевых ощущений новообразование кости в месте удлинения шло медленно, на что требовался большой промежуток времени.

Развитие болевых ощущений в послеоперационном периоде свидетельствует о нарушениях во внутренней среде организма, о стрессовых сдвигах. Это подтверждается проведенными комплексными исследованиями гомеостаза в эксперименте и клинике: общими анализами крови, биохимическими исследованиями для контроля изменений метаболических процессов во время удлинения, исследованиями на содержание основных гормонов, влияющих на регенерацию не только костной, но и мягких тканей.

К ним относятся кортикотропный, соматотропный и паратиреоидный гормоны, аденозинмонофосфат, циклические гуанинмонофосфаты и другие маркеры, способствующие энергообеспечению процессов регенерации. Проведенными исследованиями установлено, что уже на 5-й день после одноуровневой остеотомии кости концентрация гормонов в крови повышается в 2-4-6 раз, а монофосфатов — в 6 и 11 раз [11, 12]. Данное повышение расценено нами как ответ организма на травму, стрессовую ситуацию: организм пострадавшего человека экстренно реализует генетически сформированную защитную программу, направленную на противодействие быстро развивающимся посттравматическим патологическим процессам [13-15]. В процессе последующей distraction концентрации всех показателей постепенно снижается и приходит в норму после завершения перестройки костного регенерата, то есть спустя 4-6 месяцев после снятия аппарата [11, 12].

Обращающиеся к нам за помощью больные поставили перед нами вопрос о сокращении времени лечения, связанного с удлинением укороченной конечности. С этой целью проведено изучение данных нормальной анатомии и нормальной физиологии, что привело к пониманию того, что рост кости в процессе развития организма идет за счет хрящевых ростковых пластинок, расположенных между метафизом и эпифизом. В ходе морфологических исследований применительно к травматологии и ортопедии установлено, что метафиз генетически адаптирован к продольному изменению физических размеров в процессе естественного роста.

Следующая задача, которую необходимо было решить при удлинении конечности — это уменьшение травматичности оперативного вмешательства, а следовательно, и выраженности болей в послеоперационном периоде. В результате была разработана кортикотомия, при которой рассекалась только кортикальная пластинка, что позволяло сохранить целостность содержимого внутри кости [9]. При этом сохранялись неповрежденными кост-

ный мозг, внутрикостные кровеносные сосуды и заметно уменьшилась кровопотеря (не более 50 мл).

Разработанный новый способ снижения травматичности оперативного вмешательства включает ослабление механической прочности кортикальной пластинки нанесением тонким сверлом или спицей остеоперфораций по окружности кости с целью ослабления механической прочности кортикальной пластинки. Затем из разреза кожи 5-7 мм узким остеотомом от одного отверстия к другому рассекается кортикальная пластинка. Малая травматичность вмешательства позволяет производить одновременно по две кортикотомии двух и более сегментов с операционной кровопотерей 10-15 мм на каждом уровне. Одновременное производство двух кортикотомий на двух сегментах заметно сокращает время лечения, что соответствует требованиям больных.

Но, как известно, повреждения двух сегментов относятся к политравме. Под термином «политравма» понимается повреждение одним или более механическим травмирующим агентом в пределах двух и более из шести анатомических областей тела человека [16]. Следовательно, мы, травматологи-ортопеды, одновременно выполняя множественные повреждения сегментов конечностей, наносим операционную политравму.

За прошедшее время технология полилокального полисегментарного остеосинтеза находилась в состоянии постоянного совершенствования. На сегодняшний день в НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова разработано несколько ее вариантов:

- одновременное удлинение бедра на одном уровне и голени на двух уровнях;
- последовательное удлинение бедра на одном уровне и голени на двух уровнях;
- последовательное параллельное удлинение двух сегментов на одном или на двух уровнях (оба бедра, обе голени, оба плечевых сегмента);
- последовательное перекрестное удлинение (правое бедро + левая голень и наоборот) [10-12].

Данные виды оперативных вмешательств относятся, по нашему мнению, к операционной политравме.

Каждая из указанных технологий имеет свои показания. Например, удлинение бедра на одном уровне и голени на двух показано при укорочении одной конечности, при котором превалирует укорочение голени. При этом для обеспечения возможности движений в коленном суставе дистальная опора на бедре и проксимальная на голени собираются из двух полуколец, составляя в целом 3/4 кольца. В послеоперационном периоде такие опоры позволяют совершать движения в коленном суставе с большей амплитудой.

Параллельное удлинение одновременно двух бедренных сегментов нами использовалось в первый период разработки технологии полисегментарного удлинения. Практика показала, что одновременная операция на двух бедрах относительно тяжело переносится больными. После таких операций не только развивается стрессовая ситуация, но и быстро расходуются резервы организма, что ведет к увеличению сроков формирования дистракционного регенерата и общих сроков лечения. Поэтому в настоящее время мы отказались от данной практики.

Как известно, при травматических повреждениях двух и более сегментов конечностей нередко развивается болевой травматический шок. Это происходит при несчастных случаях, ДТП, то есть в условиях отсутствия противоболевой терапии. В клинике оперативная кортикотомия на двух уровнях и на двух сегментах (оперативная политравма) производится под медикаментозным обезболиванием. Этим мы отсекаем поток афферентных болевых импульсов в центральную нервную систему в момент нанесения операционной травмы. Поэтому после операции у больного не развивается шок, но спустя несколько дней послеоперационное обезболивание сокращается и пациента начинают беспокоить болевые ощущения в оперированном сегменте, к которым добавляются еще и дистракционные болевые ощущение,

нарастающие в течение удлинения. В такой ситуации ранняя мобилизация больного понижает уровень болевых ощущений, профилаксирует формирование в его сознании необходимости постельного режима и постороннего ухода за ним.

