

© Группа авторов, 2003

**Динамика антропометрических показателей
при билокальном дистракционном остеосинтезе голени
у пациентов с врожденным укорочением конечностей**

Э.А. Гореванов, С.О. Мурадисинов, Д.А. Попков, О.В. Колчев

***The dynamics of anthropometric indices during bifocal distraction
leg osteogenesis in patients with congenital limb shortening***

E.A. Gorevanov, S.O. Muradisinov, D.A. Popkov, O.V. Kolchev

Государственное учреждение науки

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

В процессе билокального дистракционного остеосинтеза костей голени при врожденном ее укорочении на разных этапах лечения измеряли окружность сегмента на уровне верхней, средней и нижней третей. Используя данные показатели, определяли объем сегмента, представив его в виде комбинации двух усеченных конусов. В результате измерений получены данные, подтверждающие тот факт, что в процессе удлинения происходит не растяжение, а рост мягких тканей, т.е. показатели относительного объема после удлинения сегмента близки к исходным показателям.

Ключевые слова: голень, врожденное укорочение, билокальный дистракционный остеосинтез, антропометрия.

Segmental circumference at the level of upper, middle and lower thirds was measured during bifocal distraction osteosynthesis of leg bones at different stages of treatment for the leg congenital shortening. Using the indices, the volume of the segment, imagined as combination of two truncated cones, was determined. As a result of the measurements the data were obtained, which confirmed the fact, that not tension of soft tissues, but their growth took place during lengthening, that means that the indices of respective volume are close to the initial indices.

Keywords: leg, congenital shortening, bifocal distraction osteosynthesis, anthropometry.

Укорочение нижних конечностей остается важнейшей медико-социальной проблемой [1, 5]. Наиболее перспективным при удлинении конечностей во всем мире признан метод и аппарат Илизарова. Удлинение конечности обусловлено регенераторными свойствами костной ткани и всего мягкотканного компонента удлиняемого сегмента. Процесс удлинения приводит к изменению пропорций и объема тканей удлиняемого

сегмента. Отчасти это связано со способностью мягких тканей и к растяжению, и к росту. Многие авторы посвящали свои публикации вопросу состояния мягкотканного компонента в процессе удлинения сегментов конечностей и в отдаленном периоде [2-4, 6-11], но примеров анализа изменений объемных антропометрических показателей и их количественной оценки в литературе мы не встретили.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализировались истории болезни 16 пациентов обоих полов с монологической аплазией или гипоплазией малоберцовой кости в возрасте от 9 до 15 лет. Средний возраст пациентов составил $12,5 \pm 1,7$ года.

Основой исследования послужили данные измерений сантиметровой лентой окружности и длины укороченных и интактных голени у одних и тех же пациентов, выполненные до операции и через 4 - 6 месяцев после снятия аппарата. Длину сегмента, кроме того, определяли по

рентгенологическим снимкам, выполненным в предоперационном и ближайшем периодах. Интервал между измерениями (от момента операции до явки на контрольный осмотр через 4-6 месяцев после снятия аппарата) составлял в среднем $10,2 \pm 2,1$ месяца.

Использовались антропометрический, рентгенологический и статистический методы исследования.

Статистическую обработку материала проводили по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Путем измерений интактной и укороченной голени до операции и в ближайшем периоде после лечения были получены средние значения их анатомической длины. Результаты приведены в таблице 1.

Таблица 1

Анатомическая длина укороченной и интактной голени до и после лечения

Сегмент	Анатомическая длина (см)	
	до операции	через 4-6 мес. после снятия аппарата
Укороченная голень	28,3±1,9	34,1±2,1
Интактная голень	33,9±1,8	34,3±2,0

Величина прироста длины сегмента в исследуемой группе составляла от 4 до 8 см. Средняя величина удлинения – 5,8±0,5 см.

