

## **Устранение врожденного укорочения нижней конечности (историческая справка)**

**О.В. Колчев, Д.Ю. Борзунов**

## ***Elimination of congenital lower limb shortening (historical information)***

**O.V. Kolchev, D.Yu. Borzunov**

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган  
(и.о. генерального директора — профессор А.Т. Худяев)

Полноценная реабилитация детей и подростков с врожденными аномалиями и пороками развития конечностей до настоящего времени представляет сложную лечебную задачу, что определяет её как важную медицинскую и социальную проблему [6]. По данным литературы, болезни костно-мышечной системы в прошлом веке занимали 4-е место (10-16 %) среди всех причин инвалидности [30]. В структуре ортопедической патологии укорочения конечностей занимали доминирующее положение. В свою очередь, врожденное укорочение лидировало среди причин неравной длины нижних конечностей [3, 26]. По данным Л.А. Поповой и Г.В. Дьячковой, среди обратившихся за медицинской помощью в поликлинику РНЦ "ВТО" им. акад. Г.А. Илизарова 50,3 % составляли больные, требующие удлинения конечностей, причем первое место среди них занимали пациенты с врожденными укорочениями голени.

Укорочение вызывает у больных не только значительные функциональные нарушения, но и моральные страдания, обусловленные как физическими, так и косметическими недостатками. Укорочение нижней конечности затрудняет ходьбу и статику, обуславливает перекос таза, сколиоз позвоночника, нарушает симметрию тела, что у растущих пациентов вызывает непропорциональное развитие мышц и скелета туловища, приводя к значительным и стойким деформациям. Компенсация укорочения ортопедической обувью не может считаться полноценной и не удовлетворяет больных, особенно женщин, из многих соображений. Нарушенная биомеханика конечности, зависимость пациента от протезных заводов, психо-физический дискомфорт, связанный с ношением ортезов и ортопедической обуви, косметический дефект заставляли больных обращаться за хирургической помощью. Пациенты полагали, что удлинение конечности решит не только ортопедическую задачу уравнивания длины, но и проблему ме-

дика-функциональной и социальной реабилитации в обществе [1, 7].

Оперативное удлинение укороченной конечности привлекало хирургов на протяжении всего XX столетия. Знакомство с отечественной и зарубежной литературой показало, что многими хирургами уделялось большое внимание способу остеотомии и травматичности оперативного вмешательства как залого успешного удлинения сегмента. К настоящему времени разработано не менее 40 различных способов нарушения целостности кости. Стремление улучшить фиксацию отломков кости при удлинении, улучшить регенерацию кости вынуждало некоторых авторов применять фигурные, трудновыполнимые и весьма травматичные остеотомии [44, 47]. Примером подобных остеотомий являлись ступенчатая и языкообразная остеотомии [38]. По данным литературы, чаще всего хирургами использовалась косая или Z-образная остеотомия. Обычно длина остеотомии не превышала величины предполагаемого удлинения на 2-5 см. Однако уже в 1972 году J. Duriez отмечал, что техника Z-образной остеотомии требует обнажения диафиза на всем его протяжении, что может привести к частичному некрозу коркового вещества по всей длине большеберцовой кости и прерыванию костномозгового кровоснабжения [31].

Целый ряд экспериментальных работ Г.А. Илизарова и сотрудников РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова (А.А. Ларионова, Н.В. Петровской, А.А. Шрейнера, А.Н. Дьячкова, С.А. Ерофеева) убедительно доказали, что адекватное кровоснабжение и минимальное повреждение остеогенных тканей, особенно костного мозга, играет исключительно важную роль в регенерации кости. Г.А. Илизаров в соавторстве разработал и стал применять щадящую методику нарушения целостности кости – частичную остеотомию (кортикотомию). В исследованиях, проведенных А.А. Шрейнером, было оп-

ределено, что после закрытой остеоклазии наблюдали более высокую активность дистракционного остеогенеза и сокращение всех этапов удлинения [33]. В то же время, на увеличение продолжительности чрескостного остеосинтеза при выполнении травматичных и оскольчатых остеотомий указывал А.В. Попков и В.И. Шевцов с соавторами [16, 31]. Основной целью при выполнении остеотомий было получение поперечной линии перелома длинной кости, а не сохранение остеогенных элементов костномозговой полости. Выполнение кортикотомий подразумевало нарушение целостности компактного слоя кости без повреждения эндостальных структур. Осуществить в губчатых отделах метафизов длинных костей кортикотомию, как правило, технически невозможно, целостность кости обычно нарушалась посредством выполнения остеотомий [27]. Группой авторов РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова было разработано устройство для безударной кортикотомии, позволяющее сохранить целостность эндостальных структур и магистрального кровотока костномозговой полости при нарушении целостности длинной кости. К сожалению, данное устройство, успешно экспериментально апробированное, широкого применения в клинических условиях не получило [2].

