

Л.А. Гребенюк

## АНАЛИЗ СОМАТОМЕТРИЧЕСКИХ И ЭХОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЫШЦ ГОЛЕНИ У ЛЮДЕЙ С ВРОЖДЕННЫМ УКОРОЧЕНИЕМ НИЖНЕЙ КОНЕЧНОСТИ

ФГУ Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»  
им. академика Г.А. Илизарова (Курган)

На основе поперечного исследования 115 детей и взрослых с врожденным укорочением одной из нижних конечностей проанализированы возрастные аспекты соматометрических показателей и эхоморфологических особенностей мышц голени. Установлено, что соматометрические показатели лиц женского пола в возрасте 4–17 лет с врожденным укорочением нижней конечности значительно не отличаются от указанных параметров здоровых сверстниц России, полученных на основе поперечного трехлетнего исследования, проведенного в середине 90-х годов А.Н. Мартинчик, А.К. Батуриным (2000). Выявлено, что до оперативного удлинения голени толщина и эхоплотность передней группы мышц укороченной и контралатеральной голени на основе ультразвукового тестирования значительно не отличаются. У мужчин 3–26 лет с врожденным укорочением нижней конечности установлена обратная корреляционная зависимость между толщиной подкожно-жирового слоя на голени и показателем возраста, в то время как у лиц женского пола в возрасте 3–18 лет какой-либо определенной взаимосвязи между указанными параметрами не прослежено. Сделан вывод об исходно (до начала лечения) высоких структурно-компенсаторных возможностях передней группы мышц укороченной голени при врожденном укорочении нижней конечности.

**Ключевые слова:** мышцы голени, врожденным укорочением нижней конечности

## THE ANALYSIS OF SOMATOMETRIC AND ECHOMORPHOLOGIC CHARACTERISTICS OF MUSCLES OF SHANK IN PATIENTS WITH INBORN CONTRACTION OF LOWER EXTREMITY

L.A. Grebenyuk

Russian Scientific Center of Reconstructive Traumatology and Orthopedy  
named after academician G.A. Ilizarov, Kurgan

Basing on the cross research of 115 children and grown-ups with inborn contraction of one lower extremity the age aspects of somatometric indexes and echomorphologic peculiarities of muscles of shank were analyzed. It was revealed that somatometric indexes of females aged 4–17 with inborn contraction of lower extremity are not significantly different from the parameters of healthy girls of Russia found basing on cross research of 3 years taken in the middle of 90s by A.N. Martinchik, A.K. Baturin (2000). It was also stated that before surgical lengthening of shank the thickness and echodensity of front group of muscles of contracted and contralateral shank are not significantly different by ultrasound test. In male patients aged 3–26 with inborn contraction of lower extremity the inverse correlation between the thickness of subcutaneous fat of shank and the age was revealed, but in female patients aged 3–18 it was not revealed certain correlation between the given parameters. The conclusion about initial (before the treatment was begun) high structural-compensatory opportunities of front group of muscles of short-cut shank at inborn contraction of lower extremity was made.

**Key words:** muscles of shank, inborn contraction of lower extremity

Изучение соматометрических параметров человека широко используется в физиологии роста и развития, и как правило, с этой целью проводятся массовые и популяционные исследования здоровых детей и подростков [1, 6, 14, 16]. Важность и необходимость проведения таких исследований подтверждается обоснованием вывода о зависимости между скоростью физического развития детей и возрастной динамикой многих физиологических показателей. Вместе с тем, в литературе остаются недостаточно освещенными вопросы весо-ростовых соотношений у людей различного возраста с теми или иными отклонениями в росте и развитии, хотя имеется ряд работ о продольном росте при системных заболеваниях скелета и росте конечностей в различные периоды после оперативного

удлинения нижней конечности [10, 11, 12, 21]. Остаётся актуальным изучение морфофункциональных особенностей мышц у детей и взрослых при врожденном укорочении одной из нижних конечностей [11, 13]. Изучение структурного состояния мышц конечностей представляет интерес в связи с широким использованием «эффекта Илизарова» для удлинения укороченных сегментов при уравнивании их длины. Оценка исходного состояния мышечного аппарата в этих случаях необходима для сопоставительного анализа мышц интактной и отстающей в росте нижней конечности. Некоторыми исследователями на основе математического описания моделей мышц при движениях человека предложено определять морфометрические характеристики мышц нижних конечностей

[5]. По мнению ряда авторов, при уравнивании длины конечности мягкотканый компонент сегмента, наряду с другими факторами, определяет функциональное состояние конечности и характер его восстановления после удлинения [20].

