

© Группа авторов, 2007

## **Динамометрия мышц голени у больных мужского пола с заболеваниями опорно-двигательной системы**

**В.А. Щуров, О.В. Колчев, Н.И. Буторина**

### ***Dynamometry of leg muscles in male patients with the locomotor system diseases***

**V.A. Shchourov, O.V. Kolchev, N.I. Boutorina**

Федеральное государственное учреждение

«Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г. А. Илизарова Росмедтехнологий», г. Курган (генеральный директор — заслуженный деятель науки РФ, член-корреспондент РАМН, д.м.н., профессор В.И. Шевцов)

С помощью динамометрических стенов оригинальной конструкции обследованы 214 здоровых детей мужского пола в возрасте от 7 до 15 лет, а также 39 их сверстников с отставанием в росте одной из нижних конечностей на величины от 3 до 12 см до и после оперативного удлинения голени по методу Илизарова. Описана возрастная динамика максимального момента силы мышц - тыльных и подошвенных сгибателей стопы, соотношенная с массой тела (ОМС). Динамометрические показатели мышц - подошвенных сгибателей стопы у здоровых обследуемых и интактной конечности у больных практически одинаковы и увеличиваются с возрастом до 1,76 Н\*м/кг, в то время как пораженной конечности у больных – лишь до 1,3 Н\*м/кг. После оперативного удлинения конечности момент силы мышц восстанавливается до 0,9 Н\*м/кг.

Ключевые слова: динамометрия, голень, нарушение роста.

214 healthy male children at the age of 7–15 years and also 39 children of the same age with 3-12 cm growth retardation of one of the lower limbs have been examined before and after surgical leg lengthening according to the Ilizarov method using dynamometric stands of original design. The authors describe the age-related dynamics of the maximum moment of the force of muscles – dorsal and plantar flexors of the foot, correlated with body mass (relative moment of force). The dynamometric parameters of muscles (plantar foot flexors) for the healthy subjects examined and for patients' intact limb are practically the same and they increase with age to 1,76 Н\*м/кг, while those for patients' involved limb – to 1,3 Н\*м/кг only. The moment of muscle force after surgical limb lengthening recovers to 0,9 Н\*м/кг.

Keywords: dynamometry, leg, growth disorder.

Показатель максимальной силы мышц нижних конечностей является одним из важнейших критериев функционального состояния опорно-двигательной системы. Снижение показателя сократительной способности мышц при заболеваниях опорно-двигательной системы сопровождается не только уменьшением темпа ходьбы, но и может привести к затруднению поддержания устойчивого положения тела в ортостатической позе. Оперативное увеличение длины конечности приводит к временному снижению способности мышц к произвольным сокращениям и к последующему восстановлению (обычно не в полном объёме) динамометрических показателей с ограничением скорости локомоций и проходимого за сутки пути [5, 7, 6].

Абсолютная и относительная сила мышц неодинакова у представителей мужского и женского пола. У детей она становится больше с увеличением возраста. У подростков и взрослых

людей на силу мышц оказывают большое влияние не только увеличение массы тела, но также и физическая тренировка.

Одной из особенностей строения стопы является эксцентричное распределение нагрузки на её передний и задний отделы. Соотношение длины заднего и переднего отрезков проекции дуги свода стопы в процентном выражении у детей до 10 лет составляет 37 %, после 10 лет 31 % [4]. По мере продольного роста относительно быстрее увеличиваются размеры переднего отдела стопы, что предполагает и более быстрое увеличение силовой характеристики задней группы мышц голени.

У здоровых детей сила мышц увеличивается с возрастом, а также по мере роста длины и массы тела [1, 3, 8]. Следует обратить внимание на то, что более быстро возрастает сила мышц-разгибателей нижней конечности [2].

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Поскольку речь идет о сравнительном анализе динамометрических показателей мышц у здо-

ровых и больных обследуемых разного возраста и на разных этапах лечения, необходимо было

исключить влияние одних факторов и принять во внимание влияние других. Влияние неодинаковой длины конечностей можно исключить, используя моменты силы мышц (произведение длины рычага от оси вращения до точки приложения силы и показателя самой силы мышц). Для исключения влияния пола на данные сократительной способности рассматривались представители только мужского пола. Исключить влияние массы тела на результаты обследования можно, переведя абсолютные значения силы в относительные (соотнеся их с массой тела).