Проведенный t-тест показал, что имеются статистически достоверные различия средней анатомической длины укороченной голени до и после лечения ($p < 0,01$). Отмечены и статистически достоверные отличия анатомической длины интактной голени в дооперационном и ближайшем послеоперационном периодах ($p < 0,05$), связанные, по-видимому, с естественным ростом конечностей исследуемых пациентов. Средняя анатомическая длина интактного сегмента за тот же период увеличилась с 33,9±1,8 см до 34,3±2,0 см, т.е. величина естественного прироста составила 0,9±0,2 см.

Для определения объема удлиняемой и интактной голени мы использовали формулу для вычисления объема усеченного конуса:

$$V = \frac{\pi h}{3} (R_1^2 + R_2^2 + R_1 \cdot R_2) \quad (1),$$

где V – объем конуса, h – высота конуса, R_1 – площадь первого основания, R_2 – площадь второго основания.

Однако, учитывая особенности формы голени, для более точного определения ее объема мы представили голень как комбинацию двух различных по форме усеченных конусов, обращенных основаниями друг к другу (рис. 1).

При этом измерение окружности в средней части (C_2) производили на уровне наибольшего массива мягких тканей голени. На основании исследования 22 сегментов у здоровых детей школьного и подросткового возраста определили, что уровень расположения наибольшей окружности голени в средней части, в силу ее анатомического строения, находится проксимальнее точки, разделяющей на равные части расстояние между щелями коленного и голеностопного суставов.

Измерения показали, что такая плоскость измерения делит длину сегмента на два отрезка: несколько более короткий, проксимальный, относительная длина которого в среднем выража-

ется формулой $h_1 = 0,44 \cdot h$, где h_1 – длина проксимального отрезка, h – анатомическая длина голени, и более длинный – дистальный, относительная длина которого выражается формулой $h_2 = 0,56 \cdot h$, где h_2 – длина дистального отрезка, h – анатомическая длина голени, C_1 – окружность голени на уровне щели коленного сустава, C_3 – окружность голени в нижней трети на 3 см выше вершины внутренней лодыжки.

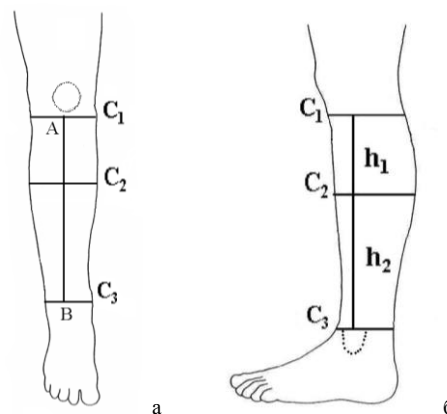


Рис. 1. Схема голени как условной комбинации двух усеченных конусов; а – прямая проекция; б – боковая проекция

Учитывая, что C_1 , C_2 и C_3 – это окружности голени в верхней, средней и нижней третях в сантиметрах, а линия АВ (h) – это длина голени в сантиметрах, преобразовали формулу для расчета объема усеченного конуса в формулу для вычисления объемов двух разных конусов, основания которых расположены на уровнях измерения окружностей голени:

$$V = \frac{h \cdot 0,44 (C_1^2 + C_2^2 + C_1 \cdot C_2)}{12\pi} + \frac{C_2 \cdot 0,56 - 3 (C_2^2 + C_3^2 + C_2 \cdot C_3)}{12\pi} \quad (2),$$

где V – объем голени, h (AB) – анатомическая длина голени, C_1 – окружность голени в верхней трети голени, C_2 – окружность голени в средней трети голени, C_3 – окружность голени в нижней трети голени.

Формула применялась нами в данном виде, т.к. она удобна для выполнения вычислений в программе Microsoft Excel и позволяет сравнить объем проксимального и дистального отделов голени.

