

КЛИМОВ
Олег Владимирович

**КЛИНИКО – БИОМЕХАНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПЕРАТИВНОЙ
РЕКОНСТРУКЦИИ ОПОРНО – ДВИГАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ
У ПАЦИЕНТОВ С АХОНДРОПЛАЗИЕЙ ПО МЕТОДУ ИЛИЗАРОВА**

14.01.15 - Травматология и ортопедия

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора медицинских наук

Работа выполнена на базе лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей Федерального государственного бюджетного учреждения «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

Научный консультант:

Аранович Анна Майоровна

доктор медицинских наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории коррекции деформаций и удлинения конечностей ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Курган

Официальные оппоненты:

Решетников Андрей Николаевич

доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ ВО «Саратовский государственный медицинский университет имени В.И. Разумовского» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Каплунов Олег Анатольевич

доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ерофеев Сергей Александрович

доктор медицинских наук, профессор кафедры травматологии, ортопедии и ВПХ ФГБОУ ВО «Омский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Ведущая организация: ФГБОУ ВО «Уральский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации (Свердловская обл., г. Екатеринбург, ул. Репина, д. 3).

Защита диссертации состоится " ____ " _____ 2016 г. в 10.00 часов на заседании диссертационного совета Д 208.067.03 при ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации (614990 г. Пермь, ул. Петропавловская, 26).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Пермский государственный медицинский университет имени академика Е.А. Вагнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации (614990 г. Пермь, ул. Петропавловская, 26), на сайте <http://www.pdma.ru>, и на сайте ВАК <http://www.vak.ed.gov.ru/>

Автореферат разослан " ____ " _____ 2017 г.

Ученый секретарь диссертационного совета:

Доктор медицинских наук, профессор

Малютина Наталья Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы

Сложность лечения больных ахондроплазией обусловлена системным поражением костной ткани и, как следствие, необходимостью многоэтапного и многолетнего лечения на фоне большого количества социальных, бытовых и серьезных психологических проблем (Илизаров Г.А., 1977, 1982; Шевцов В.И., Аранович А.М. 2004, 2009; Попков А.В., 2001; Волков М.В., 1977; Властовский В.Г., 1976; Дьячкова Г.В., 1998, 2010; Aegerten E., 2005; Нечволодова О. Л., 1998; Ключин М. Н., 2007; Хвостова С. А., Попков А. В., 2001; Мельникова С. А., 2008).

Из этого следует, что улучшение результатов у пациентов данной нозологической группы должно основываться на общей концепции лечения, исходящей из комплекса связанных между собой и вытекающих один из другого единых взглядов на весь лечебный процесс.

Основной вектор развития медицинской науки, отраженный в современной специализированной литературе, показывает, что создание общей концепции реконструкции опорно – двигательной системы (ОДС) пациентов с ахондроплазией должно основываться на нескольких платформах: использование принципов доказательной медицины, предоперационное планирование, моделирование результатов лечения, объективный мониторинг и контроль критических динамических процессов, стандартизация всех этапов лечебного процесса, универсальная и адекватная оценка анатомо-функционального состояния пациента на всех этапах лечения (Аранович А.М., 2001, 2006; Новиков К.И, 2011; Диндиберя Е.В., 2005; Попков Д.А., 2002; Ерофеев С.А., 2003; Решетников А.Н. 2001; Шевцов В.И., 1998, 2002; Голяховский В. И. 1999; Caton J., 1991; R. Cattaneo 1988; Bidwell J.P. 2000; Horton W. A., 2008).

В целом, медико-социальная реабилитация больных ортопедического профиля имеет несколько аспектов, которые частично решаются путем приведения их антропометрических показателей к некоторым биомеханически, эргономически и эстетически обоснованным стандартам (Реутов А.И., 1998, 2003; Аруин А. С., 1988; Горбачик, В. Е., 2011; Дунаевская Т. Н., 2005; Каплунов О. А., 2006; Артемьев А. А., 2000; Степанов А.М., 1991; Куценко С. Н., 2007; Кудзаев К.У, 2003; Bailey J. A., 2007; Walker B. A., 1971), что, несомненно, требует тщательного предоперационного планирования и моделирования возможного результата лечения (Соломин, Л.Н., 2008, 2010; Утехин А.И., 2009; Слободской А. Б., 2004).

Необходимость предоперационного планирования требует использования методов интегральной оценки анатомо-функционального статуса пациента на каждом этапе лечебного процесса. С целью определения реабилитационного потенциала пациента, а также направления и необходимого объема медицин-

ских вмешательств необходима оценка состояния и степени утраты функционирования по международным стандартам ВОЗ, что позволит определить общие цели, задачи, методы и тактику при планировании реконструкции ОДС (Ибраева К.Б., 2011; Куценко С. Н., 2007; Лебедева Н. Н., 2007; Шостка Г.Д., 2001; Bickenbach J., 2003, 2004; Mahomed N. N., 2008).

Степень разработанности темы исследования

Опубликованные ранее научные исследования по оперативному лечению больных с ахондроплазией рассматривали методики удлинения и коррекции деформаций в пределах отдельных сегментов верхних или нижних конечностей [Попова Л.А., 1989; Жанбахишов, Г. С. 1989, Климов О.В. 1999, Салдин В.В. 2000, Диндиберя Е. В. 2002, Новиков К.И. 2008,].

Однако при необходимости многолетнего и многоэтапного лечения для больных данной нозологической группы отсутствует единая концепция планирования реконструкции ОДС с учетом особенностей естественного роста удлиняемых сегментов конечности и анатомо - функциональной недостаточности пациентов, а также целого ряда других эргономических и клиничко – биомеханических аспектов заболевания.

Исходя из совокупности изложенных выше проблем медико-социальной адаптации пациентов с ахондроплазией методами оперативной ортопедии, нами были поставлены следующие цель и задачи исследования.

Цель исследования

Разработка концепции рациональной оперативной реконструкции опорно-двигательной системы (ОДС) у пациентов с ахондроплазией (по Илизарову) с учетом эргономических и клиничко-биомеханических аспектов заболевания.

Задачи исследования:

1. Разработка рациональных методик дистракционного остеосинтеза, способов дистракции и устройств для профилактики контрактур крупных суставов при удлинении сегментов верхних и нижних конечностей у больных с ахондроплазией.
2. На основе анатомических особенностей строения черепа и кистей рук разработать критерии дифференциальной диагностики у больных с дисплазиями.
3. Изучить анатомические аспекты удлинения длинных трубчатых костей у пациентов с ахондроплазией методом дистракционного остеосинтеза и на их основе разработать миотопографические карты и рабочую классификацию мышц, участвующих в локомоции удлиняемых сегментов.
4. Изучить особенности роста и развития костной системы у пациентов с ахондроплазией. На основании полученных данных разработать принципы планирования, алгоритмы удлинения и коррекции оси нижних конечностей

- в возрастном аспекте при реконструкции ОДС с учетом возрастной динамики роста и дифференцировки костей скелета у пациентов с ахондроплазией.
5. Разработать методы расчета угловых величин оси нижней конечности в зависимости от индивидуальных антропометрических показателей, изменяемых в ходе естественного роста пациента или в процессе лечения, а также методы верификации достигнутого результата коррекции.
 6. Изучить клинико-функциональные результаты и рентгенологическую динамику репаративного остеогенеза кости при повторном удлинении голени у больных ахондроплазией, а также разработать критерии, позволяющие оценить возможность выполнения данного этапа лечения.
 7. Разработать концепцию рациональной оперативной реконструкции опорно-двигательной системы (ОДС) у пациентов с ахондроплазией по Илизарову с учетом эргономических и клинико-биомеханических аспектов заболевания.
 8. Разработать унифицированную систему для интегральной количественной оценки клинико-функционального статуса пациента.
 9. Адаптировать МКФ для больных с ахондроплазией, оценить с ее помощью уровень социальной и анатомо-функциональной недостаточности в контексте планирования оперативной реконструкции ОДС пациентов данной нозологической группы.

Выносимые на защиту положения

1. Применение рациональных методик distractionного остеосинтеза, способов distraction и устройств для профилактики контрактур крупных суставов при удлинении сегментов верхних и нижних конечностей у больных с ахондроплазией позволяют в совокупности сократить период стационарного лечения и реабилитационный период.
2. Оперативную реконструкцию ОДС целесообразно проводиться до биомеханически и эргономически обоснованных антропометрических параметров с учетом особенностей естественного роста сегментов конечностей и изменения их антропометрических показателей в ходе оперативного удлинения.
3. Для успешной реализации многоэтапного лечения необходимо определить направление и потенциал реабилитации больных ахондроплазией, а также оценить степень функциональной ограниченности и качество проведенного медицинского вмешательства в рамках универсальных международных стандартов ВОЗ.

Научная новизна

1. Изучение антропометрических особенностей строения головы и кистей рук у пациентов с ахондроплазией, выявило новые патогномичные признаки заболевания, определена их диагностическая ценность и предложена схема проведения дифференциальной диагностики.

2. Изучена динамика репаративного остеогенеза кости и состояния мягкотканого аппарата при повторном удлинении голени у больных ахондроплазией, которая показала идентичность данных процессов при первом ее удлинении, что доказывает возможность повторного удлинения сегмента.
3. Изучены миотопографические аспекты удлинения длинных трубчатых костей методом дистракционного остеосинтеза, разработана рабочая классификация мышц и миотопографические карты удлиняемых сегментов конечности, что позволило выявить группу мышц испытывающих максимально растяжение в ходе удлинения ДТК, также предложены средства мониторинга и оценки их стояния.
4. Проанализирована возрастная динамика роста и дифференцировка костей скелета у пациентов с ахондроплазией, что позволило обосновать очередность удлинения сегментов конечностей и сроки формирования межсегментарных пропорций и феморо - тиббиального угла (ФТУ).
5. Впервые разработаны методы расчета угловых величин оси нижней конечности и коррекции ДТК в зависимости от индивидуальных антропометрических показателей пациента при помощи разработанного программного обеспечения. Св. № 2014611777, Пат. № 2600070.
6. Разработанная модификация Международной классификации функционирования (МКФ) для оперативной реконструкции ОДС больных ахондроплазией позволила определить направление и реабилитационный потенциал пациентов.
7. Разработана интегральная оценка анатомо-функционального статуса пациентов с ахондроплазией по МКФ при помощи, которой установлена степень анатомической и функциональной недостаточности пациентов, что дало возможность определить индивидуальный объем оперативного вмешательства и оценить его клинико – функциональный результат.
8. Впервые разработаны и предложены технические приемы рационального остеосинтеза, способов дистракции и устройств для профилактики контрактур крупных суставов, что позволило сократить период стационарного лечения и реабилитации. Пат. № 2281047, Пат. № 2341220, Пат. № 116339, Пат. № 35968, Пат. № 44937, Пат. № 119995, Пат. № 132715, Пат. № 133225, Пат. № 138420.

Практическая значимость работы

1. Представлены клинические, биомеханические и эргономические аспекты медико-социально адаптации пациентов с ахондроплазией.
2. Разработана концепция рациональной оперативной реконструкции опорно-двигательной системы (ОДС) методом чрескостного остеосинтеза с учетом эргономических и клинико-биомеханических аспектов данного заболевания.

3. Разработанная концепция позволяет объединить совокупность отдельных оперативных методик в единый взаимосвязанный, последовательный и преемственный комплекс взглядов на оперативную тактику лечения больных ахондроплазией, направленную на конечный клинико-функциональный результат.
4. Разработанная модификация МКФ и шаблоны профилей позволят определить и оценить направление и потенциал реабилитации у больных ахондроплазией для стандартизации по международным критериям ВОЗ системы планирования оперативного лечения и оценки качества проведенного вмешательства.
5. Совокупность разработанных рациональных методик остеосинтеза, способов distraction и устройств для профилактики контрактур крупных суставов позволяет сократить период стационарного лечения и реабилитационный период, что повышает экономическую эффективность лечебного процесса.

Методология и методы исследования

В исследовании использованы клинические, инструментальные и статистические методы исследования. Объект исследования – больные ахондроплазией. Предмет исследования - клинико - биомеханические аспекты оперативной реконструкции опорно - двигательной системы.

Степень личного участия

Автором лично разработана концепция, цель и задачи научного исследования. Осуществлен сбор первичной документации, проведен систематический, клинический и статистический анализ проведенного исследования. При непосредственном участии автора пролечено и обследовано 90 % пациентов. Автор - участник НИР, получатель грантов по теме исследования и непосредственный руководитель группы программистов и инженеров - разработчиков программного обеспечения для предоперационного планирования и анализа результатов рентгенологических исследований, а также аппаратно - программных комплексов для автоматического удлинения длинных трубчатых костей и разработки контрактур крупных суставов.

Связь работы с научными программами

Диссертационная работа выполнена по плану НИР РНЦ «ВТО» имени академика Г.А. Илизарова в рамках договора «Клинические и функциональные аспекты медицинской реабилитации пациентов с низким, субъективно низким ростом, укорочениями, деформациями и дефектами сегментов конечностей различной этиологии», № ГР 01201155770.

Соответствие диссертации паспорту научной специальности

Областью исследования представленной работы Климова Олега Владимировича является изучение клинико – биомеханических аспектов заболевания, а так же усовершенствование методов диагностики и оперативной реконструк-

ции опорно – двигательной системы по методу Илизарова у больных ахондроплазией и внедрение результатов исследования в клиническую практику. Указанная область и способы исследования соответствуют специальности 14.01.15 – травматология и ортопедия.

Апробация и внедрение результатов исследования

Основные материалы диссертации изложены в 3 методических рекомендациях, 62 печатных работах, опубликованных в специализированных научно-медицинских изданиях. Из них 12 печатных работ опубликовано в журналах, рекомендованных ВАК. Научная новизна изложенного материала подтверждена патентами на 3 изобретения, 8 полезных моделей и свидетельством на программное обеспечение для ЭВМ.

Материалы работы представлены на всероссийских и международных конференциях и конгрессах. Всероссийская научно – практическая конференция «Илизаровские чтения» (Курган, 2009; 2010), XI Российский национальный конгресс «Человек и его здоровье» (Санкт – Петербург, 2006), IV - V съезд травматологов и ортопедов республики Армения (Ереван, 2006), научно – практическая конференция детских травматологов - ортопедов России с международным участием «Актуальные проблемы детской травматологии и ортопедии» (Санкт – Петербург, 2007), I международный конгресс «Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации при повреждениях и заболеваниях верхней конечности» (Москва, 2007), научно – практическая конференция травматологов - ортопедов России с международным участием «Актуальные проблемы костной патологии у детей и взрослых» (Москва, 2008), IX съезд травматологов-ортопедов России (Саратов, 2010), Congress on External Fixation (Barcelona, 2010), 12eme Congres de l'AOLF (Geneve, 2010), Всероссийская конференция с международным участием «Реабилитация в детской травматологии и ортопедии» (Екатеринбург, 2011), Всероссийская . науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти проф. А. Н. Горячева (Омск, 2011).

Разработанные способы внедрены в работу отделения № 15 Российского научного центра «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.И. Илизарова, а также используются в учебных программах на кафедре травматологии и ортопедии Курганского филиала Тюменской государственной медицинской академии на базе РНЦ «ВТО».