С учетом объема оперативных вмешательств и выраженности болевых ощущений у пациентов в НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова в послеоперационном периоде строго соблюдается лечебно-охранительный режим. С 2000 года операционная политравма разносится по времени. При поступлении больного для увеличения роста первым этапом обычно производится удлинение голени. Вначале выполняется двойная кортикотомия большеберцовой кости и остеотомия малоберцовой одной голени. После достижения запланированного удлинения (через 60-80 суток), когда пациент уже самостоятельно может вставать с постели, активно передвигаться с помощью костылей с нагрузкой на оперированную конечность, у него восстанавливается ночной и дневной сон, больной поступает в операционную, и ему производится аналогичное оперативное вмешательство на второй голени – двойная кортикотомия большеберцовой и остеотомия малоберцовой кости. Аппарат на ранее оперированном сегменте переводится в режим фиксации. После запланированного удлинения второй голени к этому времени на ранее оперированном сегменте формируется полноценный регенерат, аппарат снимается, и через две-три недели пациент выписывается на амбулаторное лечение по месту жительства. Вторым и третьим этапами для увеличения роста таким же порядком производится перекрестное удлинение одного бедра и противоположной голени. Четвертым этапом осуществляется одновременное или последовательное удлинение на двух уровнях плечевых сегментов, так как они не вызывают тяжелых сдвигов в ощущениях больных (рис. 1).

Со временем изменилась и компоновка аппарата. В первые годы все спицы проводились через мы-

шечный массив и кость, в настоящее время – через краевую часть мышечного пучка, часть спиц используется в виде консолей (проводятся только через одну кортикальную пластинку и до упора во вторую, без выхода за ее пределы и прошивания мягких тканей).

Между каждым этапом дается перерыв на 6-8 месяцев. Это необходимо для снятия усталости пациента от специфической госпитальной атмосферы, нормализации метаболических процессов и восстановления эмоционально-психологического фона. Разделение по времени оперативных вмешательств на разных сегментах при операционной политравме улучшает общее состояние больного, у него формируется положительное отношение к операциям, исключается возможность развития госпитализма, сокращает время стационарного лечения. Это снижает потребность больных в приеме обезболивающих средств и соответствует требованиям фонда ОМС о сокращении пребывания пациентов на больничной койке.

О снижении травматичности оперативного вмешательства по вновь разработанной методике свидетельствует факт сохранения показателей общего анализа крови и др. Так, например, после щадящих двух кортикотомий одной кости отмечается снижение уровня эритроцитов на 12-15 %, но их количество выше нижней нормы (N = 3,8 млн). В течение 10-15 дней восстанавливаются показатели численности эритроцитов до предоперационных значений, температурная реакция не выражена, показатели артериального давления и пульса в пределах нормы, потребность в обезболивающих препаратах минимальна.

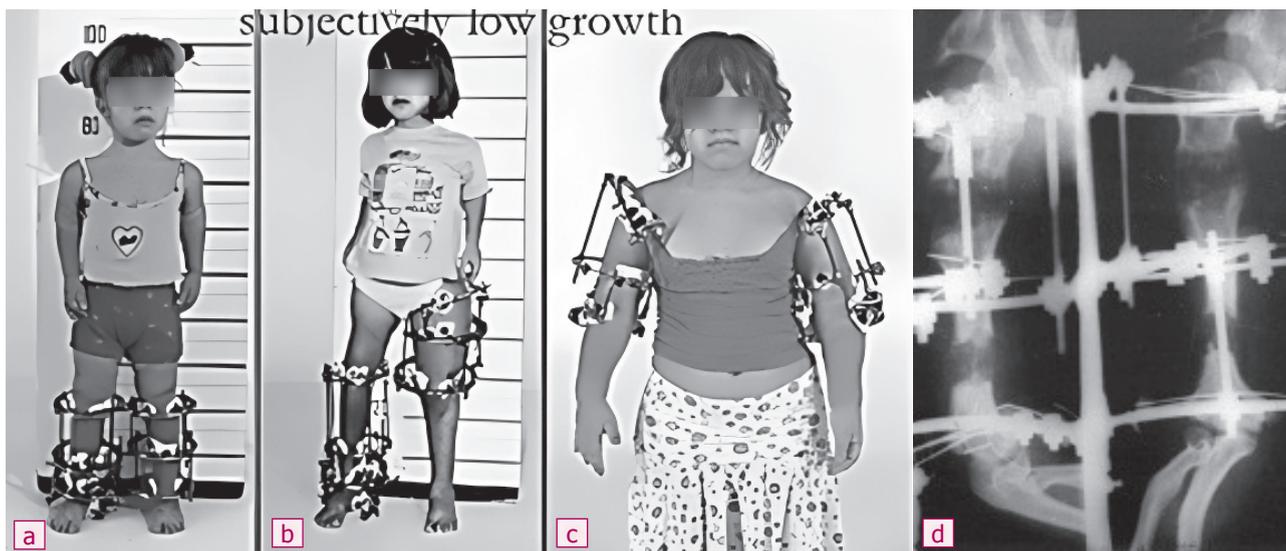
Удлинение конечности – непростая процедура. Основная жалоба пациента после операции – ноющие, «тянущие» боли, «накапливающиеся» и усиливающиеся к ночному периоду. Это связано с тем, что при удлинении даже на одном уровне мышцы натягиваются, уплотняются, развивается их ишемия. Как показывают наши исследования [17], скорость изменения физических размеров сег-

Рисунок 1

Этапы увеличения роста больных ахондроплазией: а) первый этап – удлинение голени; б) второй этап – перекрестное удлинение бедра и голени; третьим этапом будет удлинение противоположных сегментов; с) четвертый этап – удлинение плечевых сегментов; д) рентгенограмма удлинения плечевой кости на двух уровнях

Figure 1

Stages of increasing the height of patients with achondroplasia: a) first stage – lengthening of the tibia; b) second stage – cross lengthening of the thigh and tibia; the third stage will be the lengthening of the opposite segments; c) fourth stage – lengthening of the shoulder segments; d) radiograph of humerus lengthening at two levels



мента конечности при удлинении на одном уровне увеличивается по сравнению с естественным ростом в 24 раза. При дистракции на двух уровнях скорость искусственного роста сегмента конечности еще больше возрастает, что неизбежно ведет к развитию выраженных «дистракционных» болевых ощущений.

