

Ортопедические, психологические, социальные и философские аспекты в решении проблемы лечения больных ахондроплазией по методу Илизарова

Г.В. Дьячкова, А.М. Аранович, К.А. Дьячков, О.В. Климов, К.И. Новиков, И.В. Сутягин

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. акад. Г.А. Илизарова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган, Россия**Orthopaedic, psychological, social and philosophical aspects of achondroplasia patients treated with the Ilizarov method**

G.V. Diachkova, A.M. Aranovich, K.A. Diachkov, O.V. Klimov, K.I. Novikov, I.V. Sutyagin

Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation

Введение. Ахондроплазия относится к наиболее распространенным скелетным дисплазиям с укорочением конечностей, возможности для симптоматического лечения которой появились в 20 веке, благодаря методу Илизарова. Однако есть мнения, что у больных ахондроплазией имеются медицинские и хирургические возможности для увеличения роста, но показания для лечения не всегда однозначны, а психологические и социальные проблемы требуют дополнительного решения. **Цель.** Анализ собственных данных и сведений из литературы о возможностях, результатах и проблемах лечения методом Илизарова больных ахондроплазией. **Материалы и методы.** Проанализированы результаты лечения 750 больных ахондроплазией в возрасте от 4 до 23 лет, лечившихся в центре Илизарова с 1976 по 2017 год. **Результаты.** Отдаленные результаты лечения прослежены у всех больных. Во время контрольных осмотров изучали состояние удлиненного сегмента конечности методом рентгенографии, при необходимости применяли МРТ, МСКТ, УЗИ. Результаты обследования больных через 10–15 лет показали, что величина удлинения сохраняется, имеют место явления раннего остеоартроза в коленных и тазобедренных суставах, обусловленные исходными изменениями в них, полная перестройка бедренной и большеберцовой костей в зоне удлинения, нормальная анатомия и площадь поперечного сечения мышц, нормальная структура и толщина мышц голени. Улучшилось социальное и психологическое состояние пациентов. Мы располагаем данными о пациентах, которые производили удлинение 30 лет назад. Многие из них работают, имеют семью, детей. **Заключение.** Полученные данные свидетельствуют о том, что больные ахондроплазией – сравнительно небольшая группа людей маленького роста – достойны того, чтобы чувствовать себя нужными, быть адаптированными в обществе, доставлять радость родителям, приносить пользу государству. Метод Илизарова реализовал на практике идею увеличения роста, о которой мечтали многие поколения врачей и пациентов, стал достоянием мировой ортопедии, решая одновременно с ортопедическими, социальными, психологическими и философскими задачи.

Ключевые слова: ахондроплазия, метод Илизарова, удлинение конечностей, психология, социальные и философские аспекты

Introduction Achondroplasia is the most common skeletal dysplasia with limb shortening that can be symptomatically be treated with the Ilizarov method developed in the 20th century. Achondroplasia patients were shown to have medical and surgical possibilities for height increase with indications being controversial, and psychological and social implications to be considered. **Objective** The purpose of the study was to review our own data and reported findings on possibilities, results and complications of Ilizarov treatment of achondroplasia patients. **Material and methods** Outcomes of 750 achondroplasia patients treated at the Kurgan Ilizarov Center between 1976 and 2017 were reviewed. The patients' age ranged from 4 to 23 years. **Results** Long-term outcomes were followed up in all the cases. Radiography was used to assess limb elongation at follow-ups and MRI, MSCT and US were optional. Ten-to-fifteen-year follow-ups showed persisted length gain, early osteoarthritis of the hip and knee joints due to baseline articular changes, completely restructured femur and tibia at the distraction site, normal anatomy and area of muscle cross-section, normal structure and thickness of tibial muscles. Social and psychological profile appeared to improve. We have data from the patients who underwent limb lengthening 30 years ago. Many of them are employed, have family and children. **Conclusion** The findings suggest that achondroplasia patients, a comparatively small group of short statured people, have good reasons to feel empowered, get social support, make parents happy and contribute to the success of the country. The Ilizarov method has turned the idea of height increase into an accomplishment for benefits of doctors and patients being an achievement of orthopaedic world to address orthopaedic, social, psychological and philosophical issues.

Keywords: achondroplasia, Ilizarov method, limb lengthening, psychology, social and philosophical aspects

ВВЕДЕНИЕ

Известное ортопедам, генетикам, рентгенологам, живописцам заболевание опорно-двигательной системы – ахондроплазия – в Международной классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем, отнесена к классу XVII «Врожденные аномалии [пороки развития], деформации и хромосомные нарушения (Q00-Q99)», разделу «Врожденные аномалии (пороки развития) и деформации костно-мышечной системы (Q 77.4)», к группе «Остеодисплазия с дефектами роста трубчатых костей и позвоночника» [1]. Больные ахондроплазией имеют генетические изменения в трансмембранном до-

мене гена FGFR3, кодирующем рецептор типа 3 фактора роста фибробластов FGFR3, расположенного на коротком плече хромосомы 4p в локусе 16.3. с заменой глицина на аргинин в позиции 380 (Gly380arg) в полипептиде FGFR3 [2–4], которые вызывают глубочайшие изменения в костной системе. Это приводит к нарушению роста и формирования мышц, которые имеют большую, относительно кости, длину, короткое сухожилие и длинное брюшко [3, 5–8]. Патологический симптомокомплекс ахондроплазии включает в себя целый ряд изменений в скелете, других органах и тканях (ожирение, аномальная

форма черепа, косоглазие, частые средние отиты, кондуктивная тугоухость, дыхательная недостаточность, выраженный поясничный лордоз, стеноз позвоночного канала, радикулопатия, уплощение основания черепа, уменьшение большого затылочного отверстия и т.д.), внешне виде [4, 9–11]. Человеку с типичными клиническими и рентгенологическими особенностями ахондроплазии (как правило) не нужно проходить молекулярное подтверждение диагноза. Но в тех случаях, когда существует любая неопределенность в диагнозе, молекулярно-генетическое исследование должно быть выполнено обязательно [4]. Несомненно, все патологические изменения, характерные для больных ахондроплазией, имеют значение для формирования стереотипа и образа жизни, но на первый план выступает изменение внешности, связанное с укорочением и диспропорцией туловища и конечностей. Комплекс патологических изменений в опорно-двигательной системе, проявляясь многочисленными внешними и рентгенологическими особенностями, усугубляющимися с возрастом, осложняет и, во многих случаях, делает невозможной полноценную социальную адаптацию. Громадный вклад в решение проблемы больных ахондроплазией внес разработанный под руководством профессора Г.А. Илизарова метод чрескостного дистракционного остеосинтеза, позволивший значительно изменить ортопедический, социальный и психологический статус этих больных [9, 12–15]. Проведенные в последние десятилетия многочисленные исследования, касающиеся лечения больных ахондроплазией по методу Илизарова с использованием различных модификаций аппарата, продемонстрировали неоднозначные результаты и рекомендации по лечению, в том числе и пока невозможные (генотипические корреляции, воздействие на зону роста после рождения, лечение больных ахондроплазией в раннем возрасте с использованием FGFR3) [16–18].

