

УДК: 616.71-018.46-89.85:616.718.5/6:616.71-001.5-089.84

В.В. Драган, Т.А. Фоминых, Жамал Абдель-Карим М.А. Немер, В.Н. Мильнер,  
В.Г. Шуваев<sup>2</sup>, А.Н. Дворянов<sup>2</sup>, Г.К. Бом<sup>2</sup>, Э.М. Калафатов<sup>2</sup>

ГУ «Крымский государственный медицинский университет им. С. И. Георгиевского»,  
г. Симферополь, Украина  
6 городская клиническая больница скорой помощи, г. Симферополь, Украина

## ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ И ВИДА ОСТЕОТОМИЙ КОСТЕЙ ГОЛЕНИ НА ФУНКЦИЮ СМЕЖНЫХ СУСТАВОВ ПРИ ВНУТРИКОСТНОМ ДИСТРАКЦИОННОМ ОСТЕОСИНТЕЗЕ

В статье показаны результаты исследования функций смежных суставов при внутрикостном дистракционном остеосинтезе с использованием разных вариантов остеотомии. Анализ влияния внутрикостного дистракционного остеосинтеза на функций смежных суставов основан на сравнительном топографо-анатомическом моделировании мышечной системы голени в зависимости от варианта остеотомии, имеющей различия по уровню и виду исполнения. Определен оптимальный вариант остеотомии костей голени при внутрикостном дистракционном остеосинтезе приводными аппаратами. **Ключевые слова:** мышцы голени, большеберцовая кость, малоберцовая кость, внутрикостный дистракционный аппарат, удлинение.

### Введение

«Никакая эстетика удлинения нижней конечности, и, в частности голени, не может быть признана успешной, если красота будет лишена функции» [1].

Смежные суставы сегмента, подвергающиеся дистракции, находятся в переменных условиях. Это определяется в первую очередь самим характером дистракционного процесса, при котором происходит динамическое изменение состояния мягких тканей сегмента. Прежде всего, это касается мышечной ткани. И здесь важно установить, как именно ведут себя мышечные группы в режиме все увеличивающейся дистракции, в зависимости от применяемого метода дистракционного остеосинтеза и, также, в зависимости от выбранного вида и уровня остеотомии. Понятно, что стрессовая ситуация дистракционного процесса отражается на упругих свойствах мышц и через них, далее, на функцию смежных суставов. Именно поэтому важно определить какие именно условия являются наиболее щадящими для преодоления стресса растяжения мышечной ткани. Здесь необходимо обратить внимание на исходные условия дистракционного процесса и на условия, в которых удлинение сегмента уже активно протекает. Эти условия в ос-

новном определяются выбранным методом дистракционного остеосинтеза, и далее, применяемым в конкретном методе варианта остеотомии (как по виду, так и по уровню исполнения). Дистракционный остеосинтез подразделяется прежде всего на внешний (внеочаговый) и внутренний (внутрикостный) остеосинтез.

Сразу обращает внимание тот факт, что при внешнем дистракционном остеосинтезе фиксирующие спицы (стержни) создают негативные условия для мышц, что в последствии предопределяет негативное влияние на функцию смежных суставов. Спицы и стержни внеочаговых аппаратов, обеспечивающие чрескостную фиксацию кости, не только отрицательно влияют на состояние кожных покровов во время удлинения голени, но и создают более "глубокую" проблему. Все контактирующие со спицами ткани удлиняющегося сегмента травмируются по всей длине погруженной в ткани спицы. А величина такого транссегментарного разреза практически равняется величине удлинения и общее количество таких разрезов равняется количеству задействованных спиц. Глубокие чрезсегментарные рубцы (миофасциотенодез) в последующем могут значительно ограничивать функцию конечности и даже привести к стойким артрогенным контрактурам коленного и голеностопного суставов [5].