Поэтому во время удлинения при развитии сильных болей необходимо изменить режим удлинения: остановить дистракцию на 3-5 дней или снизить ритм удлинения по 1/4 мм с 4 до 2 раз в сутки. В этот период нужно назначать витаминотерапию, оксигенотерапию, антиспастические препараты (баклафен, мидокалм, спазган), легкий массаж оперированного сегмента. Показаны и другие процедуры по стимуляции кровообращения в оперированном сегменте. После перевода аппарата в режим фиксации эти назначения следует повторить. Если нет барокамеры, то можно использовать кислородные концентраторы для обогащения крови кислородом и снятия ишемии.

В процессе дистракции и на этапе фиксации при оперативной по-

литравме необходимо с первых дней проводить с больными занятия лечебной физкультурой, включающие сгибания и разгибания в смежных суставах и функциональную нагрузку на оперированную конечность. Такие упражнения способствуют растяжению мышц, что снимает их спазм, уменьшает болевые ощущения и профилактирует развитие контрактур. Следует заметить, что со взрослыми пациентами занятия проводятся индивидуально, с детьми чаще применяются коллективные игровые занятия.

Таким образом, за три этапа (один цикл) удлинения нижних конечностей рост пациентов увеличивается на 24-30 см. Удлинение по сегментам распределяется следующим образом: бедро на 8-10 см, голень на 16-20 см, плечо на 6-8 см. Но некоторые пациенты повторяют два, три полных цикла, доводя суммарную величину удлинения до фантастических 45-50 см [18-23].

За рубежом многие авторы перешли к технологии удлинения на одном уровне одновременно 2 или 4 сегментов нижних конечностей. При этом оно может осуществляться аппаратами внешней фиксации,

гибридной компоновкой – аппаратов внешней фиксации и интрамедуллярных стержней (exfix + infix) или только на интрамедуллярных стержнях (infix) [6, 24-27] (рис. 2)

К сожалению, авторы не уделяют внимания самочувствию пациентов после операции. Тем самым нарушаются рекомендации ВОЗ (2009), изложенные в виде «Контрольного перечня мер по обеспечению хирургической безопасности» [28]. При этом некоторые исследователи указывают, что больные жалуются на невыносимые боли, они практически не встают с постели и не осуществляют функциональную нагрузку на оперированные конечности. Авторы также отмечают большое число осложнений. Чаще других встречаются воспаления вокруг спиц или стержней, деформации регенератов, контрактуры суставов, переломы на уровне удлинения, жировая эмболия [6, 26, 27]. Перечнем предусматривается контроль за состоянием больных не только в операционной, но и в послеоперационном периоде, так как основное число осложнений развивается именно в это время.

Классической операционной политравмой является одновременное удлинение 4 сегментов. Среди зарубежных авторов первым с 1997 года его начал выполнять D. Paley [6], отметив, что при этом удлинении одного сегмента конечности за один этап составляет 4-5 см. По его мнению, при небольших удлинениях мягкие ткани не испытывают чрезмерного натяжения, поэтому пациенты быстро адаптируются и через 3-4 года поступают на следующий этап лечения, которых может быть 3-4. Но при таком числе остеотомий формируется мощный поток болевых импульсов, развивается тяжелая стрессовая ситуация, для погашения которой требуются большие дозы обезболивающих препаратов. Кроме того, следует учитывать также предел резервных возможностей человеческого организма [45, 46], которые при политравме быстро расходуются на восстановление целостности кости и нормализацию обменных процессов. Больные в процессе лечения не мобильны, у них развиваются стойкие контрактуры смежных суставов, несращения или псевдоартрозы, что ведет к увеличению сроков лечения от 10 до 21 месяца [34, 36]. Большую нагрузку на организм после операций на 4 сегментах подтверждают и некоторые виды осложнений. Так, D. Paley пишет, что у трех пациентов развились диспластические изменения тазобедренных суставов. Поэтому двум пациентам произвели надацетабулярную остеотомию подвздошной кости, одному больному предстоит полная замена тазобедренного сустава. Кроме того, у одной пациентки развилась послеоперационная параплегия нижних конечностей после второго двухсегментного удлинения, которая потребовала операции на позвоночнике для расширения спинномозгового канала. Один пациент закончил жизнь самоубийством, хотя автор не связывает этот факт с проведенным лечением.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

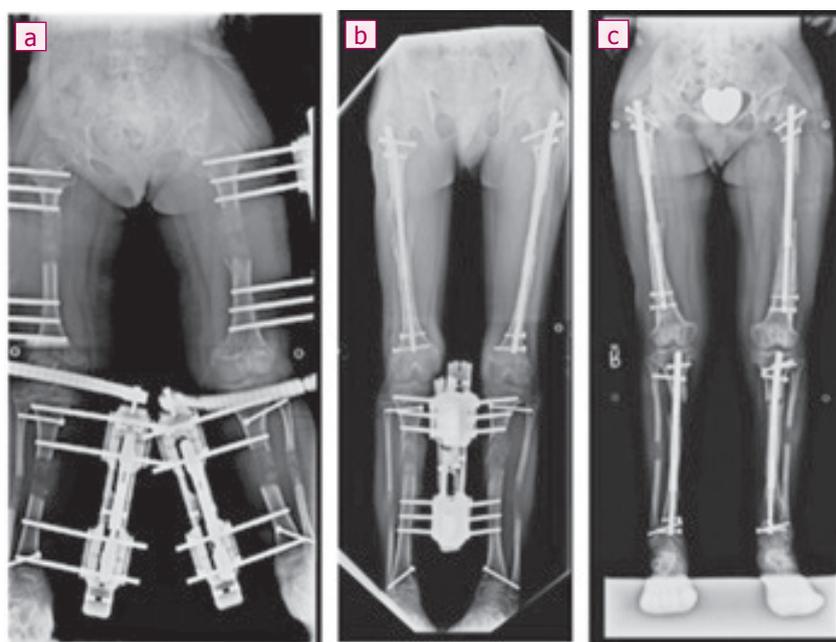
Технология полисегментарного полилокального дистракционного остеосинтеза из-за высокой эффек-

