

© А.В. Попков, 1998

## **Современные принципы лечения больных с укорочениями конечностей.**

**А.В. Попков**

### ***Modern principles of treatment of patients with limb shortenings***

**A.V. Popkov**

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

---

В статье приводится краткий обзор современной литературы по проблеме оперативного удлинения конечностей: ее актуальности, направлениях и задачах исследований, оптимальных условиях репаративного остеогенеза. Данная работа подводит своеобразный итог научно-клинической деятельности лаборатории устранения деформаций и удлинения конечностей РНЦ «ВТО» (зав. лабораторией – доктор медицинских наук Попков А.В.), достижений по сокращению сроков лечения больных, представляет направления и перспективы дальнейших исследований прикладного характера.

Ключевые слова: конечность, дистракция, аппарат Илизарова.

A short survey of modern literature on the problem of limb surgical elongation is given in the work: its actuality, trends and tasks of studies, optimal conditions of reparative osteogenesis. The work rounds off achievements on reduction of periods of patient treatment, as well as scientific-and-clinical activity of the laboratory for correction of deformities and limb elongation of RSC "RTO" (head of the laboratory – Doctor of Med. Sciences Popkov A.V.), presents trends and prospects of further applied studies.

Keywords: limb, distraction, Ilizarov apparatus.

---

К концу XX столетия проблема реабилитации больных с укорочениями конечностей выдвинулась в число важных медико-социальных проблем [4]. Число больных с врожденной патологией костно-мышечной системы, с последствиями травматических и инфекционных поражений постоянно растет. По мнению В.Л. Андрианова (1993) экологические факторы в последние годы являются причиной увеличения частоты и тяжести течения ортопедических заболеваний опорно-двигательной системы, замедления созревания скелета и удлинения сроков консолидации. Число новорожденных с аномалиями развития скелета составляет от 1,33% до 2,47%, из них на нарушение развития нижних конечностей приходится 57,9 - 61,1% [4,11]. Зарубежные и отечественные авторы отмечают, что в структуре заболеваний, сопровождающихся укорочением одной из нижних конечностей, возрастает доля врожденных укорочений (около 36%), последствия травм и инфекционные поражения эпифизарных ростковых пластинок остаются на втором месте (28%), частота укорочений как последствий полиомиелита постепенно уменьшается [4, 17, 18].

Увеличивается не только число больных с поражениями одной конечности, но и значи-

тельно возрастает количество больных с системными заболеваниями (остеохондродисплазии) скелета. Например, количество больных ахондроплазией увеличивается: частота новорожденных больных ахондроплазией достигает 1:26000.

Основным симптомом целого ряда подобных заболеваний, который снижает социальную свободу больных, является микромелия - диспропорциональное укорочение верхних и нижних конечностей по отношению к туловищу. Этиология далеко не всех системных заболеваний выяснена, воздействие на патогенез заболевания зачастую не представляется возможным. Поэтому реальная помощь ортопеда заключается в проведении симптоматического лечения – восстановлении длины конечностей и пропорций тела. Неуклонное увеличение числа больных с укорочениями верхних и нижних конечностей подчеркивает значимость этой проблемы уже как социальной и проблема удлинения одной или нескольких конечностей продолжает оставаться актуальной для здравоохранения всех стран.

Решение проблемы выравнивания длины конечностей укорочением более длинного сегмента имеет на сегодняшний день чисто историче-

ский интерес. Показания для этих методик строго ограничены – например, при патологически избыточном росте одного из сегментов конечности.

В настоящее время социальный заказ по выравниванию длины конечностей или восстановлению пропорций тела решается методом удлинения того звена биомеханической цепи человеческого тела, которое поражено. Подобное решение проблемы стало возможным в связи с совершенствованием аппаратов и конструкций, позволяющих удлинить сегмент конечности и удержать его в этом положении до тех пор, пока конечность не восстановит опороспособность. Развитие таких конструкций продолжается по нескольким направлениям: аппараты наружной фиксации [7, 19], внутрикостные аппараты [3, 21], накостные конструкции [22].

Наибольшего успеха добились авторы, использующие аппараты внешней фиксации, среди которых аппарат Илизарова занимает лидирующее положение в мировой ортопедической практике.

Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова изучает проблему удлинения конечностей более 40 лет (опыт успешного удлинения достиг более 5000 сегментов верхних и нижних конечностей) и ведет свои исследования в 3-х направлениях:

1. Клиническая разработка методик чрескостного дистракционно-компрессионного остеосинтеза.
2. Анализ влияния различных факторов на оптимизацию процесса удлинения, сокращение сроков лечения больных.
3. Разработка и совершенствование диагностической, лечебной и измерительной аппаратуры.

