

КРУГЛОСУТОЧНОЕ УДЛИНЕНИЕ КОНЕЧНОСТЕЙ В АВТОМАТИЧЕСКОМ РЕЖИМЕ

В.И. Шевцов, А.В. Попков

ГУН РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова, г. Курган, Россия

**(генеральный директор – член-корреспондент РАМН, профессор
В.И. Шевцов).**

Согласно данным комитета экспертов Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) за последние четверть века частота врожденных аномалий развития скелета у детей удвоилась, и в настоящее время здоровье детского населения во всех странах представляет серьезную социальную проблему. Например, в Российской Федерации количество страдающих болезнями костно-мышечной системы увеличилось с 1966 года на 53,6%, детей с врожденными аномалиями - на 41,8%.

Динамика показателей заболеваемости населения России в группе «Врожденные аномалии» (по МКБ₁₀) свидетельствует о выраженной тенденции к их росту. Так, в 1993 г. число детей и подростков с врожденными аномалиями, среди которых пороки развития опорно-двигательного аппарата - 40-50%, составляло 17,4 в расчете на 1000 населения данной возрастной категории, а в 1998 г. – 28,2 («Государственный доклад о состоянии здоровья населения Российской Федерации в 1998 году», Минздрав РФ, РАМН, 1999г.). Постоянное увеличение количества врожденных аномалий развития опорно-двигательного аппарата человека и системных заболеваний выдвигают проблему удлинения конечностей, восстановления роста пациентов в число важных медико-социальных задач.

Несмотря на почти трехвековую историю изучения, проблема лечения врожденных пороков развития конечностей до настоящего времени, продолжает оставаться трудноразрешимой. Сложившиеся в РНЦ «ВТО» подходы к лечению врожденных и приобретенных заболеваний костно-мышечной системы отличаются практической направленностью на ликвидацию

анатомического симптомокомплекса (восстановление целостности кости, ее длины и формы, ликвидация деформации сегмента, восстановление биомеханической цепи конечности), функциональную и социальную реабилитацию пациента. На смену травматичным порой калечащим методам оперативного лечения предложены физиологически обоснованные функциональные способы, не нарушающие кровоснабжение конечности, использующие заранее определенные резервы адаптации организма к новым условиям роста и развития.

Анализ опубликованных работ, посвященных проблеме удлинения конечностей, показал, что в настоящее время получили распространение методики постепенной, дозированной дистракции аппаратами наружной фиксации. Наибольшей популярностью пользуются аппараты Илизарова, Вагнера и Orthofix. Преимущество метода чрескостного дистракционного остеосинтеза по Илизарову ортопеды видят в комплексе оптимальных условий, которые обеспечивают успех лечения больного: стабильный остеосинтез, малотравматичное оперативное вмешательство, оптимальный темп дистракции, функциональная нагрузка на конечность (Илизаров Г.А., 1963; 1982; Федотова Р.Г., 1971,1972; Трохова В.Г., 1972; Калякина В.И, 1979; Попков А.В., 1994, 1995,1 , Шевцов В.И. 1996; Шевцов В.И.,Попков А.В.,1998; Rybka et al., 1989; Grill F., 1990; Fontanazza C. et al., 1991; Pouliquen J.C., 1993; 1994; Wall A. et al., 1994; Catagni M.A., et al., 1994).

Определяя преимущества того или иного метода удлинения конечности, авторы сравнивают сроки остеосинтеза в расчете на 1 см удлинения, сроки функциональной реабилитации, количество возможных осложнений.

Средние сроки остеосинтеза бедра являются наиболее короткими при использовании методики Илизарова - 30-35 дней на 1 см удлинения (Калякина В.И., 1979; Архипов Г.К., Карагодина А.Д., 1987; Трохова В.Г., 1988; Попков А.В., 1992; Rybka et al., 1989; Grill F., 1990; Caton J.,1991).

Преимущество метода Илизарова сохраняется и с точки зрения наименьшего количества и тяжести встречающихся осложнений (Чипизубов

А.А., 1989; Шевченко С.Д., 1990; Попков А.В., 1991; Rigault D. et al., 1980; Wagner H., 1980; Chandler D. et al., 1988; Pouliquen J.C. et al., 1989, 1991; Caton J., 1991; Snela S. et al., 1994).