Объем и структура работы

Диссертация состоит из введения, семи глав содержания, заключения, выводов, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Она изложена на 356 страницах машинописного текста со списком литературы и приложением. Иллюстрирована 144 рисунком и 55 таблицами. Список литературы включает 393 работы, из них отечественных - 281, зарубежных - 112.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материал и методы исследования

Работа основана на изучении результатов лечения больных в возрасте от 8 до 30 лет, 194 пациентов- с ахондроплазией, 15 - с гипохондроплазией и 15 пациентов с эпифизарной дисплазией, которым проводилось удлинение бедер, голени и плеч методом дистракционного остеосинтеза за период с 1983 по 2013 год. Лица мужского пола в данной группе больных составили 45,6% . Дизайн исследования представлен на рис. 1.

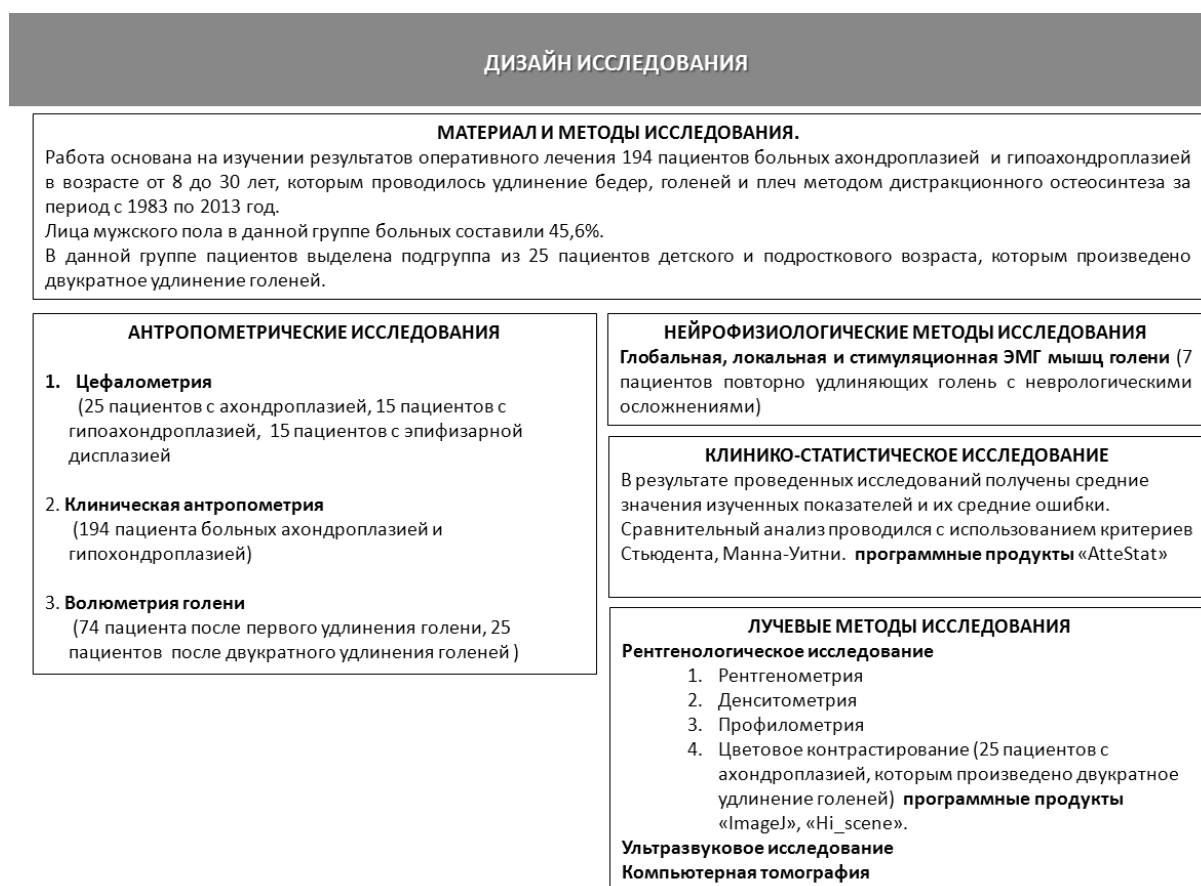


Рис.1. Дизайн исследования

При изучении особенностей динамики костного возраста и дифференцировки костей скелета у больных ахондроплазией кроме антропометрического и клинико-статистического методов исследования использованы рентгенография и компьютерная томография (исследования выполнены совместно с д.м.н., проф. Г.В. Дьячковой). Рентгенографию голени в 2-х проекциях проводили всем пациентам на дооперационном этапе, в процессе лечения, а также в ближайшие и отдалённые сроки наблюдения на рентгеновских аппаратах RAUMAT, производства Raumed, Швейцария (регистрационное удостоверение ФС № 2006/2099) и Clearscope-1000, производства TOSHIBA, Япония (регистрационное удостоверение ФС № 2005/1757). С этой же целью производилась цифровая обработка рентгенограмм в программах «ImageJ», «Hi scene».

Компьютерная томография (МСКТ) выполнена на компьютерных томографах GE Light Speed VCT (США), регистрационное удостоверение МЗ № ФСЗ 2008/01403 от 02.04.2008; Toshiba Aquilion-64 (Япония), регистрационное удостоверение МЗ № ФСЗ 2007/00891 от 24.12.2007.

Нейрофизиологические исследования (глобальная, локальная и стимуляционная ЭМГ мышц голени) проведены совместно с д.б.н. М.С. Сайфутдиновым с использованием 4-х канальной ЭМГ системы "VIKING - IV" фирмы NI-COLET/EMS США/Австрия, регистрационное удостоверение МЗ МПР № 96/297.

Для выявления особенностей строения мышечной ткани и её изменения в процессе удлинения проводилось ультразвуковое исследование мышц голени с использованием сканеров Avius (Hitachi, Япония, гос. рег. ФСЗ 2010/08016 от 19.10.2010). Данная работа выполнена совместно с д.б.н. Меншиковой Т.И.

Контроль динамики объемных характеристик повторно удлиняемой голени проводился с использованием авторского способа антропометрического контроля (Климов О.В., Гореванов Э.В., Диндиберя Е.В., 1997 г.).

Математический анализ полученных данных с целью изучения возможности компьютерной дифференциальной диагностики заболеваний был проведен с использованием двух статистических методов, реализованных в программе анализа данных «AtteStat» (совместно с автором программы Гайдышевым И.П.).

В результате проведенных исследований получены средние значения изученных показателей и их средние ошибки. Сравнительный анализ проводился с использованием критериев Стьюдента, Манна-Уитни.

Концепция оперативного лечения пациентов с ахондроплазией

1. Реконструкция ОДС пациента с ахондроплазией проводится с целью его медико-социальной адаптации и осуществляется с учетом технологии удлинения конечностей, многоэтапности лечения и особенностей естественного роста конечностей.

2. Реконструкция ОДС осуществляется в рамках биомеханически и эргономически обоснованных параметров, а также других актуальных факторов, влияющих на результат лечения.

Планирование оперативного лечения строится, исходя из следующих определяющих ее факторов:

- объема оперативного лечения;
- технологии оперативного удлинения конечности;
- особенностей естественного роста и формирования конечностей у больных ахондроплазией.

В рамках изложенных выше определяющих факторов концепция лечения строится с учетом перечисленных ниже принципов, которые являются исходными условиями для достижения целей и соответствующих им поставленных задач:

1. На одном этапе лечения удлиняются два сегмента.
2. Реконструкция ОДС пациента начинается с нижних конечностей.
3. Лечение желательно завершить до окончания средней школы.
4. Степень и направленность влияния оперативного удлинения ДТК на ход их естественного роста непредсказуема.
5. Степень влияния оперативного удлинения ДТК на ход ее естественного роста зависит от его скорости.
6. Естественный рост ДТК у пациентов с ахондроплазией заканчивается в 14-15 лет.
7. Клиническая ситуация, индивидуальные особенности пациента или другие обстоятельства могут потребовать прекращения лечения или удлинения данного сегмента в любой момент.
8. Один этап лечения, включающий в себя период остеосинтеза и период реабилитации, продолжается не менее 2-х лет.
9. Чем больше величина удлинения сегмента, тем больше вероятность развития осложнений.
10. Для достижения эргономически обоснованных величин удлинения может потребоваться повторное удлинение сегментов нижних конечностей.

Основные цели реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией:

1. Эргономические (максимальное приближение антропометрических параметров пациента к минимальным показателям здорового человека, размеры которого учитываются при проектировании среды обитания человека и рабочего места.)
2. Медицинские (профилактика ранних артрозов, устранение нестабильности суставов, устранение деформаций).
3. Косметический результат лечения (психологические аспекты).

Главными задачами для достижения поставленных целей являются:

1. Увеличение длины сегментов верхних и нижних конечностей пациента до обоснованных величин;
2. Восстановление или улучшение пропорций тела;
3. Увеличение функциональных возможностей верхних и нижних конечностей, а также самого пациента;
4. Создание правильных биомеханических взаимоотношений между биомеханическими звеньями кинематической цепи верхних и нижних конечностей;
5. Максимальное сохранение или стимуляция естественного роста пациента;

6. Получение симметричных по длине и угловым характеристикам межсегментарных взаимоотношений на верхних и нижних конечностях;
7. Сокращение вероятности ошибок и осложнений, требующих дополнительного оперативного вмешательства.

Алгоритм принятия решений и выбор тактики лечения

Алгоритм принятия решений предполагает выбор тактики лечения, которая может меняться на первом или втором этапе лечения. Поводом для этого являлись клиническая ситуация, семейные обстоятельства либо пожелание пациента или его официальных представителей.

Алгоритм планирования лечения предполагал четыре варианта развития событий, которые меняли тактику лечения (рис. 2).

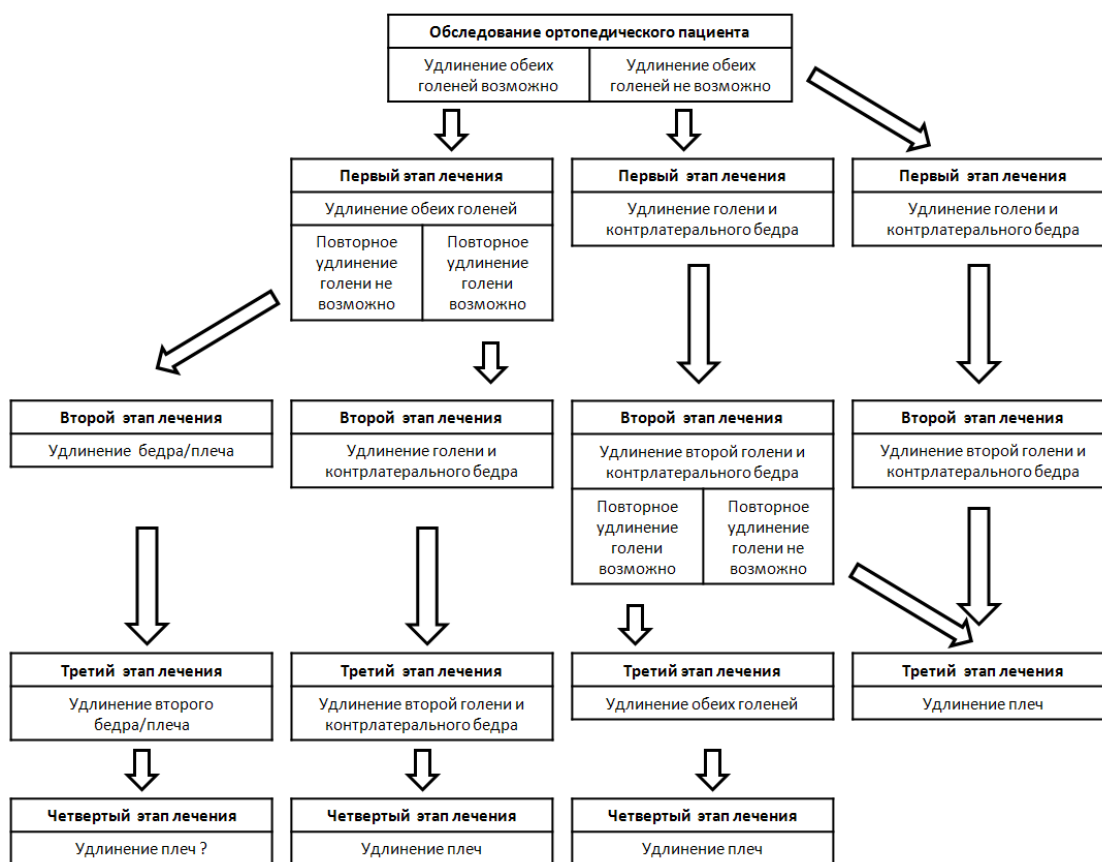


Рис. 2. Алгоритм принятия решений на этапах реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией

Так, начиная с параллельного удлинения обеих голени, предполагая двукратное их удлинение, можно перейти на вариант трехэтапного лечения. С другой стороны, начав лечение с перекрестного удлинения сегментов нижних конечностей, дополняли его двукратным удлинением голени, увеличив тем самым результаты реконструкции ОДС.

Критическим моментом развития событий являлось повторное удлинение одной из голени, т.к. после данного события с неизбежностью предстояло удлинение симметричного сегмента, которое по разным обстоятельствам могло

быть неосуществимо или выполнено не в полной мере. Таким образом, решение о повторном удлинении голени являлось ключевым моментом.

Для реализации реконструкции ОДС у пациентов больных ахондроплазией в рамках предложенной концепции были изучены анатомические особенности головы и кистей рук, особенности роста сегментов верхних и нижних конечностей, с учетом полученных результатов определены параметры и возрастные критерии реконструкции ОДС, а также изучена возможность повторного удлинения голени и предложен ряд технических решений.

Антропометрические и анатомические особенности роста, развития и строения ОДС у больных с ахондроплазией

Энцефалометрические особенности строения черепа у больных с ахондроплазией и статистические методы экспертной постановки диагноза

Для детализации особенностей изучаемой ортопедической патологии были исследованы фотографии 25 пациентов с ахондроплазией и 15 пациентов с гипохондроплазией, проходивших лечение в РНЦ «ВТО» с 2007 по 2012 г., а также 25 здоровых лиц европеоидной расы, которые составили контрольную - эталонную группу.

На основе проведенных измерений было разработано более 17 цефалометрических индексов, среди которых с использованием алгоритма Фаррара-Глаубера выявлено 6 наиболее диагностически значимых индексов-показателей (рис. 3).