Полученные в результате многочисленных исследований данные показали, что положительный анатомо-функциональный результат удлинения конечности зависит прежде всего от комплекса условий:

- стабильности остеосинтеза конечности;
- атравматичности оперативного вмешательства;
- кровоснабжения удлиняемого сегмента;
- темпа и ритма дистракции;
- функциональной нагрузки удлиняемой конечности.

Сотрудники Центра, совершенствуя детали и узлы аппарата Илизарова, создали ряд новых конструкций, обеспечивающих повышенную стабильность остеосинтеза. Разработка спиц с упорной площадкой и специальных стежней-шурупов позволило широко использовать конструкции спице-стежневых аппаратов при удлинении конечностей, что в случаях сложных де-

формаций и врожденных аномалий развития облегчает мобильность пациента, его функциональные возможности.

Целый ряд НИР были направлены на изучение влияния травматичности оперативного вмешательства. Было убедительно доказано на клиническом материале, что оскольчатая остеотомия значительно (в 1,5 раза) увеличивает срок лечения больных [8]. Внедряя в клинику частичную кортикотомию кости, мы получили реальное сокращение срока раннего послеоперационного периода (дистракция начинается уже через 4-5 дней после остеотомии), более интенсивную регенерацию кости, исчезли такие грозные осложнения как нагноение гематомы, остеомиелит, псевдоартрозы. Для того чтобы еще больше уменьшить травматичность оперативного вмешательства, исключить эффект контузии тканей, максимально обеспечить однотипность нарушения целостности кортикальной пластинки без повреждения содержимого костномозгового канала разработан специальный безударный остеотом\*.

Травматичность оперативного вмешательства непосредственно влияет и на кровоснабжение удлиняемого сегмента. Вопрос о кровоснабжении интересен и с точки зрения фундаментального изучения пускового механизма регенераторных процессов, условий метаболизма в различных тканях удлиняемой конечности.

В рамках этой проблемы огромное значение имеют данные, полученные в лаборатории радионуклидных методов исследования (д.м.н. А.А. Свешников) и лаборатории функциональных исследований (д.м.н. Щуров В.А.). Обнаружено, что в удлиняемой конечности в 3-3,5 раза увеличивается скорость объемного кровотока (ОСК). Интерес представляет и тот факт, что линейная скорость кровотока на бедренной артерии также возрастает: до удлинения конечности появление радиофармпрепарата (РФП) в магистральных артериях, как правило, запаздывает по сравнению со здоровым бедром, а в процессе удлинения это время выравнивается, либо РФП появляется на 1-2 сек. раньше, чем на здоровой стороне.

Высокая интенсивность кровоснабжения (ОСК) сохраняется на всем протяжении лечения больного, снижаясь в ближайшие сроки после снятия аппарата. Объемная скорость кровотока весьма переменчивый показатель и менялась весьма существенно в зависимости от пола и возраста больных. Считается ошибкой по одно-

\* Заявка № 98100185/20 РФ МКИ<sup>6</sup> А61В17/ Устройство для безударной кортикотомии кости/ Шевцов В.И. (РФ), Ерофеев С.А. (РФ), Литвинов В.И. (РФ); Заявитель РНЦ "ВТО" им. акад. Г.А. Илизарова (РФ). - Заявлено 06.01.1998г.