**Цель работы** состояла в анализе возрастных аспектов соматометрических показателей людей с врожденным укорочением нижней конечности и экзоморфологических особенностей мышц голени.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Обследовано 115 детей и взрослых с врожденным укорочением нижней конечности (преимущественно за счет голени) в возрасте от 3 до 43 лет. В соответствии с МКБ-10 обследованные пациенты относятся к группе больных с врожденными аномалиям нижней конечности. Измерение массы и длины тела (рост стоя) осуществляли с помощью медицинских весов и ростомера.

Для оценки морфоструктурного состояния мышц голени использовали прижизненную ультразвуковую (УЗ) визуализацию, посредством которой измеряли линейные параметры мышц и подкожно-жирового слоя, а также эхоплотность мышц. УЗ датчик располагали в области брюшка передней большеберцовой мышцы. Применяли сонографы Sonoline SI-250 (Siemens), Aloka с эхокамерой SSD-630 (Япония) и линейный датчик 7,5 МГц.

Обследуемые находились в положении лежа, угол в коленном суставе составлял около 180°, в голеностопном — около 90°. Полученные результаты анализировали на основе применения методов описательной статистики (проверка на наличие нормального распределения, вычисление средней, ошибки средней, среднего квадратического отклонения) и корреляционного анализа (коэффициент Спирмена). Использована статистическая программа AtteStat.

### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При врожденном укорочении конечности по мере взросления организма в большинстве случа-

ев нарастает диспропорция длины сегментов, вследствие чего сохраняется нарушение опороспособности конечности и снижение локомоторной активности.

В связи с особенностями изучения мышц конечностей, помимо определения их функциональных свойств — абсолютных и относительных моментов силы [11] — все шире используются прижизненные способы исследования мышц конечностей [9, 13, 18, 19, 22]. Хотя в некоторых случаях применяется гистологическое исследование мышц (биоптата) с диагностической целью для выбора тактики лечения [23]. Использованное в настоящей работе УЗ тестирование передней группы мышц голени свидетельствует об отсутствии существенных отличий в характере рисунка мышечной ткани укороченного и интактного сегментов, удовлетворительной выраженности мышечных пучков (рис. 1, 2).

Количественный анализ структурных характеристик мышц — тыльных сгибателей стопы при нарушении роста и развития нижней конечности показал, что у детей 4–7 лет эхоплотность передней большеберцовой мышцы была наибольшей, а у старшей возрастной группы — наименьшей, причем, достоверных различий эхогенности для пораженного и контралатерального сегментов не установлено (рис. 3). Прижизненное УЗ измерение толщины мышц голени показало, что для укороченной и интактной голени (тыльных и подошвенных сгибателей стопы) имелись достоверно незначимые различия в толщине у детей 4–7 и 8–12 лет, в старших возрастных периодах различий по данному параметру не прослеживалось (рис. 4, 5).