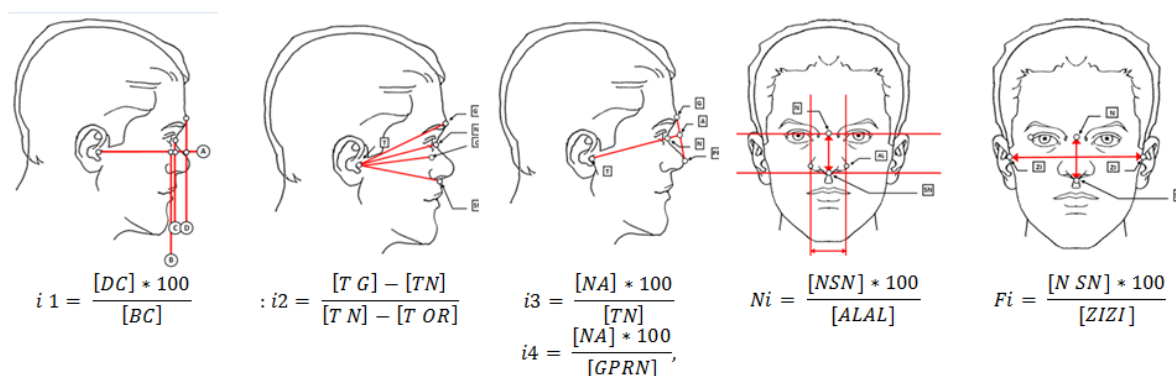


Рис. 3. Энцефалометрическая схема вычисления энцефалометрических индексов

Данные показатели были рассчитаны для пациентов с ахондроплазией, гипохондроплазией и здоровых людей. Согласно этим данным, наибольшие антропометрические особенности строения головы наблюдались в размерах и форме носовой части лица, а также в соотношении размеров мозговой и лицевой части черепа. В табл. 1 представлены индексы, позволяющие судить степени выраженности признаков ахондроплазии и гипохондроплазии у пациента с данным набором антропометрических характеристик.

Таблица 1

Статистические параметры фотометрического исследования головы

Индекс	1	2	3	4	5	6
Ахондроплазия	241,2	2,9	15,5	29,7	27,6	97,2
Гипохондроплазия	84,2	0,9	10,2	18,5	32,5	84,2
Контрольная группа	44,2	0,6	8,2	15,6	37,9	69,1
Коэффициент пропорциональности	0	100	10	10	10	0

Диаграмма распределения полученных индексов демонстрирует явное отличие области распределения пациентов с ахондроплазией среди изученных групп (рис. 4).

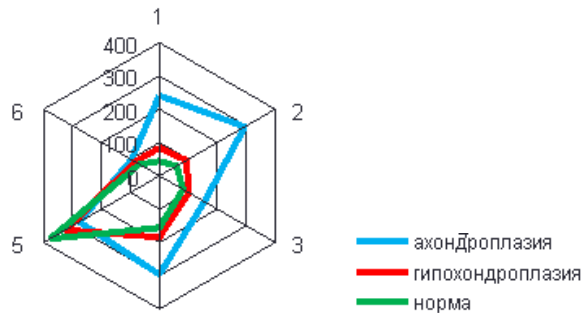


Рис. 4. Сравнительная интегральная оценка анатомической особенности строения черепа по 6 наиболее достоверным головным индексам в исследуемых группах

Используя вычисленный программой порог отсечения, на этапе распознавания вновь введенных показателей пациентов, данные которых не использовались при обучении статистической модели, мы получили возможность однозначной постановки диагноза и степени выраженности признаков заболевания.

Антропометрические особенности кисти больных с системными заболеваниями скелета и их статистический анализ

Для выполнения поставленной задачи были исследованы кисти 40 больных женского пола с системными заболеваниями скелета, из которых больные с ахондроплазией составили 15 человек, 15 человек с гипохондроплазией и еще 10 человек с эпифизарной дисплазией.

Антропометрия кистей показала, что у 72% больных с ахондроплазией имеются девиации оси пальцев, при этом в 92% случаев она носит симметричный характер. Средняя величина угловой деформации оси пальца составила $9,5^{\circ} \pm 1,2^{\circ}$. Клиническим проявлением сочетания угловой девиации оси пальцев со значительной разницей в ширине основания и дистального отдела пальцев является так называемый симптом «трезубца». Данные симптомы в двух других нозологических группах отсутствуют, что позволяет считать данный симптом патогномоничным для ахондроплазии.

В исследуемых группах наибольшая разница в длине пальцев наблюдалась у пациентов с гипохондроплазией, которая приближается к нормальным показателям. Разница в длине пальцев наименее выражена у пациентов с эпифизарной дисплазией, что связано с наиболее значительным (в сравнении с другими группами) укорочением третьего пальца.

Дифференциальная диагностика ахондроплазии с другими системными нарушениями развития скелета, при которых проводится реконструкция ОДС

Как известно, клинические проявления целого ряда системных заболеваний скелета формально подходит под стандартный набор таких клинических признаков ахондроплазии как укорочение и деформации сегментов верхних и нижних конечностей, а также слабость связочного аппарата в сочетании с нестабильностью коленных суставов, что повышает вероятность диагностической ошибки. Последствием такой ошибки для пациента, как для лица, имеющего юридический статус инвалида, может стать целый ряд проблем. Также проблемы могут возникнуть и в ходе оперативного лечения, т.к. реконструкции ОДС подвергаются и пациенты с другими заболеваниями сходными по клиническим проявлениям, но иным патогенезом нарушения роста костей, а следовательно, иным механизмом и активностью репаративного остеогенеза.

Для дифференциальной диагностики нами введен антропометрический индекс. Отражая два клинических признака (поражение лицевого черепа и поражение кистей рук), индекс имеет две позиции.

Условно примем первую позицию за поражение головы, вторая позиция будет отвечать за поражение кистей рук. Для проведения дифференциальной диагностики обозначим наличие признака единицей «1», а его отсутствие - нулем «0». Таким образом, из двух дифференциальных признаков мы можем составить четыре комбинации, которые в бинарном виде будут выглядеть, как показано в таблице № 2.

Таблица № 2

Бинарная матрица диагностических признаков и соответствующие этим комбинациям признаки клинические формы скелетных дисплазий

Комбинация	Клинические признаки	Заболевание
00	отсутствие поражений	Гипохондроплазия
01	поражены только кисти рук	Эпифизарная дисплазия
10	поражена только голова	Комбинация не встречается
11	поражены голова и кисти рук	Ахондроплазия

Особенности возрастной динамики роста сегментов верхних и нижних конечностей у пациентов с ахондроплазией

Динамика роста сегментов верхней конечности

Приведенные в данном разделе результаты получены на основании анализа рентгенографического и антропометрического исследования сегментов

верхней и нижней конечности плеча, предплечья, бедра и голени у 194 больных ахондроплазией в возрасте от 1,5 лет до 31 года.

В данной группе пациентов общий прирост плечевой кости в длину с двухлетнего возраста до 18 лет составлял практически 12 см. В актуальные для удлинения сроки с 8 до 16 лет длина плеча увеличилась почти на 4 см. (рис. 5).

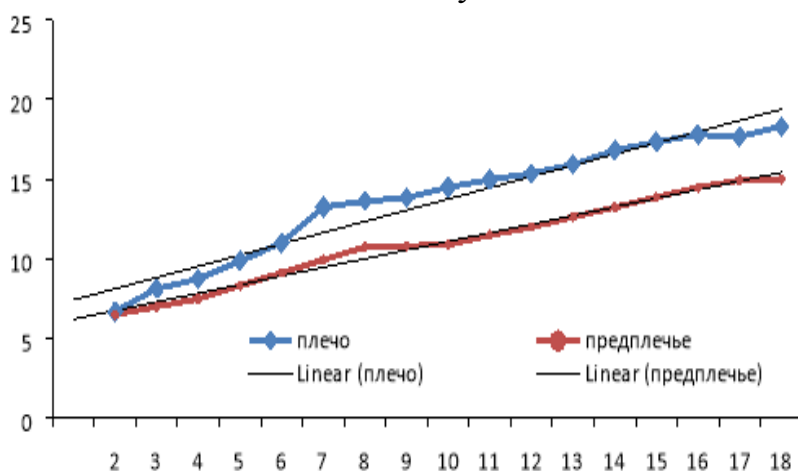


Рис. 5. Длина плеча и предплечья у мужчин, больных ахондроплазией (антропометрические данные)

Базисный абсолютный прирост для плеча за период от 2 до 18 лет составил 150-170 %, а для предплечья 120 - 130 % (рис. 6). Для выявления динамики развития плеча нами использован прием усреднения уровней, чтобы сгладить колебания по методу скользящей средней величины (Елисеев И.И., Юзбашев М.М., 1996).

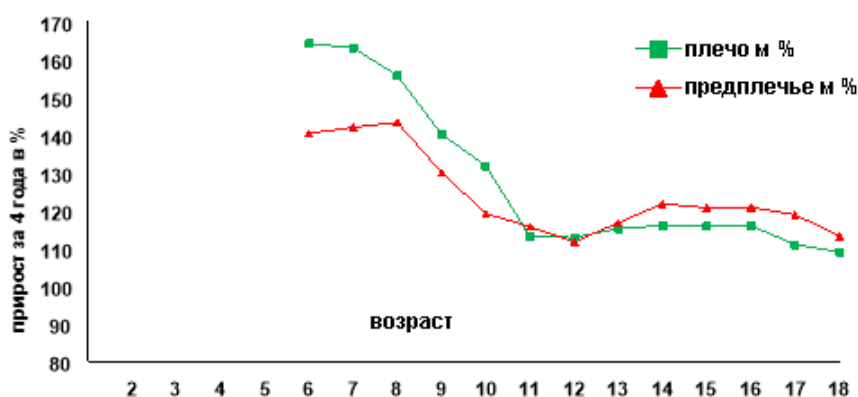


Рис. 6. Возрастная динамика прироста длины плечевой кости и костей предплечья. Величины прироста для каждого года рассчитаны за 4 - летний период

Из представленного графика явно следует, что скорость роста сегментов верхней конечности наиболее высока с 6 до 8 лет с последующим постепенным снижением, а также сменой градиента роста в возрасте 11-13 лет и незначительным скачком роста в 14 -15 лет.

Динамика роста сегментов нижней конечности

Темпы роста бедра и голени наиболее высоки были в раннем детском возрасте. Из полученных уравнений линейной регрессии очевидно, что угловой коэффициент скорости роста бедренного сегмента нижней конечности опережал скорость роста голени (рис. 7).

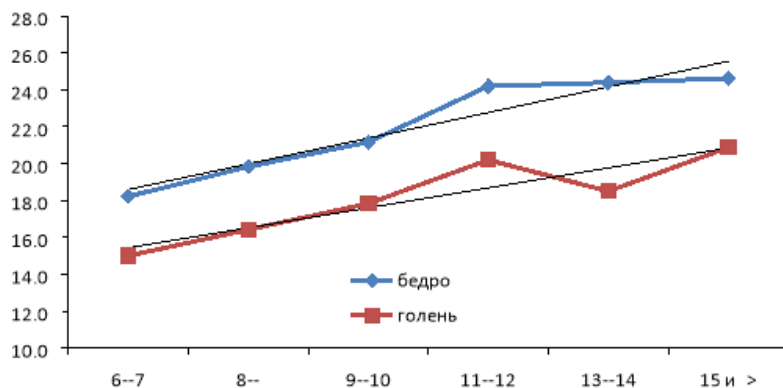


Рис. 7. Возрастная динамика абсолютного роста длины бедренной и большеберцовой кости у мужчин

В возрасте с 10 до 16 лет скорость роста как бедра, так и голени значительно снижались, однако скорость роста костей голени оставалась заметно выше скорости роста бедренного сегмента (рис. 8).

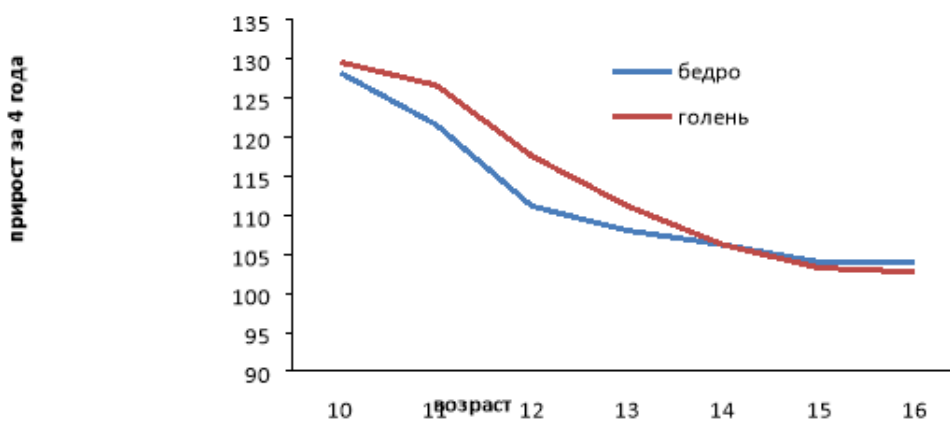


Рис. 8. Возрастная динамика прироста длины бедренной кости и костей голени. Величины прироста для каждого года рассчитаны за 4-летний предыдущий период

Темпы роста длинны бедра в возрастной период с 8 до 16 лет в абсолютном значении составил 6,7 см. За этот же период увеличение продольного размера голени составило 6,0 см. (таблица 3).

Таблица 3.

Динамика развития бедра и голени у больных ахондроплазией

Возраст- ная	Возраст	Длина бедренной кости (см) Мужчины	Темп роста в % к предыду- щему	Темп роста в % к исход- ному	Длина голени (см) Мужчины	Темп роста в % к преды- дущему	Темп роста в % к исход- ному
	7	18,4 ± 1,45	100,0		15,2 ± 1,28	100,0	
1	8	19,8 ± 1,43	107,7	107,7	16,5 ± 1,83	108,6	108,6
	9	22,4 ± 1,35	113,0	117,9	18,2 ± 1,26	110,3	114,5
2	10	23,6 ± 2,84	105,4	124,2	19,7 ± 1,41	108,2	123,9
	11	24,1 ± 1,40	102,1	126,8	20,9 ± 0,71	106,1	131,4
3	12	24,9 ± 0,68	103,3	131,1	21,4 ± 1,42	102,4	134,6
	13	25,5 ± 0,62	102,4	134,2	21,9 ± 1,53	102,3	137,7
4	14	25,6 ± 1,41	100,4	134,7	22,2 ± 0,71	101,4	139,6
	15	25,9 ± 2,82	101,2	136,3	22,1 ± 2,35	99,5	139,0
	16	26,5 ± 1,47	100,3	139,5	22,5 ± 1,37	99,8	141,5

В каждом из возрастных периодов, скорость роста данных сегментов была различна. Так, в возрасте 8-9 лет прирост бедра больше такового показателя для голени на 1 см. Второй возрастной период (10-11 лет) характеризовался большим приростом дистального сегмента (голени). Для третьего и четвертого возрастного периода (12-15 лет) было характерно однонаправленное снижение прироста продольной длинны всех сегментов нижней конечности.

Исходя из особенностей темпа и скорости роста сегментов нижних и верхних конечностей, все годы естественного роста пациента разделили на отдельные периоды (рис. 9).

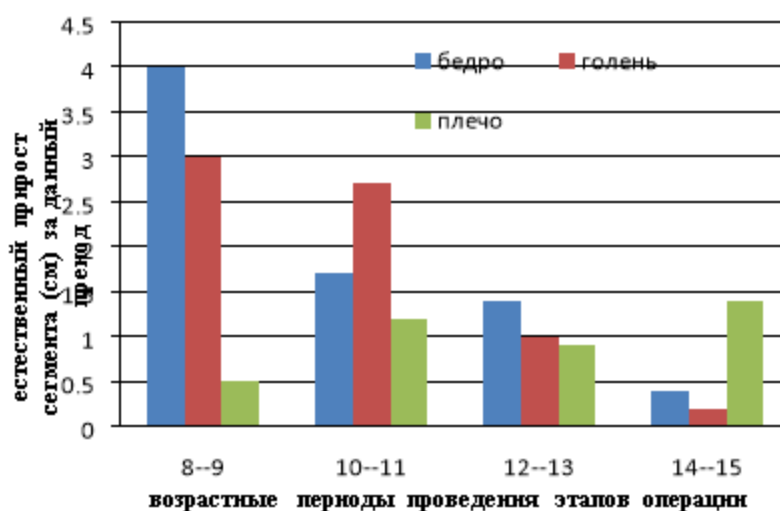


Рис. 9. Темпы абсолютного прироста бедра, голени и плеча в каждом из возрастных периодов

Так, первый возрастной период (8 – 9 лет) характеризовался наиболее интенсивной скоростью роста всех сегментов нижней конечности, при этом скорость роста бедра заметно выше скорости роста голени. В сравнении с сегментами нижней конечности скорость роста плечевого сегмента значительно ниже и более равномерна, так как основной пик приходится на возрастной период до 8 лет.