Внутрикостный дистракционный аппарат для удлинения голени [2] не имеет контактных площадок с мягкими тканями голени вследствие того, что вектор дистракционного усилия сконцентрирован внутри кости, а встречный вектор силы сопротивления мягких тканей находится вне зоны действия внутренних аппаратов. Мышцы при внутрикостном дистракционном остеосинтезе интактны и свободны от постороннего блокирующего воздействия, что особенно важно в период удлинения длинных костей. Однако, имея

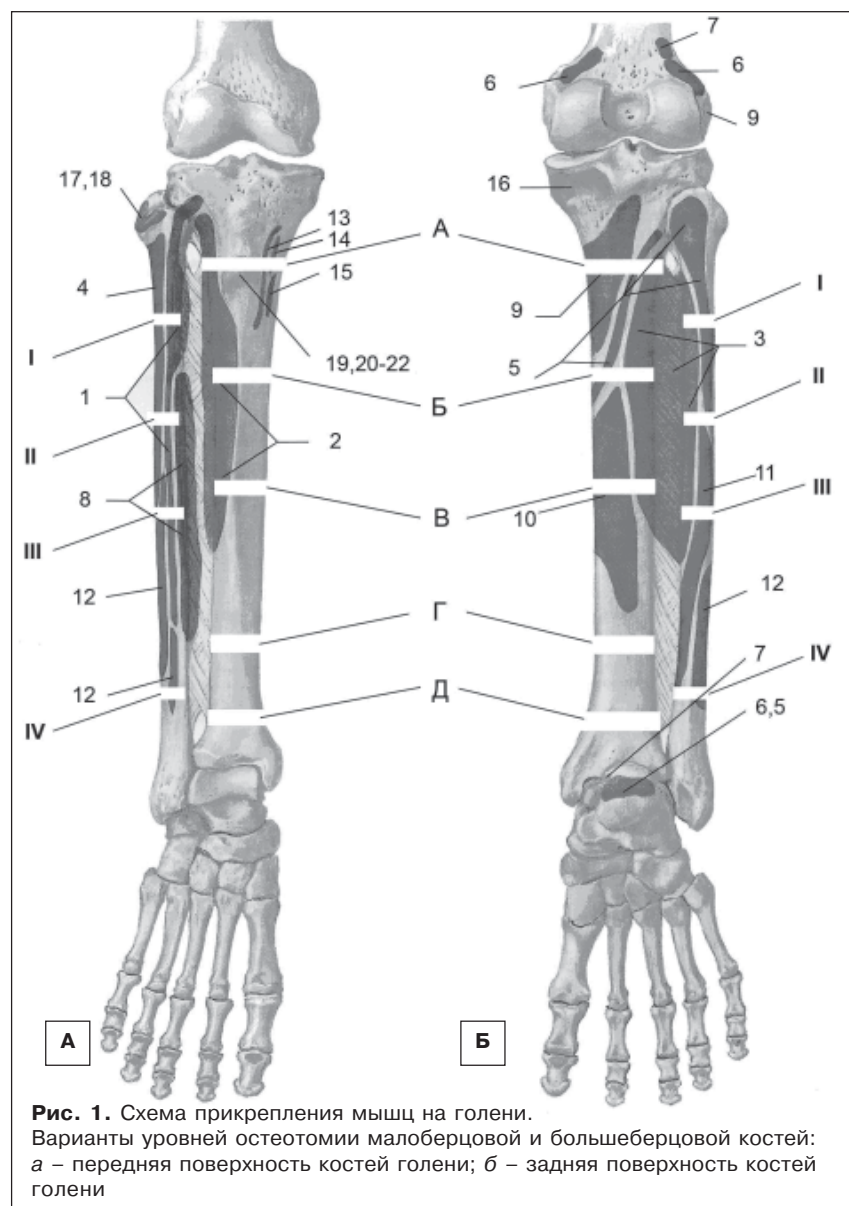
в виду фиксирующую функцию внутрикостных аппаратов на фоне дистракции, интересно изучить изменение баланса мышц-антагонистов или мышц, имеющих разные векторы своего действия при различных вариантах остеотомии. И, особенно, с анализом того, как именно, изменение такого мышечного баланса изменяет условия для функционирования смежных суставов.

