

## **Особенности функционального восстановления после оперативного лечения детей с врожденным укорочением нижних конечностей**

**А.В. Попков, Д.А. Попков**

### ***The details of functional recovery after surgical treatment of children with congenital shortening of lower limbs***

**A.V. Popkov, D.A. Popkov**

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)

Изучены функциональные результаты лечения 239 детей с врожденными укорочениями и аномалиями развития нижних конечностей. Определено, что раннее начало оперативного лечения, высокодетальная круглосуточная дистракция создает условия для благоприятного течения реабилитационного периода и для развития мышечного аппарата, увеличения резервных возможностей сосудистого русла, что снижает или исключает негативную роль дисплазии мягких тканей в патогенезе заболевания.

**Ключевые слова:** врожденные укорочения, удлинение конечностей, функциональная реабилитация.

The functional results of treatment have been studied in 239 children with congenital shortenings and developmental anomalies of lower limbs. Both the early started surgical treatment and high-division 24-hour distraction create the conditions for the favorable course of rehabilitation process and for the development of muscular system, the increase of the reserve potentials of vascular bed, thereby decreasing or ruling out the negative role of soft tissue dysplasia in the pathogenesis of disease.

**Keywords:** congenital shortenings, limb lengthening, functional rehabilitation.

Больные с врожденными укорочениями и аномалиями развития нижних конечностей представляют проблему не только в плане восстановления нормальной анатомической длины и формы бедренной кости и костей голени, но и для функциональной реабилитации пациента.

Целью данного исследования явилось изучение особенностей функциональной реабилитации де-

тей с врожденными укорочениями нижних конечностей после оперативного лечения методом чрескостного остеосинтеза. Были изучены влияние таких факторов как дробность дистракции, временной промежуток между последовательными этапами удлинения, исследовалась динамика восстановления сократительной способности мышц различных групп после удлинения конечности.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для проведения исследования были проанализированы результаты лечения 296 пациентов, относящихся по нашей классификации [8] ко второй (239 больных) и третьей клинорентгенологической группе (57 больных). Напомним, что второй группе соответствуют укорочения бедра до 30 %, голени — до 55 %. Деформации бедра и голени могут присутствовать как в области смежных суставов, так и на уровне диафизарного отдела. Характерно зависящее уменьшение верхнемедиального угла большеберцовой кости при уменьшении нижнелатерального угла бедра, что является механизмом спонтанного сохранения правильной биомеханической оси конечности в процессе продольного роста сегментов. Среди нарушений развития голени преимущественно встречаются различные формы малоберцовой гемимелии.

Третья клинорентгенологическая группа — пациенты с укорочением бедра не более 10 %. Отсутствуют деформации бедренной кости. Деформации на голени не носят компенсирующего характера. Общей особенностью этих групп является сохранение опороспособности конечности при наличии укорочений и деформаций.

Пациентам в общей сложности был выполнен 461 этап оперативного лечения методом чрескостного остеосинтеза, разница в длине была полностью компенсирована. Удлинение в 74 случаях производилось в высокодетальном автоматическом режиме. В целом, для всей выборки, величина удлинения бедра за один этап составила  $4,3 \pm 0,14$  см, что составляет  $18,5 \pm 1,31$  % от исходной длины сегмента. Величина удлинения голени —  $4,8 \pm 0,21$  см ( $19,6 \pm 0,95$  %).

После снятия аппарата контрольные осмот-

ры пациентов проводились через 1-3, 6-8 и 12 месяцев и далее ежегодно. Оценивали восстановление движений в суставах, динамику силы мышц-антагонистов и изменения периферического кровотока конечностей. Физиологические исследования проведены совместно с профессором В.А. Щуровым.

Объемную скорость кровотока голени определяли методом окклюзионной плетизмографии с помощью прибора "PERIQUANT-3500" (Швеция) [6].

Вычисляли следующие показатели: объемная скорость кровотока, пиковый кровоток, индекс пикового кровотока.

Определение момента силы мышц – тиль-

ных и подошвенных сгибателей стопы – производили с помощью специального стенда и соотносили с массой тела, чтобы можно было сопоставлять показатели больных, имеющих различный вес [10].

Для пациентов второй клинико-рентгенологической группы полная нагрузка на оперированную конечность на протяжении первых трех месяцев после снятия аппарата стала возможной в 218 случаях (91,2 %). В третьей клинико-рентгенологической группе все больные, явившиеся на контрольные осмотры (49 человек или 86 %), начинали полностью нагружать оперированную конечность в промежутке между второй и десятой неделями после снятия аппарата.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика восстановления движений в коленном суставе после моносегментарного дистракционного остеосинтеза бедра представлена в таблице 1. Результаты оценивались в процентах относительно исходной амплитуды движений.