Второй возрастной период (10-11 лет) характеризовался сменой градиента роста сегментов верхних и нижних конечностей, а также снижением скорости их роста.

Третий возрастной период (12-13 лет) характеризовался дальнейшим снижением скорости роста всех сегментов как нижней, так и верхней конечности, при этом скорость роста всех сегментов практически выравнивается.

Четвертый, заключительный этап лечения, приходящийся на 14-15 лет, характеризовался практически полным отсутствием роста, как бедра, так и голени и некоторым увеличением скорости роста плечевого сегмента.

Возрастная динамика роста и окостенения трубчатых костей в оперативной тактике реконструкции ОДС у пациентов с ахондроплазией и предоперационное планирование

Актуальный для оперативной реконструкции ОДС возрастной диапазон пациентов составлял от 8 до 16 лет. Актуальность данного периода обусловлена, прежде всего, тремя причинами. Первая причина - это объем оперативного вмешательства, который диктовал необходимость многоэтапного и продолжительного (от 6 до 8 лет) лечения. Вторая причина лежит в области возрастной физиологии и была обусловлена тем, что в указанном возрасте организм человека наиболее пластичен и обладает самой высокой регенераторной активностью и большими адаптационными и компенсаторно-приспособительными возможностями. Третья причина заключается в том, что именно в эти годы ребенок получает школьное образование, которое относительно просто организовать на дому или по месту лечения.

На этапах оперативного лечения пациентов с ахондроплазией можно говорить об естественных и искусственных факторах роста конечности. К естественным факторам относили конституционально (генетически) обусловленные. Искусственными считали факторы, связанные с оперативным удлинением сегментов конечностей, которые характеризовались особенностями остеосинтеза, наличием ошибок и осложнений остеосинтеза.

Тактика оперативной реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией с учетом естественного роста костей и многоэтапного удлинения конечностей

Учитывая многоэтапность лечения и возрастной период пациента, в течение которого проводится реконструкция ОДС, становится очевидно, что для получения стабильного положительного клинико-функционального результата лечения необходима концепция лечения, исходящая из комплекса связанных между собой и вытекающих один из другого единых взглядов на весь лечебный процесс.

Эргономические аспекты планирования реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией

В современное нам время эксплуатация транспорта, промышленного и бытового оборудования, а также правила охраны труда и безопасности на производстве и транспорте предъявляют высокие требования к современному человеку, в том числе, и с точки зрения его эргономических возможностей. Ключевые эргономические принципы проектирования среды обитания и работы человека позволяют нам сделать вывод о том, что социальная адаптация пациента с ахондроплазией в эргономическом аспекте заключается в достижении антропометрических параметров, соответствующих лицам женского пола 5 – го перцентиля (таблица 4).

Таблица 4

Значения антропометрических показателей здоровых женщин и женщин больных ахондроплазией (мм)

Наименование признака	Норма			Ахондроплазия среднее значение
	Перцентиль			
	5-й	95	50-й	
Длина:				
Тела	<u>1508</u>	1680	1594	1245
Руки	<u>651</u>	748	699,5	501
Ноги	<u>786</u>	927	856,5	436
Плеча	<u>277</u>	326	301,5	202
Предплечья	<u>210</u>	248	229	163
Стопы	<u>221</u>	259	240	200
Рост сидя	<u>81,2</u>			<u>80,9</u>

Как видно из таблицы 4, среднее значение роста сидя у пациентов с ахондроплазией и аналогичный показатель для 5 - го перцентиля здоровых женщин практически полностью совпадает.

Актуальные анатомо-биомеханические особенности строения кинематической цепи нижних конечностей пациентов с ахондроплазией

Результаты анализа рентгенографического исследования сегментов нижних конечностей 108 больных ахондроплазией в возрасте от 1,5 лет до 31 года показали, что укорочение длинных трубчатых костей (ДТК) - не единственный симптом такого синдрома как ахондроплазия. Деформация оси сегментов и нестабильность крупных суставов не только дополняют данный симптомокомплекс, но и усугубляют ведущий его симптом - укорочение ДТК.

При этом ведущей деформацией при ахондроплазии является варусная деформация бедер и голеней, которая обуславливает «О» - образную форму нижних конечностей. В целом, патология нижних конечностей обусловлена

взаимноотягивающей комбинацией двух факторов: костного компонента – деформация кости - и слабостью связочного аппарата - мягкотканый компонент.

Таким образом, для варусной деформации коленного сустава характерна триада симптомов: отведение бедра, приведение голени и отведение стопы в таранно-пяточном суставе. При этом величина варусной деформации коленного сустава равна отведению в тазобедренном и таранно-пяточном суставе (рис. 10).

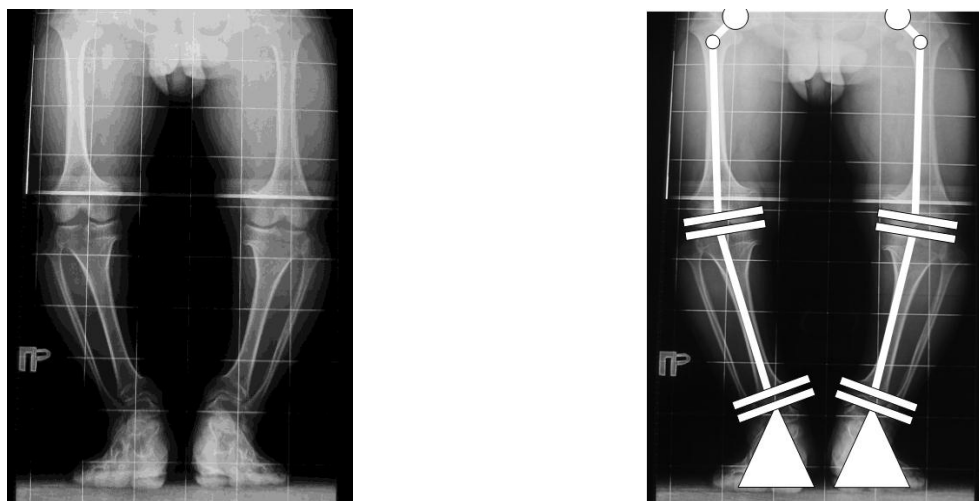


Рис. 10. Рентгенограмма нижних конечностей больного ахондроплазией и построение схемы межсуставных взаимоотношений

Технология рационального дистракционного остеосинтеза сегментов верхних и нижних конечностей у больных с ахондроплазией по методу Илизарова в ходе реконструкции ОДС

Рациональная технология удлинения голени

Методика удлинения голени, независимо от количества и уровня остеотомий, предполагала остеосинтез сегмента аппаратом из трех опор на голени и одной или двух опор на переднем и заднем отделе стопы.

В ряде случаев у взрослых пациентов при проведении бедренных спиц и их последующего натяжения возможна деформация проксимальной опоры. В таком случае, для предотвращения подобной проблемы мы рекомендуем крепить консольную и поперечно проведенную спицы в дополнительном полукольце (рис. 11), которое соединяется с проксимальной опорой при помощи резьбовых стержней¹.

¹ Свидетельство на полезную модель № 2004121552 от 16.07.2004. Св-во 42949. Бюл.35. «Устройство для полилокального удлинения голени и устранения деформаций». Климов О.В., Диндиберя Е.В., Новиков К.И., Щукин А.А.

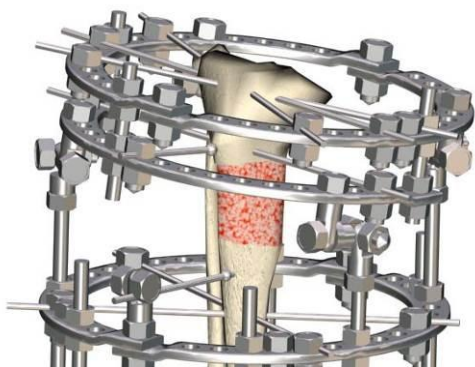


Рис. 11. Аппарат для удлинения голени у больного ахондроплазией. Вариант усиления стабильности проксимальной опоры.

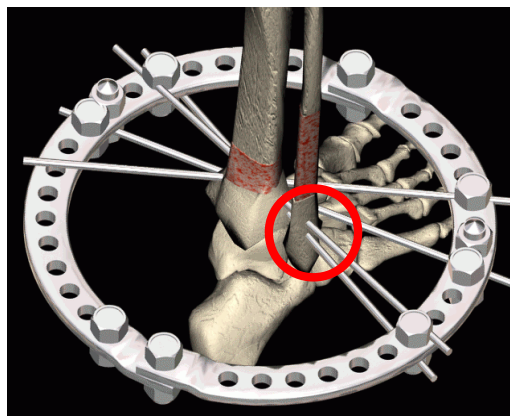


Рис. 12. Схема проведения спиц с "защитой" дистального межберцового синдесмоза голени

При проведении спиц через дистальный метафиз голени с целью сохранения истинного взаимоотношения имеющихся анатомических образований предлагается проводить две обычные спицы или одну простую и одну с упорной площадкой через обе берцовые кости с обязательным минимальным перекрестом в косо-сагиттальной плоскости на дистанционном протяжении 1-2 см друг от друга. Это позволяло исключить любые перемещения дистального фрагмента малоберцовой кости по спицам (рис. 12)².

Нередко при монтаже аппарата, из-за разницы в окружности тканей, в дистальном отделе голени, диаметр кольцевой опоры становился чрезмерным, что снижало его стабильность. Мы монтировали внутри дистальной кольцевой опоры с латеральной стороны полукольцо меньшего размера и дополнительно закрепляли в нем проведенные спицы, что позволяло существенно повысить стабильность фиксации дистального отдела берцовых костей (рис. 13)³.

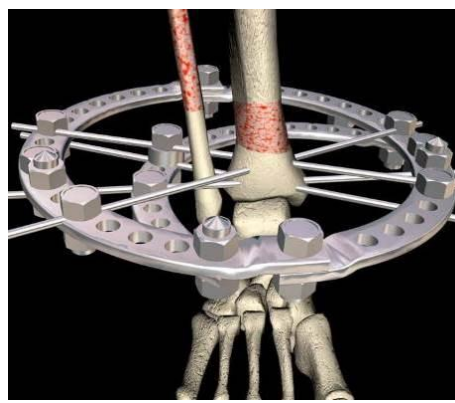
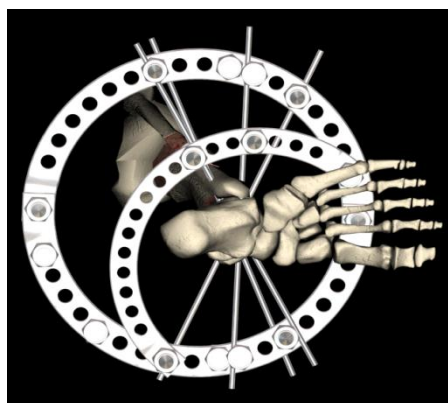


Рис. 13. Схема усиления жесткости дистальной кольцевой опоры дополнительным полукольцом меньшего размера

² Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 60/01 «Способ проведения спиц для фиксации дистального межберцового синдесмоза при чрескостном distractionном остеосинтезе голени» / О.В.Климов, К.И.Новиков, Е.В. Диндиберя, А.А. Шукин.

³ Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 54/02 «Способ усиления жесткости дистальной кольцевой опоры и профилактики прогибания спиц» / Диндиберя Е.В., Новиков К.И., Климов О.В., Скульбин А.П.

После монтажа аппарата производили остеотомию большеберцовой и малоберцовой костей. Для уменьшения травмирования мягких тканей голени и сосудисто-нервных образований на уровне остеотомии нами предложено проводить через обе кости две временные консольные спицы.

В ходе удлинения голени по переднему кортикалу большеберцовой кости, как правило, формировался дефект кортикальной пластинки. Одной из причин этого явления являлся недостаточный слой покровных тканей на передней поверхности голени, что создает условия для локальной гипотермии и относительной недостаточности кровоснабжения. Для устранения данного негативного фактора нами предложена повязка, состоящая из материалов, обеспечивающих сохранение эндогенного тепла и обладающих местно-раздражающим действием, что создает условия локальной гиперемии подлежащих тканей.

Рациональная технология удлинения бедра

У больных ахондроплазией и после увеличения роста может сохраниться характерная раскачивающаяся «утиная» походка с выраженным наклоном туловища кпереди, что обусловлено наличием избыточного лордоза поясничного отдела позвоночника. Для восстановления правильной осанки у этих больных при удлинении бедра на уровне его проксимальной трети предполагается направленно формировать антекурвационную деформацию с величиной угла, соответствующей величине избыточного лордоза поясничного отдела позвоночника⁴.

Рациональная технология удлинения плеча

Сохранение функции верхней конечности в ходе ее удлинения являлось приоритетной задачей в силу важности данного сегмента опорно-двигательной системы в жизнедеятельности человека. В этом аспекте профилактика контрактуры локтевого сустава считается одной из актуальных задач.

Для профилактики и разработки контрактур локтевого сустава при удлинении плеча по Илизарову нами предложено в ходе ЛФК ряд методик для активно-пассивной разработки сгибательно-разгибательной контрактуры локтевого сустава, которые реализовали посредством приспособления, включающего эластическую тягу (рис. 14)⁵.

⁴ Заявка на выдачу патента РФ № 2003132217 034514 от 03.11.2003 «Способ увеличения роста у больных с ахондроплазией». Климов О.В., Новиков К.И., Аранович А.М., Зыков А.Г., Шукин А.А.

⁵ Свидетельство на полезную модель № 2004131712 034642 от 01.11.04 г. Патент на полезную модель № 42937 от 27.12.04 г. Бюл. № 10. «Устройство для увеличения амплитуды активно-пассивных движений в локтевом суставе при остеосинтезе плеча». Новиков К.И., Климов О.В., Аранович А.М., Диндиберя Е.В.