## Материалы и методы

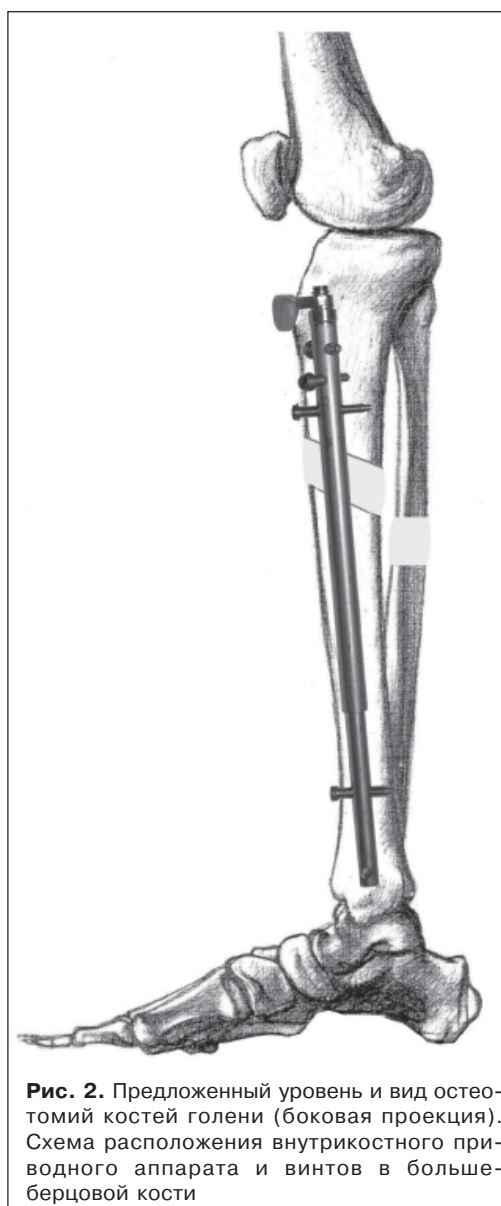
Для удобства определения состояния и роли разных групп мышц вначале удлиннения и в его конце при осуществлении сгибания, разгибания голени в коленном суставе и стопы в голеностопном суставе и пальцев стопы, целесообразно внимательно рассмотреть их в табличном варианте (табл. 1). Первая цифра обозначает порядковый номер в группе, а вторая – цифровое обозначение мышц [3, 4] (рис. 1).

Цифровое обозначение мышц

Сгибатели	Разгибатели
<b>Голени</b>	<b>Голени</b>
1.13. <i>m. sartorius</i> ; 2.14. <i>m. gracilis</i> ; 3.15. <i>m. semitendinosus</i> ; 4.16. <i>m. semimembranosus</i> ; 5.17. <i>m. biceps femoris (caput longum)</i> ; 6.18. <i>m. biceps femoris (caput breve)</i> ; 7.9. <i>m. popliteus</i> ;	8.20. <i>m. rectus femoris</i> ; 9.21. <i>m. vastus lateralis</i> ; 10.22. <i>m. vastus medialis</i> ; 11.23. <i>m. vastus intermedius</i> ; 12.24. <i>m. articularis genis</i>
<b>Стопы</b>	<b>Стопы</b>
13.3. <i>m. tibialis posterior</i> ; 14.4. <i>m. peroneus longus</i> ; 15.5. <i>m. triceps surae (m. soleus)</i> ; 16.6. <i>m. triceps surae (m. gastrocnemius caput mediale et laterale)</i> ; 17.7. <i>m. plantaris</i> ; 18.12. <i>m. peroneus brevis</i> .	19.2. <i>m. tibialis anterior</i>
<b>Пальцев стопы</b>	<b>Пальцев стопы</b>
20.10. <i>m. flexor digitorum longus</i> ; 21.11. <i>m. flexor hallucis longus</i> ;	22.1. <i>m. extensor digitorum longus</i> ; 23.8. <i>m. extensor hallucis longus</i>



**Рис. 1.** Схема прикрепления мышц на голени. Варианты уровней остеотомии малоберцовой и большеберцовой костей: а – передняя поверхность костей голени; б – задняя поверхность костей голени



**Рис. 2.** Предложенный уровень и вид остеотомий костей голени (боковая проекция). Схема расположения внутрикостного приводного аппарата и винтов в большеберцовой кости

Рассмотрим условия сгибания и разгибания голени, стопы и пальцев стопы при проведении остеотомии костей голени в области верхней трети большеберцовой (**Б**) (см. рис. 1) и верхней границе средней трети малоберцовой костей (**II**) (см. рис. 1) как на наш взгляд, наиболее благоприятном уровне при внутрикостном удлинении.