Учитывая, что удлинение конечностей и устранение деформаций у больных ахондроплазией остается един-

ственным способом ортопедической помощи этим пациентам, роль врача, считают Ali Al Kaissi et al. (2013), заключается в том, чтобы определить, является ли деформация физиологической и не нуждается в устранении или, в связи с выраженными изменениями костей, требует вмешательства [16]. Есть мнение, что у больных ахондроплазией имеются медицинские и хирургические возможности для увеличения роста, но показания спорны, и лечение часто охватывает значительную часть жизни ребенка [10]. Однако, как показывает наш опыт, все больные ахондроплазией настроены на удлинение конечностей, даже если у них нет выраженных деформаций. Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова располагает уникальными данными о лечении больных ахондроплазией как по количеству пролеченных, так и по отдаленным результатам [9, 13, 19]. Клинические особенности и рентгенологические данные были изучены детскими ортопедами и рентгенологами, специализирующимися на мышечно-скелетной патологии. Все оперированные пациенты с ахондроплазией были настроены на операции по удлинению конечностей по психологическим или косметическим причинам, не имели противопоказаний для хирургического вмешательства. Исследование проведено в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациенты или их законные представители подписали информированное согласие на проведение хирургического вмешательства и публикацию полученных данных без идентификации личности.

Цель исследования – анализ собственных данных и сведений из литературы о возможностях, результатах и проблемах лечения методом Илизарова больных ахондроплазией.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Проанализированы результаты лечения 750 больных ахондроплазией в возрасте от 4 до 23 лет, лечившихся в Центре Илизарова с 1976 по 2017 год. Лица мужского пола составили 47 %, женского – 53 %. В возрасте 6–14 лет было 76 % больных, в возрастной группе 15–17 лет – 16 %, старше 18 лет – 8 % пациентов. У всех пациентов на первом этапе лечения отмечался низкий рост (< 4 % от средней возрастной высоты) с деформацией различной степени выраженности в области коленного и голеностопного суставов, большеберцовой кости (рис. 1).

Лечение больных начинали с 6,0–6,5 лет, выполняя на первом этапе последовательное моно- или билочальное удлинение голеней на 7,0–8,5 см. В последующем производили двухэтапное удлинение на 10–12 см бедер и голеней методикой билочального дистракционного остеосинтеза. Завершали лечение удлинением плеч методом билочального дистракционного остеосинтеза на 9,0–11,0 см (рис. 2).

Оперативная техника. Все операции были выполнены квалифицированным персоналом (опыт работы в специализированном отделении более 10 лет, высшая квалификационная категория). Всем больным хирургическое вмешательство выполняли под эндотрахеаль-

ным наркозом по разработанным в Центре методикам с использованием аппарата Илизарова (рис. 3).

Все данные были получены из историй болезни, из баз данных рентгенографии, мультисрезовой компьютерной томографии (МСКТ), магнитно-резонансной томографии (МРТ).

Клинические особенности и рентгенологические данные были изучены детскими ортопедами и рентгенологами, специализирующимися на мышечно-скелетной патологии. Все оперированные пациенты с ахондроплазией были настроены на операции по удлинению конечностей по психологическим или косметическим причинам, не имели противопоказаний для хирургического вмешательства. Исследование проведено в соответствии с этическими нормами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации «Этические принципы проведения научных медицинских исследований с участием человека» с поправками 2013 г. и «Правилами клинической практики в Российской Федерации», утвержденными приказом Минздрава РФ от 19.06.2003 г. № 266. Пациенты или их законные представители подписали информированное согласие на проведение хирургического вмешательства и публикацию полученных данных без идентификации личности.

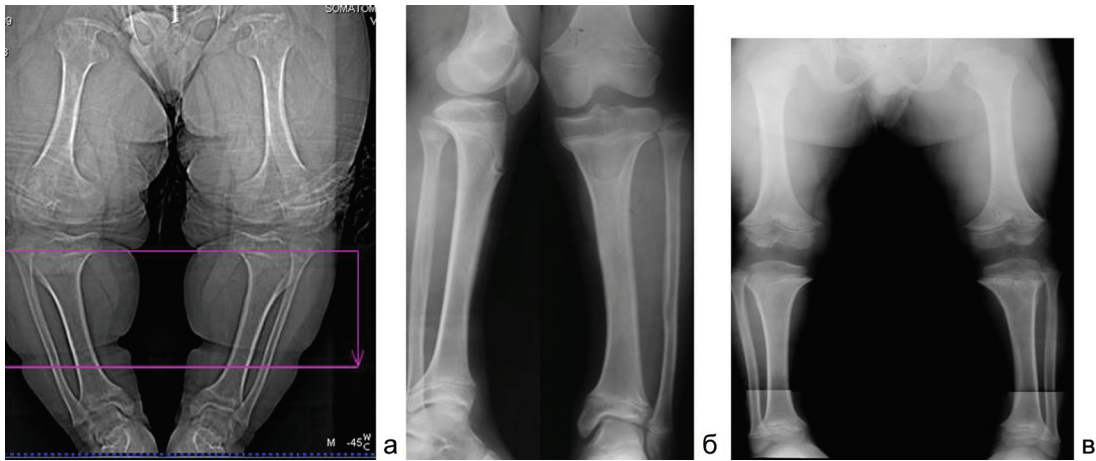


Рис. 1. Рентгенограммы бедер и голеней больных ахондроплазией различного возраста: а – 14 лет; б – 11 лет; в – 8 лет

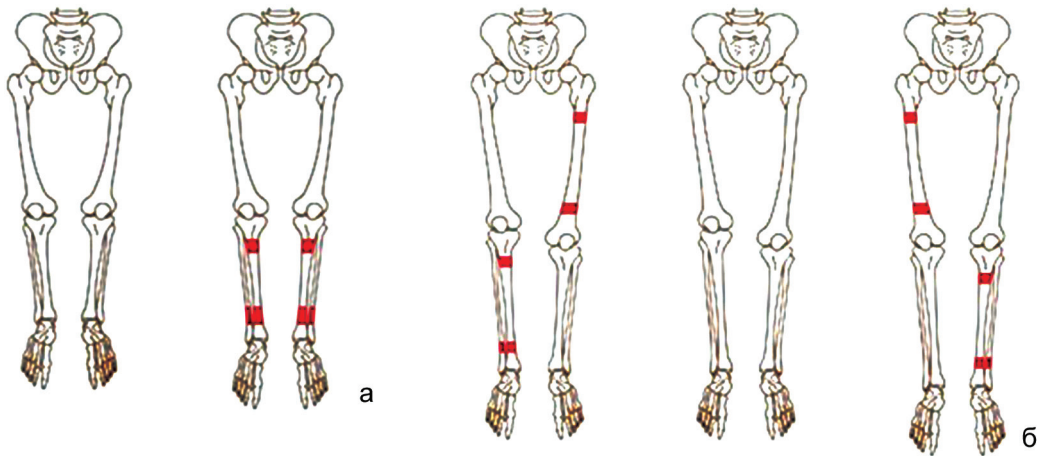


Рис. 2. Схемы удлинения голеней и бедер на различных этапах лечения больных ахондроплазией: а – билатеральное удлинение голеней; б – перекрестное удлинение голеней и бедер