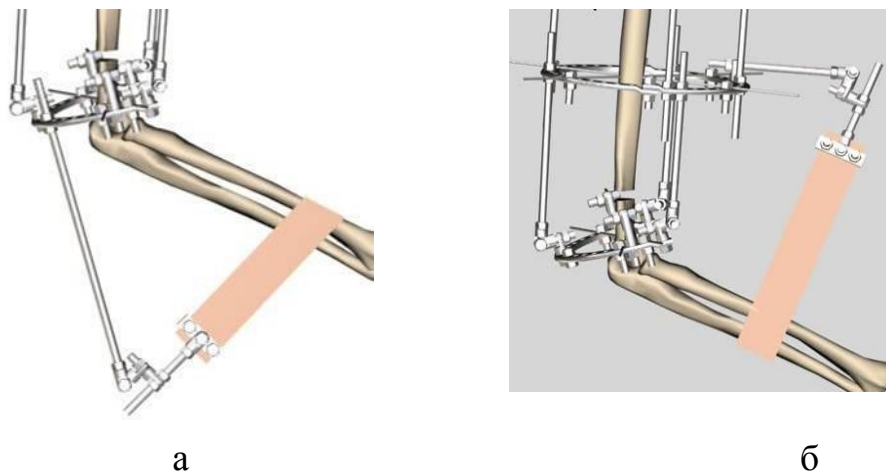


Рис. 14. Компоновка устройства для активно – пассивной разработки контрактуры локтевого сустава при удлинении плечевой кости по Илизарову (а – вариант приспособления для разработки сгибательной контрактуры, б - вариант приспособления для разработки разгибательной контрактуры)

Также предложен ряд модифицированных методик и приспособлений, содержащих шарнирный узел, что повышает функциональность и эффективность метода⁶.

В целом, предложенные методы и устройства повышали эффективность занятий лечебной физкультурой, увеличивая амплитуду активно-пассивных движений в локтевом суставе, и, как следствие, улучшая самообслуживание и функциональные возможности верхней конечности, сокращали общий срок лечения и реабилитации.

Сокращение сроков стационарного периода лечения

Оптимизация лечебного процесса включало в себя не только рациональный остеосинтез, но и сокращение сроков стационарного лечения. Для этого разработан автоматический дистрактор, для удлинения длинных трубчатых костей, который представляет собой автономный аппаратно-программный комплекс, состоящий из программируемого блока управления шестью автодистракторами и программатора (рис. 15). Данное устройство позволяет производить удлинение длинных трубчатых костей по заданному алгоритму в автоматическом режиме с минимальным участием человека⁷.

⁶ Рац. предложение РНЦ “ВТО” № 61/01 «Приспособление для разработки разгибательной контрактуры локтевого сустава при дистракционном билокальном остеосинтезе плеча»/ О.В. Климов, К.И. Новиков, А.А. Щукин.

⁷ Положительное решение о выдаче патента на полезную модель «Устройство для остеосинтеза с автоматической системой управления». Заявка № 2013145323 (070072). Приоритет полезной модели 09.10.2013. Опубликовано 20.03.2014. Климов О.В., Кожухин П.В.



Рис. 15. Аппаратно-программный комплекс для автоматического управления аппаратом Илизарова

Более простым вариантом управления аппаратом являлось применение разработанного механического дистракционного устройства. Данное устройство представляло собой механический дистракционный узел, который позволяет вручную, дозированно, по 30° вращать дистракционную гайку по резьбовому стержню, блокируя ее от случайного поворота (рис. 16)⁸.



Рис. 16. Механический дистрактор к аппарату Илизарова

Таким образом, имея на руках алгоритм подкручивания дистракторов, пациент или ответственное лицо самостоятельно проводило манипуляции с аппаратом, гарантированно получая при этом необходимый результат.

Применение предложенных нами устройств позволяли пациенту находиться в домашних условиях, получая при этом необходимые рекомендации дистанционно, которые корректировались по результатам контрольных рентгенологических снимков. Все необходимые процедуры – перевязки, лечение пациент мог получить у травматолога – ортопеда общего профиля по месту жи-

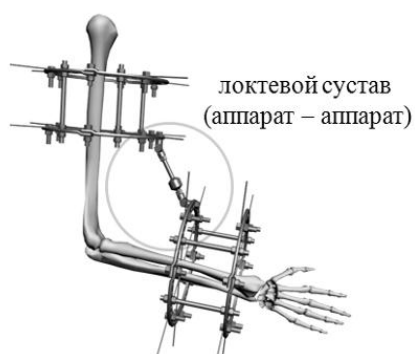
⁸ Патент на полезную модель № 119995 «Дистрактор к чрескостному аппарату». Заявка № 2011154210. Приоритет полезной модели 28.12.2011. Зарегистрировано 10.09.2012. Климов О.В., Волосников А.П.

тельства.

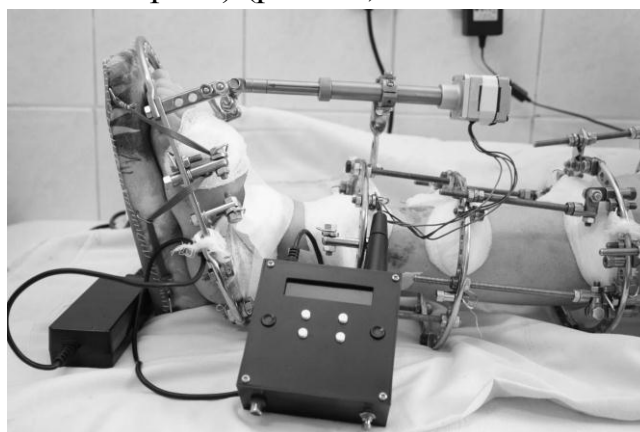
Для тех случаев, когда в ходе удлинения происходило исправление значительных деформаций, и кольца устанавливались с учетом деформации сегмента, нами предложены шарнир и дистракционная телескопическая штанга с шарнирным узлом, роль которого выполняет шаровая головка и сферическая гайка⁹.

Роботизированный аппаратно-программный комплекс для активной профилактики и разработки контрактур крупных суставов

Применение методик чрескостного остеосинтеза с использованием аппаратов наружной фиксации (аппарат Илизарова) требует ежедневных, изнурительных и продолжительных занятий лечебной физкультурой для профилактики или лечения контрактур крупных суставов (локтевой, коленный и голеностопный). Разработанное нами устройство позволяло автоматизировать данный процесс и представляло собой аппаратно-программный комплекс, который состоит из системы управления (блок управления + блок его программирования) и исполнительного механизма (линейный актуатор + механический интерфейс для его крепления к деталям аппарата Илизарова) (рис. 17)¹⁰.



а



б

Рис. 17. Устройство для разработки контрактур локтевого сустава: а) аппарат – аппарат, б) клинический пример применения данного устройства для разработки контрактуры голеностопного сустава

Представленная технология с используемыми техническими приемами являлась комплексным решением задачи стимуляции процессов репаративного остеогенеза, снижения времени стационарного лечения и осложнений при

⁹ Патент на полезную модель № 133225 «Шарнир к аппарату для остеосинтеза». Заявка № 2013114025. Приоритет полезной модели 28.03.2013. Зарегистрировано 10.10.2013. Климов О.В., Волосников А.П.

Патент на полезную модель № 132715 «Штанга телескопическая дистракционная» Заявка № 2013114026. Приоритет полезной модели 28.03.2013. Зарегистрировано 27.09.2013. Климов О.В., Волосников А.П.

¹⁰ Патент на полезную модель № 138420 «Устройство для разработки контрактур локтевого сустава». Заявка № 2013145322/14. Приоритет полезной модели 09.10.2013. Опубликовано 20.03.2014. Климов О.В., Кожухин П.В., Волосников А.П.

удлинении длинных трубчатых костей методом управляемого чрескостного остеосинтеза.

Математические методы расчета актуальных биомеханических параметров коррекции сегментов нижних конечностей и контроля достигнутого результата в условиях остеосинтеза

Важнейшей задачей в ходе реконструкции ОДС считали формирование правильной оси конечности. По результатам рентгенометрии таза и нижних конечностей 25 пациентов с ахондроплазией стоя в прямой проекции (фронтальная плоскость) значимым был только один показатель - это угол между биомеханической осью бедренной кости и биомеханической осью голени (феморо-тибиальный угол - «ФТУ»). Именно он определял расстояние между коленными и голеностопными суставами. Значение его зависело от двух параметров: расстояние между центрами головок бедренных костей и длины бедренной кости.

Предложенные методики расчета, таблицы и графики зависимости ФТУ (феморо-тибиального угла) от ширины таза и высоты бедренной кости демонстрировали прямую зависимость величины ФТУ от ширины таза и обратную зависимость от длины бедра и позволяли получить необходимые параметры коррекции (Рис. 18).

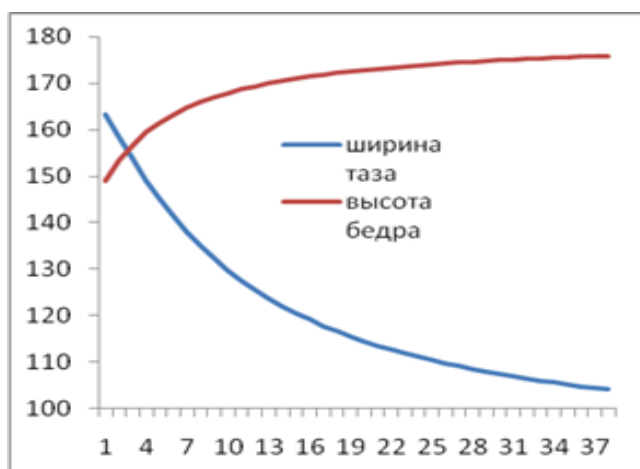


Рис. 18. Графики зависимости ФТУ от ширины таза при неизменной высоте бедренной кости и зависимости ФТУ от высоты бедренной кости при неизменной ширине таза

В рамках концепции рациональной реконструкции ОДС разработали методику вычисления ФТУ по антропометрическим измерениям, в которой данная задача сведена к решению тригонометрических уравнений для прямоугольных треугольников (Рис. 19).

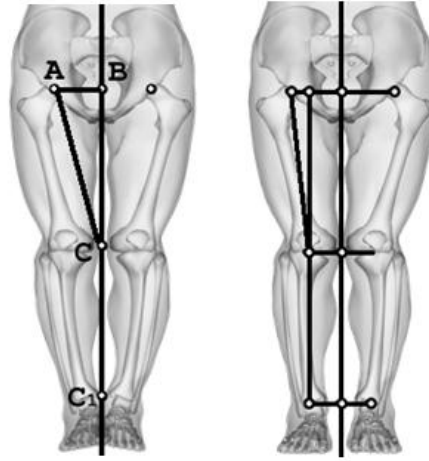


Рис. 19. Анатомические ориентиры и графическая схема получения антропометрических значений для проведения расчетов

На рисунке 19 – угол между осью бедра и осью голени (ФТУ) это угол ACC_1 . На схеме видно, что величина этого угла зависит от величины отрезка $[AB]$ – половина расстояния между центрами головок бедренных костей и отрезка $[AC]$ – длина бедренной кости, измеренная от центра головки до щели коленного сустава. Исходя из построенной схемы, нам необходимо найти угол ACB в прямоугольном треугольнике ABC . В данном треугольнике нам известно, что угол ABC – прямой, а стороны $[AB]$, $[AC]$ и $[CB]$ можно легко измерить по анатомическим ориентирам либо по цифровым рентгеновским снимкам. Если путем антропометрических измерений какие-то стороны треугольника затруднительно получить, то любую из них мы можем найти, зная две другие, по теореме Пифагора, которая в нашем случае будет выглядеть $[AC]^2 = [AB]^2 + [BC]^2$ или, например, для стороны $[BC] = \sqrt{[AC]^2 - [AB]^2}$. Зная стороны прямоугольного треугольника, мы находим его углы, проведя следующие расчеты $\angle ACB = \arccos \frac{[BC]^2 + [AC]^2 - [AB]^2}{2[BC] * [AC]}$, далее очевидно, что $\angle ACC_1 = 180 - \angle ACB$.

Интегральная клинико-анатомо-функциональная оценка ОДС пациентов с системным заболеванием скелета

Функциональные нарушения конечности складывались из нарушения функции каждого сегмента конечности входящего в состав данной биомеханической цепи. При этом степень влияния отдельного сустава на совокупную оценку функционального состояния суставной системы завилла от степени нарушения его функции и от уровня его приоритета в данной кинематической системе. Таким образом, учитывая системное поражение скелета, влияющее на функциональные возможности конечностей, становится очевидной актуальность разработки интегральной системы оценки клинико-функциональной возможности ОДС у больных данной категории.

Для определения интегрального показателя анатомо-функционального состояния опорно-двигательного аппарата пациентов с ахондроплазией пред-

ложен модифицированный способ расчета. Аналитически это определение можно записать в виде формулы (1) измерения нормированного показателя здоровья косвенным способом, через измеренные показатели:

$$K = \left[\prod_{i=1}^N K_i \right]^{1/N}$$

где K - нормированный показатель (значения K изменяются от 0 до 1);
 K_i - нормированный i-ный показатель (значения K_i изменяются от 0 до 1);
 Π - знак произведения N показателей K_i ;
N - количество измеренных показателей.

Суть данного способа заключалась в вычислении нормированного показателя в виде процента величины измеряемого показателя от его нормы. Для суставов показателем нормы является амплитуда движения, а для костей - длина сегмента. Таким образом, для пользования данным способом оценки ФНСС достаточно знать только результат измерений, а также анатомическую и функциональную норму.

Так, согласно предложенной системе вычисления для 50-го перцентиля КАН (коэффициент анатомической недостаточности) роста пациента с ахондроплазией составляет 0,74, а верхней и нижней конечности соответственно 0,72 и 0,45. Совокупная анатомо-функциональная оценка ОДС больных с ахондроплазией в сравнении с 50 - м перцентилем для мужчин и женщин представлена в таблице № 5. В математическом смысле интегральная антропо-функциональная оценка верхней конечности представляет собой среднегеометрическое значение коэффициента ФНСС (функциональная недостаточность суставной системы) и КАН к норме.

Таблица № 5

Совокупная анатомо-функциональная оценка ОДС пациентов с ахондроплазией в сравнении с нормальными показателями людей 50 - го перцентиля

Интегральный параметр	ФНСС	КАН, М	КАН, Ж
Верхняя конечность	0,73	0,72	0,72
ФНСС-КАН верхней конечности		0,73	0,73
Нижняя конечность	0,84	0,45	0,51
ФНСС-КАН нижней конечности		0,61	0,65

Эстетический аспект оценки ОДС больных с ахондроплазией

Одним из главных дефектов своей фигуры пациенты считают низкий рост и явную диспропорцию между длиной тела и конечностями, и значительная часть пациентов придает этому аспекту лечения весьма значительную роль. С клинической точки зрения также важна оценка симметричности антропометрических показателей, отсутствие деформаций и межсегментарной диспропорции свободных конечностей.

В антропометрической практике для оценки данных параметров используют коэффициент пропорциональности (КП), который выражается в процентах и определяется по формуле: $КП = ((L1 - L2) : L2) \times 100$ Где: $L1$ – длина тела в положении стоя; $L2$ - длина тела в положении сидя.

Нормальным считается, если КП = 87-92%. Фактически данная формула вычисляет процент длины нижних конечностей от длины туловища. Коэффициент пропорциональности между ростом стоя и сидя у мужчин и женщин, больных ахондроплазией, составляет 49,4 и 53,8 соответственно. Для достижения антропометрических параметров женщин 5-го перцентиля достаточно удлинение нижних конечностей мужчинам и женщинам на 23 и 26,3 см соответственно.

Для восстановления пропорциональности между конечностями и туловищем необходимо удлинение плеча на 15 см, что, однако, повлечет за собой увеличение межсегментарной диспропорциональности. Стоит отметить, что длина туловища у больных ахондроплазией практически абсолютно совпадает с данным показателем здоровых людей 5-го перцентиля соответствующего пола.

