

УДК 616-073.75:611.738.3

Л.А. Гребенюк

**ОБ ИНФОРМАТИВНОСТИ ЭХОМОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МЯГКИХ
ТКАНЕЙ ГОЛЕНИ И НЕКОТОРЫХ АНТРОПОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИКАХ
ЗДОРОВЫХ ЛЮДЕЙ**

**Федеральное государственное учреждение науки Российский научный центр
«Восстановительная травматология и ортопедия» им. акад. Г.А. Илизарова (Курган)**

В условиях in vivo с помощью ультрасонографии проанализирована возрастная динамика ряда количественных характеристик мягких тканей голени (толщина, площадь поперечного сечения мышц и их акустическая плотность), что позволило судить о тех или иных влияниях в процессе онтогенеза. Выявлены количественные различия мышц и фасций по критерию эхоплотности при ультразвуковой визуализации у здоровых людей различного возраста.

Ключевые слова: эхоморфометрия, мягкие ткани, нижняя конечность, антропометрия

SOME ANTHROPOMETRIC CHARACTERISTICS AND INFORMATION VALUE OF ECHOMORPHOMETRIC STUDIES OF TIBIAL SOFT TISSUES IN HEALTHY INDIVIDUALS

L.A. Grebenyuk

*Federal Government Institution of Science Russian Ilizarov Scientific Center
«Restorative Traumatology and Orthopaedics», Kurgan*

Age dynamics of qualitative characteristics of tibial soft tissues (thickness, square of muscles trans-section and their acoustical density) was evaluated in vivo conditions using ultrasonography which allowed to judge one or other effects during ontogenesis. Qualitative differences of muscles and fasciae by echo density criteria were revealed in ultrasound visualization in healthy individuals of different age.

Key words: echomorphometry, soft tissues, limb, anthropometry

Для понимания механизмов организации движений человека и проведения биомеханических расчетов (определение режимов сокращения мышц и «морфометрического момента», усилий, развиваемых ими; изучение жесткости и демпфирования) исследователям необходимо располагать информацией о морфометрических характеристиках мышц [3]. По мнению некоторых авторов [12], при исследовании опорно-двигательной системы рентгенография является первым необходимым шагом в выявлении морфологических изменений, следующим этапом возможно проведение ультразвуковой (УСГ), как эффективного, не несущего лучевой нагрузки метода. Другие методы визуализации — компьютерная и магнитно-резонансная томография — имеют ряд преимуществ и особенностей [10]. Хотя они дорогостоящие и их использование возможно лишь при отсутствии на конечности металлических конструкций, например, аппарата внешней фиксации. За последние 15–20 лет достигнуты определенные успехи в изучении мягкотканых структур при визуализации с помощью ультразвука (УЗ) [6, 8–10]. Эхометрия нашла применение даже в офтальмологии, благодаря чему стало возможным определение линейных размеров структур глаза с целью диагностики его заболеваний [5]. При изучении восстановительных процессов после оперативного устранения деформаций и удлинения конечностей необходимо проводить сравнительный анализ эхоморфометрических и биомеханических характеристик тканей с показателями у здоровых людей [1]. В связи с этим вопрос прижизненного неинвазивного исследования различных элементов опорно-двигательной системы человека является актуальным и требует своего дальнейшего решения.

Цель настоящей работы состояла в изучении информационной ценности эхометрических показателей мышц и других мягких тканей голени при ультразвуковой эхолокации у здоровых людей различного возраста и некоторых линейных размеров сегмента.

ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обследована группа практически здоровых лиц мужского пола из 47 человек в возрасте от 10 до 35 лет, являющихся жителями г. Кургана.