В этих условиях исследована возрастная динамика показателей и проведено ее сравнение в группах здоровых обследуемых и больных на этапах лечебной и функциональной реабилитации.

Для определения силовой характеристики мышц голени использован разработанный в нашем Центре динамометрический стенд, состоящий из неразборной станины, площадки для установки стопы, укрепленной подвижно относительно станины на полуосях (рис. 1).

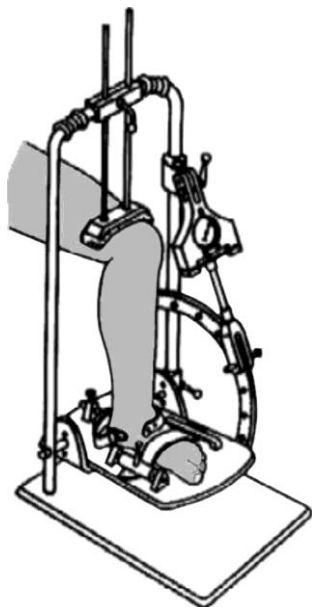


Рис. 1. Динамометрический стенд для исследования сократительной способности мышц голени при изменениях исходной установки стопы в голеностопном суставе под различными углами

Для правильной установки стопы относительно оси вращения площадки служит запятник с ремненным креплением и фиксатор переднего отдела стопы. К площадке жестко и под прямым углом прикреплен силоизмерительный элемент, верхняя часть которого подвижно связана с дугой. Посредством дуги и силоизмерительного элемента площадка для стопы устанавливается под требуемым углом к горизонтали в пределах от 75 до 120° с шагом 5°. Коленный сустав испытуемого фиксируется при помощи обрешиненного упора. Если высота упора не соответствует длине голени, ее можно регулировать двумя направляющими, закрепленными фиксирующим зажимом.

Измерение выполняется следующим образом. Испытуемый усаживается на кресло, высота которого может изменяться и подбираться таким образом, чтобы при нахождении конечности в силоизмерительном стенде угол в коленном суставе был прямым. Стопа устанавливается на педали в таком положении, при котором ось вращения голеностопного сустава (у взрослых находится на 1 см ниже внутренней лодыжки) совпадала с осью вращения подвески педали. Голень фиксируется упором для бедра сверху, стопа – запятником сзади и фиксатором ремennого захвата спереди. После объяснения задачи исследования, с целью адаптации испытуемого к работе устройства, производится 2-3 пробных замера момента силы мышц - тыльных сгибателей стопы (ТСС) - и мышц - подошвенных сгибателей стопы (ПСС) - при установке стопы под углом 90°. Затем стопа поднимается в положение наибольшей тыльной флексии и начинается измерение моментов силы мышц-антагонистов в каждом фиксируемом положении педали.

Обследованы 214 здоровых мальчиков в возрасте от 7 до 15 лет, а также 58 больных мужского пола в возрасте от 6 до 42 лет с отставанием в росте одной из конечностей на величины от 3 до 12 см до и после оперативного удлинения с использованием методики Илизарова. При этом 39 больных были в возрасте до 16 лет.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

У мальчиков, с отставанием в росте одной из конечностей, с увеличением возраста становится больше масса тела (рис. 2). При этом угловой коэффициент линейной регрессии этой взаимосвязи практически такой же, как у здоровых детей. Постоянная составляющая уравнения у больных меньше на 2 кг.

Относительный момент силы (ОМС) мышц - тыльных сгибателей стопы (ТСС) - и мышц -

подошвенных сгибателей стопы (ПСС) - интактной конечности у больных увеличивался пропорционально числу прожитых лет до 25-30 лет (рис. 3). Показатели задней группы мышц голени характеризовались большим разбросом значений, поскольку известно, что эта группа мышц вследствие биомеханических условий функционирования более чувствительная к изменениям массы тела и физической тренировке.