Технике оперативного вмешательства при удлинении врожденно укороченной конечности в литературе посвящено достаточное количество работ [19, 48]. Многие авторы были убеждены, что, в первую очередь, на результат удлинения, характер и частоту осложнений непосредственно влияет техническое выполнение оперативного вмешательства: протяженность и вид остеотомии, использование различных трансплантатов, дополнительная реконструкция и пластика мягких тканей [14, 41, 43, 46]. В.А. Андрианов с соавторами, в 1988 году, рекомендовал применять деминерализованные костные аллотрансплантаты для перекрытия образующегося межотломкового диастаза. Для уменьшения ретракции мягких тканей, предотвращения вторичного смещения перемещаемых фрагментов, устранения контрактур смежных суставов ряд ортопедов выполняли дополнительные реконструктивные оперативные вмешательства удлинением сухожилий мышц сгибателей, рассечением широкой фасции, тенотомией аддукторов [8, 9, 37].

В.Д. Дедова с соавторами в 1973 году предлагала комбинировать удлинение нижней конечности с Z-образным удлинением мышц соответственного сегмента, что, по мнению исследователя, значительно облегчало процесс растяжения костных отломков, уменьшало боли в послеоперационном периоде, предупреждало развитие деформации стопы и способствовало быстрому восстановлению утраченной функции конечности [8].

При врожденном укорочении конечности Wagner предлагал дополнительно выполнять обширную фасциотомию с частичной резекцией фасции и боковой мышечелковой перегородки [46]. Однако большинство клиницистов, применявших метод Вагнера, отмечали, что удлинение врожденно укороченной конечности связано со многими проблемами и осложнениями, количество которых нарастало с увеличением возраста пациента [39, 43].

Необходимо отметить, что эти методики значительно увеличивали травматичность оперативного вмешательства, ухудшали трофику тканей, что было особенно актуально при врожденной этиологии укорочения, этиопатогенетически связанной с пороками развития мышечной ткани и сосудистого русла [14].

Применяемые для удлинения конечности скелетное вытяжение возрастающими грузами, лейкопластырное вытяжение не могли обеспечить необходимую жесткую фиксацию фрагментов кости, направленное перемещение остеотомированных костных фрагментов и представляют в настоящее время больше исторический интерес [8]. Вынужденное нахождение пациентов в течение длительного времени на постельном режиме, замедленная консолидация, деформации удлиняемого сегмента при данных способах удлинения стало основной мотивацией ортопедов в создании дистракционных аппаратов. L.C. Abbot создал первый дистракционный аппарат для удлинения голени, развивая его идею, были созданы аппараты Путти, Боста и др. [35]. В последующем аппараты постоянно совершенствовались, предлагались новые технические решения. За рубежом наибольшую известность среди аппаратов внешней фиксации получили аппараты Андерсона, Жюде, Вагнера, Ортофикс, в России – аппараты Илизарова, Калнберза, Волкова-Оганесяна, О.П. Гудушаури, А.Д. Ли [15, 21, 31, 46].

Начало новой эпохи в ортопедии-травматологии было связано с разработкой Г.А. Илизаровым в 1951 году компрессионно-дистракционного аппарата собственной конструкции [31]. Усовершенствованный автором и коллективом РНЦ "ВТО" аппарат стал универсальным. В настоящее время для клинического использования предложен аппарат Шевцова-Мацукатова, предусматривающий возможность использования программного обеспечения для коррекции длины сегмента [21].

Проведенные экспериментальные и клинические рентгеноморфологические исследования доказывали, что сочетание разных видов нарушения целостности кости и режимов дистракции позволяло направленно влиять на активность репаративного костеобразования при удлинении конечности [32]. Успешные исходы удлинения конечностей были обусловлены соблюдением ряда принципиальных моментов, в

основном связанных с обеспечением полноценной трофики тканей в зоне регенерации и адекватной статико-динамической нагрузки конечности. К настоящему времени признана возможность и целесообразность удлинения конечностей не только у больных, имеющих ортопедическую патологию, но и у здоровых пациентов, имеющих субъективно низкий рост или косметические деформации [17, 34].