му показателю ОСК делать заключение о достаточности или недостаточности кровоснабжения конечности, т.к. величина этого показателя определяется скоростью как нутритивно, так и шунтирующего кровотока [12]. Снижение или повышение одного показателя компенсируется изменениями другого. Объемная скорость кровотока увеличивается в основном за счет усиления шунтирующего кровотока. Последние исследования в РНЦ «ВТО» доказали, что определять скорость кровотока следует в условиях ишемической пробы, позволяющей оценить максимальное пиковое значение скорости кровотока (ПК). Отношение величины пикового кровотока и ОСК, определяется как индекс пикового кровотока (ИПК) и этот показатель позволяет судить о резервных возможностях сосудистого русла конечности. Доказано, что при удлинении конечности кровоток покоя увеличивается в большей степени при более травматичных режимах distraction (3 раза), в то время как ИПК снижается на 23%. Это указывает, что резервные возможности сосудистого русла снижаются, и эти условия distraction не оптимальны для регенерации тканей, и следует развить методики с более щадящими условиями distraction. Сравнительные исследования кровоснабжения в условиях высокодетального круглосуточного удлинения конечности доказали, что тканевой кровоток возрастал при высокодетальной distraction на 27%, а при классическом режиме удлинения на 5%. Следовательно этот режим distraction обеспечивает лучшие условия для регенерации тканей. Сравнительно меньший прирост шунтового кровотока и больший прирост капиллярного кровотока должен обеспечить сравнительно высокое парциальное напряжение кислорода в тканях, необходимое условие для анаболических процессов. Этот вывод был проверен методом поляризации. Работа полярографического анализатора (РА-2, Чехословакия) основана на явлении поляризации – смещение потенциала электрода при изменении концентрации ионов в электрической системе «электрод-ткань». При внутримышечном введении электродов проводилась функциональная кислородная проба, когда ингаляция кислородом в течение минуты, изменяя потенциал электрической цепи, позволяет рассчитать парциальное давление кислорода в тканях [2,10]. При дыхании чистым кислородом во время классического удлинения голени парциальное давление кислорода возрастало на 50%, а при высокодетальной distraction на 20%. Это свидетельствует о том, что в первом случае в тканях существует дефицит кислорода (до операции прирост в обеих группах больных составлял 17%).

Режиму distraction мы придаем особо важ-

ное значение. Отношение к темпу и ритму distraction в мире далеко неоднозначно. Два направления, две школы удлинения конечности проповедают либо максимально быстрое растяжение сегмента конечности с последующим заполнением дефекта кости аутоотрансплантатом (*Wagner*), либо дозированное удлинение с целью выращивания костного регенерата в зоне дефекта (*Г.А. Илизаров*). Метод удлинения по Илизарову постепенно вытесняет метод Вагнера, пользуется большей популярностью у ортопедов всех стран, постоянно совершенствуется и аппарат наружной фиксации, изменяется и режим distraction. Общеизвестным или классическим режимом считается удлинение со скоростью 1 мм/сутки, разбитым на 4 приема по 0,25 мм с небольшими вариациями. В 1970 году А.А. Девятов писал в своей кандидатской диссертации: «Темп удлинения голени зависит не от этиологии и величины укорочения, а от индивидуальных особенностей психики больного, переносимости им болевых ощущений и состояния кожных покровов». За прошедшие 28 лет метод distractionного остеосинтеза по Илизарову значительно изменился. Экспериментальные и клинические исследования, проводимые в РНЦ «ВТО», показали, что среднесуточный темп distraction можно довести до 1,5-2 и более миллиметров (при полилокальном и полисегментарном distractionном остеосинтезе), что в режиме удлинения важнейшую роль играет и ритм distraction [15, 20]. Сконструированные автоматические distractionеры позволили поддерживать круглосуточно высокодетальный ритм distraction по заданной программе. В этих условиях заметно изменились как качество удлинения (исчезли болевые ощущения, значительно уменьшились отеки конечности, практически отсутствуют невралгические расстройства), так и количественные характеристики костного регенерата (первые проявления регенерации кости на рентгенограммах появляются через 10-14 дней, регенерат по оптической плотности стал однородным и непрерывным, на рентгенограммах практически не видна «зона роста» distractionного регенерата, минеральная насыщенность кости и регенерата стали значительно выше). При высокодетальной автоматической distraction значительно возросли функциональные возможности больного: практически отсутствуют такие осложнения, как контрактуры смежных суставов, уровень мышечной силы значительно выше на любом этапе лечения и после снятия аппарата, уровень кровоснабжения тканей удлиняемого сегмента в 2-2,5 раза выше, чем при классическом режиме distraction. Как правило, больные быстро переходят к полной функциональной нагрузке на оперированную конечность. Сроки остеосинтеза при

автоматическом высокодетальном удлинении сократились значительно и достоверно не зависят от этиологии укорочения и величины удлинения. Индекс фиксации (ИФ) сегментов конечности аппаратом Илизарова при различных режимах удлинения представлен в таблице 1.

Таблица 1.

**Сроки фиксации конечности аппаратом Илизарова в расчете на 1 см длины регенерата (ИФ) при различных режимах удлинения**

Удлиняемый сегмент	Метод удлинения		
	Классический метод Илизарова		Автоматическая дистракция
	Данные РНЦ "ВТО"	Данные литературы	
Бедро	15 – 25	30 - 35	5,5 – 5,9
Голень	18,2 – 25,8	30 - 45	11,3 – 12,8
Плечо	10 – 15	-	2,0 – 5,0

Как видно из таблицы автоматическая высокодетальная дистракция создает условия, когда сроки фиксации конечности аппаратом Илизарова, даже по сравнению с данными учреждения, создавшего этот метод лечения, сокращены в 2 – 3 раза.