Пациенты школьного возраста посещали гимназии и средние специальные учебные заведения, а обследованные 20–35 лет были служащими. Состоящих на диспансерном учете по поводу каких-либо заболеваний среди них не было. Анатомическую длину голени, величину обхвата сегмента измеряли с помощью сантиметровой ленты, эхоморфометрию тыльных сгибателей стопы, фасции и подкожной клетчатки голени осуществляли по передне-наружной поверхности на границе верхней и средней третей сегмента, используя сонограф Sonoline SI-450 (Siemens, Германия) и эхокамеру SSD-630 (Aloka, Япония). Применяли линейные датчики с несущей частотой 7,5 МГц. Оценивалась также акустическая плотность визуализируемых мягких тканей.

Количественная оценка данных проведена на основе описательной статистики в рамках программы Microsoft Excel 2000. Определяли средние значения и ошибку средней с предварительной проверкой на нормальное распределение анализируемых параметров.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В результате проведенного исследования здоровых лиц мужского пола было установлено, что длина сегмента у детей 10–12 лет составила $32 \pm 2,0$ см, достигая $36,6 \pm 1,9$ см у детей 13–14 лет (рис. 1). У юношей 17–18 лет и взрослых анатомическая длина голени достигала $39,9 \pm 1,1$ см и $38,7 \pm 1,2$ см. Другой антропометрический параметр — величина обхвата голени в средней трети — также постепенно нарастал — с $28,5 \pm 1,5$ см у детей 10–12 лет показатель возрос до $37,5 \pm 1,2$ см у здоровых взрослых мужчин. С помощью проведенной эхоморфометрии прослежена возрастная динамика площади поперечного сечения передней группы мышц голени.

У мальчиков 10–12 лет данный показатель составил $4,2 \pm 2,1$ см², 13–14 лет — $6,0 \pm 1,9$ см², а у подростков достигала $7,6 \pm 1,8$ см². По сравнению с мальчиками 10–12 лет у подростков длина голени возросла на 17,5 %, величина ее обхвата — на 24 %, а площадь поперечного сечения передней группы мышц — на 44,7 % ($P \leq 0,05$). Наибольший показатель «анатомического поперечника», по определению [3], выявлен в старшей возрастной группе здоровых лиц 19–

35 лет, который достигал $11,2 \pm 1,92 \text{ см}^2$. С помощью эхоморфометрии мягкотканых компонентов голени здоровых людей прослежена возрастная динамика изменения толщины подкожной клетчатки, брюшка передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя пальцев (рис. 2). У здоровых 15–16 лет высота гиподермы достигала максимальных значений, возрастая на 73 % по сравнению с толщиной подкожной клетчатки у здоровых мальчиков 10–12 лет (рис. 2). По-видимому, это связано с имеющим место в подростковом возрасте ростом жировых компонентов тела [2]. При сопоставлении антропометрических параметров конечностей принято использовать величину обхвата голени. Как вытекает из проведенного исследования, измеренная с помощью УСГ толщина различных мягких тканей отражает соотношение показателя

каждого из визуализируемых мягкотканых компонентов голени. Величина обхвата голени показывает суммарный поперечный размер сегмента, включая и костные элементы. По данным эхоморфометрии у юношей 17–18 лет было установлено снижение толщины гиподермы одновременно с увеличением толщины брюшка передней большеберцовой мышцы голени и длинного разгибателя пальцев. У мужчин более старшего возраста (19–35 лет) указанное соотношение линейных показателей гиподермы и мышц передней группы сохранялось (рис. 2). Измерение *in vivo* толщины фасции голени показало отсутствие достоверных отличий параметра во всех возрастных группах обследованных здоровых лиц. Так, у мальчиков 10–12 лет толщина фасции голени при эхоморфометрии по наружно-передней поверхности составила