*Миотопографические аспекты удлинения длинных трубчатых костей
методом дистракционного остеосинтеза*

В зависимости от анатомических особенностей строения мышцы (количество точек крепления мышцы на кости, область и площадь крепления мышцы на кости, сколько суставов обслуживает данная мышца), а также параметров удлинения кости (уровень остеотомии, количество остеотомий), характер влияния удлинения кости на мышцы данного сегмента может быть следующим: не влияет, растягивает, разделяет, перемещает точки крепления или возможна комбинация перечисленных видов влияния.

Для приведения всех необходимых данных в единую систему были разработаны и предложены миотопографические карты удлиняемых при ахондроплазии сегментов конечности, классификация мышц в зависимости от характера их участия при удлинении конечности, в рамках данной классификации разработана кодировка мышц. По данному признаку все мышцы удлиняемого сегмента делятся на три большие группы.

К первой группе относятся мышцы, которые не травмируются, но всегда удлиняются на всю величину удлинения сегмента, независимо от количества и уровня остеотомий. К таковым мышцам относятся исключительно двусуставные мышцы, принадлежащие удлиняемому сегменту. Вторую группу, согласно классификации, составили мышцы, которые не травмируются и не удлиняются при удлинении кости на любом уровне. Как правило, к данной группе относятся мышцы, принадлежащие к проксимальному или дистальному отделу конечности по отношению к удлиняемому сегменту. Третью группу составили мышцы, которые травмируются и удлиняются в зависимости от уровня остеотомии. Эти мышцы, как правило, принадлежат удлиняемому сегменту. Однако некоторые мышцы составляют исключение.

Повторное удлинение голени как этап реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией

Исходя из эргономических стандартов социальной среды обитания, комфортные условия труда, быта и отдыха рассчитаны, исходя из минимальных размеров лиц женского пола 5-го перцентиля, что представляет собой пропорционально сложенного человека ростом не менее 150 см. Однако такие показатели в большинстве случаев достижимы только в результате двукратного удлинения голени. Для изучения возможности повторного удлинения голени были изучены особенности его репаративного остеогенеза и состояния мягкотканного аппарата голени.

Рентгенологическая динамика репаративного остеогенеза при повторном удлинении голени

Анализ динамики оптической плотности кости и регенерата у 25 пациентов (50 голени) показывал, что на протяжении всего периода удлинения плотность материнской кости падет вплоть до начала фиксации, а плотность регенерата в течение данного периода растет. На момент снятия аппарата оптическая плотность дистракционного регенерата оказался несколько выше аналогичного показателя для материнской кости. Данная картина была обусловлена как явлениями остеопороза материнской кости, так и отсутствием в регенерате костномозгового канала (Рис. 20).

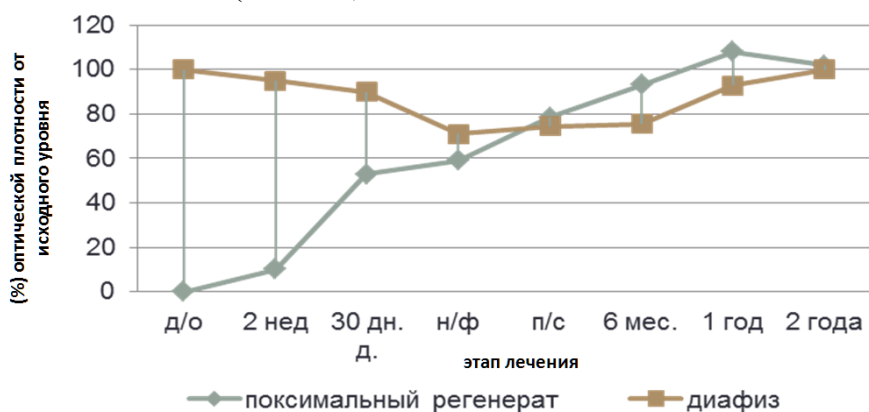


Рис. 20. Динамика оптической плотности проксимального регенерата и диафиза на рентгенограммах голени при повторном ее удлинении

После снятия аппарата картина резко менялась, и плотность регенерата начинала резко расти практически параллельно с данным показателем для материнской кости. В дальнейшем по мере формирования во вновь образованной кости костномозгового канала оптическая плотность ее падала. После завершения перестроечных процессов оптическая плотность кости выравнивалась по всей ее длине. В целом динамика данного процесса не отличается от таковой при первом удлинении.

Реакция мягкотканых структур голени при повторном ее удлинении

О совокупном состоянии мягких тканей удлиняемого сегмента конечности косвенно можно судить по изменению его объема. По разработанной методике получены антропометрические данные о линейных размерах и окружности мягких тканей голени у 74 пациентов с ахондроплазией в возрасте от 9 до 20 лет, которым произведено первичное удлинение голени. Другую группу исследования составили 25 пациентов детского и подросткового возраста с ахондроплазией и гипохондроплазией, которым произведено двукратное удлинение голени. Повторное удлинение проводилось в сроки от 1 года и больше после первого удлинения, среднее значение данного показателя составило $1,8 \pm 0,7$. Естественный прирост голени за данный период у детей составил $1,5 \pm 0,4$ см и $1,1 \pm 0,7$ см у подростков. При повторном удлинении голени средняя величина удлинения данного сегмента для детей составила $6,5 \pm 1,2$ см или $22,1 \pm 3,8$ % к удлиненной голени. Для подростков значения данного показателя составили соответственно $7,1 \pm 1,8$ см или $22,9 \pm 4,1$ %. По совокупности достигнутого в ходе двукратного последовательного удлинения голени величина удлинения к исходному значению составила 217% или $19,2 \pm 2,1$ см у детей и 205% или $19,9 \pm 2,8$ см у подростков.

Полученные результаты однозначно показали, что в ходе как первого, так и повторного удлинения голени происходит не только механическое растяжение мягких тканей, но и активный их рост, что проявлялось в сохранении относительного объема мягких тканей (рис. 21).

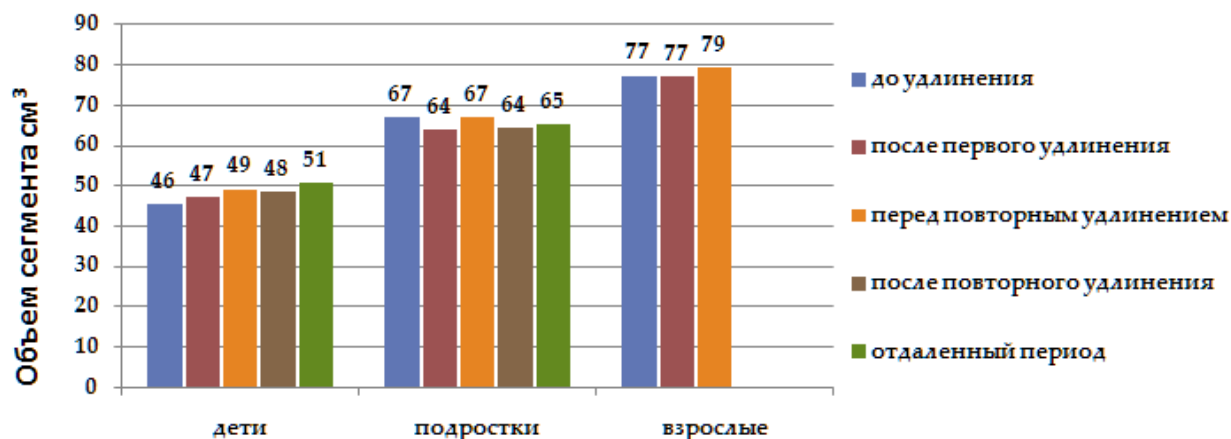


Рис. 21. Гистограмма изменения относительного объема голени до и после удлинения у больных в различных возрастных группах

С началом оперативного лечения, при средней величине удлинения 65,5% к исходной длине голени, абсолютный объем ее у детей увеличился с $672,9 \pm 88,3$ см³ до $1320,7 \pm 119,5$ см³ или на 97,3%. Отношение относительного объема голени к ее длине составило $47,1 \pm 3,1$ см³ на один сантиметр продольно-

го размера сегмента, что в процентном выражении достигало 103,9% от первоначального уровня (рис. 21, 22).

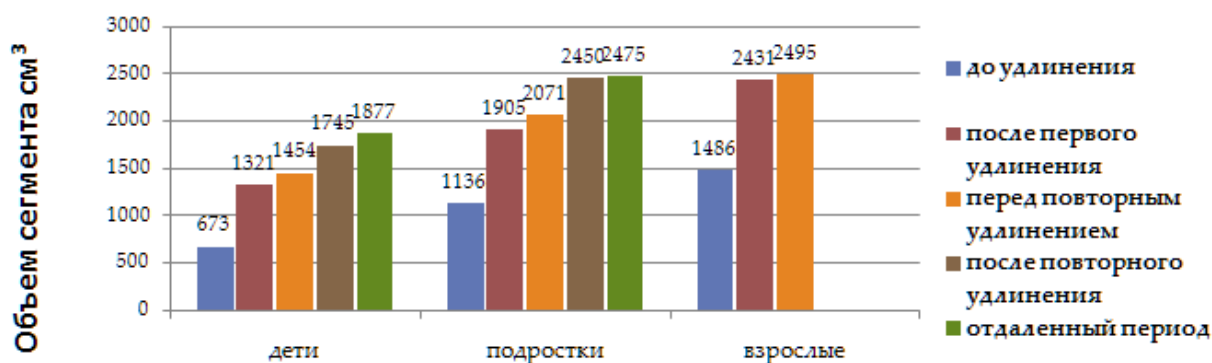


Рис. 22. Гистограмма изменения абсолютного объема голени до и после удлинения у больных ахондроплазией в различных возрастных группах

В исследуемой группе пациентов подросткового возраста, при средней величине удлинения на 51,8 %, объем голени увеличился на 68,3%, а отношение объема голени к ее длине составило 95,3% от исходных показателей. У взрослых пациентов объем голени увеличился с $1485,9 \pm 70,2 \text{ см}^3$ до $2430,6 \pm 86,5 \text{ см}^3$ (63,8%), относительный объем составил $77,3 \pm 5,3 \text{ см}^3$ на один см удлинённого сегмента или 99,8% от первоначального уровня (рис. 21, 22). Данное явление, на наш взгляд, связано с процессами адаптации мягких тканей к новым условиям биомеханики в ходе постоянной нагрузки опорных конечностей. Такая тенденция наблюдается и после повторного удлинения, однако в меньшей степени, что связано с замедлением процессов естественного роста и уменьшением адаптационных возможностей мягких тканей удлинённого сегмента.

Сонографическое исследование мышц при повторном удлинении голени

Проведенное УЗ исследование мышц впервые удлиняемой голени (50 сегментов) показало, что по мере distraction происходило истончение *m. tibialis anterior*, *m. ext. digitorum longus*. При удлинении голени на 8-10 см отмечалось повышение ПЭХ на $44 \pm 8\%$. По сравнению с исходным уровнем, визуализируемые пучки мышечных волокон не имели четкой направленности и располагались параллельно оси натяжения, однако дифференцировка мышечных слоев была сохранена (рис. 23). Данные эхопризнаки свидетельствовали о значительном снижении резервных возможностей передней группы мышц голени для проведения дальнейшего удлинения.

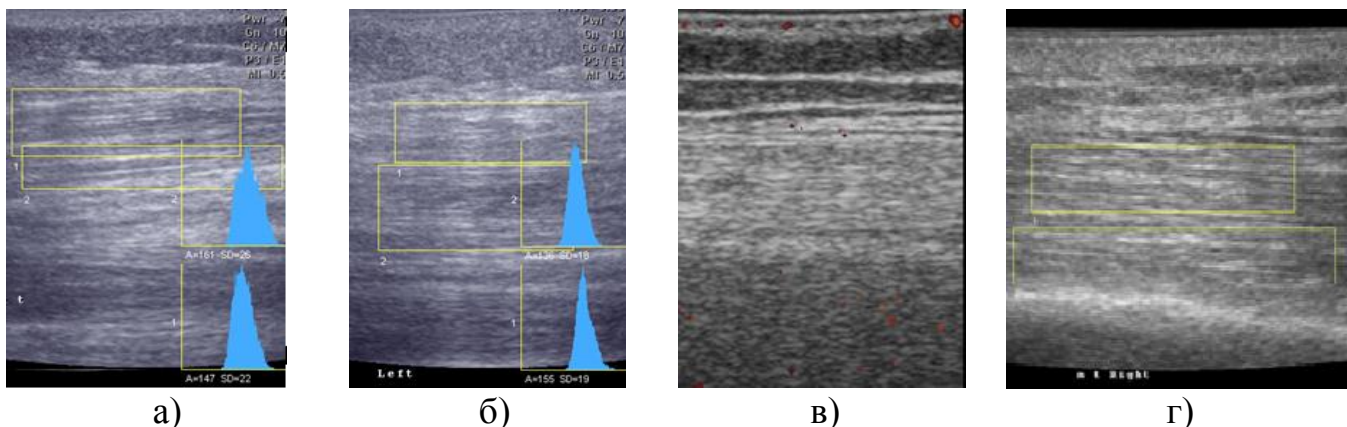


Рис. 23. Сонограммы передней группы мышц голени больной Б., 13 лет:

а) - период distraction 65 дней, величина удлинения 6 см., б) - период distraction 87 дней, величина удлинения 8 см., в) - период distraction 110 дней, величина удлинения 12 см., г) после удлинения голени 1 год, (величина удлинения 12 см.

Дальнейшее удлинение голени на большие величины (12-14 см) приводило к нарушению дифференцировки мышечных слоев, дезорганизации структуры мышечных волокон. Отсутствие визуализации пучков мышечных волокон, межмышечной перегородки свидетельствовало о полном использовании резерва мышц при удлинении сегмента конечности - мышца приобретала гетерогенный вид, показатель эхоплотности превышал исходный уровень на $50 \pm 10\%$.

После снятия аппарата, структура мышц приобретала характерную исчерченность, и через год показатель эхоплотности мышц был повышен на $22 \pm 8\%$ по сравнению с исходным уровнем.

При повторном удлинении УЗИ - признаки морфоструктурных изменений протекали по типичному сценарию. Отличительной особенностью УЗИ - признаков структурной перестройки мышц при повторном удлинении голени явились более быстрые темпы исчерпания резервных возможностей в период остеосинтеза и более медленные темпы восстановительных процессов в период реабилитации.

Биоэлектрическая активность мышц перед повторным удлинением голени

Для изучения данного вопроса мы проводили ЭМГ четырёх мышц нижних конечностей: m. tibialis anterior, m. gastrocnemius lateralis, m. rectus femoris, m. biceps femoris справа и слева и получали значения при их максимальном произвольном напряжении (12 сегментов). Рассчитывалась частота встречаемости отдельных ЭМГ- паттернов по формуле:

$$V_i = \frac{n_i * 100\%}{N}$$

где n_i – число наблюдений i-ого паттерна активности, N – общее количество наблюдений в рассматриваемой группе на соответствующем этапе исследования

Сравнение графических ЭМГ - профилей распределения паттернов биоэлектрической активности больных, ранее подвергавшихся воздействию distractionного остеосинтеза, с данными, полученными перед первым этапом ле-

чения (рис. 24), показало, что ЭМГ - профили мышц перед первым и последующими этапами лечения близки по конфигурации, особенно в области высокоамплитудной ЭМГ, т.е. двигательная система в основном успела восстановить своё функциональное состояние за период между предыдущим снятием аппарата и последующей операцией.