Для подтверждения достоверности данных, полученных при использовании этой формулы у 22 здоровых подростков, параллельно с математическими вычислениями объема здоровой голени осуществляли вычисление данного показателя путем определения объема воды, вытесненной голенью из резервуара. Для этого наносили линию-метку на конечности на уровне щели коленного сустава и на 3 см проксимальнее вершины внутренней лодыжки. Вначале в емкость собира-

ли воду, вытесненную только стопой, затем в другой сосуд – воду, вытесненную голенью и стопой вместе. После этого легко определялся объем вытесненной воды только голенью. Теоретические расчеты абсолютно совпадали с измерениями, полученными на практике.

Средний возраст пациентов составил $14,1 \pm 1,2$ года. Средняя анатомическая длина голени – $36,8 \pm 1,5$ см. Средний объем здоровой голени, полученный путем вычисления, составил $2492,6 \pm 170,3$ см³, а путем определения вытесненной воды – $2496,5 \pm 242,6$ см³. Коэффициенты, полученные у каждого обследуемого путем деления математически полученного объема на экспериментально определенный, располагались в пределах от 0,94 до 1,09, средний коэффициент – $1,02 \pm 0,04$, т.е. близок к 1. Анализ двух рядов данных (объемов голени, полученных двумя путями) с применением критерия Стьюдента показал, что статистически достоверных отличий между ними не существует ($p > 0,05$). Следовательно, показатели объема здоровой голени, полученные путем вычисления по формуле 2, достаточно достоверны.

Используя формулы 1 и 2, вычислили объем тканей укороченного и интактного сегментов в предоперационном и отдаленном послеоперационном периодах (табл. 2).

В дооперационном периоде достоверных отличий в показателях среднего объема укороченной голени ($p > 0,05$), полученных путем вычисления его по формуле 1 и 2, не отмечается. В отдаленном периоде так же не существует достоверных отличий показателей объема укороченной голени, полученных путем вычисления по обеим формулам ($p > 0,05$).

Таблица 2

Показатели объемов голени (см³) до и после лечения по формуле объема усеченного конуса (1) и формуле объема комбинации конусов, адаптированной для голени человека (2)

Обследуемый сегмент	Период обследования			
	до лечения (см ³)		после лечения (см ³)	
	3	4	3	4
Укороченный сегмент	$915,8 \pm 204,0$	$907,9 \pm 172,1$	$1358,9 \pm 342,0$	$1363,4 \pm 303,2$
Интактный сегмент	$1399,4 \pm 396,3$	$1588,0 \pm 464,7$	$1480,3 \pm 410,3$	$1686,3 \pm 488,1$

Однако отмечено, что при сравнении средних объемов интактной голени, полученных путем вычисления с применением обеих формул в дооперационном периоде имеются достоверные отличия, говорящие о неоднородности генеральных совокупностей ($p < 0,01$). Аналогичное утверждение позволяет сделать t-тест двух групп объемов интактных голени, полученных с применением формул 1 и 2 в ближайшем периоде ($p < 0,01$).

Приведенные выше данные позволяют предположить, что в условиях аплазии или гипоплазии

малоберцовой кости атрофия мягких тканей выражена настолько, что форма пораженной голени близка к форме простого усеченного конуса, обращенного более широким основанием в проксимальном направлении, и применение формулы объема усеченного конуса для определения объема голени в этом случае позволяет получить достоверные данные. Однако при определении объема интактной голени, имеющей сложную форму в связи с выраженным развитием мышц задней группы, правомерно применение более сложной формулы, позволяющей определять объем голени как образования, по форме близкого к сочетанию двух разновеликих конусов. В дальнейшем мы будем анализировать данные объемов укороченной и интактной голени, полученных с применением именно этой формулы.

Анализ изменения объемов укороченной голени, наблюдаемого нами от момента операции до отдаленного послеоперационного исследования показал, что в исследуемой группе при среднем удлинении $5,8 \pm 0,5$ см величина среднего объема пораженного сегмента увеличилась с $907,9 \pm 172,1$ см³ (коэффициент вариации – 21,5%) до $1363,4 \pm 303,2$ см³. Проведенный анализ с применением критерия Стьюдента позволяет утверждать, что существуют статистически достоверные признаки неоднородности в исследуемых группах ($p < 0,01$), т.е. предположение, что объем оперированного сегмента за данный период не изменился, – неверно.