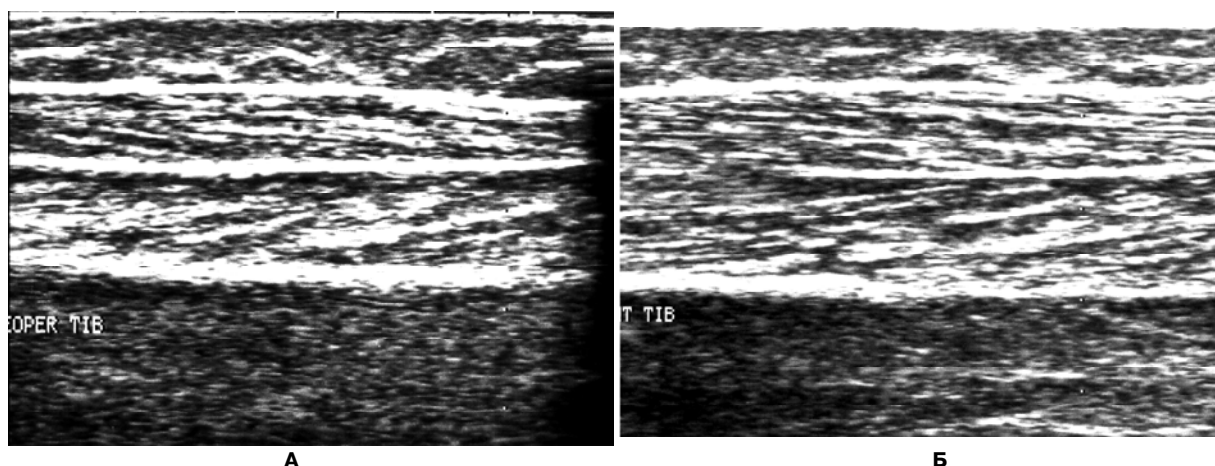
Помимо изучения мышц голени в обследованной группе детей и взрослых с укорочением нижней конечности, нами была оценена степень выраженности (толщина) подкожно-жирового слоя. Выявлена статистически значимая отрицательная корреляционная зависимость от возраста (коэффициент корреляции Спирмена) толщины подкожной клетчатки для укороченной и интактной голени (табл. 1). У лиц женского пола с указанной патологией статистически значимой зависимости не выявлено.

**Таблица 1**  
**Возрастная зависимость степени выраженности подкожно-жирового слоя голени у людей с врожденным укорочением нижней конечности**

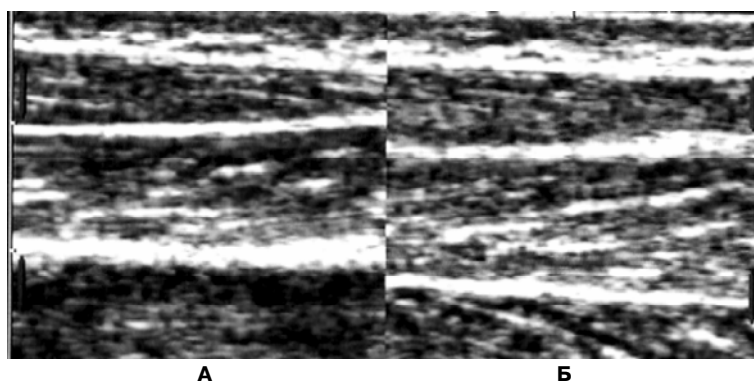
Пол	Количество наблюдений	Сегмент	Коэффициент Спирмена	Значимость
Мальчики	n = 23 (от 3 до 26 лет)	Укороч.	-0,55	0,99
		Интакт.	-0,48	0,99
Девочки	n = 23 (от 3 до 18 лет)	Укороч.	0,53	0,004
		Интакт.	0,33	0,055

\*Эхоплотность в ультразвуковых исследованиях связана не с физической массой, а обусловлена отражением звука. По данным литературы, правомерно использование терминов «интенсивность отражения звука», «эхогенность», «эхоплотность» (Клиническое руководство по ультразвуковой диагностике / Под ред. В.В. Митькова. — Т. 4. — С. 31, 35, 92–93) или «echo intensity» по Pillen S., Scholten R.R., Zwarts M.J., Verrips A. (2003).

\*\*Использованные ультразвуковые сканеры являются аппаратами быстрого сканирования; оснащены одинаковыми электронными линейными датчиками одной и той же частоты на 7,5 МГц. Во всех случаях гистографический анализ эхогенности тканей проводился на основе единой серой шкалы приборов. Толщина тканей измерялась в миллиметрах.



**Рис. 1.** Структура мышц тыльных сгибателей стопы при ультразвуковой визуализации пациентки П., 12 лет с врожденным укорочением нижней конечности до начала лечения: **А** – укороченная голень, **Б** – контралатеральный сегмент.