При удлинении нижних конечностей основными факторами, определяющими благоприятный исход лечения, являлись:

- ✓ стабильная фиксация костных фрагментов;
- ✓ берегательное отношение к остеогенным тканям во время операции;
- ✓ адекватное кровоснабжение тканей;
- ✓ оптимальный темп и ритм distraction;
- ✓ адекватная функциональная нагрузка в течение всего периода лечения.

По мнению ряда ортопедов, удлинению должно предшествовать полное исправление любых деформаций конечности с оперативной коррекцией оси и устранение порочных контртур смежных суставов [36, 40, 46].

Ряд авторов считает, что при удлинении голени из-за большой травматичности, ненадежности фиксации конечности и в связи с возможными осложнениями следует производить коррекцию длины бедренной кости; другие, приводя те же доводы, предпочитали удлинять берцовые кости [9].

Г.А. Илизаров с соавторами, а также коллективы других исследователей пришли к общему мнению, приводя четкие и убедительные аргументы и доводы о том, что удлинять необходимо тот сегмент, который полностью или в основном определяет укорочение конечности [18].

Немаловажным вопросом являлось определение оптимального возраста для удлинения врожденно укороченной нижней конечности. Анализируя данные отечественных и зарубежных авторов по данному вопросу, мы также не встретили единого мнения. Учитывая инвазивность ряда применяемых оперативных вмешательств (методики включали обширные доступы с костно-надкостничной декортацией), многие хирурги предпочитали удлинять конечности не ранее достижения пациентами 10-12 летнего возраста [9].

Р.Г. Федотова полагала, что при укорочении конечности на 4-5 см у ребенка 6-7 лет удлинение необходимо отложить до 10-12 летнего возраста, когда укорочение достигнет 8-10 см и будет устранено в один этап лечения. В то же время В.Д. Дедова рекомендовала удлинение нижней конечности у детей и подростков при укорочении свыше 4 см выполнять в возрасте от 10 до 18 лет, то есть к окончанию усиленного роста пациентов [8].

По данным С.Д. Дзахова, оптимальным сро-

ком для удлинения являлся возраст пациентов от 8 до 14 лет. По мнению автора, нецелесообразно было оперировать раньше, так как у маленьких детей впереди длительный период роста, поэтому трудно установить величину необходимого удлинения. Дзахов утверждал, что костная ткань детей имеет недостаточную плотность для проведения спиц и в связи с этим высокую вероятность прорезания и миграции спиц. Также, по мнению исследователя, после 14-15 лет регенеративная способность тканей понижается, и у подростков возможна замедленная консолидация [9]. По мнению В.А. Лопырева, оперативные методы удлинения врожденно-недоразвитой нижней конечности необходимо производить детям с 4-летнего возраста. Ряд ортопедов считало целесообразным выполнять удлинение конечности с 6-7-летнего возраста, когда мягкие ткани наиболее эластичны, легче поддаются растяжению, костная ткань обладает высоким репаративным потенциалом.

Применяемый ранее и предложенный Г.А. Илизаровым, distractionный эпифизеолиз, по мнению некоторых авторов, или стимулировал, или не влиял на последующий рост конечности [8]. Другие авторы утверждали, что при distractionном эпифизеолизе травмировалась ростковая зона, поэтому наиболее благоприятные исходы удлинения достигались в возрасте 12-14 лет. В 1973 году Г.А. Илизаров предложил методику биллокального distractionного эпифизеолиза, а в 1977 году Г.А. Илизаров с соавторами для удлинения голени стал выполнять двойную остеотомию берцовых костей в метафизарных зонах, т.к. в этих зонах мягкие ткани были наиболее адаптированы к дозированному растяжению в процессе естественного роста [12]. Необходимо отметить, что в настоящее время эпифизеолиз для коррекции длины конечностей не применяется, а его выполнение представляет в большей степени исторический интерес. Были предложены комбинированные методики удлинения: в некоторых случаях при удлинении голени выполняли эпифизеолиз в области одного из метафизов и компактотомию кости – в области другого. В отличие от монолокального distractionного остеосинтеза, данная технология позволяла осуществлять одноэтапное удлинение одного сегмента конечности на величину до 100 % от исходной длины. После того как Г.А. Илизаров заявил о возможности двухполосного удлинения голени, появился ряд экспериментальных работ, отражающих положительное влияние этого способа на костеобразование, функциональное состояние нервно-мышечной системы и системы кровообращения [13]. Клинические наблюдения за состоянием мышечного тонуса конечности в процессе удлинения показали, что при биллокальном остеосинтезе в начале distraction тонус мышц был ниже, чем при монолокальном, величина поперечной твердости