Анализ литературы за последние 10 лет показал, что Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. Г.А. Илизарова располагает наибольшим опытом удлинения конечностей (свыше 5000 различных сегментов). Многочисленны и способы дистракционного остеосинтеза, разработанные в клинике Центра. Особое внимание ортопедов привлекает возможность автоматизировать остеосинтез с помощью специального аппарата, позволяющего поддерживать круглосуточную дистракцию по заданной программе и создающего условия, близкие к эволюционно выработанному процессу роста тканей.

Попытки автоматизировать процесс удлинения, предпринимавшиеся ранее на базе на костных, внутрикостных аппаратов и аппаратов внешней фиксации (Илизаров Г.А., Предеин А.П., Быков В.М., 1981; Witt A.N. et al. 1977), не нашли широкого применения в клинике.

Наш Центр имеет наибольший опыт в проектировании автодистракторов и их клинического использования. Углубленные биомеханические исследования стабильности остеосинтеза позволили в последние годы создать ряд новых, более совершенных аппаратов наружной фиксации с использованием новых материалов (углепластиковые кольцевые опоры и стержни), новых узлов фиксации и узлов перемещения. Принципиальным решением проблемы управляемого остеосинтеза является появление новых дистракторов с автономной программой управления для каждого узла перемещения.

Мы располагаем опытом моносегментарного (бедро, голень, плечо или предплечье) удлинения в автоматическом режиме у 139 больных и полисегментарного (одновременного) удлинения бедра и голени у 32 пациентов (рис. 1).



Рис. 1. Примеры удлинения различных сегментов конечностей автодистракторами.

Дистракция при этом производилась круглосуточно с ритмом 1 мм в сутки за 60 циклов работы автодистрактора. Возраст пациентов колебался от 5 до 43 лет. У 88 больных укорочение было врожденным, у 83 - приобретенным: последствия травм, инфекционного поражения костей, остаточные явления полиомиелита.

Величина удлинения при моносегментарном остеосинтезе составила от 3 до 16 см (в среднем $6,1 \pm 2,0$). При полисегментарном дистракционном остеосинтезе величина анатомического удлинения нижней конечности составила в среднем $7,2 \pm 1,5$ см.

Новый аппарат наружной фиксации обладает большей стабильностью остеосинтеза (использует новую технологию проведения спиц и стержней-шурупов) и обеспечивает лучшие биомеханические условия пациентам (рис. 2).



Рис. 2. Спице-стержневой аппарат для удлинения бедра с автономным автоматическим управлением каждым узлом перемещения.

Методика оперативного вмешательства отличается малой травматичностью. Разрез кожи 0,3-0,5 см позволяет произвести частичную кортикотомию кости с сохранением целостности костного мозга, внутрикостных сосудов и периостального кровоснабжения кости. Удлинение начинается на 3-5 день после операции и поддерживается круглосуточно в автоматическом режиме. Темп distraction зависит от методики удлинения (монолокальный или полилокальный остеосинтез), интенсивности регенераторного процесса. В зависимости от решаемой задачи мы поддерживали среднесуточный темп distraction от 0,5 мм до 2,0 мм.

Автоматический круглосуточный высокоточный режим удлинения конечности переносится больными значительно легче (безболезненно) по сравнению с общепринятой методикой удлинения аппаратом Илизарова (где суточный темп distraction в 1,0 мм достигается в течение 8-10 часов за 4 приема по 0,25 мм).

Мы практически не наблюдали воспаления мягких тканей в области спиц, не было отеков удлиняемой конечности, не было нарушений чувствительности. Все это позволило пациентам быть более активными, увеличивать функциональную нагрузку, что, несомненно, положительно сказывалось на

репаративной регенерации тканей. У всех больных было достигнуто запланированное удлинение сегмента.

Рентгено-радиологические исследования позволили установить преимущество в интенсивности костеобразования при автоматической дистракции. Уже на 10 день дистракции обнаруживаются первые признаки костного регенерата в виде легкой тени, заполняющей диастаз между костными фрагментами. При обычной дистракции те же признаки мы наблюдали на две недели позднее. При дальнейшем удлинении формировался непрерывный костный регенерат равномерной плотности без признаков так называемой «зоны роста», что свидетельствует о высокой репаративной активности кости. Оптическая плотность костного регенерата (40-50% от диафиза удлиняемого сегмента) сохраняется весь период дистракции и достигает 90-100% через 0,5-1,5 месяца фиксации, тогда как при обычном режиме дистракции оптическая плотность костного регенерата достигала 70-80% только через 3-4 месяца фиксации.