Рисунок 2

Фото, иллюстрирующее монолокальное полисегментарное удлинение с использованием exfix и infix (Paley D., 2021): а) удлинение только аппаратами внешней фиксации; б) удлинение бедер на интрамедуллярных стержнях, голени аппаратами внешней фиксации; в) удлинение бедер и голени на интрамедуллярных стержнях

Figure 2

Photo illustrating monolocal polysegmental lengthening using exfix and infix (Paley D., 2021): a) lengthening only with external fixation devices; b) lengthening of the femurs on intramedullary rods, tibias with external fixation devices; c) lengthening of the thighs and tibias on intramedullary rods



тивности и резкого сокращения сроков лечения очень быстро была внедрена в лучших зарубежных клиниках. Однако складывается впечатление, что при выполнении подобных операций в первую очередь демонстрируются хирургические возможности специалиста. Контроль за состоянием пациента, его «выхаживание» в послеоперационном периоде отодвигается на задний план. Такие пациенты не считаются тяжелыми и их ведут как обычных больных.

В травматологии сформировано устойчивое суждение о том, что повреждения двух и более сегментов следует считать политравмой. В ортопедии на эту тему пока нет сообщений, хотя операции с нарушением на одном или двух уровнях одного, двух и более сегментов (операционная политравма) широко внедрены в практику. Как оценить такие вмешательства: это добро или работа на грани фола?

Политравма нередко происходит в результате ДТП или других не-

счастливых случаев с множественным повреждением конечностей. В случае травмы при нарушении целостности кости требуется иммобилизация конечности с репозицией костных отломков. При дальнейшем ведении больного боль постепенно проходит, и пациентам необходимо только время для полной консолидации сломанных костей.

В ортопедии все идет в обратном порядке: под обезболиванием вначале обеспечивается фиксация сегмента и «целой» кости с таким расчетом, чтобы после ее рассечения обеспечить жесткую фиксацию полученных костных отломков. Согласно разработанной технологии, через 3-5 дней после повреждения кости в условиях операционной, когда еще сохраняются болевые ощущения в месте операции, начинается процесс удлинения сегмента конечности, то есть отломки переходят в постоянное импульсное продольное движение. При этом отломки рассеченной кости расходятся по длине, мягкие ткани начи-

нают натягиваться, что усиливает болевые ощущения в тканях, окружающих операционную рану. Эта боль не временная, она постоянная и сохраняется весь период удлинения.

Следует отметить, что в настоящее время хирурги имеют хорошо оснащенные операционные залы, хирургическая техника достигла небывалых высот. Сейчас в условиях современных способов обезболивания возможно сделать любое количество остеотомий. Операции переносятся легко, развитие шока исключено. Но не надо забывать, что резервы организма, направленные на восстановление множественных повреждений кости не безграничны. При одновременном выполнении оперативного вмешательства на нескольких сегментах пациенты испытывают тяжесть своего состояния не на операционном столе, а после операции — когда они бездвижны, когда каждое прикосновение к больному вызывает резкие болевые ощущения.

При удлинении происходит как бы переток боли: костная боль затихает, так как отломки не контактируют и нервные окончания не раздражаются, в это же время развивается мягкотканная нарастающая боль. Во время distraction мягкие ткани сохраняют целостность, но их натяжение раздражает нервно-мышечные синапсы, что ведет к развитию distractionных хронических болей. Возникающие при удлинении боли постепенно нарастают по мере удлинения сегмента конечности, так как наряду с неогенезом тканевых структур в них происходят и деструктивные процессы. Поэтому при удлинении иногда фиксируется ослабление функции мышц, уменьшается амплитуда движений в суставах до 70 %, нередко отмечается снижение чувствительности в дистальных отделах конечности. Постепенно, через 6-8 месяцев после снятия аппарата эти явления проходят с полным функциональным восстановлением [29, 30].

В последние годы увеличение роста здоровым лицам (при субъективно низком росте [32]) получило широкое распространение. В связи с этим идет дискуссия, какой рост

считать низким? В каком возрасте производить операции для его увеличения?

К.И. Новиков и соавт. [31] сообщают об увеличении роста 131 физически здоровому пациенту в возрасте 14-68 лет (средний возраст — 25 лет) со средним ростом 159 см (размахом рук 140-174 см). F. Guerrishi и соавт. [32] пролечили 63 пациентов, средний возраст которых составил 24,8 года, а рост — 152,6 см, а M.A. Catagni и соавт. [33] — 54 пациента в возрасте 25,8 (17-47) года. Y. Marwan и соавт. [34] приводят сборную статистику о результатах косметического удлинения конечностей у 795 пациентов с ростом 153 (141-174) см в разных странах, что свидетельствует о широком внедрении таких операций.

Можно понять молодых людей в возрасте 16-25 лет, которые при низком росте чувствуют себя некомфортно в своем окружении. Но непонятна мотивировка обратившихся лиц с ростом 170 см или в возрасте старше 50 лет, которым потребовалось увеличение роста. Причем эти лица очень настойчивы, они не воспринимают наши доводы о разумной величине (в см) увеличения роста, возможных осложнениях, о сильных болях в процессе удлинения и др. Такую реакцию пациентов с субъективно низким ростом можно объяснить психологическими изменениями. У R. Aldegheri и соавт. [35] из 10 пациентов с идиопатической низкорослостью невыясненной этиологии 5 считали свой рост слишком низким, а у 5 была диагностирована психопатическая личность из-за дисморфофобии, развившейся на фоне низкого роста. Этим пациентам было выполнено симметричное удлинение бедер и голеней, и они остались довольны достигнутым результатом.

Как правило, пациенты с субъективно низким ростом заявляют о его увеличении не менее чем на 20 см. Но после операции они вскоре меняют свое желание и соглашаются с нашими рекомендациями об увеличении роста в пределах 6-8 см. Кроме того, у многих из них развивается выраженное стрессовое состояние, «психологическая

сшибка», так как происходящие изменения в самочувствии для них неожиданны, внутренне они не готовы переносить развившиеся боли и возникшие трудности. Это состояние возникает в связи с нанесенной хирургом политравмой.