Как видно из представленных данных, наиболее быстрое восстановление движений в коленном суставе происходит после удлинения в высокодетальном режиме, когда к окончанию первого года после снятия аппарата практически полностью возвращается предоперационный объем движений. Следует отметить, что и после повторного удлинения результаты лучше, если дистракция осуществлялась в высокодетальном автоматическом режиме, однако полного восстановления к окончанию первого года здесь не происходит.

Аналогичное представление для моносегментарного дистракционного остеосинтеза го-

лени содержит таблица 2.

Как и в случае удлинения бедра, высокодетальная дистракция на голени обеспечивает практически полное восстановление движений в смежных суставах к окончанию первого года после снятия аппарата. Обращает на себя внимание достаточно низкий процент восстановления движений в голеностопном суставе после повторного удлинения голени через 12 месяцев после снятия аппарата внешней фиксации.

Важным, с точки зрения планирования этапного лечения, является вопрос временного промежутка перед повторным удлинением одного и того же сегмента. На рисунках 1 и 2 представлены диаграммы, иллюстрирующие степень восстановления амплитуды движений в коленном и голеностопном суставах через 1 год после окончания второго этапа удлинения в зависимости от времени между этапами.

Таблица 1

Динамика восстановления движений в коленном суставе после удлинения бедра; %

Этап лечения	Способ удлинение	Величина удлинения		Результат после снятия аппарата		
		см	%	через 2-3 мес.	через 6-8 мес.	через 12 мес.
Первичное удлинение	монолокальный	4,5±0,29	13,7±5,0	40,3±9,7	58,4±8,2	80,3±7,4
	монолокальный высокодетальный	4,3±0,21	13,5±1,3	39,3±12,9	84,5±12,0	97,7±2,3
	билокальный	5,96±0,97	21,3±4,7	10,1±3,3	45,0±16,1	69,7±12,7
Повторное удлинение	монолокальный	4,2±0,44	17,3±3,5	16,2±3,6	22,4±5,6	37,8±5,2
	монолокальный высокодетальный	4,0±0,9	13,7±2,7	18,8±7,1	43,3±10,6	61,1±15,9

Таблица 2

Динамика восстановления движений в коленном и голеностопном суставах после удлинения голени; %

Этап лечения	Способ удлинение	Величина удлинения		Результат после снятия аппарата						
				Через 2-3 мес.			Через 6-8 мес.			Через 12 мес.
		см	%	Коленный сустав			Голеностопный сустав			
Первичное удлинение	монолокал.	3,6±0,3	19,2±2,2	85±5,3	96,7±3,3	95,8±3,4	44±16,1	57±22,9	77,3±10,4	
	монолокал. высокодет.	4,0±0,3	14,0±1,3	86,1±6,9	98,7±4,6	100±0,0	78±5,1	94±5,6	97,9±1,8	
	билокал.	6,6±0,3	31,8±1,95	67,8±8,6	88,1±7,1	90,3±5,8	35±5,8	58±12,4	64,5±8,9	
Повторное удлинение	монолокал.	5,5±0,6	17,6±2,11	31,2±9,9	64,8±20,4	74,3±10,9	34±13,6	44±12,2	44,6±8,4	
	билокал.	6,5±0,7	30,9±4,1	10±1,9	47,8±9,2	72,4±10,5	9,1±2,1	26±12,2	37,6±12,9	

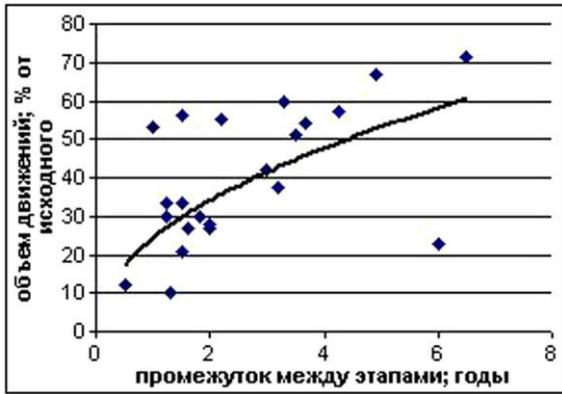


Рис. 1. Объем движений в коленном суставе через 12 месяцев после повторного удлиннения бедра в зависимости от временного промежутка между этапами оперативного лечения

Хорошо видно, что как для коленного, так и для голеностопного сустава можно рассчитывать на 50-процентное восстановление объема движений (относительно исходного, т.е. до начала первого этапа удлиннения) при условии, если перерыв между этапами удлиннения составляет около четырех лет.