Автоматическая высокодетальная дистракция, стабильный остеосинтез и безударная кортикотомия сегмента определяют очень высокую степень однородности клинического материала по условиям удлинения. Это открывает перспективу дальнейшего исследования влияния различных факторов (гелио-физического, химического, механического, нейро-гуморального характера) на особенности формирования и роста различных тканей конечности.

В этих условиях первые биохимические и радионуклидные методы исследования у больных с автоматической дистракцией показали очень высокие показатели (0,6 – 0,8) корреляционной связи между отдельными ферментами крови (ШФ, ЛДГ, КФ) и остеотропными гормонами (ПТ, КТ) и соматотропином (СТГ). Впервые доказано, что механическая стимуляция регенераторного процесса по способу Щевцова – Попкова, вызывает усиление регенеративного остеогенеза через активизацию системы остеотропных гормонов, когда ПТ-зависимая фаза является первоначальной, при этом преобладание катаболических процессов в первые дни происходит в условиях повышенного энергообеспечения кости и регенерата [13].

Первые клинические результаты автоматической дистракции позволяют уже сегодня формировать полностью автоматизированный саморегулирующийся контур автоматического удлинения конечности, приближающийся к принципам физиологического роста. Включение в этот контур ЭВМ с элементами обратной связи по-

зволяет круглосуточно учитывать различные факторы (состояние мышечной ткани, кровообращения, формирование дистракционного регенерата кости и его анатомические и механические параметры и массу других) и под их влиянием выбрать оптимальный режим удлинения и стимуляции регенеративного процесса.

Элементами обратной связи могут служить параметры напряжения отдельных узлов аппарата внешней фиксации. Нами создан ряд тензорезисторных и механических датчиков, с высокой точностью регистрирующих дистракционные усилия аппарата Илизарова. Доказано, что прямая корреляционная связь между уровнем дистракционных усилий и площадью поперечного сечения дистракционного регенерата, а также оптической плотностью его «зоны роста», определяемой при денситометрии рентгенограмм, достигает 0,8 – 0,9 при  $p < 0,001$ .

Рассматривая перспективу научных исследований по проблеме дистракционного остеосинтеза следует подчеркнуть, что основой управления процессом удлинения конечностей продолжает оставаться диагностика дистракционного остеогенеза. По-прежнему главенствующая роль в диагностике костеобразования принадлежит рентгенологии. Благодаря развитию компьютерных технологий появилась возможность исследовать ткань регенерата *in vivo* и получать высококачественные, быстро сменяющиеся изображения, которые дают преимущества методу ультразвуковой эхографии и компьютерной томографии перед другими средствами визуализации. Проведение сравнительного анализа эхографического изображения дистракционного регенерата с его рентгенографическим изображением и гистологическим строением позволило провести определенные параллели, позволяющие определять структуру дистракционного регенерата методами сонографии уже на ранних стадиях его формирования [6].

Впервые в нашем Центре была проведена компьютерная томография дистракционного регенерата при удлинении конечности. Осуществить объективное исследование позволили специальные узлы аппарата и способ их использования, разработанные в РНЦ «ВТО». Компьютерная томография позволяет в динамике изучать консолидацию и органотипическую перестройку на разных уровнях дистракционного регенерата. Впервые получена информация о пространственном расположении структур регенерата [16]. С помощью компьютерных технологий определены объемные отношения структур регенерата, отражающие активность остеогенеза в целом и отдельных его стадий на разных уровнях и этапах развития дистракционного регенерата. Это дает новые знания о процессе остеогенеза в условиях дистракции и, в тоже

время, является эффективным диагностическим тестом.