Поэтому в обществе идет активная полемика о недопустимости подобных операций здоровым людям. M. Patel [36] заявляет, что проведение подобных операций здоровым людям настолько абсурдно, что равносильно появлению слона в доме — Elephant in the Room. В США группа поддержки пациентов «Маленькие люди Америки» активно выступает против таких операций [37, 38]. Но жизнь берет свое. Получаемые в итоге отличные и хорошие результаты снимают у всех пациентов имеющиеся до увеличения роста психологические нарушения, связанные с субъективно низким ростом. Авторы, проводящие подобные операции, считают, что метод Илизарова для косметического удлинения конечностей является методом без серьезных осложнений.

Вопросам оперативного лечения больных ахондроплазией посвящено большое количество работ. Наверное, нет страны, в которой не делают операций этой категории пациентов [34]. Но больные с ахондроплазией психологически готовы к проведению лечения, в том числе оперативного. Эти пациенты с раннего детства понимают, что они маленького роста, часто спрашивают у родителей, почему он (она) меньше всех, и мотивированы на необходимость лечения — консервативного или оперативного.

Хондродисплазия — системное заболевание, это признано всеми. Вопрос лечения такой категории больных до сих пор остается дискуссионным. Одни авторы считают, что это заболевание подлежит консервативной терапии, другие являются сторонниками оперативного лечения.

Нет единства, с какого возраста следует начинать консервативное лечение, а с какого — оперативное. D. Paley [6] считает, что консервативное лечение следует начинать в возрасте 2-3 лет, поскольку в более позднем возрасте оно будет неэф-

фактивным. К сожалению, к настоящему времени не разработаны действенные средства стимуляции естественного роста, а первые шаги патогенетического лечения еще ждут оценки и анализа отдаленных результатов.

Среди ортопедов также нет единства о времени начала оперативного лечения. Сотрудники НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова считают, что лечение необходимо начинать с 6-8-летнего возраста [30-41], так как для достижения нормального роста требуется провести 2-3 цикла оперативного лечения. Каждый цикл включает 4 этапа продолжительностью 6-8 месяцев, после чего необходим перерыв на 6 месяцев. В целом один цикл занимает до 4 лет. После полного цикла рекомендуется перерыв не менее одного года. Затем, по желанию родителей и больного, после функционального и психологического восстановления и при отсутствии противопоказаний можно повторить второй и третий циклы. Таким образом, лечение заканчивается к 20-летнему возрасту, то есть к совершеннолетию. Как известно, дети, больные ахондроплазией, легче переносят операцию и послеоперационный период, и у них активнее идут процессы формирования distractionного регенерата.

Другие авторы отмечают, что целесообразнее начинать лечение по увеличению роста с подросткового или по достижении взрослого возраста с перерывом между циклами от 2 до 3,5-4 лет [6, 27, 38, 42]. В. Tjernström и соавт. [44] считают, что следующий этап следует начинать после ремоделирования кости, что происходит через один год после окончания лечения. К сожалению, пока нет статей с критическим анализом возрастных критериев начала лечения.

Большой разброс мнений отмечается при использовании устройств и технологий увеличения роста. В НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова удлинение сегментов осуществляется аппаратом Илизарова после кортикотомии на одном или на двух уровнях, параллельно и одновременно двух сегментов (плечо, голень) или после-

довательно перекрестно — правое бедро + левая голень и наоборот [12, 18]. Этой тактики придерживаются и некоторые зарубежные исследователи [27, 33, 37, 38].

За рубежом одни и те же авторы используют разные фиксаторы: аппарат Илизарова и другие аппараты внешней фиксации (аппарат Тейлора, орто-СУВ), молатеральные конструкции, интрамедуллярные удлиняющие стержни и другие. При этом применяются и разные способы нарушения целостности кости для удлинения: одноуровневые и билочальные, удлинение одного сегмента или одновременно параллельно двух сегментов (два бедра, две голени, два плеча), или одновременное удлинение всех 4 сегментов нижних конечностей (операционная политравма) [6, 25, 34, 43].

При использовании технологии с нарушением целостности костей на одном или нескольких сегментах одновременно зарубежные авторы отмечают большой процент осложнений — до 65 %. Мы считаем, что это связано с тем, что один и тот же автор использует разные фиксаторы: у одного больного может быть применена молатеральная конструкция, у другого — один из видов кольцевых фиксаторов, у третьего — интрамедуллярный гвоздь для удлинения. Но каждая конструкция имеет свои особенности при использовании, которые не всегда правильно учитываются, что приводит к увеличению количества осложнений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Казалось бы, технология полисегментарного полилокального distractionного остеосинтеза — объемная операция, фактически является операционной травмой. Но по сравнению с другими медицинскими технологиями она в рекордно короткое время была внедрена в ведущие клиники мира, и с каждым годом количество таких операций растет. Это происходит от того, что технология соответствует требованиям больных с тяжелыми нарушениями развития скелета о сокращении сроков лечения.

В клинической практике мы встречаемся с разными формами

укорочения конечностей: врожденными и посттравматическими, постинфекционными, развившимися после перенесенного остеомиелита и других инфекционных поражений скелета, врожденными аномалиями развития скелета, когда разница в длине конечностей достигает 30 и более см. Другая категория больных представлена врожденными системными нарушениями скелета, например ахондроплазией. И совершенно отдельную категорию пациентов составляют лица, которых не устраивает естественный рост.

Уравнивание длины конечностей при небольших укорочениях в настоящее время считается простой, рутинной операцией. Совсем другие задачи стоят перед врачом при встрече с пациентами с большими укорочениями или системными заболеваниями. В этих ситуациях на первое место выходят операции, которые мы относим к операционной политравме. Но, на наш взгляд, при лечении таких больных есть некоторая недооценка их состояния.