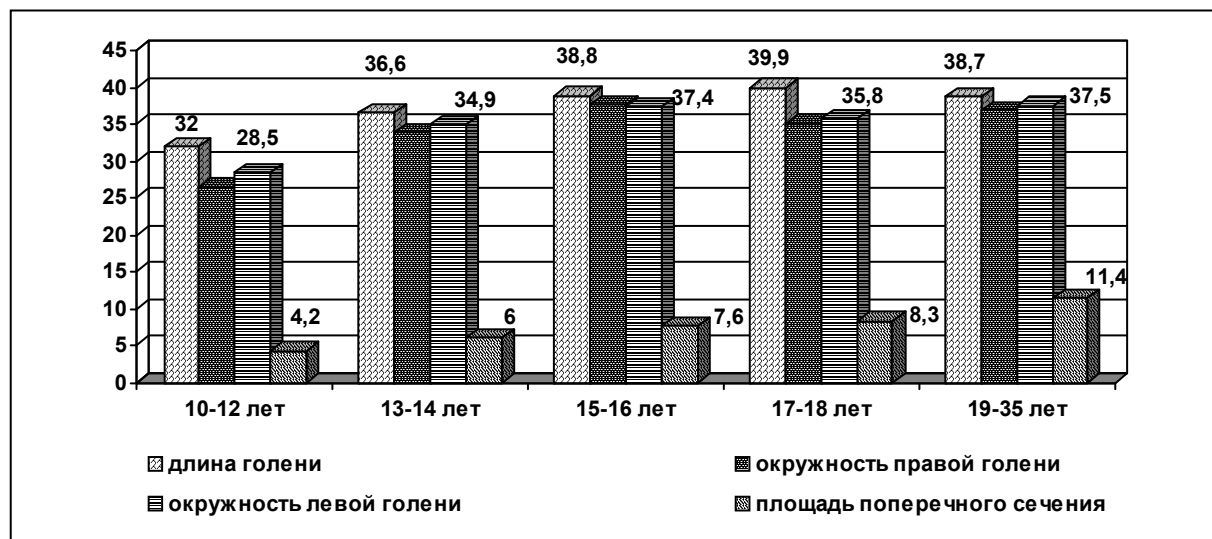


Рис. 1. Длина голени, величина ее обхвата на границе верхней и средней трети и площадь поперечного сечения передней группы мышц голени, по данным эхографии, у здоровых лиц мужского пола различного возраста.

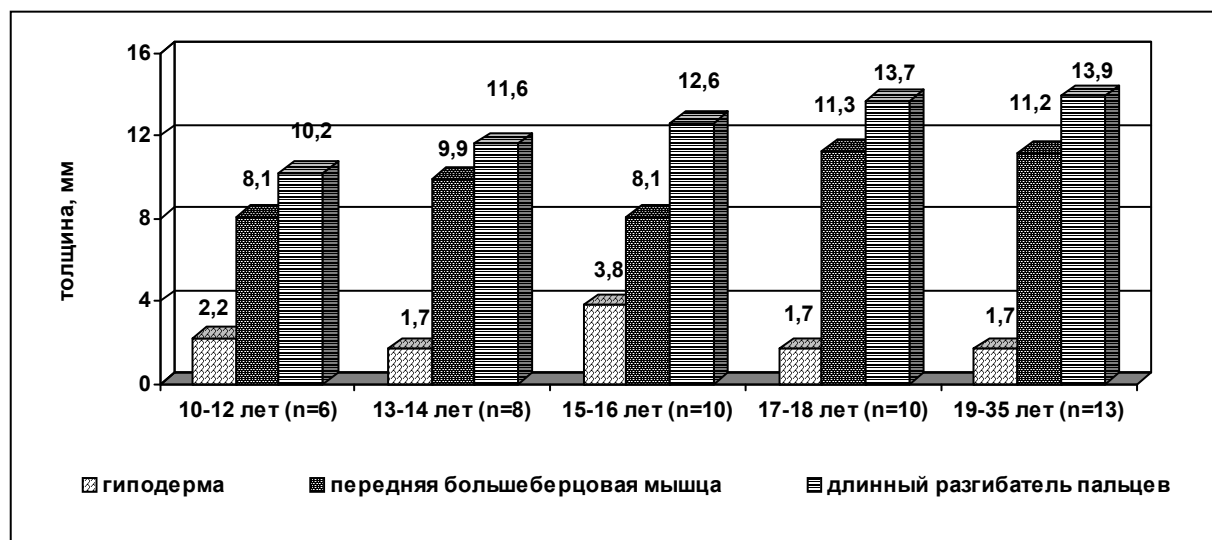


Рис. 2. Толщина подкожной клетчатки, брюшка передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя пальцев стопы здоровых лиц мужского пола различного возраста, измеренная с помощью эхографии.