Средний объем интактной голени за тот же период изменился значительно менее существенно: от $1588,0 \pm 464,7$ см³ до $1686,3 \pm 488,1$ см³. Статистически достоверных отличий в этих рядах данных не обнаружено ($p > 0,05$). Незначительное увеличение показателя среднего объема интактной голени в отдаленном периоде относительно дооперационного, вероятнее всего, является результатом естественного роста детей в исследуемой группе. Об этом свидетельствует и увеличение средней длины интактного сегмента за тот же период – с $33,3 \pm 3,6$ см до $34,3 \pm 3,3$ см ($n=16$).

Увеличение средних показателей объема укороченного сегмента в исследуемой группе за данный период свидетельствует о росте мягких тканей удлиненной голени как результате реакции тканей на воздействие напряжения растяжения, возникающего в результате билатерального дистракционного остеосинтеза.

Особенность анатомического строения голени позволяет утверждать, что основной массив мягких тканей находится в проксимальной части сегмента, где располагается брюшко большинства мышц голени. Предложенная формула расчета объема голени позволяет оценить соотношение объема верхней и нижней частей голени в дооперационном и отдаленном периодах при удлинении приблизительно на равную ве-

личину большеберцовой кости в проксимальной и дистальной частях. Для этого, применяя формулу 2, у каждого пациента определяли отношение объема проксимальной части удлиняемой голени к дистальной в дооперационном и ближайшем периодах, при этом уровень разделения голени на проксимальный и дистальный отделы располагался в области наиболее широкой ее части, как было описано выше.

Среднее отношение объемов проксимальной и дистальной частей удлиняемой голени в дооперационном периоде выражалось цифрами $1,2 \pm 0,1$, в отдаленном периоде – $1,1 \pm 0,1$. В результате анализа t-критерия Стьюдента достоверных отличий в двух рядах данных не обнаружено ($p > 0,05$), т.е. можно сделать предположение, что в результате удлинения голени при аплазии или гипоплазии малоберцовой кости методом биллокального дистракционного остеосинтеза прирост объема удлиняемого сегмента происходит равномерно за счет проксимальной и дистальной частей голени, а преобладание в составе мягких тканей на каком-либо уровне мышечной массы либо сухожилий, вероятно, не влияет при удлинении на увеличение объема в этом участке пораженного сегмента.

На удлиняемой и интактной конечностях в ближайшем периоде в исследуемой группе отмечено увеличение среднего показателя относительного объема голени – отношение объема голени к длине сегмента ($\text{см}^3/\text{см}$). Данные приведены в таблице 3.

Средний относительный объем укороченного сегмента в дооперационном периоде составлял $32,2 \pm 4,8 \text{ см}^3/\text{см}$, в отдаленном – $40,0 \pm 8,3 \text{ см}^3/\text{см}$, т.е. относительный объем увеличился в

среднем на 24,2%. Отмечены статистически достоверные отличия ($p < 0,05$) в рядах данных относительного объема дооперационного и ближайшего периодов.

Таблица 3
Показатели относительного объема голени ($\text{см}^3/\text{см}$)

Обследуемый сегмент	Период наблюдения	
	до лечения ($\text{см}^3/\text{см}$)	после лечения ($\text{см}^3/\text{см}$)
Укороченный сегмент	$32,2 \pm 4,8$	$40,0 \pm 8,3$
Интактный сегмент	$51,2 \pm 9,4$	$52,7 \pm 10,4$

Средний относительный объем укороченного сегмента в дооперационном периоде составлял $32,2 \pm 4,8 \text{ см}^3/\text{см}$, в отдаленном – $40,0 \pm 8,3 \text{ см}^3/\text{см}$, т.е. относительный объем увеличился в среднем на 24,2%. Отмечены статистически достоверные отличия ($p < 0,05$) в рядах данных относительного объема дооперационного и ближайшего периодов.