Измерение дистракционных усилий, развиваемых аппаратом, показало, что нарастание их идет плавно и непрерывно, без срывов, достигая максимальных цифр 500-600 Н к окончанию периода дистракции (рис. 3). Такой характер динамики дистракционных усилий свидетельствует об оптимальном течении регенераторного процесса.

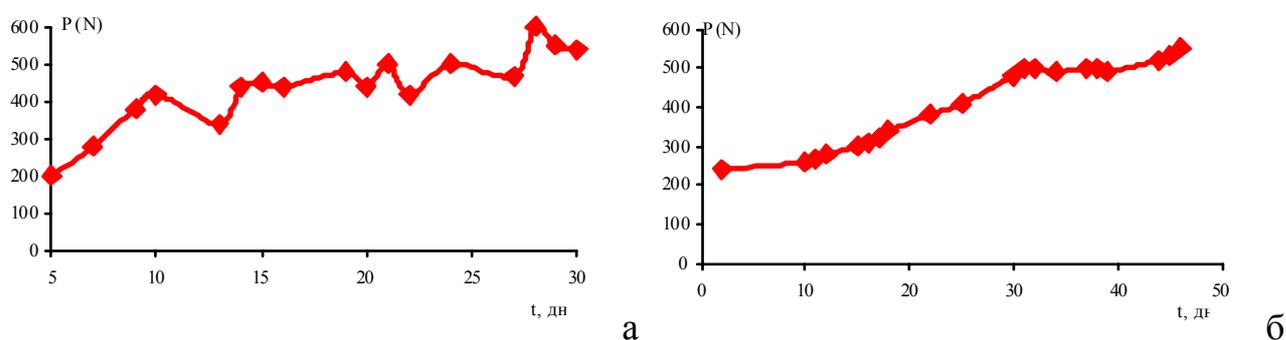


Рис. 3. Динамика дистракционных усилий: а - классический режим дистракции (1 мм за 4 приема); б - автоматическая дистракция (1мм за 60 приемов).

Одной из важнейших задач, которую всегда ставит больной перед врачом, является сокращение длительности остеосинтеза и функциональной

реабилитации. Оптимальные темп и ритм distraction, являющиеся одними из основных принципов distractionного остеосинтеза, позволяют решать и эту задачу.

Для того чтобы объективно судить о преимуществах метода лечения независимо от величины сегмента, мы рассчитывали продолжительность периода фиксации конечности аппаратом на 1 см удлинения (ИФ – индекс фиксации). При автоматическом удлинении конечности ИФ снизился до 5-6 дней при удлинении бедра и 9-12 дней при удлинении голени.

Изучение количественного содержания минеральных веществ с помощью дихроматического костного денситометра фирмы «Норланд» (США) показало большее содержание минеральных веществ в distractionном регенерате при автоматической distraction по сравнению с обычной (таблица 1).

Таблица 1.

Содержание минеральных веществ в distractionном регенерате при удлинении бедра (г/см²)

Период лечения	Режим distraction	
	автоматический	общепринятый
Конец периода distraction	0.296±0.053	0.280±0.027
Конец периода фиксации	0.570±0.037	0.550±0.039
После снятия аппарата	1.203±0.066	1.196±0.043

Известно, что регенерация костной ткани регулируется железами внутренней секреции и представляет системный процесс. Сравнительная динамика изменений уровня соматотропина отражает особенности формирования органического матрикса при автоматической distraction.

Интенсивность метаболизма кости при удлинении, проявляющаяся в резорбции и новообразовании матрикса, четко отражается на активности ферментов крови щелочной фосфатазы (ЩФ) и кислой фосфатазы (КФ).

Таблица 2.