Дальнейшее расширение и совершенствование методов функциональной диагностики состояния тканей, органов и систем организма до и в процессе лечения позволит определять оптимальный возраст пациента для начала лечения и допустимый объем оперативного вмешательства, определять характер компенсации гемодинамических сдвигов при удлинении конечностей, реакцию центральных и периферических

нейромоторных и нейросенсорных структур на дозированное растяжение тканей, выработать оптимальную тактику лечебно-реабилитационных мероприятий. Принципиально новым шагом в оценке активности дистракционного остеогенеза должно стать математическое прогнозирование, на основании соответствующих алгоритмов, технического и программного обеспечения этапов удлинения.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Андрианов В.Л. Экологически обоснованная патология опорно-двигательной системы у детей // VI съезда травматологов-ортопедов СНГ: Тез.докл. – Ярославль, 1993. – С. 5.
2. Березовский В.А. Напряжение кислорода в тканях животных и человека. – Киев, 1975. – 277 с.
3. Блискунов А.И. // Ортопед.травматол. – 1983. - № 10. – С. 59-63.
4. Волков М.В. Болезни костей у детей. – М.: Медицина, 1985. – 511 с.
5. Девятов А.А. Оперативное удлинение голени по методу Г.А.Илизарова: Дис...канд.мед.наук. – Курган, 1970. – 228 с.
6. Ермак Е.М. Ультрасонография дистракционного регенерата при удлинении голени по Илизарову: Автореф. дис...канд.мед.наук. – Курган, 1996. – 21 с.
7. Илизаров Г.А. Некоторые теоретические и клинические аспекты чрескостного остеосинтеза с позиции открытых нами общебиологических закономерностей // Эксперим.-теоретич. и клин. аспекты чрескост. Остеосинтеза, разраб. в КНИИЭКОТ: Тез.докл.международ.конф. – Курган, 1986. – С. 7-12.
8. Карагодина А.Д. Оперативное удлинение бедра по Илизарову на разных уровнях: Автореф.дис...канд.мед.наук. – Пермь, 1989. – 15 с.
9. Клиническая рентгено-радионуклидная оценка активности костеобразования при удлинении нижних конечностей: Метод.рекомендации / ВКНЦ"ВТО"; Сост.: А.А.Свешников, А.В.Попков. – Курган, 1991. – 28 с.
10. Коваленко Е.А. и др. Полярографическое определение кислорода в организме. – М.: Медицина, 1975. – 231 с.
11. Лузина Е.В. К этиологии врожденных аномалий скелета человека // Врожденные деформации опорно-двигательного аппарата: Сб.науч.трудов. – Ташкент, 1981. – С. 40-45.
12. Оценка периферической гемодинамики с помощью метода окклюзионной плетизмографии: Метод.реком. / МЗ РСФСР. ВКНЦ «ВТО»; Сост.: В.А.Щуров, Т.И.Долганова. – Курган, 1990. – 21с.
13. Попков Д.А. Оперативное удлинение бедра в автоматическом режиме: Дис...канд.мед. наук. – Курган, 1998. - 119 с.
14. Попова Л.А. Характеристика обращаемости ортопедических больных за специализированной помощью // VI съезд травматологов-ортопедов СНГ. – Тез.докл. – Ярославль, 1993. – С. 27.
15. Шевцов В.И., Ерофеев С.А., Литвинов Б.И. Устройство для безударной кортикотомии кости. Заявка № 98100185 от 06.01.1998 г. Полезная модель.
16. Шевцов В.И., Попков А.В. Оперативное удлинение нижних конечностей. – М.: Медицина, 1998. – 198 с.
17. Компьютерный анализ графической информации – обязательная функция «Центра» в проектах «Телемедицина» / В.И. Шевцов, М.М. Щудло, С.А. Ерофеев, Н.В. Осипова //Космическая биология и авиакосмическая медицина. В 2-х томах. – М.: Слава, 1998. – Т.2. – С. 515-517.
18. Die behandlung der postraumatischen extremitaetenverkuerrung / Juctdens C.et al. // Unfallchirurg. – 1992. – Н. II. – S. 551-555.
19. Badolon O., Bensahel H. Une "nouvelle" methode d'allongement osseux chez l'enfant par la methode d'ilizarov // Ann. Pediatr. – 1987. – Vol. 34. – № 10. – P. 826-828.
20. Wagner H. Allongement chirurgical du femur. A propos d'une serie de cinquante – huit cas // Ann. Chir. – 1980. - Vol. 34, № 4. - P. 263-275.
21. Shevtsov V.I., Popkov A.V. Automatic distractional osteosynthesis // Hosp. Manag. Intern. - 1995. - P. 265-269.
22. Bruns H. et al. // Arch. Orthop. Unfall. Chir. – 1978. - Bd. 92. – S. 291-296.
23. Tierexperimentelle Ergebnisse mit einem voll implantierbaren Distraktionsgerat zur operativen Beinverlangerung / A.H. Witt. et al. // Arch. Orthop. Unfall. Chir. –1977. - Н. 88. – S. 273-279.

Рукопись поступила 25.11.98.