**Рис. 2.** Сонограмма передней группы мышц укороченной (А) и контралатеральной голени (Б) пациентки Г., 9 лет с врожденным укорочением левой нижней конечности. Период наблюдения – до уравнивания длины сегмента.



**Рис. 3.** Динамика показателя эхоплотности передней большеберцовой мышцы голени у лиц с врожденным укорочением нижней конечности (общее число наблюдений  $n = 74$ ; в том числе, в возрасте 4–7 лет  $n = 19$ ; 8–12 лет  $n = 32$ ; мальчики 13–16 лет  $n = 9$ ; девочки 13–16 лет  $n = 5$ ; 18–36 лет  $n = 9$ ).

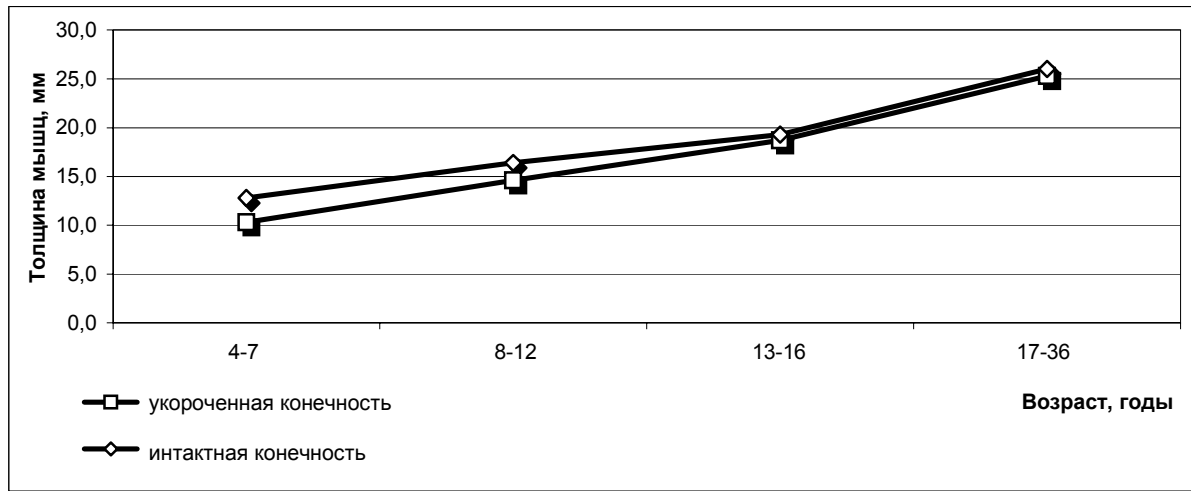


Рис. 4. Толщина (мм) передней группы мышц голени в зависимости от возраста (число наблюдений  $n = 67$ ).