мышц после билокального удлинения также была ниже на 38 %, чем после монолокального, и этот показатель имел тенденцию к нормализации в отдаленном периоде наблюдения. При удлинении на двух уровнях значительно снижались сроки консолидации регенератов, дистракционный остеогенез не угнетался, а наоборот, активизировался, несмотря на удвоенные темпы дистракции [3, 10, 20, 26].

Интерес к билокальному методу удлинения проявляли приверженцы не только кольцевых, но и монологатеральных стержневых аппаратов. При этом ряд хирургов применяли модифицированные аппараты Wagner, MAFIX и ORTOFIX [46].

Темпу удлинения хирурги ранее уделяли мало внимания. Как правило, темп выбирался максимальный, исходя из самочувствия больного и интенсивности болевого синдрома. В значительной степени варьировала не только суточная величина удлинения (темп), но и частота дозированной дистракции в сутки. В РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова выбрали и предложили среднесуточный темп дистракции 1,0 мм. Дальнейшие результаты экспериментально-клинической апробации подтвердили, что суточный темп удлинения конечности на одном уровне 1 мм являлся оптимальным [18]. Публикации относительно влияния ритма (дробности) дистракции на остеогенез единичны и разноречивы. Так, В.И. Стецула с соавторами допускал возможность выполнения одномоментной дистракции [4].

М. Janovec, J. Polach [43] считали, что удлинение с темпом 1 мм в сутки не влияет на регенерацию кости, и отдавали предпочтение менее частому скачкообразному удлинению. F.Grill, P. Dungal, J. Pablos с соавторами [42] указывали, что отсутствует разница в активности костеобразования при дистракции двух- и 4-кратной дробности. Практикуемое в настоящее время дозированное растяжение производят за 4-8 приемов в течение дневного времени по 0,25 мм за один прием.

В 1980 г. Г.А. Илизаров, В.Л. Рассохин, В.М. Быков запатентовали первый дистрактор, позволяющий осуществлять круглосуточную дистракцию в автоматическом режиме [15]. Высокодробная дистракция имела ряд положительных сторон: удлинение было безболезненным, дистракционные усилия аппарата нарастали плавно и без срывов, практически отсутствовали отеки и нарушения иннервации удлиняемого сегмента, процесс удлинения легко контролировался, процесс регенерации кости был активным. Данная технология дистракционного остеосинтеза получила фундаментальное научно-теоретическое обоснование. Было установлено, что в условиях высокочастотной дистракции создавались оптимальные условия для пролонгированного костеобразования и оптимального функционального состояния удлиняемой конечности [11, 31]. Необходи-

мость сокращения сроков чрескостного остеосинтеза, оптимизации процессов дистракционного остеогенеза привела к необходимости использования при удлинении напряженного внутрикостного армирования дистракционного регенерата спицами с гидроксиапатитным покрытием. Данная технология была также экспериментально апробирована и успешно внедрена в клиническую практику [23, 24].

Определенное значение для ускорения репаративного остеогенеза имели механические факторы воздействия на зону регенерации. Для стимуляции костеобразования применяли механическое повреждение спицами и остеотомом дистракционного регенерата, последовательно удаляли спицы для постепенного усиления осевой нагрузки на регенерат, выполняли одномоментную компрессию новообразованной кости в начале этапа фиксации [22]. Получили экспериментальную апробацию и были клинически внедрены и другие способы стимуляции дистракционного остеогенеза, включающие методики введения в регенерат компонентов плазмы крови, клеточных элементов аутологичного костного мозга [28].