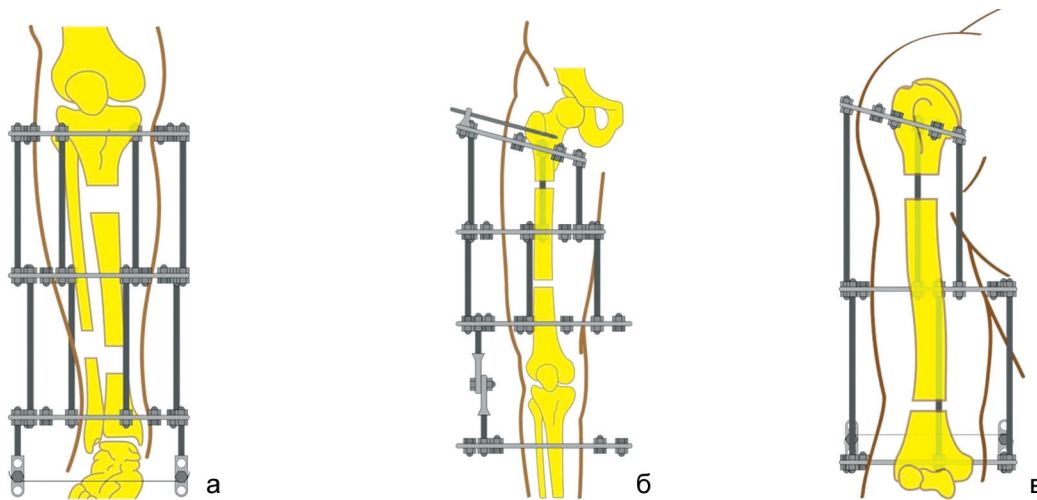


Рис. 3. Схемы оперативных вмешательств на различных этапах лечения больных ахондроплазией: а – удлинение голени, б – удлинение бедра, в – удлинение плеча

РЕЗУЛЬТАТЫ

На первом этапе лечения величина удлинения составила 7,0–8,5 см, на втором – 17,0–18,0 см (первый перекрест, когда удлиняют бедро с одной стороны, а голень – с другой, затем второй перекрест для уравнивания длины конечностей) (рис. 4).

В 75 % случаев пациенты настаивали на удлинении плеч, величина удлинения которых не превышала $10,1 \pm 1,5$ см (рис. 5).

Отдаленные результаты лечения изучены у всех больных, причем максимальный срок наблюдения составляет 30 лет. Во время контрольных осмотров изучали состояние удлинённого сегмента конечности методом рентгенографии, при необходимости применяли МРТ, МСКТ, УЗИ. Поскольку больные проходили несколько этапов лечения, промежуток между которыми зависел от этапа лечения, удлиняемого сегмента,

качества новообразованной кости, состояния мышц, суставов, объем обследования определялся задачами контрольного осмотра: решение вопроса о начале следующего этапа, необходимость реабилитации после окончания лечения. Как правило, лечение заканчивалось после удлинения голени, перекрестного удлин-

нения бедра и голени, удлинения плеч. Обследование больных через 1–1,5 года после лечения показало, что к этому времени наступает полная перестройка кости с формированием костномозгового канала и корковой пластинки, имеющей нормальное трехзональное строение (рис. 6).

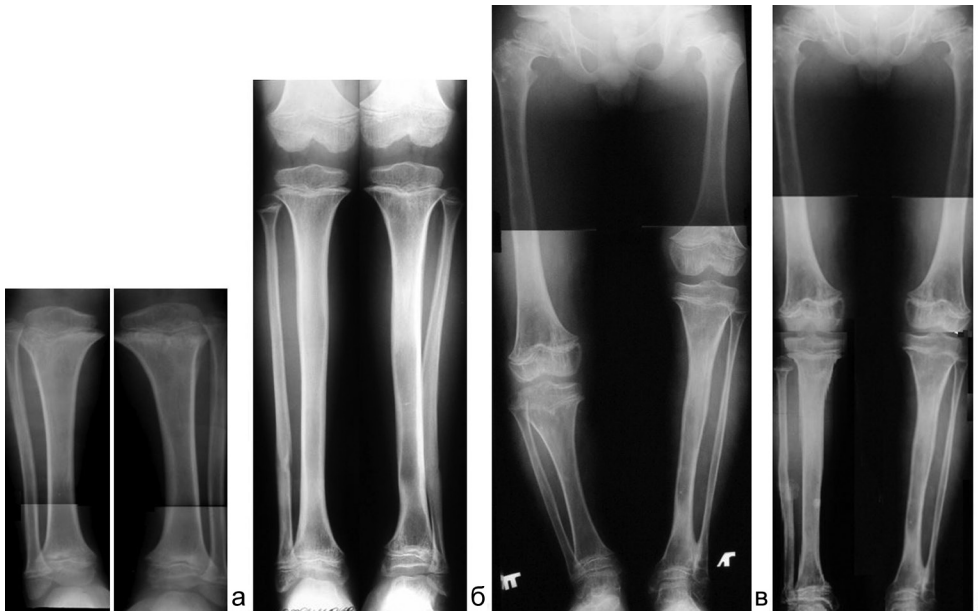


Рис. 4. Рентгенограммы голени больного ахондроплазией: а – до лечения; б – после удлинения; в – рентгенограммы нижних конечностей после перекрестного удлинения правого бедра и левой голени; г – рентгенограммы нижних конечностей после второго перекрестного удлинения

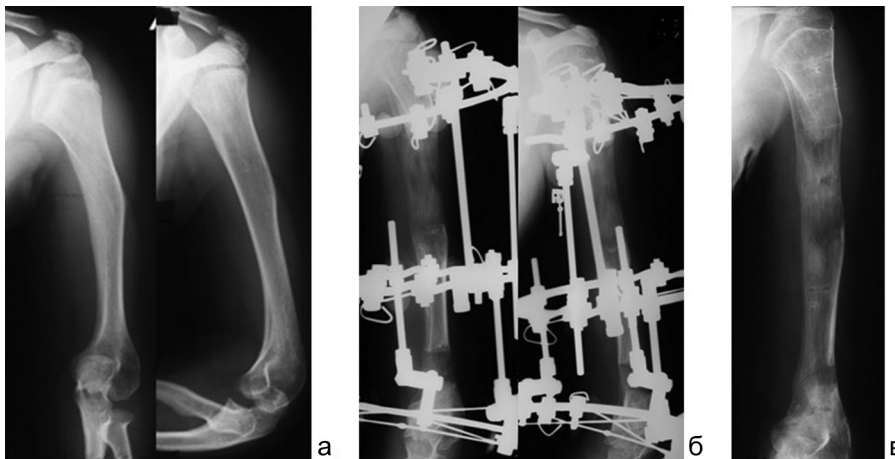


Рис. 5. Рентгенограммы плеча больного ахондроплазией до лечения (а), в процессе удлинения (б) и после окончания удлинения (в)