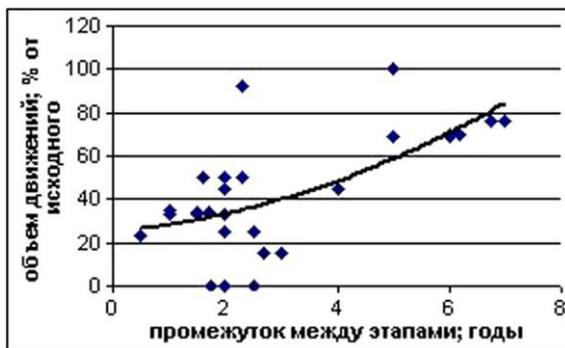


Рис. 2. Объем движений в голеностопном суставе через 12 месяцев после повторного удлиннения голени в зависимости от временного промежутка между этапами оперативного лечения

Клинический пример иллюстрирует функциональный результат при бисегментарном удлиннении конечности в автоматическом режиме. Пациент Г., 7,5 лет, диагноз: врожденное укорочение правой нижней конечности, вальгусная деформация коленного сустава (рис. 3). Был произведен бисегментарный дистракционный остеосинтез нижней конечности в автоматическом высокочастотном режиме (среднесуточный темп дистракции на бедре – 1,03 мм/сутки, голени – 1,07 мм/сутки).



Рис. 3. Пациент Г.: фото больного, рентгенограммы нижних конечностей и правой голени до лечения

В итоге, при величине удлиннения бедра 3,5 см (11,5 %) и голени 3 см (11,1 %), общий индекс остеосинтеза составил 14,3 дн./см. Аппарат был снят без дополнительной иммобилизации (рис. 4). При контрольном осмотре через 10 месяцев после завершения лечения амплитуда движений в коленном и голеностопном суставах вернулась к исходным значениям (рис. 5).

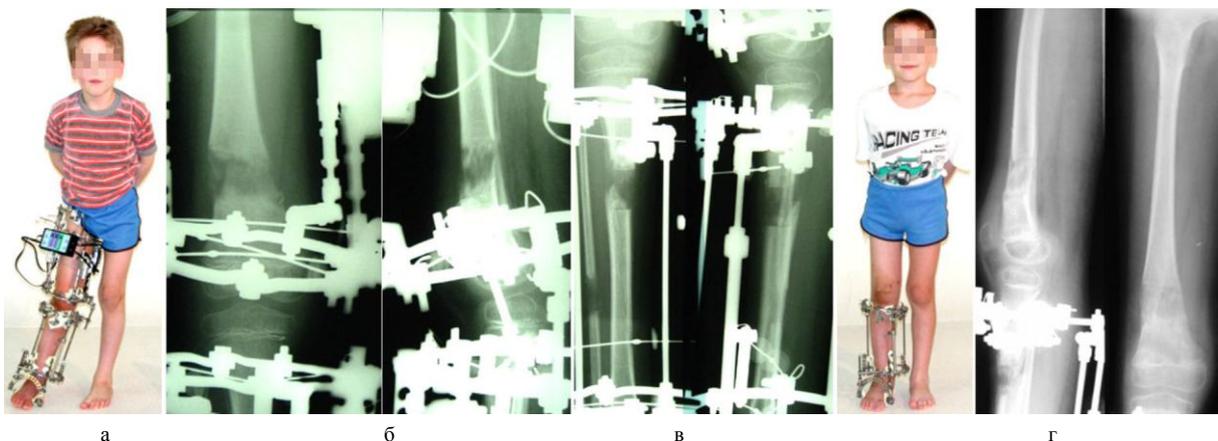


Рис. 4. Пациент Г. в процессе лечения: а – фото больного; б – рентгенограммы бедра; в – рентгенограммы голени; г – фото больного и рентгенограммы голени после снятия аппарата с бедра