Одним из важных вопросов при планировании лечебно-реабилитационных мероприятий у пациентов с врожденным укорочением являлось прогнозирование дальнейшего отставания в росте длинных трубчатых костей, вовлеченных в патологический процесс. У некоторых детей могли наблюдаться проявления гетерохронии роста – отклонения от заданной программы, когда одни части тела или органы растут быстрее других или, наоборот, характеризуются замедленным ростом, при этом нарушается согласованность, синхронность роста разных структур. Так, у многих детей существуют регулярные, сезонные вариации скорости роста которые возрастают весной и замедляются осенью. Эти колебания осложняют анализ кривой роста, так как у детей старше 3 лет скорость роста, взятая за период менее года, может ввести в заблуждение и врача и родителей [5]. Период первого ускорения роста регистрируется в возрасте 5-7 лет, хотя оно не всегда четко выражено, особенно если оно несколько растянуто во времени и проходит незамеченным. Пубертатный скачок роста у девочек происходит в 10,5-15,5 лет, у мальчиков двумя годами позже – в 12,5-15,5 лет. В костном возрасте формирование ядер окостенения и созревания скелета также отсрочены во времени, как и развитие нервной, иммунной систем. Существует ряд методов, позволяющих определять костный возраст: в основном они базируются на рентгеновском исследовании – у грудных детей плечевой кости, у детей от одного года до 13 лет – запястья, старше – локтевого или тазобедренного суставов. В процессе роста прослеживается ряд этапов окостенения. Первый этап роста включает возраст от новорожденности до

7 лет и делится на два периода от рождения до одного года: процесс окостенения хрящевых костных матриц происходит медленно. От одного года до 7 лет этот процесс ускоряется. Второй этап включает возраст от 7 до 9 лет у девочек и от 7 до 11 лет у мальчиков. Это латентный период, когда новых ядер окостенения не появляется. Третий этап – возраст 9-14 лет у девочек и от 11 до 17 лет у мальчиков, который характеризуется активной оссификацией и формированием костномозговой полости. Костный возраст ребенка определенно коррелирует с ростом в его взрослом периоде (коэффициент корреляции составляет 0,86), что используется для предсказания роста ребенка во взрослом состоянии, которое возможно уже в 5-6 лет [5].

Среднегодовой прирост длины голени у девочек и мальчиков составляет в среднем 1,34 и 1,59 см, прирост длины бедра – 1,41 и 1,69 см. К. Digby установил, что рост нижней конечности за счет проксимального эпифиза бедра составляет 15 %, дистального – 35 %, за счет проксимального эпифиза большеберцовой кости – 30 %, дистального – 20 % от длины сегмента. Если рассматривать роль каждой кости в отдельности, то рост бедренной кости за счет проксимального отдела составляет 31,2 %, дистального – 68,8 %, рост большеберцовой кости соответственно – 58,1 % и 41,9 % от длины сегментов. Почти аналогичные стандарты дает Todd и другие авторы [9]. К настоящему времени установлено, что при врожденной этиологии отставание в росте носит равномерный характер, т. е. выраженное в процентах укорочение остается одинаковым в период линейного роста нижней конечности в длину (с 4 до 14-16 лет) [31]. Однако в случае удлинения нижних конечностей в периоде естественного роста ряд авторов отмечали крайнюю сложность определения необходимой величины удлинения для полной коррекции длины, отстающей в росте конечности к моменту замыкания зон роста.

Попытки определить хотя бы характер влияния удлинения длинных трубчатых костей на их последующий рост выявили в доступной для анализа литературе достаточно противоречивую информацию. Так, С.Д. Дзахов уравнивание темпов роста нижних конечностей после удлинения наблюдал лишь у некоторых больных. В случаях ускоренного роста автор предполагал возможность оказания стимулирующего влияния оперативного вмешательства на ростковые зоны. Эта стимуляция, по мнению автора, являлась вторичной и вызывалась гиперемией органа и повышенной васкуляризацией кости и мягких тканей после операционной травмы [9]. В то же время Brockway, Alwia, Fowler никогда не отмечали усиленного роста после операционного удлинения конечности.

По данным литературы, имелась зависимость величины формируемого distractionно-

го регенерата при эпифизеолизе от возраста ребенка и прогноза дальнейшего роста кости. Так, чем на большую величину и в более старшем возрасте удлиняли конечность при distractionном эпифизеолизе, тем меньше была вероятность возобновления функции пластинок роста у ребенка. Д.П. Радченко отмечал наибольшее нарушение функции эпиметафизарной зоны роста при ее разрывах в сочетании с переломом эпифиза или метафиза, то есть при остеоэпифизеолизе. Автор доказал, что после консолидации перелома наступало преждевременное синостозирование эпиметафизарной зоны роста, причем у подростков значительно чаще, чем и объяснялась невозможность дальнейшей самокоррекции укорочения в этом возрасте [25].