На фоне отсутствия растяжения *m. popliteus* (7.9) создаются условия баланса сгибателей и разгибателей голени и бедра, без потери функции в коленном суставе. Частичное растяжение *m. tibialis posterior* (13.3), *m. peroneus longus* (14.4), *m. triceps surae (m. soleus)* (15.5) и полное удлинение *m. triceps surae (m. gastrocnemius caput mediale et laterale)* (16.6) и *m. plantaris* (17.7), создают выраженный противовес разгибателю стопы, который представлен одной мышцей – *m. tibialis anterior* (19.2). Поэтому минимальное вовлечение *m. tibialis anterior* (19.2) в процесс удлинения в какой-то степени сгладит мышечное противоборство мышц-сгибателей стопы. Компромиссным решением будет проведение остеотомии в верхней трети большеберцовой кости в косом направлении (рис. 2), в промежутке между прикреплением *m. popliteus* (7.9) (см. рис. 1б) и *m. triceps surae (m. soleus)* (15.5) не пересекая *m. popliteus* (7.9), с выходом на переднюю поверхность большеберцовой кости ближе к метафизарной зоне (участок хорошей репарации костной ткани) минимально пересекая *m. tibialis anterior* (19.2) (см. рис. 1а). Предложенный вид остеотомии создает стабильную фиксацию проксимального фрагмента большеберцовой кости и внутрикостного аппарата. Воздействие дистракционных сил и мышечное натяжение в основном сгибателей голени не смещают проксимальный фрагмент за счет упора корпусом аппарата на “ножку-площадку” представленной задней стенкой проксимального фрагмента.

Остеотомия малоберцовой кости на уровне верхней границы средней трети (промежуток между *m. triceps surae (m. soleus)* (15.5) и *m. flexor hallucis longus* (21.11) (см. рис. 1б) – наиболее благоприятная зона с точки зрения минимального вовлечения в процесс удлинения сгибателей стопы и пальцев, а также отсутствия необходимости больших дистракционных усилий во время удлинения на межберцовый синдесмоз, т.к. линии остеотомии костей голени проходят близко друг от друга. Частичное удлинение *m. extensor digitorum longus* (22.1) и интактность *m. extensor hallucis longus* (23.8), *m. flexor digitorum longus* (20.10), *m. flexor hallucis longus* (21.11) не влияют отрицательно на функцию стопы и пальцев сто-

пы, т. к. соотношение сгибателей к разгибателям пальцев составляет 2 : 2 в равной степени.

Таким образом, несмотря на неблагоприятное преобладание усиления мышц сгибателей голени, стопы и пальцев стопы над разгибателями в процессе дистракции, внутрикостный аппарат создает устойчивый остеосинтез и позволяет тренировать более слабые группы мышц для ликвидации диссонанса в контрсилах, что оказывает благоприятные условия для лечебной физкультуры в смежных суставах.

Рассмотрим неблагоприятные уровни остеотомий костей голени.

Наиболее часто используемая поперечная остеотомия большеберцовой кости на уровне проксимального метафиза (**A**) (см. рис. 1) (при удлинении аппаратами внешней фиксации), соответствует выше описанному уровню остеотомии с разницей в том, что в процесс удлинения вовлекается *m. popliteus* (7.9) (см. рис. 1б). Ее основная часть прикрепленная к дистальному фрагменту и получает достаточно большие дистракционные нагрузки, за счет того, что она короткая. Сила натяжения *m. popliteus* (7.9) и дополнительно удлиняемых мышц сгибателей стопы (*m. plantaris* (17.7), *m. gastrocnemius caput mediale et laterale* (16.6) и *m. triceps surae (m. soleus)* (15.5) создают выраженный дисбаланс противоборствующим мышцам разгибателей стопы и пальцев (*m. tibialis anterior* (19.2) и *m. extensor digitorum longus* (22.1), которые вовлечены в процесс удлинения частично и получают минимальную силу натяжения. Этот неравный перевес может привести к смещению дистального фрагмента (увеличение угла между проксимальным и дистальным фрагментами кзади), формированию сгибательной контрактуры в коленном суставе и изменением оси нагрузки на коленный и голеностопный суставы. Анализируя состояние мышц голени в зависимости от уровня остеотомий малоберцовой кости, можно сказать следующее. Чем ниже ее уровень (средняя треть или нижняя треть), тем в большей степени вовлекаются в процесс удлинения мышцы сгибателей стопы и пальцев, и разгибателей пальцев. Так остеотомия на уровне нижней трети малоберцовой кости (**IV**) (см. рис. 1) не может быть рекомендована в данном варианте и по той причине, что дистракционная нагрузка на межберцовый синдесмоз (линии остеотомии проходят на большом расстоянии друг от друга) может привести к вальгизации голени или преждевременному сращению малоберцовой кости.