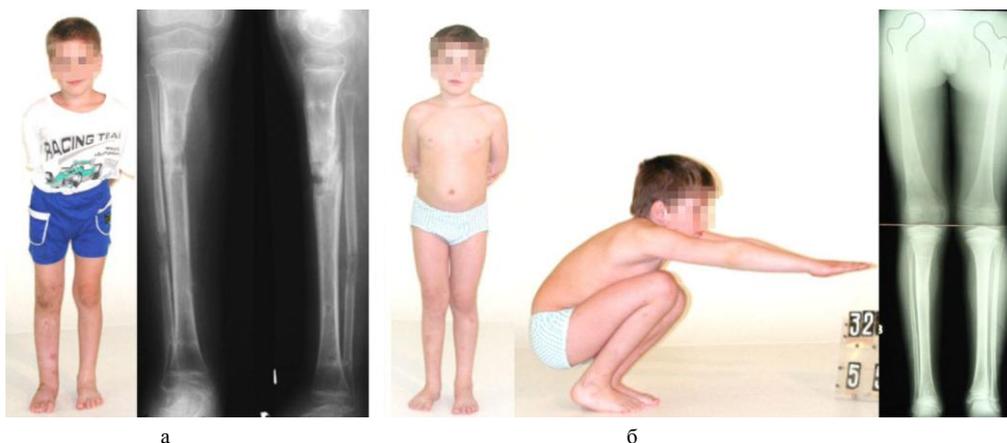


Рис. 5. Пациент Г., после снятия аппарата: а – фото больного и рентгенограммы голени после завершения лечения; б – фото больного и рентгенограмма нижних конечностей через 10 месяцев после завершения лечения

Пациентке К., 5 лет, диагноз: врожденное укорочение правой нижней конечности, был произведен дистракционный остеосинтез голени в высокодробном автоматическом режиме (среднесуточный темп дистракции – 1,0 мм) в сочетании с интрамедуллярным армированием (рис. 6). После окончания дистракции стимуляция репаративного остеогенеза производилась созданием компрессионных усилий на протяжении 6 дней за счет работы автодистракторов в режиме реверса. В итоге, при величине удлине-

ния 6 см (27,3 %), индекс фиксации составил 7 дн./см, а индекс остеосинтеза – 17,5 дн./см. Интрамедуллярное армирование позволило перейти к реабилитационным мероприятиям сразу после снятия аппарата внешней фиксации. При контрольном осмотре через 4,5 месяца после завершения удлинения, когда пациентке удалили интрамедуллярные спицы, амплитуда движений в коленном и голеностопном суставах составляла от исходной 83,3 % и 70 % соответственно (рис. 7).



Рис. 6. Пациентка К.: а – фото больной и рентгенограммы укороченной и здоровой голени до лечения; б – фото больной и рентгенограммы голени в процессе лечения

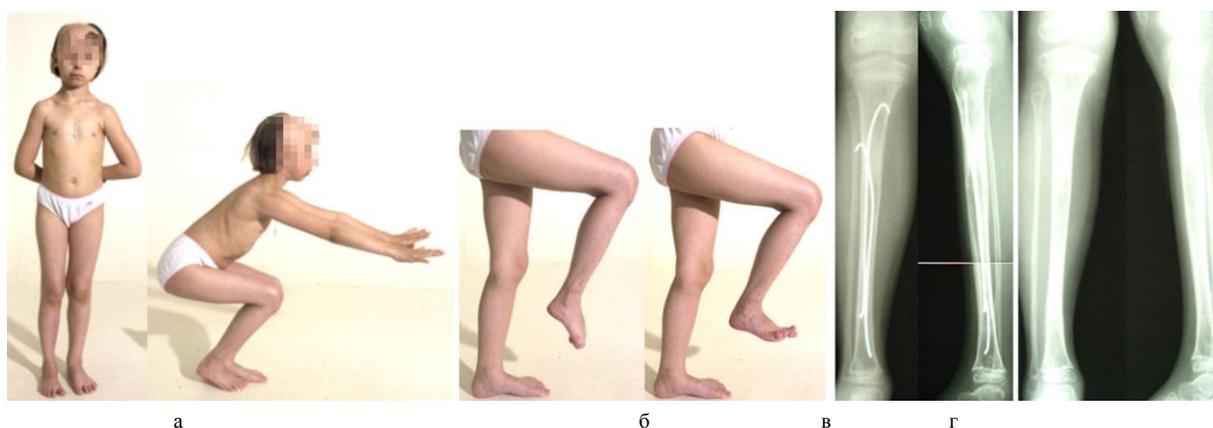


Рис. 7. Пациентка К.: а – фото больной через 4,5 месяца после снятия аппарата; б – функция голеностопного сустава; в – рентгенограммы голени до удаления спиц; г – рентгенограммы голени после удаления интрамедуллярных спиц

В четырех случаях на бедре и семи случаях на голени в период роста ребенка были выполнены трехкратные удлинения сегментов, что негативно сказывалось на восстановлении движений в коленном или голеностопном суставах. Так, через 12 месяцев после завершения третьего удлинения бедра амплитуда движений в коленном суставе восстановилась лишь на  $31,7 \pm 2,88$  % от исходных значений. А при трехкратном удлинении голени объем движений в голеностопном суставе восстановился на этот же срок на  $26,1 \pm 9,3$  % от первоначального.