При поступлении больного с политравмой, полученной вне больничного учреждения, ему очень активно оказывается интенсивная медицинская помощь, включающая противошоковую терапию, борьбу с болью, восстановление кислотно-щелочного равновесия. Когда же в больничных условиях наносится политравма, никакой интенсивной терапии не проводится. Это связано с тем, что она осуществляется под обезболивающей защитой, все системы работают в обычном режиме. Но со временем начинают проявляться характерные признаки политравмы: нарастающие боли, обездвиженность и нарушения в общем состоянии пациентов. На этапе удлинения больные ощущают постепенно усиливающиеся боли в оперированных конечностях, что временно лишает их возможности свободного передвижения. В это время они становятся зависимы от окружающих лиц, так как испытывают затруднения в исполнении физиологических потребностей. Это вызывает у некоторых пациентов разочарование и сожаление о принятом решении. Вот в это вре-

м необходимо интенсифицировать уход за больным, усилить медикаментозное лечение, направленное на снятие болевых ощущений, проводить стимулирующую терапию с целью ускорения созревания дистракционного регенерата.

Но после окончания удлинения и перевода аппарата в режим фиксации состояние больных значительно улучшается, восстанавливается хорошее настроение, пациенты испытывают чувство облегчения и быстро забывают о перенесенных

болях и бессонных ночах: все трудности и боли оказываются временными, а результат остается с ними навсегда! На вопрос: если вернуться к началу, согласился бы пациент на такую операцию, все отвечают только «ДА!».

Все авторы отмечают, что технология удлинения конечностей по Илизарову с использованием операционной политравмы в любом случае позволяет достичь выполнения поставленных задач. Поэтому технология удлинения методом по-

лисементарного и полилокального остеосинтеза является жизнебезопасной и может быть использована при полном овладении правилами применения данной методики.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией данной статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

- Hasler CC, Krieg AH. Current concepts of leg lengthening. *Child Orthop.* 2012; 6(2): 89-104. doi: 10.1007/s11832-012-0391-5
- Hosny GA. Limb lengthening history, evolution, complications and current concepts. *Journal of Orthopaedics and Traumatology.* 2020; 21(1): 3. doi: 10.1186/s10195-019-0541-3
- Brug E, Klein W, Baranowski D, Winckler S. August Bier – ein Pionier der Kallusdistraktion. In: *Die Plattenosteosynthese und ihre Konkurrenzverfahren.* Wolter D, Zimmer W, editors. Berlin: Springer, 1991. P. 47-48. doi: 10.1007/978-3-642-76328-1_8
- Ganel A, Israeli A, Horoszowski H. Fatal complication of femoral elongation in an achondroplastic dwarf. A case report. *Clin Orthop Relat Res.* 1984; 185: 69-71.
- Abbott LC. Lengthening of the lower extremities. *Calif West Med.* 1932; 36(1): 6-13.
- Paley D. Extensive limb lengthening for achondroplasia and hypochondroplasia. *Children (Basel).* 2021; 8(7): 540. doi: 10.3390/children8070540
- Ilizarov GA. Clinical possibilities of our method. In: *Experimental-theoretical and clinical aspects of the transosseous osteosynthesis method being developed at KNIIEKOT: report all-union symposium with foreign participation specialists.* Kurgan, 1983. P. 16-24. Russian (Илизаров Г.А. Клинические возможности нашего метода // Экспериментально-теоретические и клинические аспекты разрабатываемого в КНИИЭКОТ метода чрескостного остеосинтеза: тезисы докладов Всесоюзного симпозиума с участием иностранных специалистов. Курган, 1983. С. 16-24.)
- Ilizarov GA, Ledyayev VI, Imerlishvili IA. Some data on the study of the morphological features of the process of bone formation under conditions of stable distraction osteosynthesis. In: *Transosseous compression and distraction osteosynthesis in traumatology and orthopedics: collection of scientific works.* Kurgan, 1972. Issue. 1. P. 217-237. Russian (Илизаров Г.А., Ледяев В.И., Имерлишвили И.А. Некоторые данные по изучению морфологических особенностей процесса костеобразования в условиях стабильного дистракционного остеосинтеза // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: сборник научных работ. Курган, 1972. Вып. 1. С. 217-237.)
- Ilizarov GA. Transosseous osteosynthesis: Teoretical and clinical aspects of the regeneration and growth of tissue. Berlin: Springer-Verlag, 1992. 800 p.
- Shchurov VA, Kudrin BI. Biomechanical criteria in assessing and predicting the condition of limb tissues during distraction osteosynthesis according to Ilizarov. In: *Treatment of traumatological and orthopedic patients in the hospital and polyclinic by the method of transosseous osteosynthesis developed at KNIIEKOT.* Part. 2. 1982. P. 86-88. Russian (Щуров В.А., Кудрин Б.И. Биомеханические критерии в оценке и прогнозировании состояния тканей конечности при дистракционном остеосинтезе по Илизарову // Лечение травматолого-ортопедических больных в стационаре и поликлинике методом чрескостного остеосинтеза, разработанного в КНИИЭКОТ. Ч. 2. 1982. С. 86-88.)
- Shevtsov VI, Popkov AV. Surgical lengthening of the lower extremities. Moscow: Medicine, 1998. 192 p. Russian (Шевцов В.И., Попков А.В. Оперативное удлинение нижних конечностей. Москва: Медицина, 1998. 192 с.)
- Popkov AV, Shevtsov VI. Achondroplasia. Moscow: Medicine, 2001. 352 p. Russian (Попков А.В., Шевцов В.И. Ахондроплазия. Москва: Медицина, 2001. 352 с.)
- Glumcher FS, Fomin PD, Pedachenko EG. Polytrauma. Surgery, traumatology, anesthesiology, intensive care. Moscow: Medicine, 2012. 736 p. Russian (Глумчер Ф.С., Фомин П.Д., Педаченко Е.Г. Политравма. Хирургия, травматология, анестезиология, интенсивная терапия. Москва: Медицина, 2012. 736 с.)
- Gumanenko EK, Zavrzhnov AA, Suprun AYU, Khramov AA. Severe combined trauma and polytrauma: definition, classification, clinical characteristics, treatment outcomes. *Polytrauma.* 2021; (4): 6-12. Russian (Гуманенко Е.К., Завражнов А.А., Супрун А.Ю., Храмов А.А. Тяжелая сочетанная травма и политравма: определение, классификация, клиническая характеристика, исходы лечения // Политравма. 2021. № 4. С. 6-12.)
- Agadzhanian VV, Kravtsov SA, Pronskikh AA, Novokshonov AV, Agalaryan AKh, Kornev AN, et al. On the issue of organization and treatment in case of mass arrival of victims. *Polytrauma.* 2021; (2): 19-26. Russian (Агаджанян В.В., Кравцов С.А., Пронских А.А., Новокшонов А.В., Агаларян А.Х., Корнев А.Н. и др. К вопросу об организации и лечении при массовом поступлении пострадавших // Политравма. 2021. № 2. С. 19-26.) doi: 10/24412/1819-1495-2021-2-19-26
- Bondarenko AV. Surgical treatment of polysegmental fractures with multiple and combined trauma. Abstracts of PhD in med. Moscow, 2007. 284 p. Russian (Бондаренко А.В. Оперативное лечение полисегментарных переломов при множественной и сочетанной травме: дис. ... д-ра мед. наук. Москва, 2007. 284 с.)
- Shevtsov VI, Leonchuk SS. Stimulation of distraction osteogenesis during limb lengthening: our concept. *Traumatology and orthopedics of Russia.* 2021; 27(1): 75-85. Russian (Шевцов В.И. Леончук С.С. Стимуляция дистракционного остеогенеза при удлинении конечностей: наша концепция // Травматология и ортопедия России. 2021; 27(1): 75-85.) doi: 10.21823/2311-2905-2021-27-1-75-85
- Novikov KI. Surgical limb lengthening in patients with short and subjectively short stature using controlled transosseous osteosyn-