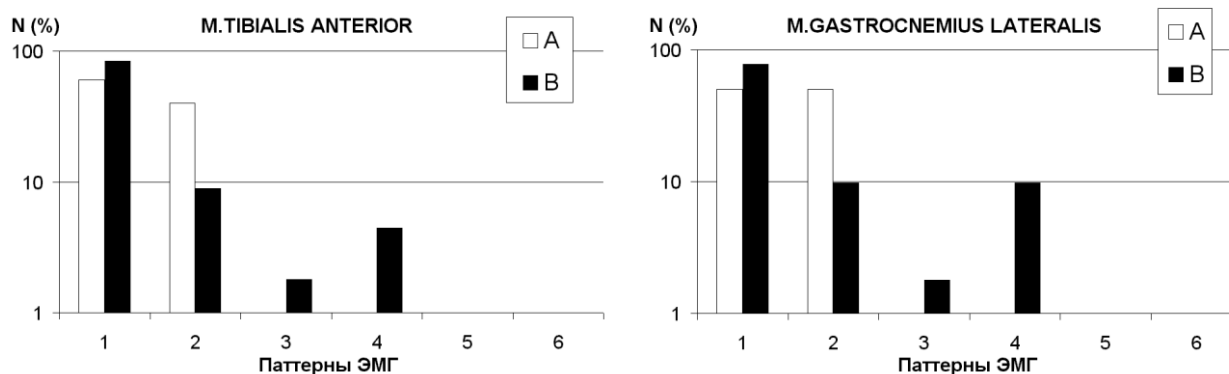


Рис. 24. Сравнение ЭМГ - профилей мышц нижних конечностей больных ахондроплазией перед первым (А) и последующими этапами (В) лечения методом дистракционного остеосинтеза. Ось абсцисс – ЭМГ - паттерны: 1 – основной тип, 2 – интерференционная высокоамплитудная ЭМГ с крайними значениями частоты, 3 – интерференционная низкоамплитудная ЭМГ, 4 – редуцированная ЭМГ, 5 - атипичная ЭМГ, 6 - сверхнизкая биоэлектрическая активность. Ось ординат имеет логарифмическую шкалу

После окончания удлинения происходит быстрое восстановление (в течение двух-трех месяцев) нормального паттерна интерференционной насыщенной ЭМГ, свидетельствующее о функционировании системы произвольного управления мышцами в режиме, характерном для здоровых людей. Совпадение графических ЭМГ - профилей активности мышц перед первым и последующими этапами удлинения конечностей позволяет предположить восстановление адаптивных резервов сенсомоторной системы больных ахондроплазией в реабилитационном периоде.

Таким образом, сочетание контроля объемных характеристик голени и морфоструктурного состояния мышц по данным УЗИ и ЭМГ может служить для оценки потенциальной возможности их удлинения

Характеристика осложнений при повторном удлинении голени у больных ахондроплазией

Структура осложнений при повторном удлинении голени не изменилась (таблица 6). Однако обращает на себя внимание, что при повторном удлинении голени увеличилось количество целого ряда наиболее частых осложнений. Такая ситуация, на наш взгляд, обусловлена такими факторами как увеличение возраста пациентов и обусловленное этим частичное истощение адаптивно-компенсаторных резервов сегмента конечности в ходе его первого удлинения.

Таблица 6

Сравнительная таблица осложнений при первом и повторном удлинении голени у больных ахондроплазией

ОСЛОЖНЕНИЕ	первое удлинение		второе удлинение	
	кол - во	%	кол - во	%
Неврологические расстройства	5	10	7	14
Контрактура голеностопного сустава	3	6	5	10
Воспаление мягких тканей	6	12	5	10
Незавершенная кортикотомия (остеотомия)	3	6	5	10
Замедленная регенерация кости	3	6	5	10
Деформ - я регенерата после снятия аппарата	5	10	4	8
Контрактура коленного сустава	3	6	4	8
Деформация стопы	1	2	2	4
Перелом регенерата после снятия аппарата	1	2	2	4

Однако, что во всех случаях увеличения или уменьшения количества осложнений в ходе первого или второго удлинения в исследуемой группе больных было статистически не достоверно.

Выводы

1. Совокупность разработанных рациональных методик остеосинтеза, способов distraction и устройств для профилактики контрактур крупных суставов позволяет сократить период стационарного лечения и реабилитационный период, что повышает экономическую эффективность лечебного процесса.
2. Анатомическое строение черепа и кистей рук у пациентов с ахондроплазией имеет свои статистически достоверные особенности, что позволяет более четко дифференцировать данное заболевание от других схожих форм системных дисплазий скелета, при которых также проводится реконструкция ОДС.
3. В ходе удлинения сегмента конечности отдельные мышцы испытывают напряжение растяжения в различной степени. Адекватным методом контроля состояния мягких тканей является динамика объемных характеристики удлиняемого сегмента, УЗИ мышц и ЭМГ.
4. У пациентов с ахондроплазией нарушены темпы естественного роста ДТК, дифференцировки костной ткани скелета. В ходе полового созревания существуют четыре возрастных периода, когда рост ДТК сопровождается скачками и сменой градиента роста сегментов конечности, что необходимо учитывать при планировании оперативного вмешательства. Удлинение сегментов верхних и нижних конечностей необходимо проводить до эргономически обоснованной величины, которая соответствует антропометрическим пропорциям здоровых женщин 5-го перцентиля.

5. Величина оптимальных угловых величин оси нижней конечности зависит от индивидуальных антропометрических показателей длины сегмента, ширины таза и должна рассчитываться с учетом естественного роста пациента, а также предполагаемой величины удлинения каждого из сегментов.
6. Повторное удлинение голени не отличается особенностями течения репаративного остеогенеза или особой структурой осложнений. Оно сопровождается увеличением ее абсолютного объема и сохранением относительного. Повторное удлинение голени возможно в случае отсутствия признаков дистрофических процессов по данным УЗИ, ЭМГ и сохранения относительного объема удлиняемого сегмента.
7. Предложенная концепция рациональной оперативной реконструкции ОДС пациентов с ахондроплазией позволяет учитывать в ходе лечения особенности естественного роста ДТК в различные возрастные периоды и изменение антропометрических показателей сегментов конечностей в ходе их удлинения и естественного роста пациента.
8. Интегральная система позволяет объективно оценить клинико-функциональный статус пациента и выразить его в количественных показателях. Интегральная величина функциональной недостаточности суставной системы для верхней и нижней конечности составляют соответственно 0,73 и 0,84 балла. По отношению к 50 му перцентилю здорового человека коэффициент анатомической недостаточности роста пациента с ахондроплазией составляет 0,74 балла, а верхней и нижней конечности соответственно 0,72 и 0,45 баллов. Для достижения антропометрических параметров женщин 5 го – перцентиля необходимо удлинение нижних конечностей мужчинам и женщинам на 23 и 26,3см. соответственно.
9. Применение адаптаций и инструментов МКФ для больных с ахондроплазией позволяет адекватно оценить реабилитационный потенциал пациента, определить вектор и объем необходимых лечебных мероприятий, а также оценить результат лечения по международным стандартам.

Практические рекомендации

1. Планирование оперативного лечения необходимо проводить после полной дифференциальной диагностики со схожими формами системных дисплазий скелета, при которых пациенты также подвергаются реконструкции ОДС.
2. Планирование оперативного вмешательства по удлинению сегмента конечности необходимо проводить с учетом миотопографических аспектов данного сегмента. Разработанные для этой цели миотопографические карты и

классификация позволяют создать полное представление о характере участия любой мышцы при данном варианте остеосинтеза.

3. В ходе удлинения необходимо вести мониторинг состояния тех мышц, которые, согласно миотопографическим данным, при данном варианте остеосинтеза подвергаются наибольшему удлинению.

4. Планирование лечения необходимо осуществлять с учетом интегральной системы оценки ОДС пациент до лечения и после него.

5. В ходе проведения оперативной реконструкции ОДС необходимо ориентироваться на антропометрические характеристики здоровых людей женского пола 5-го перцентиля.

6. Отдельные этапы удлинения конечностей необходимо планировать с учетом особенностей роста сегментов конечностей в данном возрастном интервале.

7. Коррекция ФТУ осуществляется в возрастном интервале 13-14 лет с учетом естественного роста и величины предполагаемого удлинения сегментов конечностей.

8. На этапе distractionного остеосинтеза необходимо осуществлять контроль величины ФТУ по предложенной для этого методике.

9. Для достижения эргономически обусловленных антропометрических параметров возможно повторное удлинение голени.

10. Повторное удлинение голени возможно с соблюдением разработанных показаний, противопоказаний, а также методов контроля состояния мягкотканного аппарата конечности.

Печатные работы по теме диссертационного исследования

Статьи, опубликованные в журналах, рекомендованных ВАК

1. Ошибки и осложнения при удлинении голени у больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О.В. Климов, К.И. Новиков, Е.В. Диндиберя //Травматология и ортопедия России. - 2005 . - N 1. - С. 36-37.
2. Моделирование формы нижних конечностей у пациентов с варусной деформацией голени / О. В. Климов, К. И. Новиков, А. М. Аранович // Гений ортопедии. - 2008. - № 2. - С. 50-53.
3. Косметическая ортопедия : удлинение и коррекция конечностей/ В. И. Шевцов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, О. В. Климов //Гений ортопедии. - 2008. - № 4. - С. 69-73.
4. МРТ-семиотика distractionного регенерата / К. А. Дьячков, М. А. Коробельников, Г. В. Дьячкова, А. М. Аранович, О. В. Климов // Мед. визуализация. - 2011. - № 5. - С. 99-103.
5. Реабилитация пациентов с низким ростом / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков // Гений ортопедии. - 2011. - № 2. - С. 20-25.

6. Расчет и контроль биомеханической оси нижней конечности во фронтальной плоскости при ее коррекции по Илизарову / О.В. Климов // Российский журнал биомеханики. - 2014. Т. 18, № 2. - С. 239-247.
7. Клиническая дифференциальная диагностика некоторых системных дисплазий скелета / А.М. Аранович, Г.В. Дьячкова, О.В. Климов, К.А. Дьячков // Гений ортопедии. - 2014. - № 4. - С. 63-66.
8. Динамика ремоделирования кости у больных ахондроплазией после удлинения нижних конечностей по данным МСКТ / К. А. Дьячков, Г. В. Дьячкова, А. М. Аранович, О. В. Климов // Гений ортопедии. - 2014. - № 4. - С. 67-71.
9. Энцефалометрические особенности строения черепа у больных с ахондроплазией и статистические методы экспертной постановки диагноза / Климов О.В., Гайдышев И.П. // Гений ортопедии. - 2014. - № 1. - С. 67-71.
10. Эргономические аспекты планирования реконструкции опорно-двигательного аппарата пациентов с ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, А. С. Неретин // Гений ортопедии. - 2014. - № 4. - С. 72 - 75.
11. Аранович А.М., Дьячкова Г.В., Климов О.В., Дьячков К.А., Неретин А.С. / Методики цифрового анализа рентгенологического изображения дистракционного регенерата при удлинении голени у больных ахондроплазией // Фундаментальные исследования. - 2015. - № 1-6. - С. 1115-1119.
12. Новые возможности изучения дистракционного регенерата по данным рентгенографии / Г.В. Дьячкова, О.В. Климов, А.М. Аранович, К.А. Дьячков // Гений ортопедии. - 2015. - № 3. - С. 60 - 66.

Общий список опубликованных научных работ по теме диссертации

1. Профилактика и коррекция контрактур локтевого сустава в процессе удлинения плеча у больных ахондроплазией / О.В. Климов, А.М. Аранович, Е.В. Диндиберя // Гений Ортопедии. – 2004. - № 1. - С. 36 -38
2. Расчет угла между анатомическими осями бедренной и большеберцовой костей при создании индивидуальной оси нижней конечности по рентгенологическим данным / О.В. Климов, А.В. Попков, Э.А. Гореванов, Е.В. Диндиберя, К.И. Новиков // Гений Ортопедии. – 2004. - № 1. - С. 59 – 62
3. Объемные характеристики голени после удлинения у больных ахондроплазией / Аранович А.М., Диндиберя Е.В., Гореванов Э.А., Климов О.В. // Гений ортопедии. 2005. № 2. – С. 32 -34
4. Рентгеноанатомическое строение стопы у больных с ахондроплазией после билочального удлинения голени / О.В. Климов, А.М. Аранович, Е.В. Диндиберя // Гений Ортопедии. – 2005. - № 1. - С. 43 – 46
5. Усовершенствованная методика билочального дистракционного остеосинтеза бедра у пациентов с ахондроплазией / О.В. Климов, А.М. Аранович, К.И. Новиков, Е.В. Диндиберя / Гений Ортопедии. - 2005. - № 1. –

6. Анатомо-функциональное состояние верхней конечности у больных ахондроплазией в отдаленные после удлинения плеча сроки / А. м. Аранович, О. В. Климов, Е. В. Диндиберя // Гений ортопедии. - 2006. - № 1. - С. 31-33
7. Возрастные рентгенологические особенности костей кисти у больных ахондроплазией / Г. В. Дьячкова [и др.] // Гений ортопедии. - 2006. - № 3. - С. 36-38
8. Функциональное состояние соматосенсорного анализатора у больных ахондроплазией после удлинения верхних и нижних конечностей / М. С. Сайфутдинов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, О. В. Климов // Гений ортопедии. - 2006. - № 3. - С. 39-44
9. Ортопедическое лечение больных с ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков, А. А. Щукин // IV съезд травматологов и ортопедов республики Армения : материалы съезда. - Ереван, 2006. - С. 79-80.
10. Особенности удлинения нижних конечностей у детей при ахондроплазии / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков, А. А. Щукин, К. А. Дьячков // Человек и его здоровье : материалы XI Рос. нац. конгресса. - СПб., 2006. - С. 65.
11. Компактизация дистракционного регенерата при удлинении длинных трубчатых костей методом дистракционного остеосинтеза / К. И. Новиков, О. В. Климов // Гений ортопедии. - 2007. - № 3. - С. 19-21.
12. Результат анатомо-функциональной реабилитации больного ахондроплазией / К. И. Новиков, А. М. Аранович, О. В. Климов // Гений ортопедии. - 2007. - № 2. - С. 99-100.
13. Рентгенологические особенности формирования дистракционного регенерата при монолокальном и биллокальном варианте удлинения бедра у больных ахондроплазией / К. И. Новиков, О. В. Климов, О. С. Новикова // Гений ортопедии. - 2007. - № 4. - С. 16-20.
14. Способ удлинения сегментов нижних конечностей при увеличении роста у больных ахондроплазией / К. И. Новиков, О. В. Климов, А. М. Аранович // Гений ортопедии. - 2007. - № 2. - С. 101-102.
15. Сравнительная характеристика процессов репаративной регенерации при удлинении сегментов нижних конечностей у больных с ахондроплазией и здоровых пациентов / К. И. Новиков, А. М. Аранович, О. В. Климов // Высокие медицинские технологии : сб. материалов Всерос. науч.-практ. конф. и выставочной экспозиции. - М., 2007. - С. 216.
16. Социальная реабилитация больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков, А. А. Щукин // Здоровье семьи-XXI век. Онкология-XXI : материалы XI междунар. науч. конф. и II междунар. науч. онкологич. конф. - Пермь : Изд-во ПОНИЦАА. - 2007. - С. 15-16.