После повторных удлинений сегментов темпы и объем восстановления амплитуды движений в смежных суставах снижаются. Отмечено, что при перерыве около 4 лет между этапами удлинения одного и того же сегмента через 1 год после снятия аппарата восстановление амплитуды движений происходит в среднем лишь на 50 %. Однако при повторном удлинении в автоматическом режиме этот показатель несколько выше (61,1 %, в среднем).

При исследовании сократительной способности мышц голени и бедра были выявлены следующие особенности. Относительный момент силы мышц бедра удлинненной и интактной конечности у больных в ближайшие сроки был снижен по сравнению с исходным уровнем (табл. 3). Дефицит силы мышц-разгибателей голени достигал 8-10 %, что объясняется сни-

жением двигательной активности больных. Однако в отдаленные сроки после лечения у больных, которым производилось удлинение в высокодробном режиме, этот показатель интактной конечности полностью восстанавливался, а относительный момент сил сгибателей голени даже превышал исходные значения. На удлинненной конечности более полное восстановление относительного момента сил как сгибателей, так и разгибателей голени в отдаленном периоде происходило при удлинении бедра в автоматическом высокодробном режиме.

Сократительная способность передней и задней групп мышц пораженной конечности до лечения была снижена на 30 % ( $p < 0,001$ ) и 20 % ( $p < 0,001$ ) соответственно. В ближайшие сроки после удлинения бедра у больных с четырехкратным ритмом distraction (первая группа) дефицит силы составил соответственно 62 и 47 %, у больных с высокодробной distraction (вторая группа) – 52 и 37 %. В отдаленные сроки после лечения этот дефицит уменьшился у больных первой группы – до 58 и 40 %, у больных второй группы – до 34 % и 25 %. Относительно же исходного уровня важнейшая группа мышц-разгибателей голени у больных первой группы в отдаленные сроки достигает 58 % ( $p < 0,001$ ), в то время как у больных второй группы, где создавались благоприятные условия для регенерации мышечной ткани, – 95 %.

Таблица 3  
Изменения относительного момента силы мышц бедра после удлинения конечности, Н\*м/кг

Группа обследуемых	Число набл.	Разгибатели голени		Сгибатели голени	
		интактн.	удлиннен.	интактн.	удлиннен.
До лечения	72	1,63±0,08	1,15±0,07	1,27±0,06	1,01±0,05
Четырехкратная distraction (ближайший период)	19	1,46±0,13	0,56±0,11	1,20±0,17	0,52±0,11
Высокодробная distraction (ближайший период)	17	1,50±0,16	0,73±0,16	1,25±0,12	0,71±0,15
Четырехкратная distraction (отдаленный период)	18	1,60±0,09	0,77±0,07	1,26±0,07	0,76±0,07
Высокодробная distraction (отдаленный период)	15	1,65±0,13	1,09±0,10	1,37±0,12	1,02±0,08

Относительный момент силы мышц голени пораженной и интактной конечности у больных в ближайшие и отдаленные сроки после удлинения представлен в таблице 4.

Таблица 4  
Средние значения относительного момента силы мышц голени после удлинения конечности; Н\*м/кг

Группы обследуемых	Число набл.	Подошвенные сгибатели стопы		Тыльные сгибатели стопы	
		интактн.	больная	интактная	больная
До лечения	72	1,41±0,05	1,10±0,07	0,70±0,04	0,51±0,04
Четырехкратная distraction (ближайший период)	16	1,16±0,13	0,47±0,10	0,59±0,07	0,32±0,09
Высокодробная distraction (ближайший период)	20	1,26±0,09	0,70±0,10	0,58±0,05	0,41±0,04
Четырехкратная distraction (отдаленный период)	14	1,51±0,15	0,71±0,13	0,66±0,04	0,23±0,04
Высокодробная distraction (отдаленный период)	17	1,56±0,16	1,26±0,18	0,68±0,06	0,48±0,05

Относительный момент силы трехглавой мышцы удлиненной голени у больных первой группы в ближайшие и отдаленные сроки после лечения составил соответственно 40,5 % и 47,0 %, а у больных второй группы – 55,6 % и 80,8 % от уровня интактной. Относительный момент силы мышц – тыльных сгибателей стопы – равнялся в эти же сроки у больных первой группы 54,2 % и 34,8 %, у больных второй группы – 70,7 % и 70,6 % от уровня интактной в эти же сроки обследования. Важно отметить, что в отдаленном периоде сила задней группы мышц голени у больных первой группы составила лишь 65 % ( $p < 0,02$ ), а у больных второй группы превысила исходный уровень на 15 %.