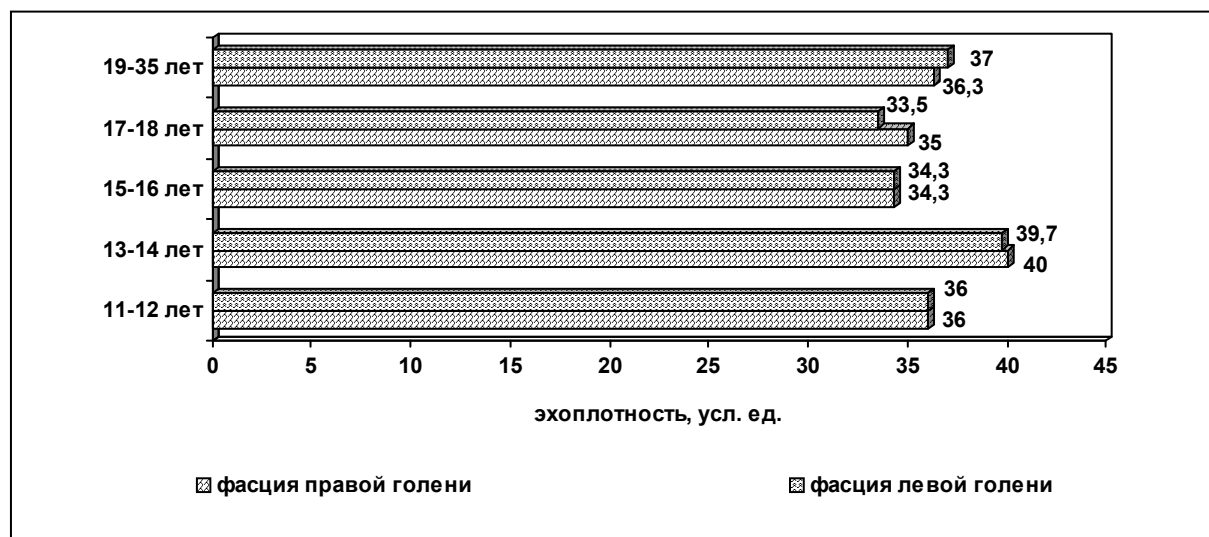


Рис. 3. Показатель эхоплотности фасции голени по передне-наружной поверхности у здоровых лиц мужского пола различного возраста.