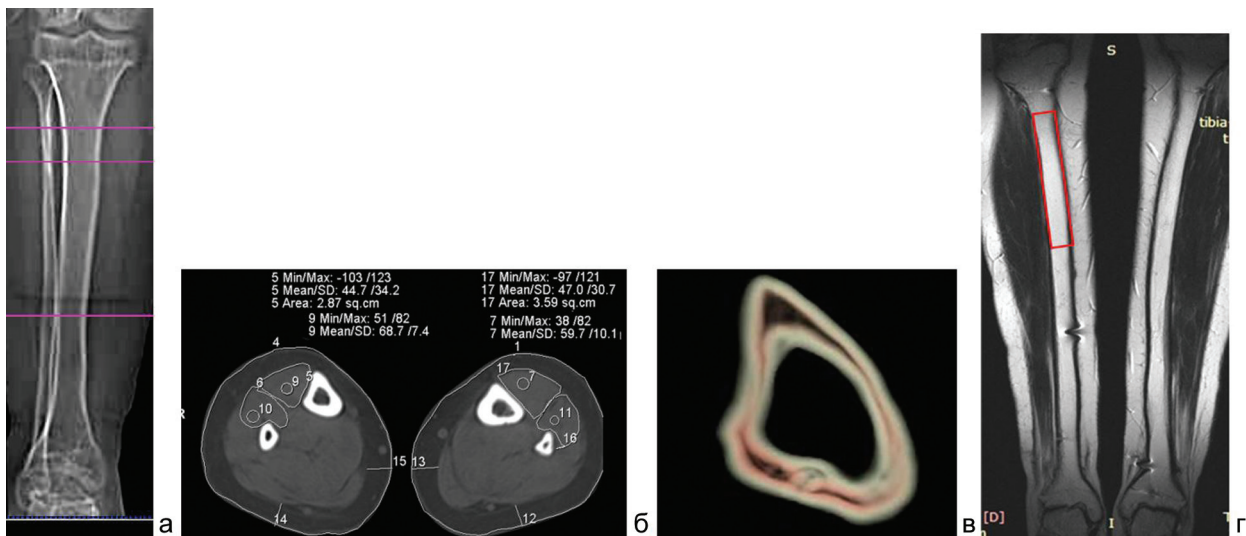


Рис. 6. МСКТ голени больного ахондроплазией через 1 год и два месяца после демонтажа аппарата. МРР во фронтальной плоскости (а); МСКТ голени через 1 год и 4 месяца после демонтажа аппарата. Аксиальный срез (б); VRT (в); МРТ голени через 1,5 года после снятия аппарата. Т2ВИ, коронарная плоскость (г)

В литературе неоднократно поднимался вопрос о том, что будет с больными ахондроплазией через 10, 15, 20 лет после удлинения. Результаты обследования больных через 10–15 лет показали, что величина удлинения сохраняется, имеют место явления раннего остеоартроза в коленных и тазобедренных суставах, обусловленные исходными изменениями в них, полная перестройка бедренной

и большеберцовой костей в зоне удлинения, нормальная анатомия и площадь поперечного сечения мышц, нормальная структура и толщина мышц голени; меньшая, чем до лечения, толщина подкожной клетчатки (рис. 7).

Мы располагаем данными о пациентах, которые производили удлинение 30 лет назад. Многие из них работают, имеют семью, детей.

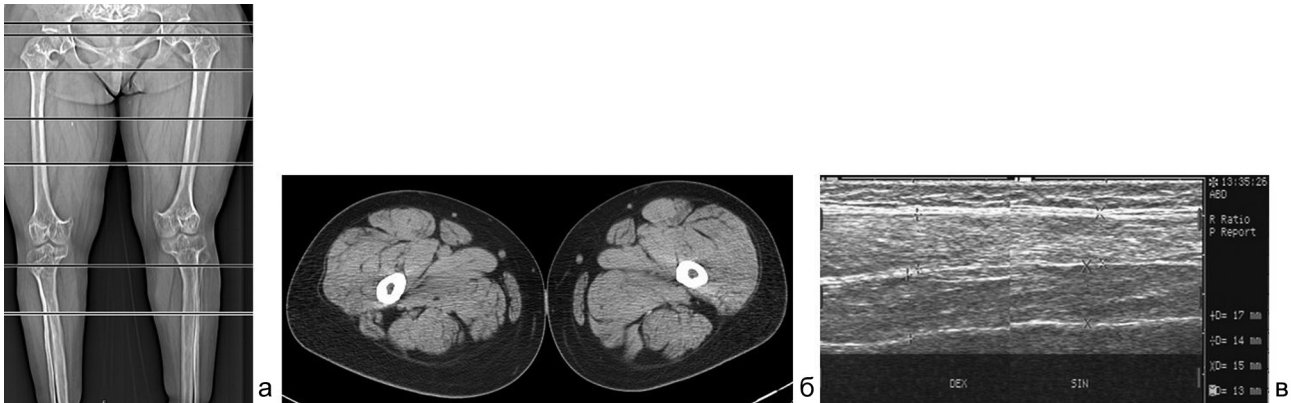


Рис. 7. КТ нижних конечностей больной Х., 22 лет. 12 лет после окончания лечения. Топограмма (а); аксиальный срез на уровне верхней трети бедер (зона удлинения) (б). Сонограмма передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя пальцев обеих голени (в)

ОБСУЖДЕНИЕ

Успех лечения больных ахондроплазией зависит от многих факторов и определяется высокой мотивированностью больного, состоянием суставов, степенью изменения позвоночника, тактикой хирургического лечения, опытом врача, возможностью полноценной реабилитации, величиной удлинения конечностей и ростом пациента после окончания лечения, появлением нормальных пропорций между туловищем и конечностями, образованием, полученным во время лечения. Осложняет ортопедическую ситуацию после лечения состояние суставов, которые и до лечения имеют выраженные, характерные для больных ахондроплазией, изменения. Однако лечебная физкультура и физиолечение позволяют улучшить ситуацию, хотя ранний артроз коленного, тазобедренного и голеностопного суставов остается уделом взрослых пациентов с ахондроплазией, но не достигает тяжелых стадий и не требует артропластики. Многие ортопедические, социальные, психологические аспекты при лечении больных ахондроплазией удается решить, но остается философская проблема, которой коснулся в своей статье «Философия ортопедии» (Philosophie de L'Orthopedie, 1997) профессор С.Р. Michel. Больной ахондроплазией может спросить перед лечением: «Буду ли я большим карликом или человеком маленького роста?» [20]. И это непростой вопрос, поскольку метод Илизарова, в отличие от других великих достижений 20 века (артропластики, хирургии позвоночника, эндоскопической хирургии), несет наибольшую философскую нагрузку, поскольку он двойственен (возможность и необходимость): 1) философия изобретателя, который открывает, что в любом возрасте существует возможность роста; 2) есть ли показания для лечения у людей, имеющих недостаточный рост [20]. В связи с этим задача врача, пациента, его родителей заключается как раз в том, чтобы сделать правильный выбор и реализовать все возможности метода, чтобы больной ахондроплазией стал человеком небольшого роста, но с хорошими перспек-

тивами социальной и профессиональной адаптации. В тех случаях, когда пациенты начинают лечение вовремя, проходят все его этапы (удлинение голени, перекрестное удлинение бедер и голени вторым этапом, удлинение плеч), имеют поддержку родителей, хорошую реабилитацию, стремятся хорошо учиться в школе во время лечения (школа есть на базе центра Илизарова), получают высшее образование – перспектива более чем хорошая [21, 22]. Некоторые девушки после окончания лечения в Центре делают небольшие косметические операции, стирая последние следы ахондроплазии и находят свое место в жизни. Среди наших пациентов есть врачи, инженеры, математики, люди, занимающиеся общественной деятельностью. Созданы группы людей, которые удлинители конечности по методу Илизарова, общаются между собой, помогают друг другу в продвижении своих идей и возможностей. В России организована «Ассоциация родителей детей с ахондроплазией», существуют такие общества и других странах, а также научные организации, которые занимаются проблемами генетических заболеваний, например, American Academy of Pediatrics Committee on Genetics [4]. Хирургические вмешательства, которые производят при лечении больных ахондроплазией, могут быть отнесены как к лечебным (варусная деформация), так и профилактическим или выполняемым по косметическим соображениям. А «профилактические оперативные вмешательства, если они могут быть оправданы, не должны допускать ни ошибок, ни осложнений» [20]. Мы все согласны с моральными требованиями нашей профессии: чтобы быть в согласии со своей совестью, нужно быть уверенным в том, что обеспечишь пациенту лучшие шансы на выздоровление. Это также единственное условие взять на себя и пережить неудачу: «без ошибок нет морали» (Simone de Beauvoir, цит. по Michel C.R., 1997) [20]. Но кто застрахован от осложнений при удлинении даже абсолютно здоровой конечности? Изучение отдаленных