Изучение периферической гемодинамики методом окклюзионной плетизмографии в целом показало изменения, типичные для удлинения конечностей при врожденном укорочении. До лечения как объемная скорость кровотока (ОСК), так и пиковый кровоток (ПК) ниже, чем на интактной конечности. После завершения оперативного лечения эти показатели возрастают с последующим постепенным снижением [1].

Заслуживающим пристального внимания является тот факт, что у пациентов со стимуляцией роста удлиненной голени как ОСК так и ПК были больше, чем на интактной конечности (рис. 8). Исследования продольного роста удлиненных сегментов у пациентов данной выборки позволило выявить условия, при которых происходила стимуляция естественного роста: первичное удлинение, выполненное до предпубертатного толчка роста, причем в процессе удлинения должны быть устранены деформации сегментов с восстановлением биомеханической оси конечности [9].

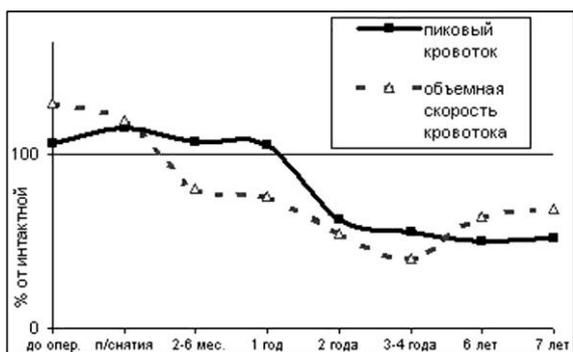


Рис. 8. Объемная скорость кровотока и пиковый кровоток в случае увеличения темпов продольного роста голени после ее удлинения (в % от здоровой конечности)

Интересно, что после окончания лечения пиковый кровоток на стороне удлинения увеличивается, а ОСК снижается. Через 1 год после окончания лечения оба показателя уменьшаются относительно здоровой конечности. Для группы пациентов со стимуляцией продольного роста индекс пикового кровотока (ИПК), позволяющий судить о резервных возможностях сосудистого русла конечности, первые два года после окончания лечения увеличен относительно интактной конечности (рис. 9).

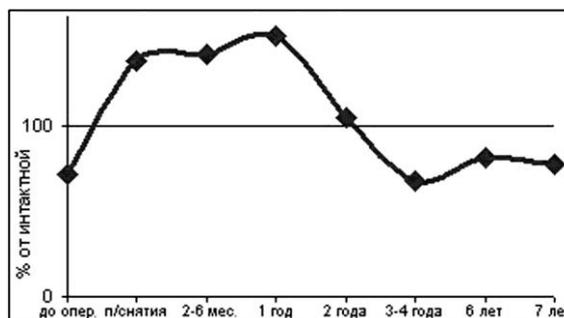


Рис. 9. Индекс пикового кровотока в случае увеличения темпов продольного роста голени после ее удлинения (в % от здоровой конечности)

У пациентов, у которых темпы роста удлиненного сегмента остаются выше исходных и в отдаленном периоде, обнаружено при исследовании соотношения относительного момента силы мышц конечностей, что стимуляция продольного роста удлиненного сегмента сопровождается не обычным восстановлением функционального состояния мышц в отдаленном периоде, а развитием мышечного аппарата (рис. 10).

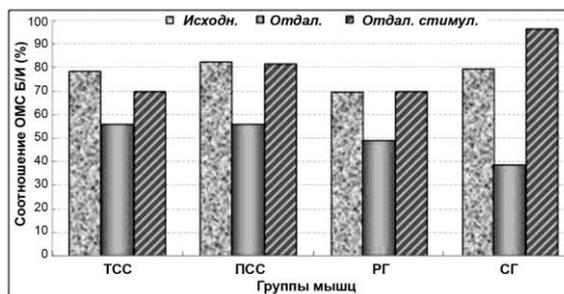


Рис. 10. Соотношение относительного момента силы мышц больной конечности и интактной. ТСС – тыльные сгибатели стопы, ПСС – подошвенные сгибатели стопы, РГ – разгибатели голени, СГ – сгибатели голени

Таким образом, стимуляция продольного роста удлиненного сегмента сопровождается в отдаленном периоде увеличением сократительной способности мышц нижней конечности, а также ростом показателей периферической гемодинамики.