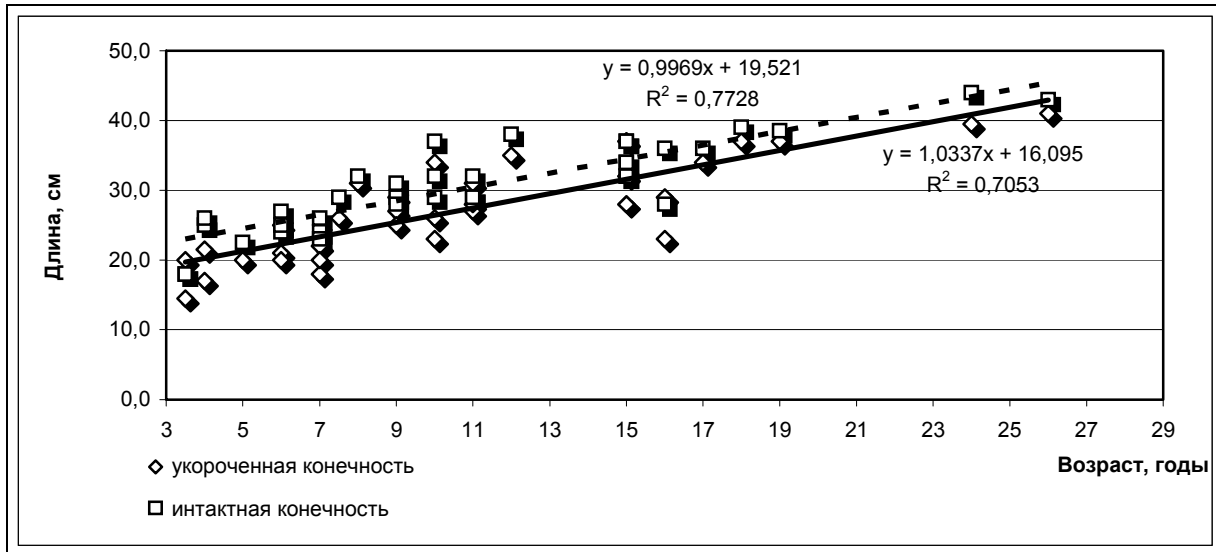


Рис. 5. Соотношение длины укороченной и контралатеральной голени у лиц различного возраста с врожденным укорочением нижней конечности ( $n = 30$ ). Обозначения: серые ромбы – длина укороченной голени (см), белые квадраты – длина интактного сегмента.

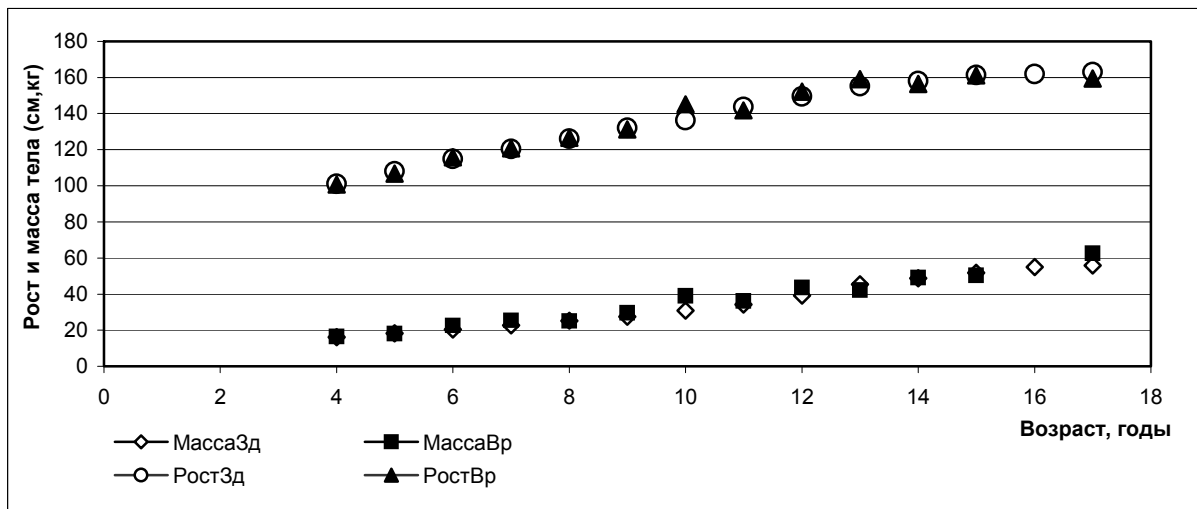


Рис. 6. Динамика массы и длины тела лиц женского пола в зависимости от возраста. Черные квадраты и треугольники – у лиц с врожденным укорочением нижней конечности, белые ромбы и кружки – у детей России ( $n = 2700$ ) в соответствии с данными поперечного исследования, проведенного методом вероятностной репрезентативной выборки (Мартинчик А.Н. Рост и масса детей России по данным поперечного исследования / А.Н. Мартинчик, А.К. Батурич // Гигиена и санитария. – 2000. – № 1. – С. 68–71).

Для детей и взрослых с врожденным укорочением нижней конечности были выведены уравнения линейной регрессии зависимости длины голени от возраста (рис. 6).