Активность щелочной и кислой фосфатаз в сыворотке крови при удлинении голени в автоматическом режиме

Сроки исследования	ЩФ ммоль/л	КФ ммоль/л
Контроль	1.56±0.12	0.15±0.01
До операции	1.67±0.11	0.19±0.02
После операции	2.67±0.42*	0.22±0.01
Дистракция 10 дней	6.68±0.40*	1.20±0.09*
Дистракция 30 дней	7.05±0.45*	1.20±0.12*
Дистракция 60 дней	6.60±0.57*	1.80±0.12*
Дистракция 90 дней	6.60±0.57*	1.50±0.12*
фиксация 30 дней	5.62±0.41*	1.40±0.11*
Фиксация 60 дней	5.80±0.56*	1.40±0.10*
Фиксация 90 дней	4.40±0.34	1.40±0.10*
Без аппарата	4.12±0.24	1.20±0.11*

* - различия с контролем достоверны.

Как видно из таблицы 2 активность ЩФ как общепризнанного маркера остеобластов растет особенно бурно в первый месяц дистракции. В последующие сроки ее уровень уравнивается (6,6±0,57 ммоль/л), а с момента начала периода фиксации постепенно уменьшается. Процесс резорбции костной ткани зависит от функционального состояния остеокластов. В последних присутствуют лизосомальные ферменты, в частности, кислая фосфатаза (КФ). Наивысшая активность КФ отмечена с 60 дня дистракции (1,80 ммоль/л), когда уже начинается формирование костномозгового канала в периферических отделах регенерата.

Для морфологического изучения особенностей регенеративного процесса проведено автоматическое удлинение голени у 20 беспородных собак после закрытой флексионной остеоклазии. Суточный темп дистракции составлял 1 мм (шестидесятикратная дробность дистракции с одновременным, как и в клинике, перемещением фрагментов на 0,017 мм). Период дистракции продолжался 4 недели с последующей фиксацией голени аппаратом Илизарова до формирования непрерывной корковой пластинки. Через 14 дней дистракции «зона роста» регенерата состояла из незрелой соединительной ткани, богато капилляризированной, с большим числом малодифференцированных

клеточных элементов. Среди тонких пучков коллагеновых волокон нередко наблюдались цепочки свободных эритроцитов. По обе стороны соединительно-тканной прослойки происходил интенсивный процесс остеогенеза. В отдельных участках вершины формирующихся трабекул соединялись, образуя костные перемычки шириной 1,5-3 мм. За счет выраженного периостального остеогенеза ширина регенерата была равна или превышала ширину прилежащих концов отломков.

К 28 суткам distraction костные отделы регенерата, высота которых увеличивалась до 10-15 мм, сохраняли продольно исчерченную структуру. Срединная зона просветления четко не выявлялась, т.к. на значительном протяжении была пересечена густой сетью трабекулярных теней, что свидетельствовало о сращении апикальных отделов регенерата. Поперечник регенерата, как правило, превышал поперечные размеры отломков на 1-3 мм. При гистологическом исследовании отмечено заполнение диастаза губчатой костной тканью (рис. 4). В интермедиарном пространстве сохранялись незначительные (0,6 × 6,5 мм; 10 × 13 мм) участки соединительной ткани. В зоне смыкания отделов регенерата трабекулы имели удлиненную форму, на поверхности их располагались функционально активные остеобласты. Параллельно процессу остеогенеза происходила резорбция костных трабекул в основаниях регенерата, что совпадало с зонами просветления на рентгенограммах.

После окончания distraction, через 15 суток, регенерат утрачивал зональное строение. По периферии регенерата, с двух или трех сторон появлялась непрерывная корковая пластинка, У одной собаки в этот срок аппарат был снят, что не сказалось отрицательно на дальнейшей перестройке кости. У 4 собак сращение наступило еще в периоде distraction (14-21 день).