результатов лечения показало, что больные отмечали значительный косметический эффект, улучшение походки, более высокую самооценку. Учитывая особенности анатомии скелета и других частей тела у больных ахондроплазией, длительный период лечения, большую величину удлинения конечностей, в процессе лечения и в ближайшее время после его окончания не удалось избежать различных осложнений, которые были связаны с деформацией и переломом регенерата, контрактурой суставов, неврологическими проблемами. Количество их было различным (от 11 до 20 %), в большинстве случаев они устранялись до окончания лечения или в раннем послеоперационном периоде [23–26]. В исследованиях зарубежных авторов приводятся цифры, отличающиеся как по характеру осложнений, так и по их количеству. Н. Kitoh, К. Mishima, 2014, сообщают об 11 переломах регенерата у 24 больных при удлинении 70 сегментов конечностей [27]. В работе I. Kadono, 2018, отмечено формирование контрактур различных суставов у 6 пациентов после удлинения голени, которые постепенно удалось ликвидировать после различных физиопроцедур [28]. Уже было сказано, что хирургический этап лечения – это часть проблем, которые приходится решать больным ахондроплазией и их родителям. Не менее важны психологические аспекты, которые затрагивают многие стороны жизни пациентов. Проведено большое количество исследований, касающихся психологического статуса больных ахондроплазией как до лечения, так и после окончания [19, 29, 30]. Большая часть таких работ выполнена на базе центра Илизарова и наглядно демонстрировала, как изменялось психологическое состояние пациентов, их приспособленность к бытовым и социальным условиям после удлинения конечностей. Пациенты отмечали, что до лечения их смущал внешний вид, они видели отличия от других детей в школе. Проблемы были и с возможностями самообслуживания, поскольку низкий рост и короткие верхние конечности

не позволяли в полной мере пользоваться оборудованием ванной комнаты, кухни, чувствовать себя комфортно во время пребывания в общественных местах. Пациенты подросткового возраста и старше задумывались и о том, чем они будут заниматься после окончания школы [15, 19, 29]. Аналогичные исследования проводили и зарубежные специалисты, которые касались чаще состояния детей до лечения, и выявили, что оценка качества жизни (QoL), обусловленная маленьким ростом и укорочением конечностей, была значительно снижена, тогда как эмоциональная составляющая была изменена меньше [31]. Напротив, в работах А.С. Rohenkohl et al., 2015; J. Quitmann et al., 2014, главная роль отведена поведенческим и психологическим проблемам, проблемам ассимиляции в обществе и необходимости поддержки [32–34]. S.E. Gollust et al., 2003, отмечают значительные социальные проблемы больных ахондроплазией, больше выраженные в США, чем в ФРГ. Подчеркивается сложность в выборе профессии, менее оплачиваемые должности, проблемы взаимоотношения полов [35]. На необходимость социальной адаптации указано и в работе T.L. Trotter, J.G. Hall, 2005, в частности, заинтересованности семьи в ориентации больных ахондроплазией на карьеру, получение прав на вождение машины со специальными приспособлениями [4]. Анализ литературы и собственные данные показали, что лечение больных ахондроплазией не может рассматриваться только как ортопедическая проблема, поскольку выраженная психологическая составляющая, социальные вопросы и философские аспекты превращают лечебный процесс в сложное взаимодействие пациента, врача-ортопеда, психолога, социальных служб, общества в целом с одной целью: получить результат, который не позволит пациентам сожалеть о выборе, сделанном в пользу хирургического вмешательства, и вступить в противоречие философской составляющей метода Илизарова [36, 37, 38, 39].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные данные свидетельствуют о том, что больные ахондроплазией нуждаются как в ортопедическом лечении, так и психологической и социальной поддержке. Эта сравнительно небольшая группа людей маленького роста достойна того, чтобы чувствовать себя нужными, адаптированными в обществе, доставлять радость родителям, приносить пользу государству. Прошло много лет, прежде чем пациенты с диагнозом «ахондроплазия» получили возможность, благодаря смелости и гениальности профессора Г.А. Илизарова, стать людьми, возможности которых не ограничивал их маленький рост. Как отметил Clavel Bernard Charles: “идея витает в воздухе в течение ме-

сяцев, лет, иногда веков и переходит из рук в руки, как мяч для игры в регби, до того момента, пока один гениальный человек реализует ее таким показательным, поражающим и незабываемым образом, как игрок в регби сплуживает мяч перед попыткой. Только тогда эта идея становится достоянием общественности, а открытие очевидным” (цит. по Michel C.R., 1997) [20]. Это полностью относится к методу Илизарова, который реализовал на практике идею увеличения роста, о которой мечтали многие поколения врачей и пациентов, стал достоянием мировой ортопедии, решая, одновременно с ортопедическими, социальные, психологические и философские задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Международная статистическая классификация болезней и проблем, связанных со здоровьем. Десятый пересмотр : пер. с англ. / изд. ред. А.Г. Трушевская. М. : Медицина, 1995.
2. Regulation of ciliary function by fibroblast growth factor signaling identifies FGFR3-related disorders achondroplasia and thanatophoric dysplasia as ciliopathies / M. Kunova Bosakova, M. Varecha, M. Hampl, I. Duran, A. Nita, M. Buchtova, H. Dosedelova, R. Machat, Y. Xie, Z. Ni, J.H. Martin, L. Chen, G. Jansen, D. Krakow, P. Krejci // Hum. Mol. Genet. 2018. Vol. 27, No 6. P. 1093-1105. DOI: 10.1093/hmg/ddy031.
3. Accurate diagnosis of a homozygous G1138A mutation in the fibroblast growth factor receptor 3 gene responsible for achondroplasia / N.L. Satiroglu-Tufan, A.C. Tufan, C.N. Semerci, H. Bagci // Tohoku J. Exp. Med. 2006. Vol. 208, No 2. P. 103-107.
4. Trotter T.L., Hall J.G.; American Academy of Pediatrics Committee on Genetics. Health supervision for children with achondroplasia // Pediatrics. 2005. Vol. 116, No 3. P. 771-783. DOI: 10.1542/peds.2005-1440.