Известно, что в оценке уровня физического развития важное значение придается изучению динамики соматометрических параметров. Отметим, что в группу людей с врожденным укорочением нижней конечности вошли пациенты, обратившиеся за помощью из различных регионов России. Проведенный нами анализ возрастной зависимости массы и длины тела у людей с укорочением конечности показал, что статистически значимых различий по сравнению с описанными в литературе [6] результатами поперечного исследования детей и подростков России нет. Одним из возможных объяснений этому может служить установленный факт стихания процесса акселерации в 90-е годы, отмеченный рядом авторов [16, 17]. Отсутствие различий по показателям массы и длины тела, установленное в настоящей работе, согласуется с ранее полученными результатами в 70-е годы прошлого столетия [14]. В указанной работе продемонстрировано, что даже при больших укорочениях врожденного характера (5–25 см) различий в уровне физического развития по показателям массы и длины тела по сравнению со здоровыми детьми и подростками г. Курган нет. Однако были выявлены отличия других физиологических параметров — объемной скорости кровотока на пораженной и интактной голени, а также силы их мышц.

По результатам выборочных популяционных исследований среди подростков 14–17 лет г. Новосибирск за период 1989–1999 гг., установлены признаки замедления физического развития подростков: отсутствие прибавки в весе и росте, снижение средних величин массы тела и др. [3]. В начале 90-х годов изучалось физическое состояние детей 6–15 лет ( $n = 1609$ ) и в других регионах России (г. Курган) и, по мнению авторов, у большинства обследованных школьников биологическое развитие соответствовало календарному возрасту, хотя встречались и признаки акселерации и ретардации развития [4]. В работе [7] отмечается, что у детей младшего и среднего школьного возраста, проживающих в сельской и городской местности, в 15–20 % случаев наблюдается дефицит массы тела. В период 1994–1999 гг. в указанных группах детей выявлена тенденция к снижению массаростовых показателей, а также возросло количество с дисгармоничным развитием [7]. В контексте настоящей работы представляют интерес исследования, в которых также анализируются соматометрические параметры и при некоторых видах патологии. В частности, у детей 7–9 лет с тяжелыми нарушениями речи показатели длины, веса тела, окружности грудной клетки и весоростовой индекс находились на уровне средних или ниже средних [2]. Характеризуя показатели роста и массы тела группы людей с врожденной ортопедической патологией, отметим, что выявленное нами отсут-

ствие различий по сравнению с параметрами здоровых людей [6], являются результирующими параметрами сочетанного воздействия целого комплекса факторов (генетических, региональных, экологических, социальных, алиментарных).

Отсутствие значимых различий показателей толщины и эхоплотности передней группы мышц голени, выявленных нами в процессе исследования, указывает на высокую пластичность мышечной ткани в условиях снижения опороспособности укороченной конечности и наличия некоторого структурного резерва в процессе онтогенеза. В работе [14] отмечалось, что на кровоснабжение конечности этиология заболевания оказывала меньшее влияние, чем возраст. Хотя достоверными оказались различия между постокклюзионными (пиковыми) величинами объемного потока крови интактной и пораженной конечности в группе людей с врожденным укорочением конечности. Еще большая разница в этой группе касалась силы сгибателей и разгибателей пораженной конечности в сравнении с интактной [14].

Ранее нами отмечалось, что состояние мышечного аппарата конечности, наряду с другими мягкоткаными образованиями, является одним из факторов, определяющим величину оперативного удлинения укороченного сегмента и в целом влияет на уровень восстановления функциональных показателей пораженной конечности [13, 20]. В настоящей работе установлено, что до удлинения в целом структура передней группы мышц укороченной и интактной голени по параметрам толщины и эхоплотности существенно не различаются, прослежена их возрастная динамика. Представляют интерес результаты, описанные Н.И. Сапожниковой (1995), которая пришла к выводу, что в процессе роста здоровых детей линейные параметры различных мышц бедра изменяются неодинаково [8]. Наименее интенсивное нарастание толщины наблюдалось для латеральной и промежуточной широкой мышц бедра, наибольший прирост показателя — для двуглавой мышцы. В этой связи, остается актуальной констатация того, что информативными характеристиками дееспособности мышц являются их функциональные и биомеханические свойства [11, 15], хотя в условиях наложенного аппарата Илизарова момент силы мышц оценить не представляется возможным. Другими авторами изучалась архитектура мышц голени [18], а также эхоплотность у взрослых в возрастном аспекте [19]. Нарастание эхоплотности и других параметров в мышцах бедра авторы связывают с увеличением количества жирового компонента и коллагена в них. По мнению [19], указанные параметры информативны в диагностике нервно-мышечных расстройств и в процессе наблюдения за течением болезни и лечением. К аналогичным выводам о достаточной информативности параметра эхогенности в дифференциации нервно-мышечных заболеваний приходят и другие исследователи [21]. В нашей работе полученные результаты структурных осо-