А.А. Девятов в 1970 году при защите диссертационного исследования доказал, что ускорение темпов роста нижней конечности после операционного удлинения голени у большинства больных объясняется не только стимулирующим влиянием операционной травмы, как это было принято считать, но также и увеличением продольной нагрузки на удлиненную конечность после уравнивания ее длины. Восстановление длины нижних конечностей у детей с сохраненными зонами роста прекращало отставание конечности в росте или резко замедляло его темп, а при врожденном отсутствии зон роста или полном разрушении их патологическим процессом удлиненная конечность продолжала отставать в росте.

Обобщая данные диссертационной работы, Г.С. Татаев (1993 год) полагал, что после окончания лечения удлиненная голень у детей растет такими же темпами, что и у здоровых сверстников. Однако скорость роста интактной голени в 9-12 лет, в период препубертатного скачка, увеличивалась более существенно. В итоге за четыре года такого ускоренного роста ребенка прибавка в длине голени могла составить 3 см, при этом конечные размеры интактной голени, тем не менее, должны быть не больше чем у здоровых сверстников, т.к. повышение жесткости мышц приводило к более раннему ингибированию функциональной активности метаэпифизарной пластинки роста у больных с врожденными укорочениями. Поэтому, по мнению некоторых авторов, необходимо было выполнять переудлинение большой конечности из расчета 0,5 см на каждый год активного роста ребенка.

По результатам исследования роста голени у больных с аплазией малоберцовой кости А.М. Аранович отмечала, что у 9 больных, которым было проведено удлинение голени в возрасте 6-9 лет со сроком наблюдения 1,5-4 года средний темп отставания конечности в росте уменьшился (от 0,7-1,3 до операции, до 0,6-0,9 после операции) [29]. Необходимо отметить, что у этой категории больных деформация стопы была незначительной и была устранена одно-

временно с удлинением. Ходьба без вспомогательных средств опоры, правильная осевая нагрузка положительно сказались на росте оперированной конечности в отдаленном периоде наблюдения.

Таким образом, анализ доступной отечественной и зарубежной литературы показал, что устранение врожденного укорочения нижней конечности по-прежнему остается сложной и далеко не решенной ортопедической задачей, требующей как совершенствования технологий остеосинтеза, так и внесения необходимых корректив в тактику лечебно-реабилитационных мероприятий. К настоящему времени в современной технологии удлинения конечностей сложилась определенная концепция и алгоритм