## ДИСКУССИЯ И ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По мнению различных авторов, контрактуры смежных суставов при удлинении бедра и/или голени – неизбежный процесс при удлинении

нижних конечностей. Причин указывают несколько: фиброзная и жировая дистрофия мышц вследствие ишемического поражения. Так, при

ишемическом поражении промежуточной широчайшей мышцы нарушается функция скольжения четырехглавой мышцы; постоянная компрессия суставных хрящей ведет к нарушению его трофики и развитию хондропатии [7, 13]. В зависимости от величины удлинения полная функциональная реабилитация наступает обычно через 6-12 месяцев после снятия аппарата [3, 14]. При этом при врожденной этиологии укорочения восстановление объема движений происходит медленнее, чем при укорочении вследствие других причин [12]. Несомненно, что особенности строения мышечной ткани и сосудистой сети укороченной конечности оказывают влияние на процессы реабилитации пациентов после завершения дистракционного остеосинтеза. При врожденных пороках развития наблюдается изменение длины мышечных волокон, недоразвитие и даже отсутствие ряда мышц, которые замещаются фиброзной тканью [4]. По данным контрастной рентгенографии, при врожденном укорочении нижних конечностей присутствует мышечная атрофия. Тонкие мышечные пучки прослеживаются далеко не на всем протяжении вследствие фиброзных изменений в мышечной ткани [11].

По нашим данным, наиболее быстрое и полное функциональное восстановление после оперативного удлинения наблюдается у тех пациентов, где дистракция производилась в высокодетальном автоматическом режиме как при моно-сегментарном, так и при полисегментарном дистракционном остеосинтезе. Увеличение объема движений в смежных суставах сопровождается более быстрым, по сравнению со случаями удлинения с четырехкратным ритмом дистракции, восстановлением сократительной способности мышц голени и бедра. Одним из объяснений является то, что высокодетальная дистракция создает максимально возможные на современном этапе развития дистракционного остеосинтеза условия для регенерации мягких тканей, в частности мышц и сосудистой сети, даже при их дисплазии при врожденных аномалиях развития. Важным является и тот факт, что только при перерыве не менее четырех лет и удлинении в высокодетальном автоматическом режиме можно ожидать приемлемый функциональный результат лечения.

Развитию сосудистой сети нижней конечности при врожденных аномалиях придается особое значение, так как ряд авторов полагает, что в патогенезе заболевания ведущую роль играет нарушение ангиогенеза в процессе внутриутробного развития. А.А. Беляевой [2] у больных с аномалиями проксимального отдела бедра обнаружено уменьшение диаметра каждой артерии, питающей область тазобедренного сустава, а также сосудов второго бассейна – глубокой и поверхностной артерий бедра. Однако при исследовании периферического кровоснабжения в

нижних конечностях при врожденном укорочении по данным реовазографии, не было обнаружено недостаточности кровообращения [5]. По мнению Т.В. Мижевич, степень и характер изменений кровоснабжения исследуемых мышц определяются особенностями биомеханических условий, в частности неравномерностью нагрузки при ходьбе и опоре, и не имеют решающего значения в развитии врожденных дефектов. По данным В.А. Щурова с соавт. [1], у больных с врожденным отставанием в росте одной из конечностей объемная скорость кровотока голени была тем ниже, чем больше проявлялось укорочение. Обнаружено также, что у пациентов с тяжелыми аномалиями развития одной из нижних конечностей происходит перераспределение минутного объема кровотока между обменным и шунтирующим руслом, нарушается нормальная структура периферического кровотока.

Полученные результаты исследования периферического кровотока у пациентов нашей серии указывают на тесную взаимосвязь между улучшением функциональных возможностей удлиненной конечности и восстановлением кровообращения в ней. Увеличение объемной скорости кровотока и пикового кровотока после удлинения сопровождалось последующим постепенным снижением этих показателей.

Однако удалось выделить группу больных по признаку стимуляции продольного роста удлиненного сегмента в отдаленном периоде, то есть относящихся к I типу роста после удлинения [9], у которых имелись особенности восстановления мышечной силы и изменения кровообращения в конечности в период после окончания лечения:

- увеличение сократительной способности мышц по сравнению с исходными значениями, то есть происходило не обычное восстановление функционального состояния, а развитие мышечного аппарата;

- индекс пикового кровотока не снижался через 1 год после окончания лечения, а оставался увеличенным первые два года после снятия аппарата внешней фиксации относительно интактной конечности.