Если остеотомия проведена на уровне средней (**B**), нижней трети (**Г**), а также дистального



метафиза (Д) (см. рис. 1) большеберцовой кости, удлиняются частично или полностью все группы мышц, кроме *m. popliteus* (7.9). В данном варианте снижается сила разгибателей стопы и пальцев стопы над сгибателями. В этой группе мышц соотношение сгибателей к разгибателям составляет 8:3, поэтому при больших величинах удлинения наблюдается эквинусно-варусная девиация стопы в голеностопном суставе и сгибательные контрактуры в межфаланговых суставах пальцев стопы. Особенно это состояние будет выражено, если остеотомия проведена на уровне нижней трети (Г) или дистального метафиза (Д) большеберцовой кости. Представленные три уровня остеотомий не могут быть рекомендованы и по причине слабых репаративных процессов кости в этих зонах – средняя (В) и нижняя треть (Г) (см. рис. 1), а остеотомия на уровне дистального метафиза (Д) – из-за близкого анатомического расположения к кости сосудов и нервов и сложности фиксации этого фрагмента.

## Результаты и их обсуждение

Предлагаемый способ остеотомии костей голени при внутрикостном дистракционном остеосинтезе, клинически апробирован у 9 пациентов, из них: у одного пациента с врожденным укорочением голени и у 8 пациентов с социально-адаптивными проблемами (одновременное удлинение обеих голени). Величина удлинения составила в среднем 5,0 см (от 3,5 до 7,5 см).

Анализируя функциональные результаты лечения пациентов в процессе дистракции и после проведенного удлинения голени приводными аппаратами, нами отмечено ряд моментов:

- при удлинении голени до 3,0–3,5 см постепенно уменьшается тыльное сгибание стопы за счет растяжения *m. triceps surae* (*m. gastrocnemius caput mediale et laterale*) (16.6) и *m. plantaris* (17.7), функция в коленном суставе и пальцев стопы в полном объеме;
- при удлинении голени до 4,0 см – тыльное сгибание стопы отсутствует (активные и пассивные движения в стопе (подошвенное сгибание) в пределах 45°–50°), функция в коленном суставе и пальцев стопы в полном объеме;
- при удлинении голени более 5,0 см стопа в подошвенном сгибании (активные и пассивные движения в стопе (подошвенное сгибание) в пределах 25°–30°), функция в коленном суставе и пальцев стопы в полном объеме.

При увеличении эквино-варусной деформации стопы, пациентам рекомендовали временно

приостановить дистракцию на 3–5 дней продолжая восстановительное лечение. Амплитуда движений в голеностопном суставе увеличивалась на 10°–15°.

Во всех клинических случаях у пациентов были отмечены контрактуры голеностопных суставов миогенного характера, функция в коленном суставе и пальцев стопы в были в полном объеме. После проведенного комплекса лечебной физкультуры, движения в голеностопном суставе были восстановлены в пределах 8–10 недель (при оптимальных величинах удлинения [2]).

Таким образом, проведенная оценка функционального состояния смежных суставов в процессе удлинения внутрикостными аппаратами в зависимости от уровня и вида остеотомии, позволил сделать нам ряд **выводов**:

- 1) условия, в которых происходит растяжение мышечных групп при дистракции, определяют условия функционирования смежных суставов удлиняющегося сегмента. Такие условия находятся в зависимости от выбранного метода дистракционного остеосинтеза и от варианта остеотомии (по виду и уровню исполнения);
- 2) перемещение уровня остеотомий дистально по длине голени приводит к более масштабному вовлечению групп мышц в процесс удлинения. Чем больше мышц вовлекается в процесс дистракции, тем более негативная ситуация создается для функционального состояния смежных суставов;
- 3) косая остеотомия проведенная в верхней трети большеберцовой кости и поперечная остеотомия на уровне верхней границы средней трети малоберцовой кости, являются наиболее оптимальным уровнем с точки зрения хороших репаративных процессов в этой зоне и функциональных результатов;
- 4) имеющееся преобладание в силе мышц сгибателей голени, стопы и пальцев стопы над разгибателями, в процессе дистракции увеличивается;
- 5) несмотря на неблагоприятное преобладание усиления мышц сгибателей голени, стопы и пальцев стопы над разгибателями в процессе удлинения, внутрикостный аппарат создает устойчивый остеосинтез и позволяет тренировать более слабые группы мышц для ликвидации диссонанса в контрсилах.

## Литература

1. Блискунов А.И. Вопросы эстетической ортопедии. Косметическая коррекция длины и формы обоих бедер при увеличении роста /

- А.И. Блискунов, В.В. Драган // Проблемы, достижения и перспективы развития медико-биологических наук и практического здравоохранения. – В кн.: Труды Крымского государственного медицинского университета им. С.И.Георгиевского. – Симферополь. – 1999. – Т.135. – Часть II. – С. 12-19.
2. Мультипарное удлинение нижних конечностей приводными внутрикостными аппаратами / Климовицкий В. Г., Драган В. В., Гончарова Л. Е. [и др.] // Вісн. ортопед, травматол. та протезув. – 2009. – № 3. – С. 44–47.
  3. Неттер Ф. Атлас анатомии / Ф. Неттер. – 4-е изд. – М. : Геотар-Медиа, 2007. – 624 с.
  4. Привес М. Г. Анатомия человека / Привес М. Г., Лысенков Н. К., Бушкович В. И. – 12-е изд. – СПб. : Изд. дом СПб. МАПО, 2004. – 720 с.
  5. Complications of Ilizarov leg lengthening: a comparative study between patients with leg length discrepancy and short stature / В. Barreto, J. Caton, Z. Merabet, J. C. Panisset, and J.P. Pracros // Int Orthop. – 2007. October. – Vol. – 31(5). – P. 587–591.

## Резюме

*В.В. Драган, Т.А. Фоміних, Жамал Абдель-Карим, М.А. Немер, В.Н. Мільнер, В.Г. Шуваєв, А.Н. Дворянов, Г.К. Бом, Е.М. Калафатов*

### ВПЛИВ РІВНЯ І ВИДУ ОСТЕОТОМІЙ КІСТОК ГОМІЛКИ НА ФУНКЦІЮ СУМІЖНИХ СУГЛОБІВ ПРИ ВНУТРІШНЬОКІСТКОВОМУ ДИСТРАКЦІЙНОМУ ОСТЕОСИНТЕЗІ

У статті показані результати дослідження функцій суміжних суглобів при внутрішньокіст-

ковому дістракційному остеосинтезі з використанням різних варіантів остеотомії. Аналіз впливу внутрішньокісткового дістракційного остеосинтезу на функцію суміжних суглобів базується на порівняльному топографо-анатомічному моделюванні м'язової системи гомілки залежно від варіанту остеотомії, що має відмінності по рівню і виду виконання. Визначений оптимальний варіант остеотомії кісток гомілки при внутрішньокістковому дістракційному остеосинтезі приводними апаратами.

**Ключові слова:** м'язи гомілки, великогомілкова кістка, малоогомілкова кістка, внутрішньокістковий дістракційний апарат, подовження.

## RESUME

*V. Dragan, T.Fominih, Jamal Abdel-Karim, M. Nemer, V. Milner, V. Shuvaev, A. Dvorianov, G. Bom, J. Kalafatov*

### Effect of level and type of osteotomy shin bone on the function of adjacent joints AT intraosseous distraction osteosynthesis

This article shows the results of the study of functions of adjacent joints in intramedullary distraction osteosynthesis using different types of tibial osteotomy. Analysis of the effect of intramedullary distraction osteosynthesis on the function of adjacent joints is based on a comparison of topographic and anatomic modeling of leg muscles, depending on the type of the osteotomy, the differences in the level and type of performance. To determine the optimal variant of osteotomy of tibial bone with intramedullary distraction apparatus.

**Key words:** leg muscles, tibia, fibula, intramedullary distraction apparatus, elongation.