необходимых действий и подходов, позволяющий наиболее эффективно проводить лечебные мероприятия. Основные этапы реабилитационного процесса включали дифференцированное использование методик моно, билокального и полисегментарного удлинения, высокодетальной автоматической дистракции и различных способов стимуляции остеогенеза. Однако до настоящего времени четко не определен характер влияния удлинения длинных трубчатых костей на их последующий рост. По-прежнему окончательно не решенным остается вопрос об оптимальном возрасте ребенка, в котором следует начинать удлинение врожденно укороченной нижней конечности.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В. Л., Веселов Н. Г., Мирзоева И. И. Организация ортопедической и травматологической помощи детям. Л. : Медицина, 1988. 240 с.
2. Безударная кортикотомия (экспериментальное исследование) / В. И. Шевцов [и др.] // Гений ортопедии. 1999. № 4. С. 24-27.
3. Билокальный дистракционный остеосинтез при удлинении сегментов нижней конечности / А. В. Попков [и др.] // Профилактика, диагностика и лечение повреждений и заболеваний опорно-двигательного аппарата у детей : материалы Всерос. науч.-практ. конф. дет. ортопедов-травматологов. СПб., 1995. С. 229-230.
4. Биологические аспекты удлинения конечностей / В. И. Стецула [и др.] // Ортопедия, травматология и протезирование. 1984. № 9. С. 21-26.
5. Вельтишев Ю. Е. Рост ребенка : закономерности, отклонения, патология и превентивная терапия // Рос. вестн. перинатологии и педиатрии : приложение к журналу. 1994. Лекция № 12. 80 с.
6. Волков М. В. Болезни костей у детей. М. : Медицина, 1985. 512 с.
7. Волков М. В., Дедова В. Д. Детская ортопедия. М. : Медицина, 1980. 292 с.
8. Дедова В. Д., Черкасова Т. И. Оперативное удлинение укороченных нижних конечностей у детей. М. : Медицина, 1973. 128 с.
9. Дзахов С. Д. Оперативные методы коррекции длины ног у детей. М. : Медицина, 1972. 220 с.
10. Динамика антропометрических показателей при билокальном дистракционном остеосинтезе голени у пациентов с врожденным укорочением конечностей / Э. А. Гореванов [и др.] // Гений ортопедии. 2003. № 3. С. 39-42.
11. Зависимость репаративной регенерации кости и функционального состояния удлиняемой конечности от дробности дистракции (экспериментальное исследование) / Г. А. Илизаров [и др.] // Гений ортопедии. 1995. № 1. С. 8-12.
12. Илизаров Г. А., Дьячкова Г. В., Утенькин А. А. Увеличение длины мышц (брюшка и сухожилия) при удлинении голени в зависимости от уровня остеотомии берцовых костей // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в ортопедии и травматологии : тематич. сб. науч. тр. Курган, 1980. Вып. VI. С. 97-102.
13. Илизаров Г. А., Шуруп В. А. Влияние напряжения растяжения на биомеханические свойства мышц, их кровоснабжение и рост голени // Физиология человека. 1988. Т. 14, № 1. С. 26-32.
14. Каримова Л. Ф., Чурилов Л. П. Влияние оперативного лечения пороков развития малоберцовой кости у детей на кровообращение нижних конечностей // Вестн. хирургии им. И. И. Грекова. 1985. Т. 134, № 6. С. 113-117.
15. Компрессионно-дистракционный аппарат : а. с. 865284 СССР. № 8268484/28-13 ; заявл. 11.01.80 ; опубл. 23.09.81, Бюл. № 35. С. 24.
16. Костеобразование при удлинении голени после остеотомии долотом берцовых костей в средней трети (экспериментальное исследование) / В. И. Шевцов [и др.] // Гений ортопедии. 2003. № 3. С. 102-107.
17. Климов О. В., Новиков К. И., Аранович А. М. Моделирование формы нижних конечностей у пациентов с варусной деформацией голени // Гений ортопедии. 2008. № 2. С. 50-54.
18. Оперативное удлинение нижних конечностей по Илизарову : метод. рекомендации / ВКНЦ «ВТО» ; сост. : Г. А. Илизаров [и др.]. Курган, 1990. 34 с.
19. Опыт лечения детей с врожденным недоразвитием и деформациями конечностей с использованием аппарата Илизарова / Е. П. Меженина [и др.] // Ортопедия, травматология и протезирование. 1980. № 10. С. 100-104.
20. Ошибки и осложнения при билокальном моносегментарном дистракционном остеосинтезе врожденно укороченной голени / Э. А. Гореванов [и др.] // Гений ортопедии. 2003. № 3. С. 33-38.
21. Компрессионно-дистракционный аппарат : пат. 2357699 Рос. Федерация : МПК<sup>8</sup> А61В17/66 / Шевцов В. И., Мацукидис Т. ; заявитель и патентообладатель ООО «Ортофикс». № 2005141637/14 ; заявл. 29.12.2005 ; опубл. 10.06.2009, Бюл. № 16.
22. Попков А. В., Шуруп Р. Б., Попков Д. А. Количественная оценка влияния различных факторов на сроки остеосинтеза при удлинении голени // Гений ортопедии. 2007. № 1. С. 76-80.
23. Попков Д. А., Ерофеев С. А., Чиркова А. М. Костеобразование при удлинении голени с использованием интрамедуллярного напряженного армирования (экспериментальное исследование) // Морфофункциональные аспекты регенерации и адаптационной дифференцировки структурных компонентов опорно-двигательного аппарата в условиях механических воздействий : материалы междунар. науч.-практ. конф. Курган, 2004. С. 226-227.
24. Применение интрамедуллярного армирования при удлинении конечностей и коррекции деформации / В. И. Шевцов [и др.] // Морфофункциональные аспекты регенерации и адаптационной дифференцировки структурных компонентов опорно-двигательного аппарата в условиях механических воздействий : материалы междунар. науч.-практ. конф. Курган, 2004. С. 365-366.
25. Радченко Д. П., Ткач Т. А. Рентгено-морфологические проявления нарушения роста длинных костей при острых травмах метафиза и остеопифизеолизе // Клиническая рентгенология : респ. межвед. сб. Киев, 1982. Вып. 13. С. 92-96.
26. Рентгенологическая динамика регенерации костной ткани при моносегментарном билокальном удлинении голени у детей и