Такие данные позволяют иначе взглянуть на течение периода функциональной реабилитации. С нашей точки зрения, неверно полагать, что реабилитационный период заканчивается с момента восстановления амплитуды движений в суставах и силы мышц удлиненной конечности. В случае многоэтапного удлинения конечности потенциал к восстановлению естественного продольного роста после повторного удлинения сегмента, а также возможности приемлемой функциональной реабилитации появляются лишь через четыре года после первого этапа оперативного удлинения при условии повторного удлинения в высокодетальном режиме, что

необходимо учитывать при планировании лечения больных с врожденными укорочениями нижних конечностей.

Таким образом, только раннее начало оперативного лечения детей с врожденными аномалиями развития конечностей, когда осуществляется высокодетальное круглосуточное удлинение, создает условия для благоприятного течения реабилитационного периода и для развития мышечного аппарата, увеличения резервных возможностей сосудистого русла, что снижает или исклю-

чает негативную роль дисплазии мягких тканей в патогенезе заболевания. Развитие мышц и сосудистого русла взаимосвязаны и суммируются в стимуляции роста и развития конечности на фоне улучшения ее функциональных возможностей после оперативного лечения.

*Работа выполнена по гранту Президента Российской Федерации для государственной поддержки молодых российских ученых МД-9520.2006.7.*

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Анализ факторов, определяющих объемную скорость кровотока голени при лечении заболеваний конечностей по Илизарову / В. А. Щуров [и др.] // Травматол. и ортопед. России. - 1994. - № 2. - С. 91-95.
2. Беляева, А. А. Ангиография в клинике травматологии и ортопедии / А. А. Беляева. - М. : Медицина, 1993. - 240 с.
3. Гореванов, Э. А. Билокальный дистракционный остеосинтез голени при врожденном укорочении конечности : дис... канд. мед. наук / Э. А. Гореванов ; РНЦ «ВТО» им. акад. Г. А. Илизарова. - Курган, 2000. - 183 с.
4. Меженина, Е. И. Структурная организация мышц и периферических сосудов при врожденных деформациях нижних конечностей / Е. И. Меженина, Т. В. Мижевич // Адаптационно-компенсаторные и восстановительные процессы в тканях опорно-двигательного аппарата : тез. докл. VIII школы по биологии опорно-двигательного аппарата. - Киев, 1990. - С. 191-192.
5. Мижевич, Т. В. Состояние периферического кровообращения при врожденном недоразвитии конечностей / Т. В. Мижевич // Ортопед., травматол. - 1985. - № 2. - С. 37-40.
6. Оценка периферической гемодинамики с помощью метода окклюзионной плетизмографии : метод. рекомендации / ВКНЦ «ВТО»; сост. : В. А. Щуров, Т. И. Долганова. - Курган, 1990. - 21 с.
7. Попков, А. В. Оперативное удлинение конечностей методом чрескостного остеосинтеза : современное состояние и перспективы / А. В. Попков // Травматол. и ортопед. России. - 1994. - № 2. - С. 135-142.
8. Попков, Д. А. К вопросу о классификации врожденных аномалий развития нижних конечностей, сопровождающихся укорочением / Д. А. Попков // Гений ортопедии. - 2004. - № 1. - С. 9-16.
9. Попков, Д. А. Продольный рост врожденно укороченной нижней конечности после ее оперативного удлинения / Д. А. Попков, В. А. Щуров // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н. Н. Приорова. - 2003. - № 4. - С. 48-53.
10. Способы исследования состояния мышц и прогнозирование функциональных исходов удлинения отстающей в росте голени по Г. А. Илизарову : метод. рекомендации / ВКНЦ «ВТО»; сост. : В. А. Щуров, Л. А. Гребенюк. - Курган, 1989. - 21 с.
11. Шевцов, В. И. Рентгенологический атлас мягких тканей конечностей при ортопедических заболеваниях и травмах / В. И. Шевцов, Г. В. Дьячкова, А. В. Попков. - М. : Медицина, 1999. - 93 с.
12. Analiza wskazani i wybory taktyki postepowania leczniczego w operacyjnym leczeniu nierownosci konczyn metoda Ilizarova / A. Wall, L. Morasiewicz, S. Dragan, A. Krawczyk // Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol. - 1994. - Vol. LIX, supl. 1. - S. 318-322.
13. Il ginocchio rigido secondario (parte prima) : Rigidita da allungamento nel bambino / O. Donzelli [et al.] // Giornale Ital. Ortop. Traumatol. - 1995. - Vol. XXI, fasc. 3. - P. 353-357.
14. Janovec, M. Rozbor vysledku prodruzovani femuru u 34 deti a dospivajicich / M. Janovec, J. Polach // Acta Chir. Orthop. Traum. - 1990. - z. 57. - S. 405-416.

Рукопись поступила 11.12.06.