5. Дьячков К.А., Дьячкова Г.В., Корабельников М.А. Количественные рентгеноанатомические характеристики мышц у больных ахондроплазией различного возраста до и после удлинения нижних конечностей по данным КР, КТ, МРТ // Гений ортопедии. 2006. № 4. С. 50-54.
6. Дьячкова Г.В. Рентгенодиагностика состояния мягких тканей у больных ахондроплазией при удлинении конечностей по Илизарову // Вестник рентгенологии и радиологии. 1995. № 2. С. 46-49.
7. Daugherty A. Achondroplasia: Etiology, Clinical Presentation, and Management // Neonatal Netw. 2017. Vol. 36, No 6. P. 337-342. DOI: 10.1891/0750-0852.36.6.337.
8. Klag K.A., Horton W.A. Advances in treatment of achondroplasia and osteoarthritis // Hum. Mol. Genet. 2016. Vol. 25, No R1. P. R2-R8. DOI: 10.1093/hmg/ddv419.
9. Ахондроплазия : рук. для врачей / под ред. А.В. Попкова, В.И. Шевцова. М. : Медицина, 2001. 352 с.
10. Shirley E.D., Ain M.C. Achondroplasia: manifestations and treatment // J. Am. Acad. Orthop. Surg. 2009. Vol. 17, No 4. P. 231-241.
11. Wright M.J., Irving M.D. Clinical management of achondroplasia // Arch. Dis. Child. 2012. Vol. 97, No 2. P. 129-134. DOI: 10.1136/adc.2010.189092.
12. Общебиологическое свойство тканей отвечать на дозированное растяжение ростом и регенерацией (эффект Илизарова) : диплом № 355 (СССР) / Г.А. Илизаров. № ОТ-11271 ; заявл. 25.12.1985. ; опубли. 23.04.1989, Бюл. № 15, 1 с. (Приоритет от 24.11.70).
13. Ilizarov G.A. Transosseous osteosynthesis. Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue / Ed. S.A. Green. G.A. Ilizarov. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1992. 800 p. DOI: 10.1007/978-3-642-84388-4.
14. Leg lengthening by distraction osteogenesis using the Ilizarov apparatus: a novel concept of tibia callus subsidence and its influencing factors / A.K. Shyam, S.U. Singh, H.N. Modi, H.R. Song, S.H. Lee, H. An // Int. Orthop. 2009. Vol. 33, No 6. P. 1753-1759. DOI: 10.1007/s00264-008-0660-6.
15. Кривоногова З.М., Новиков К.И. Динамика психологического статуса детей с ахондроплазией в процессе лечения по методу Илизарова // Новые технологии в медицине : тез. докл. науч.-практ. конф. : в 2 ч. Курган, 2000. Ч. 1. С. 150.
16. Treatment of varus deformities of the lower limbs in patients with achondroplasia and hypochondroplasia / A.A. Kaissi, S. Farr, R. Ganger, J.G. Hofstaetter, K. Klaushofer, F. Grill // Open Orthop. J. 2013. Vol. 7. P. 33-39. DOI: 10.2174/1874325001307010033.
17. Postnatal soluble FGFR3 therapy rescues achondroplasia symptoms and restores bone growth in mice / S. Garcia, B. Dirat, T. Tognacci, N. Rochet, X. Mouska, S. Bonnafous, S. Patouraux, A. Tran, P. Gual, Y. Le Marchand-Brustel, I. Gennero, E. Gouze // Sci. Transl. Med. 2013. Vol. 5, No 203. P. 203ra124. DOI: 10.1126/scitranslmed.3006247.
18. Early postnatal soluble FGFR3 therapy prevents the atypical development of obesity in achondroplasia / C. Saint-Laurent, S. Garcia, V. Sarrazy, K. Dumas, F. Authier, S. Sore, A. Tran, P. Gual, I. Gennero, J.P. Salles, E. Gouze // PLoS One. 2018. Vol. 13, No 4. P. e0195876. DOI: 10.1371/journal.pone.0195876.
19. Ключин М.Н. Психологический портрет больных ахондроплазией // Академический журнал Западной Сибири. 2006. № 3. С. 14-15.
20. Michel C.R. The philosophy of orthopedics // Acta Orthop. Belg. 1997. Vol. 63, No 2. P. 59-66.
21. Климов О.В., Аранович А.М. Повторное удлинение голени как этап реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией // Гений ортопедии. 2017. Т. 23, № 4. С. 401-404.
22. Аранович А.М., Климов О.В., Неретин А.С. Эргономические аспекты планирования реконструкции опорно-двигательного аппарата пациентов с ахондроплазией // Гений ортопедии. 2014. № 4. С. 72-75.
23. Неврологические осложнения при удлинении голени у больных ахондроплазией / А.В. Попков, А.М. Аранович, Е.В. Диндиберя, А.П. Шейн, О.В. Климов // Гений ортопедии. 2002. № 4. С. 64-67.
24. Новые профилактические мероприятия осложнений в процессе удлинения конечностей у больных ахондроплазией / К.И. Новиков, Т.И. Менщикова, А.М. Аранович, Н.В. Сазонова // Гений ортопедии. 2003. № 2. С. 65-68.
25. Осложнения и результаты лечения при удлинении голени у больных ахондроплазией / А.М. Аранович, Е.В. Диндиберя, О.В. Климов, А.А. Шукин // Актуальные вопросы детской травматологии и ортопедии : материалы науч.-практ. конф. детских травматологов-ортопедов России. СПб., 2004. С. 202-205.
26. Структура ошибок и осложнений при удлинении голени у больных ахондроплазией / А.В. Попков, А.М. Аранович, Е.В. Диндиберя, О.В. Климов, А.А. Шукин // Гений ортопедии. 2002. № 4. С. 38-40.
27. Early and late fracture following extensive limb lengthening in patients with achondroplasia and hypochondroplasia / H. Kitoh, K. Mishima, M. Matsushita, Y. Nishida, N. Ishiguro // Bone Joint J. 2014. Vol. 96-B, No 9. P. 1269-1273. DOI: 10.1302/0301-620X.96B9.35840.
28. Changes in the range of motion of the lower limb joints during extensive tibial lengthening in achondroplasia / I. Kadono, H. Kitoh, K. Mishima, M. Matsushita, K. Sato, M. Kako, N. Ishiguro // J. Pediatr. Orthop. B. 2018. Vol. 27, No 6. P. 535-540. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000526.
29. Ключин М.Н. Психопатологическая характеристика предоперационного периода у больных ахондроплазией. Клиника, диагностика и лечение больных с врожденными аномалиями развития : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Курган, 2007. С. 92-94.
30. Мельникова С.А., Попков А.В., Свешников А.А. Психологические и личностные критерии состояния больных ахондроплазией при удлинении конечностей по Илизарову // Гений ортопедии. 1999. № 3. С. 88- 93.
31. Nishimura N., Hanaki K. Psychosocial profiles of children with achondroplasia in terms of their short stature-related stress: a nationwide survey in Japan // J. Clin. Nurs. 2014. Vol. 23, No 21-22. P. 3045-3056.
32. Rohenkohl A.C., Bullinger M., Quitmann J. Quality of life in children, adolescents, and young adults with achondroplasia // Orthopade. 2015. Vol. 44, No 3. P. 212-218. DOI: 10.1007/s00132-014-3020-9.
33. Living with achondroplasia – how do young persons with disproportional short stature rate their quality of life and which factors are associated with quality of life? / A.C. Rohenkohl, R. Sommer, S. Bestges, S. Kahrs, K.H. Klingebiel, M. Bullinger, J. Quitmann // Z. Kinder Jugendpsychiatr. Psychother. 2015. Vol. 43, No 6. P. 433-441. DOI: 10.1024/1422-4917/a000585.
34. Lebensqualität junger Menschen mit Achondroplasie. Qualitativer Vergleich der Perspektiven von Betroffenen und Eltern / J. Quitmann, S. Witt, A. Rohenkohl, M. Bullinger, R. Sommer, R. Klingebiel, K.-H. Klingebiel, D. Bergs-Winkels // Monatsschrift Kinderheilkunde. 2014. Vol. 162, No 5. P. 428-434.
35. Living with achondroplasia in an average-sized world: an assessment of quality of life / S.E. Gollust, R.E. Thompson, H.C. Gooding, B.B. Biesecker // Am. J. Med. Genet. A. 2003. Vol. 120A, No 4. P. 447-458. DOI: 10.1002/ajmg.a.20127.
36. Carter E.M., Davis J.G., Raggio C.L. Advances in understanding etiology of achondroplasia and review of management // Curr. Opin. Pediatr. 2007. Vol. 19, No 1. P. 32-37. DOI: 10.1097/MOP.0b013e328013e3d9.
37. Gubin A.V., Borzunov D.Y., Malkova T.A. The Ilizarov paradigm: thirty years with the Ilizarov method, current concerns and future research // Int. Orthop. 2013. Vol. 37, No. 8. P. 1533-1539. DOI: 10.1007/s00264-013-1935-0.
38. Contribution of G.A. Ilizarov to bone reconstruction: historical achievements and state of the art / A.V. Gubin, D.Y. Borzunov, L.O. Marchenkova, T.A. Malkova, I.L. Smirnova // Strategies Trauma Limb Reconstr. 2016. Vol. 11, No 3. P. 145-152.
39. Аранович А.М., Климов О.В., Диндиберя Е.В. Анатомо-функциональное состояние верхней конечности у больных ахондроплазией в отдаленные после удлинения плеча сроки // Гений ортопедии. 2006. № 1. С. 31-33.