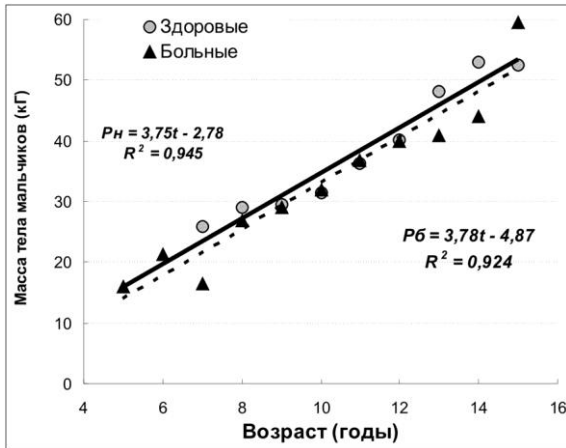


Рис. 2. Возрастная динамика массы тела у здоровых мальчиков и у пациентов с отставанием в росте одной из нижних конечностей

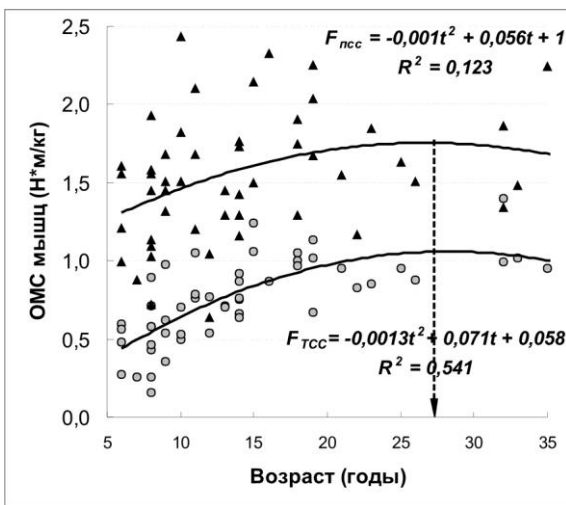


Рис. 3. Возрастная динамика ОМС мышц - тыльных и подошвенных сгибателей стопы - у больных на интактной конечности

Относительный момент силы мышц больной голени также увеличивался пропорционально числу прожитых лет, кривая возрастной динамики показателей отличалась от динамики показателей интактной конечности лишь худшими стартовыми показателями (рис. 4).

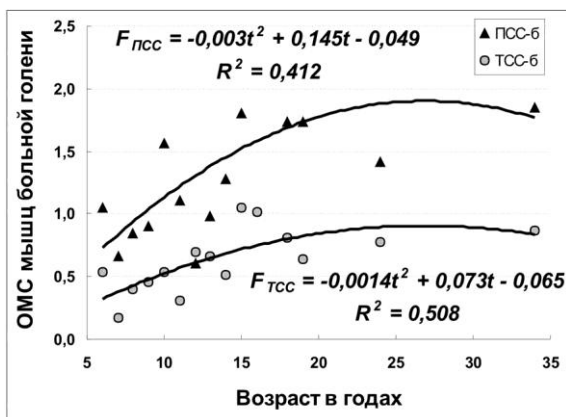


Рис. 4. Возрастная динамика усредненных значений ОМС мышц голени пораженной конечности

Степень различия в длине больной и интактной конечностей влияла на показатель силы обеих групп мышц пораженной голени (рис. 5).

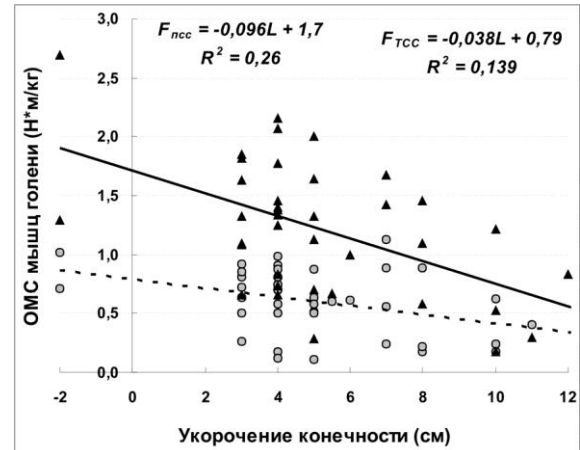


Рис. 5. Зависимость ОМС мышц-ПСС и мышц-ТСС пораженной конечности от разницы в длине с интактной

Чем больше отставание пораженной конечности в росте и развитии, тем ниже показатель сократительной способности мышц этой конечности. В тех случаях, когда длина голени пораженной конечности сравнительно больше (при укорочении смежного бедра) силы мышц оказывается выше, чем на интактной конечности.