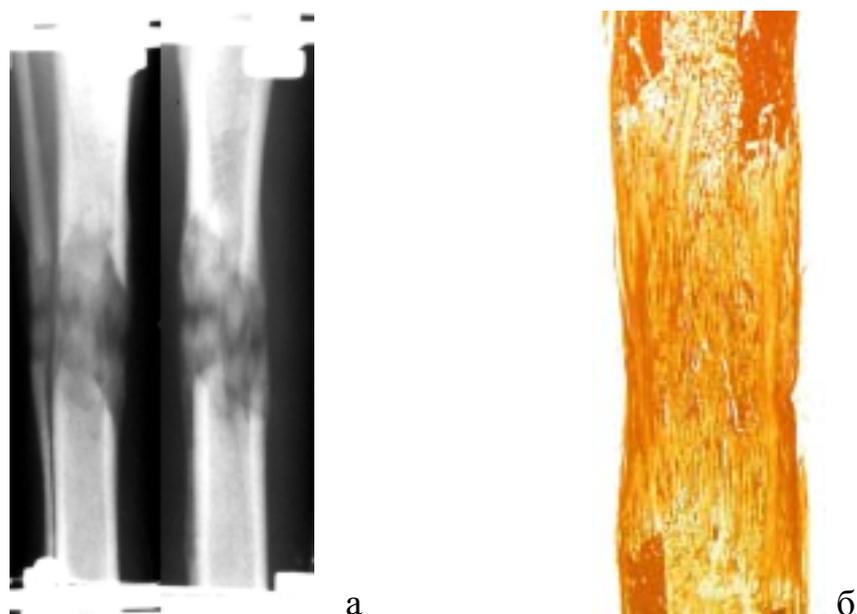


Рис. 4. Рентгенограмма (а) и гистограмма (б) регенерата через 28 дней автоматического удлинения голени в эксперименте.

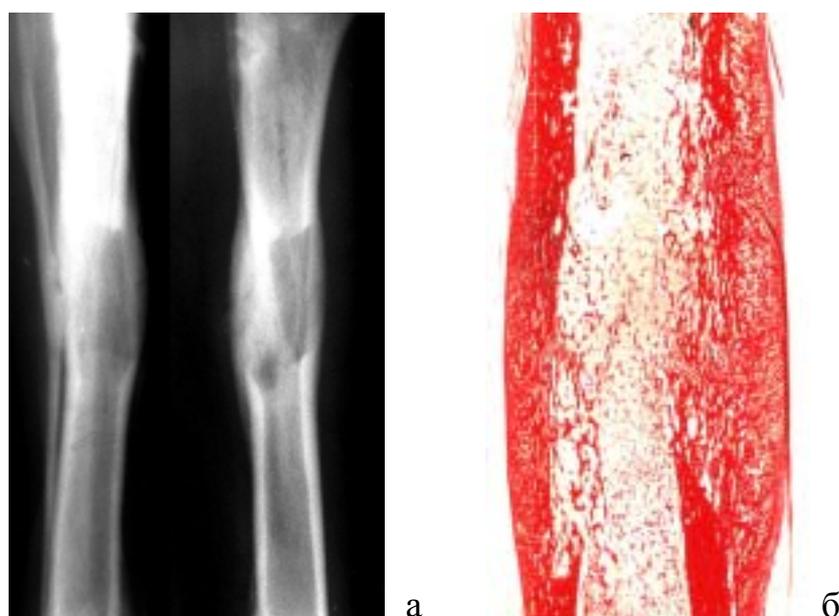


Рис. 5. Рентгенограмма (а) и гистограмма (б) регенерата через 30 дней фиксации.

К 30-35 суткам фиксации (рис. 5) новообразованный участок диафиза имел гомогенную структуру, и лишь в центре его сохранялась продольная исчерченность. В примыкавших к отломкам отделах регенерата определялась костномозговая полость. По периферии регенерата, с трех-четырех сторон, сформировалась непрерывная корковая пластинка шириной 1-3 мм, что служило основанием для снятия аппарата у всех животных. На гистограммах по периферии регенерата

отмечалась перестройка губчатой кости в компактную с формированием остеонов. В костномозговой полости содержался кровяно-жировой мозг.

Морфологические исследования отчетливо показали наличие значительного потенциала репаративного остеогенеза, позволяющего увеличить скорость дистракции. И действительно, увеличение темпа автоматической дистракции до 2 и даже 3 мм/сутки не выявило принципиальных отличий в интенсивности регенерации кости (рис. 6 и 7).