17. Принципы оперативного лечения детей в ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков, А. А. Щукин // Актуальные проблемы детской травматологии и ортопедии : материалы науч.-практ. конф. детских травматол.-ортопедов России с международным участием. - СПб., 2007. - С. 199-200.
18. Результаты удлинения плеча у больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков, А. А. Щукин // Современные технологии диагностики, лечения и реабилитации при повреждениях и заболеваниях верхней конечности : тез. докл. I международ. конгресса. - М., 2007. - С. 82-83.
19. Тактика и принципы малотравматичного оперативного лечения детей с ахондроплазией : материалы международ. науч.-практ. конф. "Актуальные вопросы травматологии и ортопедии на современном этапе" (1-2 ноября 2007 г., г. Алматы) / А. М. Аранович, О. В. Климов, К. И. Новиков, А. А. Щукин // Травматол. жэне ортопед.. - 2007. - Т. 2, № 2 (Спец. выпуск). - С. 18-18.
20. Косметическая ортопедия : удлинение и коррекция конечностей / В. И. Шевцов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, О. В. Климов // Гений ортопедии. - 2008. - № 4. - С. 69-73.
21. Особенности репаративного остеогенеза дистракционного регенерата у пациентов детского возраста с ахондроплазией / Т. И. Менщикова, А. М. Аранович, К. И. Новиков, А. А. Щукин, О. В. Климов // Актуальные проблемы костной патологии у детей и взрослых : материалы науч.-практ. конф. травматол.-ортопедов России с международным участием. - М., 2008. - С. 170-172.
22. Вправление застарелых вывихов костей предплечья, сопровождающихся осификацией / Ю. П. Солдатов, О. В. Климов // Актуальные вопросы хирургии верхней конечности : материалы науч.-практ. конф. : эл. опт. диск. - Курган, 2009. - С. 120-121.
23. Динамика минеральной плотности дистракционного регенерата и диафиза плечевой кости при удлинении плеча у больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов // Остеопороз и остеоартроз - проблема XXI века : морфофункциональные аспекты диагностики, лечения и профилактики : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. - Курган, 2009. - С. 23-25.
24. Удлинение плеча у больных ахондроплазией методом чрескостного дистракционного остеосинтеза / О. В. Климов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, Ю. П. Солдатов // Актуальные вопросы хирургии верхней конечности : материалы науч.-практ. конф. : эл. опт. диск. - Курган, 2009. - С. 62-63.
25. Усовершенствованные методики удлинения плечевой кости у больных ахондроплазией / О. В. Климов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, Ю. П. Солдатов

- датов // Актуальные вопросы хирургии верхней конечности : материалы науч.-практ. конф. : эл. опт. диск. - Курган, 2009. - С. 62.
26. Косметическая ортопедия: влияние осложнений на результаты оперативного увеличения роста / К. И. Новиков, О. В. Климов, А. М. Аранович, Ю. П. Солдатов // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 103.
27. Косметическая ортопедия голени / О. В. Климов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, Ю. П. Солдатов // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 69-70.
28. Новые методики лечения и профилактики сгибательной контрактуры локтевого сустава при удлинении плеча у больных ахондроплазией / О. В. Климов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, Ю. П. Солдатов // Актуальные вопросы хирургии верхней конечности : материалы науч.-практ. конф. : эл. опт. диск. - Курган, 2009. - С. 63.
29. Полилокальное удлинение нижних конечностей у детей, больных ахондроплазией / А. М. Аранович, А. А. Щукин, О. В. Климов // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 20-21.
30. Профилактика послеоперационных остеоартрозов локтевого сустава у больных с врожденными аномалиями развития верхних конечностей / Ю. П. Солдатов, А. М. Аранович, О. В. Климов // Остеопороз и остеоартроз - проблема XXI века : морфофункциональные аспекты диагностики, лечения и профилактики : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием. - Курган, 2009. - С. 235-237.
31. Результаты удлинения плеча у больных ахондроплазией / О. В. Климов, К. И. Новиков // Актуальные вопросы хирургии верхней конечности : материалы науч.-практ. конф. : эл. опт. диск. - Курган, 2009. - С. 64.
32. Удлинение бедра у больных с ахондроплазией / О. В. Климов, А. М. Аранович, К. И. Новиков // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 68-69.
33. Удлинение голени как этап увеличения роста у больных ахондроплазией / О. В. Климов, А. М. Аранович, А. А. Щукин // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 70-71.
34. Увеличение роста у больных ахондроплазией и пациентов с субъективно низким ростом. Компактизация дистракционного регенерата / К. И. Новиков, О. В. Климов, Ю. П. Солдатов // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 104-105.
35. Эстетические аспекты увеличения роста / К. И. Новиков, О. В. Климов, Ю. П. Солдатов, С. О. Мурадисинов // Российский конгресс ASAMI : материалы. - Курган, 2009. - С. 105-106.

36. Возрастные особенности удлинения голени у больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов // V съезд травматологов и ортопедов Армении с международным участием : отрец. материалы. - Ереван ; Цахкадзор, 2010. - С. 177-178.
37. Возрастные особенности удлинения голени у больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов // Илизаровские чтения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. - Курган, 2010. - С. 32-33.
38. Метод чрескостного дистракционного остеосинтеза в лечении детей с ортопедической патологией / А. М. Аранович, О. В. Климов, А. А. Щукин // Oncology - XXI century : materials of italian-russian conference in oncology & endocrine surgery, V international conference "Oncology - XXI century", XIV international conference "Health of the nation -XXI century". - Spoleto (Италия), 2010. - С. 81-82. - на рус. языке.
39. Социальная реабилитация больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, А. А. Щукин // Тезисы докладов II съезда травматологов-ортопедов УрФО : эл. опт. диск. - Курган, 2008. - С. 128-129.
40. Использование метода ультразвуковой диагностики в оценке структурного состояния дистракционного регенерата и мышц голени у больных с ахондроплазией / Т. И. Менщикова, А. М. Аранович, А. А. Щукин, О. В. Климов // Илизаровские чтения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. - Курган, 2010. - С. 234-236.
41. Моделирование формы нижних конечностей у пациентов с варусной деформацией голени / О. В. Климов, К. И. Новиков // IX съезд травматологов-ортопедов России : сб. тез. : в 3 т. - Саратов, 2010. - Т. 2. - С. 745.
42. Оперативная коррекция опорно-двигательной системы у больных ахондроплазией / О. В. Климов // Илизаровские чтения : материалы Всерос. науч.-практ. конф. - Курган, 2010. - С. 166-167.
43. Профилактика и лечение контрактур крупных суставов в процессе удлинения длинных костей у больных ахондроплазией / О. В. Климов, А. М. Аранович // IX съезд травматологов-ортопедов России : сб. тез. : в 3 т. - Саратов, 2010. - Т. 2. - С. 745-746.
44. Возрастные особенности удлинения голени у больных ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов // Реабилитация в детской травматологии и ортопедии : тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием. - Екатеринбург, 2011. - С. 22-23.
45. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении конечностей у пациентов с ахондроплазией / А. М. Аранович, О. В. Климов, А. А. Щукин // Ошибки и осложнения в травматологии и ортопедии : материалы Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. памяти проф. А. Н. Горячева. - Омск, 2011. - С. 74-75.

46. Рентгеноанатомическое строение стопы у больных ахондроплазией после биллокального удлинения голени / А. М. Аранович // Реабилитация в детской травматологии и ортопедии : тез. докл. Всерос. конф. с междунар. участием. - Екатеринбург, 2011. - С. 23-24.

Работы на иностранных языках

1. Klimov O. V. Rehabilitation des malades achondroplasiques et hypochondroplasiques : 12eme Congres de l'AOLF, 22-26 juin 2010, Geneve, Suisse / A. M. Aranovich, O. V. Klimov, A. A. Shukin // Flash-Ortho. - 2010. - No 1. - P. 17.
2. Klimov O. V. Peculiarities of the lower limb lengthening in children with achondroplasia / A. A. Aranovich, O. V. Klimov // Intern. Congress on External Fixation. Programme and abstract book. - Barcelona, 2010. - P. 181
3. Klimov O. V. Particularites d'allongement chez des patients de petite ou subjectivement petite taille pour les groupes d'age differents : 12eme Congres de l'AOLF, 22-26 juin 2010, Geneve, Suisse / K. I. Novikov, O. V. Klimov, S. O. Muradisinov // Flash-Ortho. - 2010. - No 1. - P. 38.
4. Klimov O. V. Principes d'allongement segmentaire de membres chez les patients de petite ou subjectivement petite taille : augmentation de la taille et retablissement des proportions entre les segments par une methode d'osteosynthese transosseuse guidee : 12eme Congres de l'AOLF, 22-26 juin 2010, Geneve, Suisse / K. I. Novikov, O. V. Klimov, S. O. Muradisinov // Flash-Ortho. - 2010. - No 1. - P. 37.

Методические пособия

1. Технология увеличения длины конечностей : мед. технология / ФГУ "РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова Росмедтехнологий" ; сост. : В. И. Шевцов, А. М. Аранович, К. И. Новиков, О. В. Климов, А. Н. Ерохин, Н. В. Сазонова. - Курган, 2007. - 26 с. (Шифр -102668)
2. Особенности оперативного удлинения голени у детей с ахондроплазией : мед. технология / ФГУ "РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова Росмедтехнологий" ; сост. : А. М. Аранович, О. В. Климов, А. А. Щукин. - Курган, 2009. - 20 с. (Шифр -619194)
3. Усовершенствованные методики удлинения бедра у больных ахондроплазией : мед. технология / ФГУ "РНЦ "ВТО" им. акад. Г. А. Илизарова Росмедтехнологий" ; сост. : А. М. Аранович, К. И. Новиков, О. В. Климов, А. А. Щукин. - Курган, 2009. - 20 с. (Шифр -455003)

Технические решения, выполненные на уровне изобретений и полезных моделей

1. Патент на изобретение № 2281047. Способ увеличения роста при ахондроплазии. Заявка № 2003132217. Приоритет изобретения 03.11.2003. Зареги-

- стрировано 10.08.2006. Климов О.В., Новиков К.И., Аранович А.М., Зыков А.Г., Щукин А.А.
2. Патент на изобретение № 2341220. Способ оптимизации течения остеогенеза при чрескостном остеосинтезе голени Заявка № 2007111076 Приоритет изобретения 26.03.2007. Зарегистрировано 20.12.2008. Климов О.В., Новиков К.И.
 3. Патент на изобретение № 2600070. Способ оценки степени деформации диафиза трубчатой кости и определение величины и уровня коррекции деформации для ее хирургического исправления. Заявка № 2015114943. Приоритет изобретения 21.04.2015. Зарегистрировано 22.09.2016. Климов О.В.
 4. Патент на полезную модель № 116339. Узел крепления спицы к аппарату внешней фиксации. Заявка № 2011154221. Приоритет полезной модели 28.12.2011. Зарегистрировано 27.04.2012. Климов О.В., Волосников А.П.
 5. Патент на полезную модель № 35968. Устройство для лечения локтевого сустава. Заявка № 2003131456. Приоритет полезной модели 28.10.2003. Зарегистрировано 20.02.2004. Солдатов Ю.П., Климов О.В.
 6. Патент на полезную модель № 44937. Устройство для увеличения амплитуды активно – пассивных движений в локтевом суставе при остеосинтезе плеча. Заявка № 2004131712. Приоритет полезной модели 01.11.2004. Зарегистрировано 10.04.2005. Новиков К.И., Климов О.В., Аранович А.М., Диндиберя Е.В.
 7. Патент на полезную модель № 119995. Дистрактор к чрескостному аппарату. Заявка № 2011154210. Приоритет полезной модели 28.12.2011. Зарегистрировано 10.09.2012. Климов О.В., Волосников А.П.
 8. Патент на полезную модель № 132715. Штанга телескопическая дистракционная. Заявка № 2013114026. Приоритет полезной модели 28.03.2013. Зарегистрировано 27.09.2013. Климов О.В., Волосников А.П.
 9. Патент на полезную модель № 133225. Шарнир к аппарату для остеосинтеза. Заявка № 2013114025. Приоритет полезной модели 28.03.2013. Зарегистрировано 10.10.2013. Климов О.В., Волосников А.П.
 10. Патент на полезную модель № 138420. Устройство для разработки контрактур локтевого сустава. Заявка № 2013145322/14. Приоритет полезной модели 09.10.2013. Опубликовано 20.03.2014. Климов О.В., Кожухин П.В., Волосников А.П.
 11. Положительное решение о выдаче патента на полезную модель «Устройство для остеосинтеза с автоматической системой управления». Заявка № 2013145323(070072). Приоритет полезной модели 09.10.2013. Опубликовано 20.03.2014. Климов О.В., Кожухин П.В.

Программные продукты

1. Свидетельство № 2014611777 о государственной регистрации программы ЭВМ для проведения компьютерного анализа, оценки и документации данных лучевых методов исследования и любых электронных изображений, а также проведения на основании полученных данных предоперационного моделирования. Заявка № 2013662115. В реестре программ для ЭВМ с 10 февраля 2014 г. Климов О.В., Лященко А.Н., Банщиков А.С.

Рационализаторские предложения

1. Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 61/01 «Приспособление для разработки разгибательной контрактуры локтевого сустава при дистракционном билочальном остеосинтезе плеча»/ О.В. Климов, К.И. Новиков, А.А. Щукин.
2. Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 60/01 «Способ проведения спиц для фиксации дистального межберцового синдесмоза при чрескостном дистракционном остеосинтезе голени» / О.В. Климов, К.И. Новиков, Е.В. Диндиберя, А. А. Щукин.
3. Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 59/01 Способ проведения спиц для фиксации среднего отдела плеча при чрескостном билочальном дистракционном остеосинтезе / О.В. Климов, К.И. Новиков, Л.В. Скляр.
4. Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 54/02 «Способ усиления жесткости дистальной кольцевой опоры и профилактики прогибания спиц» / Е.В. Диндиберя, К.И. Новиков, О.В. Климов, А.П. Скульбин.
5. Рац.предложение РНЦ «ВТО» № 53/02 Способ остеотомии малоберцовой кости./ К.И. Новиков, Л.В. Скляр, О.В. Климов.
6. Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 105/02 «Способ облегченной пассивной разработки сгибательной контрактуры локтевого сустава»/ К.И. Новиков, О.В. Климов, А.Г. Зыков.
7. Рац. предложение РНЦ «ВТО» № 106/02 «Способ управляемой активно-пассивной разработки контрактур локтевого сустава» / О.В. Климов, К.И. Новиков, Е.В. Диндиберя.

Список сокращений

ДТК Длинные трубчатые кости

ОДС Опорно – двигательная система

МКБ Международная классификация болезней

МКМВ Международная классификация медицинских вмеша-
тельств

МКФ Международная классификация функционирования

МКФ - ДП МКФ детей и подростков

КН Коэффициент недостаточности

КАН Коэффициент анатомического несоответствия

КП Коэффициент пропорциональности

СМК Система международных классификаций

ФНСС Функциональная недостаточность суставной системы

ФНС Функциональная недостаточность сустава

ФТУ Femoro - тибиальный угол

ПЭХ Показатель эхоплотности

Тираж 100 экз.