У здоровых детей выявлена высокая степень корреляционной взаимосвязи между длиной голени и силой ее мышц. На интактной конечности такая связь сохраняется для мышц-ТСС. На пораженной конечности как до, так и после лечения сила мышц не имела достоверной зависимости от длины голени.

Сила мышц более существенно снижена при использовании больными дополнительных средств опоры.

В отдаленные сроки после лечения обследовано 24 больных, показатели силы мышц которых мы приводим в абсолютных значениях в 3 возрастных группах (табл. 2). Отставание показателей больной конечности от интактной составили от 15 до 30 %. Расчеты показывают, что такое отставание силы связано с исходным отставанием конечности в росте. После удлинения конечности это различие в значениях динамометрического показателя сохраняется. С увеличением возраста пациентов оно не увеличивается.

Таким образом, отставание силовых показателей мышц у больных с врожденным нарушением роста одной из конечностей формируется на ранних стадиях развития, сохраняется в процессе естественного продольного роста тела и не купируется после оперативного удлинения пораженной конечности.

Таблица 1

Коэффициенты линейной корреляции взаимосвязи ОМС мышц и продольных размеров голени ( $y=Ax+b$ )

Группы обследуемых	Группа мышц	Число набл.	Коэфф. а	Коэфф. в	Коэфф. коррел.
Здоровые дети	ПСС	225	0,061	-0,316	<b>0,837</b>
	ТСС	225	0,026	-0,258	<b>0,778</b>
Интактная конечность у больных	ПСС	45	0,031	0,519	0,160
	ТСС	45	0,038	-0,595	<b>0,457</b>
Отстающая в росте конечность	ПСС	45	0,025	0,342	0,063
	ТСС	45	0,011	0,168	0,046
Удлиненная конечность	ПСС	26	0,012	0,399	0,009
	ТСС	26	0,021	-0,340	0,123

Таблица 2

Абсолютные значения максимальной силы мышц больной и интактной голени в отдаленные сроки после окончания лечения (Н\*м)

Мышцы	5-8 лет (n=7)		9-12 лет (n=7)		13-16 лет (n=10)	
	Интактная	Больная	Интактная	Больная	Интактная	Больная
ТСС	9,5±1,0	7,3±3,0	31,1±6,1	26,6±17,0	45,6±10,0	32,3±6,1
ПСС	28,9±5,0	21,6±9,9	63,9±13,3	45,9±13,0	89,5±22,6	70,6±27,5
% больной ТСС		77,6%		85,5%		70,8%
% больной ПСС		74,7%		71,8%		78,9%

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Абрамовский, И. Н. Зависимость между силой, весом и ростом спортсмена / И. Н. Абрамовский // Теория и практика физической культуры. – 1968. - № 11. - С. 17-20.
2. Кацитадзе, З. И. Особенности морфо-функционального развития мышц нижних конечностей у детей дошкольного и школьного возраста / З. И. Кацитадзе // Тезисы докл 8 науч. конф. по возрастной морфологии, физиологии, и биохимии. – М., 1967. – С. 117-118.
3. Фарфель, В. С. Прибор для определения баланса тонуса мышц-антагонистов туловища / В. С. Фарфель, Я. М. Коц // Ортопед., травматол. - 1959. - № 11. – С. 72-74.
4. Филатов, В. И. Клиническая биомеханика / В. И. Филатов. - Л. : «Медицина», 1980. - 199 с.
5. Шевцов, В. И. Теоретические предпосылки и практические последствия увеличения длины нижних конечностей у больных с ахондроплазией / В. И. Шевцов, Т. И. Менщикова, В. А. Щуров // Рос. журн. биомеханики. - 2000. – Т. 4., № 3. – С. 74-79.
6. Щуров, В. А. Функциональное состояние опорно-двигательного аппарата при заболеваниях и травмах конечностей в условиях лечения по Илизарову / В. А. Щуров // Гений ортопедии. - 1998. - № 4. – С. 25-28.
7. Щуров, В. А. Физиологические основы эффекта стимулирующего влияния растяжения тканей на рост и развитие при удлинении конечности по Илизарову : автореф. дис... д-ра мед. наук / В. А. Щуров. - Пермь, 1993. – 32 с.
8. Molnar, G. Objective quantitative muscle testing in children : a pilot study / G. Molnar, J. Alexander // Archives of physical Medicine and Rehabilitation, -1973. -N 5.

Рукопись поступила 08.09.06.