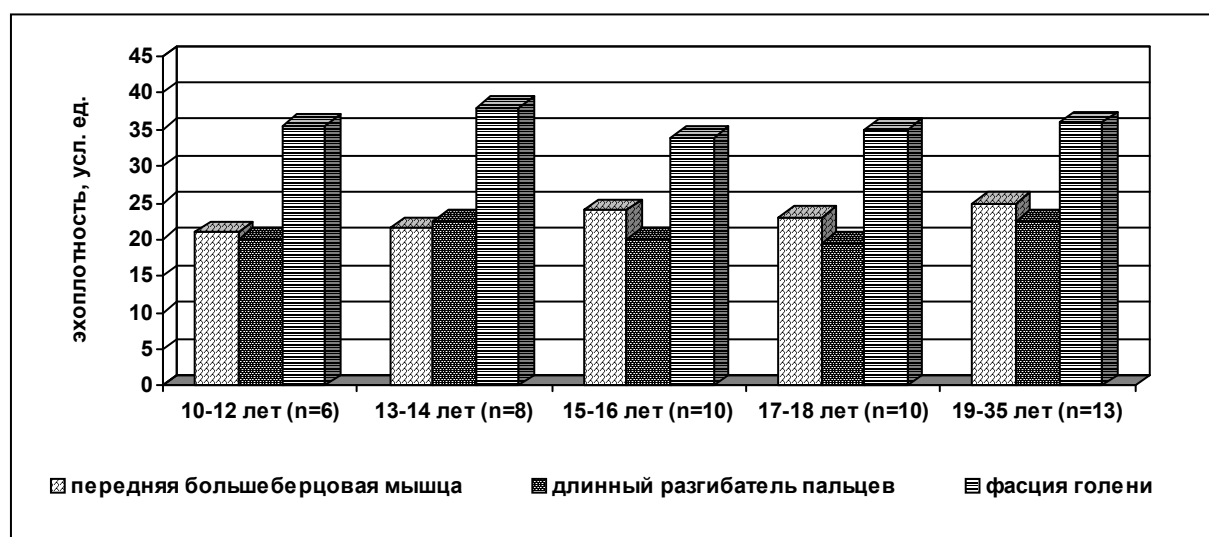


Рис. 4. Динамика эхоплотности мышц – тыльных сгибателей правой и левой стопы и фасции голени здоровых детей и взрослых (n = 47).

0,93 ± 0,09 мм, у юношей 17–18 лет – 0,85 ± 0,05 мм, а у взрослых мужчин достигала 1,0 ± 0,11 мм. Результаты показателя акустической плотности фасции голени в возрастном аспекте представлены на рис. 3. Установлено, что показатель эхоплотности передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя пальцев в группе здоровых детей и подростков в сравнении с параметрами фасции голени в среднем ниже на 61 % ($P \leq 0,05$, (рис. 4).

Таким образом, проведенные прижизненные эхоморфометрические исследования гиподермы, фасции и передней группы мышц голени в группе здоровых людей в возрасте от 10 до 35 лет позволили выявить определенную динамику данных показателей. Установлено, что параллельно увеличению анатомической длины голе-

ни и величины обхвата сегмента возрастает и площадь поперечного сечения мышц – тыльных сгибателей стопы. Физиологический поперечник мышц человека чаще всего определяют на основе различных методов, являющихся, по сути, косвенными [3]. Эхоморфометрия тканей конечности позволяет на любом уровне сегмента проследить изменение «анатомического» поперечника мышц и неинвазивно оценить их контрактильную способность с параллельной визуализацией самого сокращения (динамическая ультрасонография) [6]. Установлено, что по мере физиологического роста и созревания мышечной ткани увеличивается толщина брюшка передней большеберцовой мышцы и длинного разгибателя пальцев. Эхоплотность мышц передней группы голени у мальчиков, юношей и взрослых

мужчин не превышала $25,0 \pm 0,9$ усл. ед. В работе [8] на основе ультразвуковой визуализации были выявлены различия в структуре мышц конечностей у бегунов и людей, не занимающихся спортом. Эхоамплитуда расслабленных четырехглавых мышц бедра у спортсменов была достоверно выше, чем у бегунов, что авторы объясняли различным содержанием в мышцах жировой ткани и коллагена. Авторы применяли специально сконструированный для измерения эхоамплитуды тканей сонограф несерийного производства. Поэтому полученные данные затруднительно сопоставлять с результатами исследований, проводимых с использованием ультразвуковой аппаратуры серийного выпуска, использованной в настоящем исследовании. Однако описанные этими авторами [8] результаты позволяют предполагать о возможных механизмах существенного возрастания силы мышц сгибателей голени у спортсменов, одним из которых является развитие рабочей гипертрофии.