REFERENCES

1. Trushevskaja A.G., ed. Mezhdunarodnaia statisticheskaia klassifikatsiia boleznei i problem, sviazannykh so zdorovem [International Statistical Classification of Diseases and Health-related Problems]. X Ed. Transl. from Engl. M., Meditsina, 1995. (in Russian)
2. Kunova Bosakova M., Varecha M., Hampl M., Duran I., Nita A., Buchtova M., Dosedelova H., Machat R., Xie Y., Ni Z., Martin J.H., Chen L., Jansen G., Krakow D., Krejci P. Regulation of ciliary function by fibroblast growth factor signaling identifies FGFR3-related disorders achondroplasia and thanatophoric dysplasia as ciliopathies. *Hum. Mol. Genet.*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 1093-1105. DOI: 10.1093/hmg/ddy031.
3. Satiroglu-Tufan N.L., Tufan A.C., Semerci C.N., Bagci H. Accurate diagnosis of a homozygous G1138A mutation in the fibroblast growth factor

- receptor 3 gene responsible for achondroplasia. *Tohoku J. Exp. Med.*, 2006, vol. 208, no. 2, pp. 103-107.
4. Trotter T.L., Hall J.G.; American Academy of Pediatrics Committee on Genetics. Health supervision for children with achondroplasia. *Pediatrics*, 2005, vol. 116, no. 3, pp. 771-783. DOI: 10.1542/peds.2005-1440.
 5. Dyachkov K.A., Dyachkova G.V., Korabelnikov M.A. Kolichestvennyye rentgenoanatomicheskie kharakteristiki myshts u bolnykh akhondroplaziei razlichnogo vozrasta do i posle udlineniia nizhnikh konechnosti po dannym CR, CT, MRT [Quantitative roentgen-and-anatomic characteristics of muscles in patients of different age with achondroplasia before and after lower limb lengthening according to CR, CT, MRT data]. *Genij Ortopedii*, 2006, no. 4, pp. 50-54. (in Russian)
 6. Dyachkova G.V. Rentgenodiagnostika sostoianii miagkikh tkanei u bolnykh akhondroplaziei pri udlinenii konechnosti po Ilizarovu [X-ray diagnosing soft tissues in patients with achondroplasia when performing limb lengthening according to Ilizarov]. *Vestnik Rentgenologii i Radiologii*, 1995, no. 2, pp. 46-49. (in Russian)
 7. Daugherty A. Achondroplasia: Etiology, Clinical Presentation, and Management. *Neonatal Netw.*, 2017, vol. 36, no. 6, pp. 337-342. DOI: 10.1891/0730-0832.36.6.337.
 8. Klag K.A., Horton W.A. Advances in treatment of achondroplasia and osteoarthritis. *Hum. Mol. Genet.*, 2016, vol. 25, no. R1, pp. R2-R8. DOI: 10.1093/hmg/ddv419.
 9. Popkov A.V., Shevtsov V.I., eds. Akhondroplazii: ruk. dlia vrachei [Achondroplasia: guide for physicians]. M., Meditsina, 2001, 352 p. (in Russian)
 10. Shirley E.D., Ain M.C. Achondroplasia: manifestations and treatment. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.*, 2009, vol. 17, no. 4, pp. 231-241.
 11. Wright M.J., Irving M.D. Clinical management of achondroplasia. *Arch. Dis. Child.*, 2012, vol. 97, no. 2, pp. 129-134. DOI: 10.1136/adc.2010.189092.
 12. Ilizarov G.A. *Obshchebiologicheskoe svoystvo tkanei otvechat na dozirovanoe rastiazhenie rostom i regeneratsiei (effect Ilizarova)* [General biological property of tissues to respond to graduated distraction with growth and regeneration (the Ilizarov effect)]. Scientific discovery, diploma no. 355 (USSR), 1989. (in Russian)
 13. Ilizarov G.A. *Transosseus osteosynthesis. Theoretical and Clinical Aspects of the Regeneration and Growth of Tissue*. Green S.A., Ilizarov G.A., eds. Berlin, Heidelberg, Springer-Verlag, 1992, 800 p. DOI: 10.1007/978-3-642-84388-4.
 14. Shyam A.K., Singh S.U., Modi H.N., Song H.R., Lee S.H., An H. Leg lengthening by distraction osteogenesis using the Ilizarov apparatus: a novel concept of tibia callus subsidence and its influencing factors. *Int. Orthop.*, 2009, vol. 33, no. 6, pp. 1753-1759. DOI: 10.1007/s00264-008-0660-6.
 15. Krivonogova Z.M., Novikov K.I. Dinamika psikhologicheskogo statusa detei s akhondroplaziei v protsesse lecheniia po metodu Ilizarova [Dynamics of psychological status of children with achondroplasia in the process of treatment according to the Ilizarov method]. *Tez. dokl. nauch.-prakt. konf. "Novye Tekhnologii v Meditsine* [Proc. of Scientific-Practical Conference "New Technologies in Medicine"]. In 2 parts. Part 1. Kurgan, 2000, 150 p. (in Russian)
 16. Kaissi A.A., Farr S., Ganger R., Hofstaetter J.G., Klaushofer K., Grill F. Treatment of varus deformities of the lower limbs in patients with achondroplasia and hypochondroplasia. *Open Orthop. J.*, 2013, vol. 7, pp. 33-39. DOI: 10.2174/1874325001307010033.
 17. Garcia S., Dirat B., Tognacci T., Rochet N., Mouska X., Bonnafous S., Patouraux S., Tran A., Gual P., Le Marchand-Brustel Y., Gennero I., Gouze E. Postnatal soluble FGFR3 therapy rescues achondroplasia symptoms and restores bone growth in mice. *Sci. Transl. Med.*, 2013, vol. 5, no. 203, pp. 203ra124. DOI: 10.1126/scitranslmed.3006247.
 18. Saint-Laurent C., Garcia S., Sarrazay V., Dumas K., Authier F., Sore S., Tran A., Gual P., Gennero I., Salles J.P., Gouze E. Early postnatal soluble FGFR3 therapy prevents the atypical development of obesity in achondroplasia. *PLoS One*, 2018, vol. 13, no. 4, pp. e0195876. DOI: 10.1371/journal.pone.0195876.
 19. Kliushin M.N. Psikhologicheskii portret bolnykh akhondroplaziei [Psychological portrait of patients with achondroplasia]. *Akademicheskii Zhurnal Zapadnoi Sibiri*, 2006, no. 3, pp. 14-15. (in Russian)
 20. Michel C.R. The philosophy of orthopedics. *Acta Orthop. Belg.*, 1997, vol. 63, no. 2, pp. 59-66.
 21. Klimov O.V., Aranovich A.M. Povtornoe udlinenie goleni kak etap rekonstruktsii ODS patsientov s akhondroplaziei [Repeated tibial lengthening as a stage of locomotor reconstruction in achondroplasia patients]. *Genij Ortopedii*, 2017, vol. 23, no. 4, pp. 401-404. (in Russian)
 22. Aranovich A.M., Klimov O.V., Neretin A.S. Ergonimicheskie aspekty planirovaniia rekonstruktsii oporno-dvigatel'nogo apparata patsientov s akhondroplaziei [Ergonomic aspects of planning the locomotor system reconstruction of patients with achondroplasia]. *Genij Ortopedii*, 2014, no. 4, pp. 72-75. (in Russian)
 23. Popkov A.V., Aranovich A.M., Dindiberia E.V., Shein A.P., Klimov O.V. Nevrologicheskie oslozhneniia pri udlinenii goleni u bolnykh akhondroplaziei [Neurological complications in patients with achondroplasia during leg lengthening]. *Genij Ortopedii*, 2002, no. 4, pp. 64-67. (in Russian)
 24. Novikov K.I., Menshchikova T.I., Aranovich A.M., Sazonova N.V. Novye profilakticheskie meropriiatiia oslozhnenii v protsesse udlineniia konechnosti u bolnykh akhondroplaziei [New preventive measures against the complications of limb lengthening in patients with achondroplasia]. *Genij Ortopedii*, 2003, no. 2, pp. 65-68. (in Russian)
 25. Aranovich A.M., Dindiberia E.V., Klimov O.V., Shchukin A.A. Oslozhneniia i rezultaty lecheniia pri udlinenii goleni u bolnykh akhondroplaziei [Complications and results of treatment when performing leg lengthening in patients with achondroplasia]. *Materialy nauch.-prakt. konf. detskikh travmatologov-ortopedov rossii "Aktualnye Voprosy Detskoi Travmatologii i Ortopedii"* [Materials of Scientific-Practical Conference of Russian pediatric traumatologists-orthopedists "Relevant Problems of Pediatric Traumatology and Orthopedics"]. SPb., 2004, pp. 202-205. (in Russian)
 26. Popkov A.V., Aranovich A.M., Dindiberia E.V., Klimov O.V., Shchukin A.A. Struktura oshibok i oslozhnenii pri udlinenii goleni u bolnykh akhondroplaziei [Scheme of errors and complications during leg lengthening in patients with achondroplasia]. *Genij Ortopedii*, 2002, no. 4, pp. 38-40. (in Russian)
 27. Kitoh H., Mishima K., Matsushita M., Nishida Y., Ishiguro N. Early and late fracture following extensive limb lengthening in patients with achondroplasia and hypochondroplasia. *Bone Joint J.*, 2014, vol. 96-B, no. 9, pp. 1269-1273. DOI: 10.1302/0301-620X.96B9.33840.
 28. Kadono I., Kitoh H., Mishima K., Matsushita M., Sato K., Kako M., Ishiguro N. Changes in the range of motion of the lower limb joints during extensive tibial lengthening in achondroplasia. *J. Pediatr. Orthop. B*, 2018, vol. 27, no. 6, pp. 535-540. DOI: 10.1097/BPB.0000000000000526.
 29. Kliushin M.N. Psikhopatologicheskaiia kharakteristika predoperatsionnogo perioda u bolnykh akhondroplaziei [Psychopathological characteristic of the preoperative period in patients with achondroplasia]. *Materialy vseros. nauch.-prakt. konf. "Klinika, Diagnostika i Lechenie Bolnykh s Vrozhdennymi Anomaliami Razvitiia* [Materials of Scientific-Practical Conference "Clinical Picture, Diagnosis and Treatment of Patients with Congenital Developmental Abnormalities"]. Kurgan, 2007, pp. 92-94. (in Russian)
 30. Melnikova S.A., Popkov A.V., Sveshnikov A.A. Psikhologicheskie i lichnostnye kriterii sostoianii bolnykh akhondroplaziei pri udlinenii konechnosti po ilizarovu [Psychological and individual criteria of the condition of patients with achondroplasia during limb elongation according to Ilizarov]. *Genij Ortopedii*, 1999, no. 3, pp. 88-93. (in Russian)
 31. Nishimura N., Hanaki K. Psychosocial profiles of children with achondroplasia in terms of their short stature-related stress: a nationwide survey in Japan. *J. Clin. Nurs.*, 2014, vol. 23, no. 21-22, pp. 3045-3056.
 32. Rohenkohl A.C., Bullinger M., Quitmann J. Quality of life in children, adolescents, and young adults with achondroplasia. *Orthopade*, 2015, vol. 44, no. 3, pp. 212-218. DOI: 10.1007/s00132-014-3020-9.
 33. Rohenkohl A.C., Sommer R., Bestges S., Kahrs S., Klingebiel K.H., Bullinger M., Quitmann J. Living with achondroplasia - how do young persons with disproportional short stature rate their quality of life and which factors are associated with quality of life? *Z. Kinder Jugendpsychiatr. Psychother.*, 2015, vol. 43, no. 6, pp. 433-441. DOI: 10.1024/1422-4917/a000385.
 34. Quitmann J., Witt S., Rohenkohl A., Bullinger M., Sommer R., Klingebiel R., Klingebiel K.-H., Bergs-Winkels D. Lebensqualität junger Menschen mit Achondroplasia. Qualitativer Vergleich der Perspektiven von Betroffenen und Eltern. *Monatsschrift Kinderheilkunde*, 2014, vol. 162, no. 5, pp. 428-434.
 35. Gollust S.E., Thompson R.E., Gooding H.C., Biesecker B.B. Living with achondroplasia in an average-sized world: an assessment of quality of life. *Am. J. Med. Genet. A*, 2003, vol. 120A, no. 4, pp. 447-458. DOI: 10.1002/ajmg.a.20127.