бенностей передней группы мышц голени у пациентов до начала удлинения отражают высокую пластичность мышечной ткани при нарушении продольного роста сегмента. Это актуализирует вопрос о степени сохранения резервных возможностей мышц в процессе оперативного удлинения и в разные сроки реабилитационного периода после завершения лечения.

### ВЫВОДЫ

1. Соматометрические показатели лиц женского пола в возрасте 4 – 17 с врожденным укорочением нижней конечности значительно не отличаются от указанных параметров здоровых сверстниц России, полученных на основе поперечного исследования, проведенного в середине 90-х годов А.Н. Мартинчик, А.К. Батуриным (2000).

2. У мужчин 3 – 26 лет с врожденным укорочением нижней конечности установлена обратная корреляционная зависимость между показателем возраста и степенью выраженности (толщиной) подкожно-жирового слоя на голени. Для лиц женского пола в возрасте 3 – 18 лет какой-либо определенной взаимосвязи между указанными параметрами не выявлено.

3. По данным эхографии, толщина и эхоплотность передней группы мышц врожденно-укороченной и контралатеральной голени до лечения значительно не различаются. Это свидетельствует о высоких структурно-компенсаторных возможностях передней группы мышц укороченной голени при врожденном отставании роста костей голени.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Воронцов И.М. Современное состояние, тенденции и проблемы оценки физического развития детей из разных экологических и экономических районов России / Воронцов И.М., Матвеева Н.А., Максимова Т.М. // Педиатрия. — 1995. — № 4. — С. 50 – 51.

2. Дворкин Л.С. Физическое состояние детей с тяжелыми нарушениями речи / Л.С. Дворкин, А.И. Усенко, Н.Д. Фролова // Теория и практика физической культуры. — 2002. — № 2. — С. 21 – 23.

3. Десятилетние тренды некоторых показателей здоровья и образа жизни подростков в период социально-экономических преобразований (популяционное исследование 1989 – 1999 гг.) / Ю.П. Никитин, Д.В. Денисова, В.Г. Завьялова, Г.И. Симонова // Бюл. СО РАМН. — 2003. — № 2. — С. 29 – 37.

4. К проблеме здоровья школьников г. Кургана / Л.З. Штода // Материалы XXV Юбилейной научно-практической конференции врачей Курганской области, посвященной 50-летию Курганской области, 28 – 29 декабря 1992 г. — Курган, 1992. — С. 170 – 172.

5. Козлов И.М. Морфометрическая характеристика мышц нижних конечностей при движениях человека / И.М. Козлов, А.В. Самсонова, В.Г. Соколов // Архив анатомии, гистологии и эмбриологии. — 1988. — Т. 94., № 2. — С. 47 – 51.

6. Мартинчик А.Н. Рост и масса тела детей России по данным поперечного исследования / А.Н. Мартинчик, А.К. Батурин // Гигиена и санитария. — 2000. — № 1. — С. 68 – 71.

7. Подлевских М.А. Соматометрические и физиометрические показатели детей младшего школьного возраста, проживающих в городской и сельской местности Кировской области: Автореф. дис. ... канд. мед. наук / Арханг. гос. медакадемия. — 1999. — 21 с.

8. Сапожникова Н.И. Эхография мышц конечностей у детей в возрастном аспекте / Н.И. Сапожникова // Физическое воспитание и спортивная медицина на Севере: Тез. докл. II науч.-методич. конф. — Архангельск, 1995. — С. 78 – 79.