Ранее динамика эхометрических показателей задней группы мышц голени в возрастном аспекте изучалась у здоровых детей [4]. В настоящей работе был проведен сравнительный анализ эхоморфометрических показателей передней группы мышц, гиподермы и фасции голени у здоровых людей мужского пола различного возраста. Анализ полученных с помощью УСГ характеристик мягких тканей голени у здоровых лиц позволил судить о структурных преобразованиях в мягкотканых компонентах сегмента в процессе индивидуального развития. Нами выявлены количественные различия мышц и фасций по критерию эхоплотности при визуализации с помощью УЗ у здоровых людей различного возраста. По-видимому, изменения в структуре тканей определяют и их биомеханические параметры. Ранее на экспериментальных животных было установлено, что биомеханическое поведение различных мягкотканых компонентов голени собаки существенно отличается: фасциальный аппарат голени обладает максимальным сопротивлением растяжению, минимальным — мышцы передней группы сегмента [7]. Проводить подобные инвазивные исследования на человеке невозможно. Поэтому описанные в настоящей работе структурные особенности мышечно-фасциального аппарата у здоровых людей расширяют наши представления о строении и функционировании опорно-двигательной системы в норме. Полученные данные могут явиться базовыми показателями при сопоставительном анализе состояния мягких тканей конечностей у людей с травмами и ортопедической патологией, оценке влияния различных факторов: невесомости, гипер- и гиподинамии, инволютивных процессов. Они могут быть также ис-

пользованы в диагностике патологических изменений в мышцах при некоторых неврологических заболеваниях, в частности, миопатиях различного генеза, для проведения ряда расчетов в спортивной биомеханике.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гребенюк Л.А. Динамика функциональных свойств и биомеханических характеристик мягких тканей голени в процессе естественного роста и при удлинении: Автореф. дис. ... канд. биол. наук / РНЦ ВТО им. акад. Г.А. Илизарова. — Челябинск, 2000. — 24 с.
2. Жировая масса тела в оценке физического развития школьников / Р.И. Ермоленко, Ю.М. Павлов, А.Г. Мартынов и др. // Педиатрия. — 1984. — № 5. — С. 48 — 50.
3. Зацииорский В.М. Биомеханика двигательного аппарата / В.М. Зацииорский, А.С. Аруин, В.Н. Селуянов // Физкультура и спорт. — М., 1981. — 143 с.
4. Сапожникова Н.И. Возрастные изменения эхографической картины длинных трубчатых костей, суставов и мягких тканей конечностей детей: Автореф. дис... канд. биол. наук. — Смоленск-Витебск, 1989. — 18 с.
5. Чернин С.Л. Эхоофтальмометр ЭОМ-24 / С.Л. Чернин, П.В. Чупров // Медицинская техника. — 1990. — № 1. — С. 44 — 45.
6. Ультразвуковая диагностика повреждений и заболеваний мягких тканей опорно-двигательного аппарата: Учеб. пособие / Сост.: С.А. Горбатенко // Центральный институт усовершенствования врачей. — М., 1991. — 28 с.
7. Утенькин А.А. Об исходном сопротивлении мягких тканей при удлинении конечностей / А.А. Утенькин, Г.В. Дьячкова // Ортопедия, травматол. и протезир. — 1979. — № 6. — С. 25.
8. Diagnostic ultrasound: its use in the evaluation of muscle / J. Hicks, H. Shawker, B.L. Jones et al. / Arch. Phys. Med. Rehabil. — 1984. — Vol. 65, N 3. — P. 129 — 131.
9. Heckmatt J.Z. Detection of pathological changes in dystrophic muscles with B-scan ultrasound imaging / J.Z. Heckmatt, V. Dubovitz, S. Leman // Lancet. — 1980. — N 1. — P. 1389 — 1390.
10. Jacobson J.A. Musculoskeletal sonography of the postoperative orthopedic patient / J.A. Jacobson, M.J. Lax // Semin. Musculoskelet. Radiol. — 2002, Mar. — Vol. 6 (1). — P. 67 — 77.
11. Löffler L. Ultraschall Diagnostik am Bewegungsapparat / L. Löffler. — Georg Thieme Verlag Stuttgart — New-York, 1989. — P. 133 — 141.
12. Results and indications of imaging techniques in musculoskeletal diseases / M. Ben Hamouda, N. Bergaoui, M. Douik, F. Ladeb // Tunis Med. — 2002 Aug. — Vol. 80 (8). — P. 458 — 464.