36. Carter E.M., Davis J.G., Raggio C.L. Advances in understanding etiology of achondroplasia and review of management. *Curr. Opin. Pediatr.*, 2007, vol. 19, no. 1, pp. 32-37. DOI: 10.1097/MOP.0b013e328013e3d9.
37. Gubin A.V., Borzunov D.Y., Malkova T.A. The Ilizarov paradigm: thirty years with the Ilizarov method, current concerns and future research. *Int. Orthop.*, 2013, vol. 37, no. 8, pp. 1533-1539. DOI: 10.1007/s00264-013-1935-0.
38. Gubin A.V., Borzunov D.Y., Marchenkova L.O., Malkova T.A., Smirnova I.L. Contribution of G.A. Ilizarov to bone reconstruction: historical achievements and state of the art. *Strategies Trauma Limb Reconstr.*, 2016, vol. 11, no. 3, pp. 145-152.
39. Aranovich A.M., Klimov O.V., Dindiberia E.V. Anatomic-and-functional condition of the upper limb in patients with achondroplasia in the long-term periods after humeral lengthening]. *Genij Ortopedii*, 2006, no. 1, pp. 31-33. (in Russian)

Рукопись поступила 11.09.2018

Сведения об авторах:

1. Дьячкова Галина Викторовна, д. м. н., профессор, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dgv 2003@list.ru
2. Аранович Анна Майоровна, д. м. н., профессор, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
3. Дьячков Константин Александрович, д. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия, Email: dka doc@mail.ru
4. Климов Олег Владимирович, д. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
5. Новиков Константин Игорьевич, д. м. н., ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия
6. Сутягин Илья Вячеславович, ФГБУ «РНИЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Минздрава России, г. Курган, Россия

Information about the authors:

1. Galina V. Diachkova, M.D., Ph.D., Professor, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dgv 2003@list.ru
2. Anna M. Aranovich, M.D., Ph.D., Professor, Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
3. Konstantin A. Diachkov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation, Email: dka doc@mail.ru
4. Oleg V. Klimov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
5. Konstantin I. Novikov, M.D., Ph.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation
6. Iliia V. Sutyagin, M.D., Russian Ilizarov Scientific Center for Restorative Traumatology and Orthopaedics, Kurgan, Russian Federation