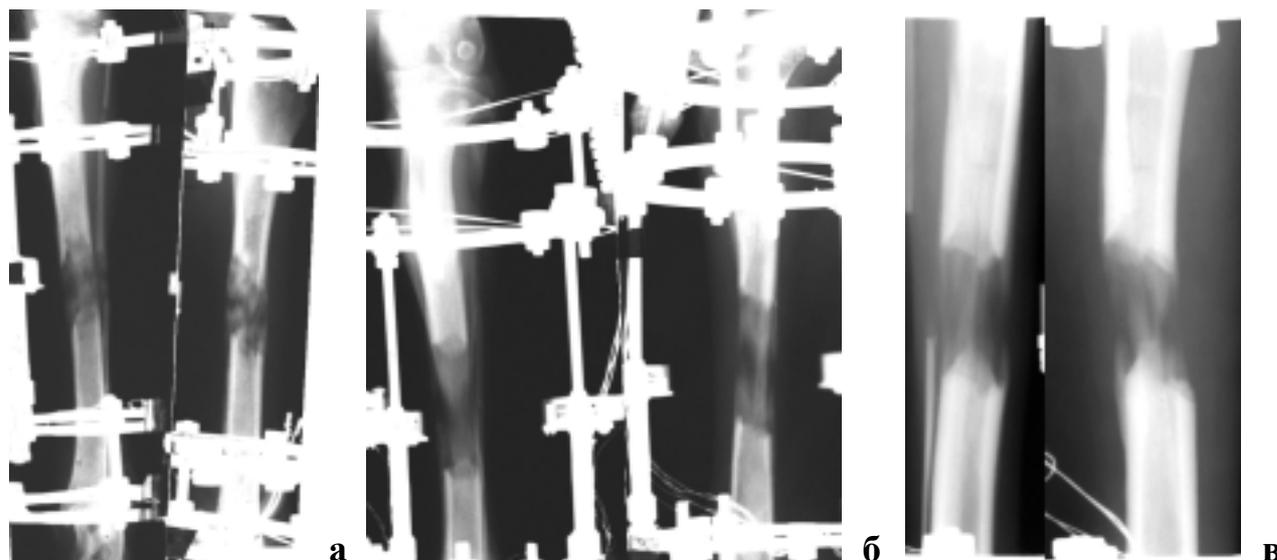


Рис. 6. Рентгенограммы голени к моменту окончания удлинения с разным темпом автоматической дистракции: а – 1 мм в сутки, б – 2 мм в сутки, в – 3 мм в сутки.

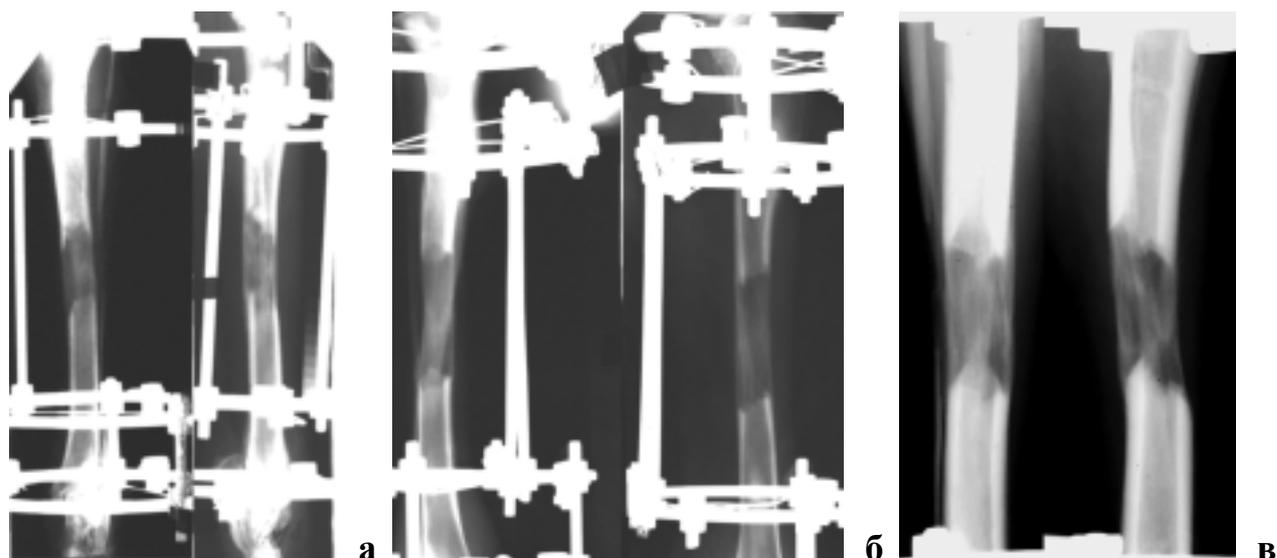


Рис. 7. Рентгенограммы голени того же эксперимента через месяц фиксации: а – темп удлинения 1 мм в сутки, б – 2 мм в сутки, в – 3 мм в сутки.