- thesis. Dissertation of PhD in Med. Kurgan, 2008. 257 p. Russian (Новиков К.И. Оперативное удлинение конечностей у пациентов с низким и субъективно низким ростом методом управляемого чрескостного остеосинтеза: дис. ... д-ра мед. наук. Курган, 2008. 257 с.)
19. Shabtai L, Jauregui JJ, Herzenberg JE, Gesheff MG, Standard SC, McClure PK. Simultaneous bilateral femoral and tibial lengthening in achondroplasia. *Children (Basel)*. 2021; 8(9): 749. doi: 10.3390/children8090749
 20. Yasui N, Kawabata H, Kojimoto H, Ohno H, Matsuda S, Araki N, et al. Lengthening of the lower limbs in patients with achondroplasia and hypochondroplasia. *Clin. Orthop. Relat. Res.* 1997; 344: 298-306. doi: 10.1097/00003086-199711000-0003
 21. Kim SJ, Balce GC, Agashe MV, Song SH, Song HR. Is bilateral lower limb lengthening appropriate for achondroplasia? Midterm analysis of the complications and quality of life. *Clin Orthop Relat Res.* 2012; 470(2): 616-621. doi: 10.1007/s11999-011-1983-y
 22. Donaldson J, Aftab S, Bradish C. Achondroplasia and limb lengthening: results in a UK cohort and review of the literature. *J. Orthop.* 2015; 12: 31-34. doi: 10.1016/j.jor.2015.01.001
 23. Park K-W, Garcia RN, Rejuso CA, Choi J-W, Song H-R. Limb lengthening in patients with achondroplasia. *Yonsei Med J.* 2015; 56(6): 1656-1662. doi: 10.3349/ymj.2015.56.6.165
 24. Madhuri V, Chilbule SK, Dutt V. Limb lengthening in achondroplasia. *Indian J. Orthop.* 2016; 50: 397-405. doi: 10.4103/0019-5413.185604
 25. Leiva-Gea A, Delgado-Rufino FB, Queipo-De-Llano A, Mariscal-Lara J, Lombardo-Torre M, Luna-González F. Staged upper and lower limb lengthening performing bilateral simultaneous surgery of the femur and tibia in achondroplastic patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2020; 140: 1665-1676. doi: 10.1007/s00402-020-03360-3
 26. Kocaoglu M, Bilen FT, Eralp IL, Yumrukcal F. Results of cosmetic lower limb lengthening by the lengthening over nail technique. *Acta Orthop Belg.* 2017; 83(2): 231-244.
 27. Kim SJ, Pierce W, Sabharwal S. The etiology of short stature affects the clinical outcome of lower limb lengthening using external fixation: a systematic review of 18 trials involving 547 patients. *Acta Orthop.* 2014; 85(2): 181-186. doi: 10.3109/17453674.2014.899856
 28. Khranovsky DG, Benyan AS, Korymasov EA, Chertukhina OB, Medvedchikov-Ardiya MA. Modern concept and culture of surgical safety. *Polytrauma.* 2023; (3): 6-13. Russian (Храновский Д.Г., Беньян А.С., Корымасов Е.А., Чертухина О.Б., Медведчиков-Ардия М.А. Современная концепция и культура хирургической безопасности // *Политравма*. 2023. № 3. С. 6-13.) doi: 10.24412/1819-1495-2023-3-6-13
 29. Klimov OV. Surgical shoulder lengthening in children and adolescents with achondroplasia: dissertation of PhD in med. Kurgan, 1999. 150 p. Russian (Климов О.В. Оперативное удлинение плеча у детей и подростков больных ахондроплазией: дис. ... канд. мед. наук. Курган, 1999. 150 с.)
 30. Dindiberia EV. Age features of bilocal distraction osteosynthesis of the tibia in patients with achondroplasia: dissertation of PhD in med. Kurgan, 2002. 158 p. Russian (Диндиберия Е.В. Возрастные особенности биллокального дистракционного остеосинтеза голени у больных ахондроплазией: дис. ... канд. мед. наук. Курган, 2002. 158 с.)
 31. Novikov KI, Subramanyam KN, Muradisinov SO, Novikova OS, Kolesnikova ES. Cosmetic lower limb lengthening by Ilizarov apparatus: what are the risks? *Clin Orthop elat Res.* 2014; 472(11): 3549-3556. doi: 10.1007/s11999-014-3782-8
 32. Guerreschi F, Tsididakis H. Cosmetic lengthening: what are the limits? *J Child Orthop.* 2016; 10(6): 597-604. doi: 10.1007/s11832-016-0791-z
 33. Catagni MA, Lovisetti L, Guerreschi F, Combi A, Ottaviani G. Cosmetic bilateral leg lengthening: experience of 54 cases. *J Bone Joint Surg Br.* 2005; 87(10): 1402-1405. doi: 10.1302/0301-620X.87B10.16468
 34. Marvan Y, Cohen D, Alotaib Mi, Addar A. Mitchell Bernstein Reggie Hamdy Cosmetic stature lengthening: systematic review of outcomes and complications. *Bone Joint Res.* 2020; 9(7): 341-350. doi: 10.1302/2046-3758.97
 35. Aldegheri R, Dall'Orca C. Limb lengthening in short stature patients. *J. Pediatr Orthop Part B.* 2001; 10: 238-247. doi: 10.1097/00009957-200107000-00015
 36. Patel M. Cosmetic limb lengthening surgery: the elephant in the room. Harm minimization not prohibition. *Journal of Limb Lengthening & Reconstruction.* 2017; 3(2): 73. doi:10.4103/jllr.jllr_22_17
 37. Burghardt RD, Yoshino K, Kashiwagi N, Yoshino S, Bhave A, Paley D, et al. Bilateral double level tibial lengthening in dwarfism. *J Orthop.* 2015; 12(4): 242-247.
 38. Ko KR, Shim JS, Chung CH, Kim JH. Surgical results of limb lengthening at the femur, tibia, and humerus in patients with achondroplasia. *Clin Orthop Surg.* 2019; 11(2): 226-232. doi: 10.4055/ci-os.2019.11.2.226
 39. Novikov KI, Aranovich AM, Klimov OV. Rehabilitation of patients with short stature. *Genius of Orthopedics.* 2007; (2): 99-100. Russian (Новиков К.И., Аранович А.М., Климов О.В. Реабилитация пациентов с низким ростом // *Гений ортопедии*. 2007. № 2. С. 99-100.)
 40. Dzhanbakhishov GS. Increase in height in patients with achondroplasia with restoration of body proportionality using the method of distraction osteosynthesis: dissertation of PhD in med. Permian, 1999. 187 p. Russian (Джанбахишов Г.С. Увеличение роста у больных ахондроплазией с восстановлением пропорциональности тела методом дистракционного остеосинтеза: дис. ... д-ра мед. наук. Пермь, 1999. 187 с.)
 41. Shevtsov VI. Transosseous osteosynthesis according to Ilizarov: theory and practice. Vol. 3. Clinical aspects. Saarbrücken (Deutschland): Palmarium Academic Publishing, 2018. 430 p. Russian (Шевцов В.И. Чрескостный остеосинтез по Илизарову: теория и практика. Т.3. Клинические аспекты. Saarbrücken (Германия): Palmarium Academic Publishing, 2018. 430 с.)
 42. Chilbule SK, Dutt V, Madhuri V. Limb lengthening in achondroplasia. *Indian J Orthop.* 2016; 50(4): 397-405. doi: 10.4103/0019-5413.185604
 43. Verdony F, Giorgino R, Virgilio R, Nannini A, Viganò M, Curci D, et al. Results and complications of bilateral limb lengthening in achondroplasia: a retrospective analysis. *Front Pediatr.* 2023; 3(11): 1281099. doi: 10.3389/fped.2023.1281099
 44. Tjernström B, Thoumas KA, Pech P. Bone remodeling after leg lengthening: evaluation with plain radiographs, and computed tomography and magnetic resonance imaging scans. *J Pediatr Orthop.* 1992; 12: 751-755. doi: 10.1097/01241398-199211000-00010
 45. Kurzanov AN. Functional reserves of the body from the perspective of clinical physiology. *Modern problems of science and education.* 2015; (4): 290. Russian (Курзанов А.Н. Функциональные резервы организма в ракурсе клинической физиологии // *Современные проблемы науки и образования*. 2015. № 4. С. 290.)
 46. Korostelev MYu, Shikhaleva NG, Novikov KI. Clinical example of treatment of a patient with post-traumatic combined extensive tissue defect of the lower leg. *Orthopedic genius.* 2022; 28(5): 708-714. Russian (Коростелев М.Ю., Шихалева Н.Г., Новиков К.И. Клини-