Таким образом, среднее удлинение в исследуемой группе составило $5,8 \pm 0,5 \text{ см}$, объем удлиняемой голени увеличился в среднем на $455,5 \pm 151,3 \text{ см}^3$, следовательно, удлинение на 1 см у пациентов данной возрастной группы вызвало увеличение объема сегмента, определяемого в ближайшем периоде, в среднем на $73,9 \pm 26,0 \text{ см}^3$. Относительный объем голени, при величине удлинения $5,8 \pm 0,5 \text{ см}$, возрос в среднем на 24,2%, а каждый сантиметр удлинения привел к увеличению относительного объема на 4,2%. По-видимому, это связано с формированием новой костной ткани при удлинении, ростом мягких тканей голени в процессе восстановительного лечения и с гидростатическими изменениями в тканях конечности при репаративном костеобразовании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков М.В. Болезни костей у детей. - М.: Медицина, 1985. - 511с.
2. Илизаров Г.А., Щуров В.А. Влияние напряжения растяжения на биомеханические свойства мышц, их кровоснабжение и рост голени // Физиология человека. - 1988. - № 1. - С. 26-32.
3. Кочуткина Л.Н. Реактивность и регенерация скелетных мышц конечности, удлиняемой методом биллокального дистракционного остеосинтеза по Илизарову // Значение открытых Г.А. Илизаровым общебиологических закономерностей в регенерации тканей: Сб. науч. трудов. - Курган, 1988. - Вып. 13. - С. 71-76.
4. Кудрявцева И.П. Морфологические изменения нейроструктур эфферентной части рефлекторной дуги при одноэтапном удлинении голени методами моно- и биллокального дистракционного остеосинтеза аппаратом Илизарова (экспериментально-морфологическое исследование): Автореф. дис. канд. мед. наук. - Челябинск, 1995. - 24 с.
5. Попова Л.А. Характеристика обращаемости ортопедических больных за специализированной помощью // Материалы 6 съезда травматологов-ортопедов СНГ: Тез. докл. - Ярославль, 1993. - С. 27.
6. Реутов А.И., Мякотина Л.И., Гюльнарзова С.В. Комплексное исследование мышц голени при ее удлинении на двух уровнях // Тезисы докладов 4-й Всероссийской конференции по биомеханике. - Н. Новгород, 1998. - С. 192.
7. Свешников А.А., Долганов Д.В. Участие тканевой гидратации в регуляции костеобразовательной активности // Гений ортопедии. - 1996. - № 4. - С. 47-51.
8. Чиркова А.М., Дьячкова Г.В. Динамика морфологических изменений в фасциально-мышечном аппарате голени, удлиняемой по методу Илизарова // Вопросы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: Сб. науч. тр. - Курган, 1981. - Вып. 7. - С. 100-105.
9. Штин В.П., Кочурина Л.Н., Реутов А.И. Оценка возможностей костеобразования и сохранения гистоструктуры мышц при биллокальном дистракционном остеосинтезе // Аппараты и методы внешней фиксации в травматологии и ортопедии: Материалы 3 междунар. семинара по усовершенствованию аппаратов и методов внешней фиксации. - Рига, 1989. - С. 258.
10. Шевцов В.И. и др. Хирургическое лечение врожденных аномалий развития берцовых костей / В.И. Шевцов, В.Д. Макушин, А.М. Аранович, О.К. Чегуров. - Курган, 1998. - 324 с.
11. Reutov A.I., Shitin V.P. On the advantages of simultaneous bipolar lengthening of limbs in adults (experimental-clinical study) // Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol. - 1994. - Supl. 4. - P. 12-13.

Рукопись поступила 25.11.02.