9. Шевцов В.И. Анализ типов функциональной асимметрии, рентгеноанатомических и морфоэхометрических особенностей мягких тканей конечностей у больных ахондроплазией / В.И. Шевцов, Г.В. Дьячкова, Л.А. Гребенюк // Наследственные заболевания скелета: Всерос. науч.-практич. конфер. — М., 1998. — С. 51 – 53.

10. Щуров В.А. Гидравлический фактор в регуляции процессов роста / В.А. Щуров // Материалы XXV Юбилейной научно-практической конференции врачей Курганской области, посвященной 50-летию Курганской области, 28 – 29 декабря 1992 г. — Курган, 1992. — С. 78 – 79.

11. Щуров В.А. Зависимость биомеханических свойств мышц голени от их длины у больных с патологией опорно-двигательного аппарата / В.А. Щуров, Л.А. Гребенюк. — Физиология человека. — 1994. — Т. 20, № 3. — С. 104 – 112.

12. Щуров В.А. Продольный рост конечностей у детей и подростков после их удлинения по Илизарову // Материалы XXV Юбилейной научно-практической конференции врачей Курганской области, посвященной 50-летию Курганской области, 28 – 29 декабря 1992 г. — Курган, 1992. — С. 79 – 80.

13. Щуров В.А. Состояние тканей опорно-двигательного аппарата при удлинении голени по Илизарову / В.А. Щуров, Л.А. Гребенюк, С.О. Мурадисинов // Бюллетень Восточно-Сибирского научного центра Сибирского РАМН. — 1994. — № 1 – 2. — С. 55 – 57.

14. Щуров В.А. Состояние физического развития детей и подростков с большими укорочениями одной из нижних конечностей / В.А. Щуров, В.И. Калякина // Сб. науч. работ КНИИЭКОТ: Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии. — Л., 1977. — С. 31 – 34.

15. Щуров В.А. Физиологическая интерпретация концепции Г.А. Илизарова о зависимости состояния тканей от адекватности механической нагрузки и кровообращения / В.А. Щуров // Генный ортопедии. — 1996. — № 1. — С. 62 – 65.

16. Ямпольская Ю.А. Оценка физического развития школьников Москвы в последние десятилетия / Ю.А. Ямпольская // Вестник РАМН. — 2003. — № 8. — С. 10 – 13.

17. Ямпольская Ю.А. Состояние, тенденции и прогноз физического развития детей и подростков России / Ю.А. Ямпольская, Е.З. Година // Российский педиатрический журнал. — 2005. — № 2. — С. 30–39.

18. In vivo human gastrocnemius architecture with changing joint angle at rest and during graded isometric contraction / M.V. Narici, T. Binzoni, E. Hiltbrand, J. Fasel et al. // J. Physiol. — 1996. — Oct;1(496), Pt. 1. — P. 287–97.

19. Muscle ultrasound analysis: normal values and differentiation between myopathies and neuropathies / N.M. Maurits, A.E. Bollen, A. Windhausen, A.E. De Jager et al. // Ultrasound Med Biol. — 2003. — Feb; 29(2). — Vol. 215–225.

20. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov tech-

nique / D. Paley // Clin. Orthop. — 1990. — № 1 (250). — P. 81–104.

21. Quantitative skeletal muscle ultrasonography in children with suspected neuromuscular disease / S. Pillen, R.R. Scholten, M.J. Zwarts, A. Verrips // Muscle Nerve. — 2003. — Jun; 27(6). — P. 699–705.

22. Radiosonographic substantiation of algorithms for examination of patients during operative lengthening of the tibia / V.I. Shevtsov, G.V. Diachkova, T.I. Menshchikova, L.A. Grebenyuk // Bull Hosp Jt Dis. — 2003. — Vol. 61(3–4). — P. 108–113.

23. Skeletal muscle regeneration mimicking rhabdomyosarcoma: a potential diagnostic pitfall / L. Guillou, M. Coquet, P. Chaubert, J.M. Coindre // Histopathology. — 1998. — Aug; 33(2). — P. 136–144.