Активное управление остеогенезом возможно не только в период distraction, но и после ее прекращения – в период фиксации. У части больных (42 человека) мы выполняли биомеханическую стимуляцию репаративного остеогенеза по способу В.И. Шевцова - А.В. Попкова (патент № 2071740 РФ), суть которой заключается в том, чтобы не ожидать пассивно консолидации в период фиксации, а активно, в первые дни после прекращения удлинения, переводить distractionный остеосинтез в компрессионный. При этом под воздействием микротравмы distractionного регенерата происходят метаболические изменения, вызывающие усиление репаративного остеогенеза через активизацию системы остеотропных гормонов, когда паратирин-зависимая фаза является первоначальной, а затем наблюдается резкое повышение активности ЩФ и ТЛЩФ в крови, увеличение содержания кальцитонина, снижение системного индекса электролитов, при этом перестройка distractionного регенерата происходит в условиях повышенного энергообеспечения (рис. 8).

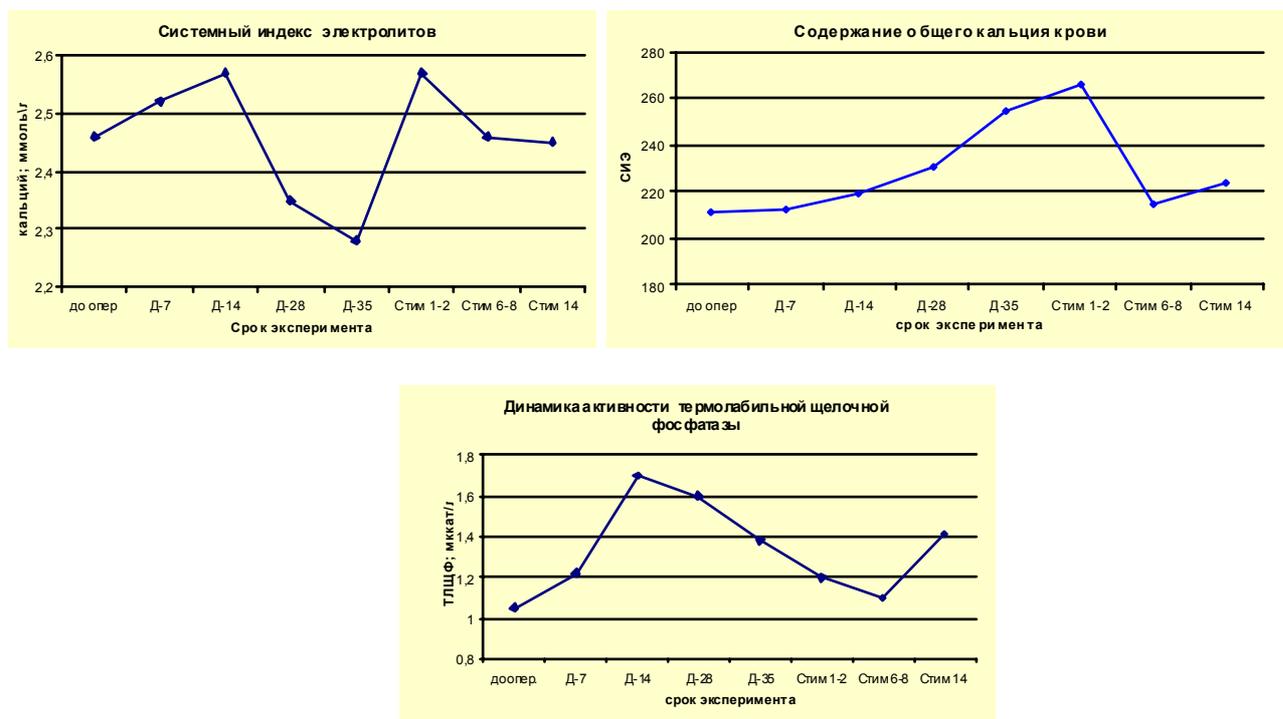


Рис. 8. Биохимическая динамика активизации репаративного остеогенеза при последовательном distractionно-компрессионном остеосинтезе по Шевцову-Попкову.