ческий пример лечения пациента с посттравматическим комбинированным обширным дефектом тканей голени //Гений ор-

топедии. 2022; 28(5): 708-714.) doi: 10.18019/1028-4427-2022-28-5-708-714

Сведения об авторах:

Шевцов В.И., член-корр. РАН, д.м.н., профессор, почетный профессор ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия.

Новиков К.И., д.м.н., ведущий научный сотрудник отдела реконструктивного эндопротезирования ФГБУ «НМИЦ ТО имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия; профессор кафедры травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО Тюменский ГМУ Минздрава России, г. Тюмень, Россия.

Адрес для переписки:

Шевцов Владимир Иванович, ул. М. Ульяновой, 6, г. Курган, Россия, 640014

E-mail: shevtcovvladimir3012@rambler.ru

Статья поступила в редакцию: 29.01.2024

Рецензирование пройдено: 21.02.2024

Подписано в печать: 01.03.2024

Information about authors:

Shevtsov V.I., MD, PhD, corresponding member of RAS, professor, honored professor of National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics, Kurgan, Russia.

Novikov K.I., MD, PhD, leading researcher, department of reconstructive endoprosthesis, National Ilizarov Medical Research Centre for Traumatology and Ortopaedics, Kurgan, Russia; professor of department of traumatology and orthopedics, Tyumen State Medical University, Tyumen, Russia.

Address for correspondence:

Shevtsov Vladimir Ivanovich, M. Ulyanovoy St., 6, Kurgan, Russia, 640014

E-mail: shevtcovvladimir3012@rambler.ru

Received: 29.01.2024

Review completed: 21.02.2024

Passed for printing: 01.03.2024