- подростков с врожденным укорочением нижних конечностей / Э. А. Гореванов [и др.] // Гений ортопедии. 2003. № 4. С. 15-20.
27. Рентгено-морфологическая характеристика костеобразования при замещении дефекта берцовых костей последовательным двухуровневым удлинением проксимального отломка большеберцовой кости / Д. Ю. Борзунов [и др.] // Гений ортопедии. 2000. № 1. С. 72-76.
  28. Стимуляция костным мозгом остеогенеза в дистракционном регенерате (экспериментальное исследование) / В. И. Шевцов [и др.] // Гений ортопедии. 2003. № 3. С. 131-137.
  29. Хирургическое лечение врожденных аномалий развития берцовых костей / В. И. Шевцов [и др.]. Курган, 1998. 324 с.
  30. Шатилов О. Е., Чеминава Т. В. Классификация и хирургическое лечение больных с аномалией развития голени // Протезирование и протезостроение : сб. тр. М., 1989. Вып. 87. С. 20-25.
  31. Шевцов В. И., Попков А. В. Оперативное удлинение нижних конечностей. М. : Медицина, 1998. 192 с.
  32. Шевцов В. И., Шрейнер А. А., Ерофеев С. А. Рентгенологическая динамика формирования регенерата при удлинении конечности в условиях восьмикратной дробности дистракции // Гений ортопедии. 2003. № 2. С. 5-9.
  33. Шрейнер А. А., Петровская Н. В. О пластических возможностях питательной артерии длинных трубчатых костей // Ангиология и сосудистая хирургия. 1995. № 2. С. 125.
  34. Новиков К. И., Климов О. В., Аранович А. М. Эстетические критерии увеличения роста у здоровых людей // Гений ортопедии. 2008. № 2. С. 46-49.
  35. Abbott L. C., Gredo A. D., Adams A. D. The operative lengthening of the lower extremity // Intern. J. Orthodont. 1929. Vol. 15. P. 111-124.
  36. Allongement de tibia selon la methode de Judet. A propos de 108 cas chez l'enfant / J. C. Pouliquen [et al.] // Rev. Chir. Orthop. 1984. Vol. 70, No 1. P. 29-39.
  37. Allongement extemporane du femur chez l'enfant et l'adolescent. Etude de 25 cas / J. J. Allieux [et al.] // Rev. Chir. Orthop. 1988. Vol. 74. P. 252-256.
  38. Anderson L., Westin G. W., Oppenheim W. L. Syme amputation in children : indications, results, and long-term follow-up // J. Pediatr. Orthop. 1984. Vol. 4, No 5. P. 550-554.
  39. Caton J., Michel C. R., Berard J. L'allongement progressifs des membres selon la methode de H. Wagner // Lyon Chir. 1984. Vol. 80, No 4. P. 272-276.
  40. Coleman S. S. Simultaneous femoral and tibial lengthening for limb length discrepancies // Arch. Orthop. Trauma. Surg. 1985. Vol. 103, No 6. P. 359-366.
  41. Graf R. Neue Aspekte zum Problem der Beinverlängerung // Orthop. Praxis. 1985. Bd. 4. S. 326-334.
  42. Grill F., Dungli P. Lengthening for congenital short femur. Results of different methods // J. Bone Jt. Surg. 1991. Vol. 73-B, No 30. P. 439-447.
  43. Janovec M., Polach J. Neue Aspekte der Unterschenkelverlängerungsteotomie bei Kinder und Jugendlichen // Beitr. Orthop. Traumatol. 1986. H. 11. S. 533-539.
  44. L'allongement progressif du tibia chez l'enfant. A propos de 48 cas / P. Rigault [et al.] // Rev. Chir. Orthop. 1981. Vol. 67, No 4. P. 461-472.
  45. Salech M., Hammer A. J. Bifocal limb lengthening // J. Pediatr. Orthop. 1993. Vol. 2-B, No 1. P. 42-48.
  46. Wagner H. Operative lengthening of the femur // Ann. Chir. 1980. Vol. 34. P. 236-275.
  47. Wall A., Szymonis-Szymanowski W., Morasiewicz L. Wplyw sposobu korytkotomii na powstawanie regeneratu kostnego w osteogenezie dysterakcyjnej // Chir. Narzadow Ruchu Ortop. Pol. 1994. T. 59, z. 1. S. 149-156.

Рукопись поступила 12.10.09.

#### **Сведения об авторах:**

1. Колчев Олег Владимирович – младший научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», к.м.н.;
2. Борзунов Дмитрий Юрьевич – ведущий научный сотрудник лаборатории новых технологий в ортопедии РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий», д.м.н.