Для больных, которым осуществлялся монолокальный автоматический дистракционный остеосинтез голени без стимуляции, ИФ составил $11,9 \pm 9,9$ дн/см, в случае выполнения стимуляции - $5,5 \pm 2,2$ дн/см. В целом при полилокальном остеосинтезе в группе, где производилась стимуляция на обоих сегментах, ИФ составил - $5,4 \pm 2,1$ дн/см, а при отсутствии стимуляции ИФ был в среднем - $10,1 \pm 4,3$ дн/см. При удлинении плеча ИФ сократился до 2,0 дней в расчете на каждый сантиметр длины регенерата.

Состояние и регенерация мягких тканей играет определяющую роль в реабилитации пациента. Изучение функционирования мягких тканей конечности при удлинении позволило нам обнаружить, что в оптимальных условиях дистракционного остеосинтеза в автоматическом режиме стромально-паренхиматозные отношения в мышцах сдвигаются в сторону паренхимы: преобладают более крупные мышечные волокна с меньшим количеством соединительнотканых прослоек и большим числом микрососудов. Численная плотность микрососудов значительно выше, чем при классическом удлинении по Илизарову (рис. 9).

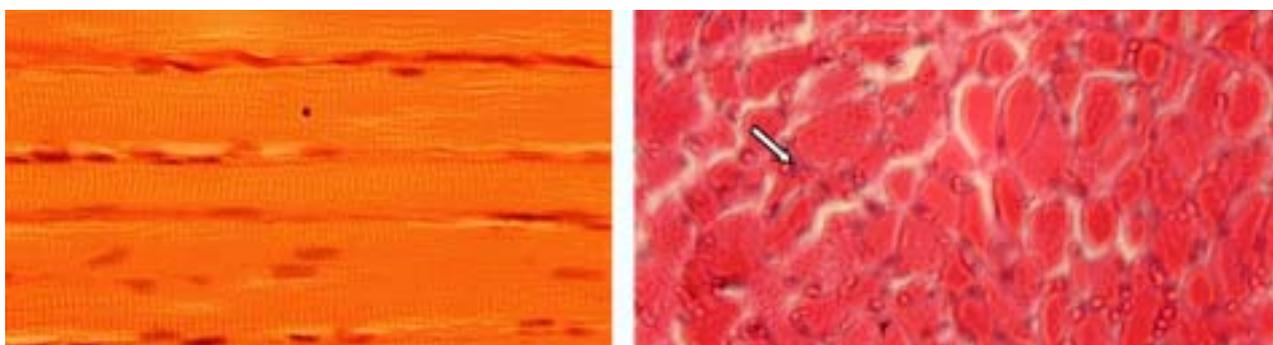


Рис. 9. Гистотопограмма передней большеберцовой мышцы собаки после удлинения голени на 20% (30 дней компрессии дистракционного регенерата): нормальная гистоструктура мышцы (А), множество капилляров в эндомизии (Б) – X 300.

В клинических условиях к шестому месяцу после снятия аппарата Илизарова амплитуда движений в смежных удлиняемому сегменту суставах достигала 80-100% от исходных значений у всех пациентов.

В качестве клинического примера приводим историю болезни пациентки М., 16 лет. Диагноз: последствия гематогенного остеомиелита, укорочение

бедр 7 см. Бедро было удлинено в автоматическом режиме со среднесуточным темпом 1 мм в сутки, ИФ – 5дн/см (рис. 10).



Рис. 10. Больная М., 16 лет, на этапах лечения (А); рентгенограммы бедра на этапах удлинения (Б): а – до лечения; б – в день операции; в – конец периода дистракции; г – в день снятия аппарата.

Таким образом, новые технологии удлинения конечностей отличаются высокой эффективностью, позволяют активно повышать интенсивность репаративного остеогенеза и создавать благоприятные условия для регенерации мышечной ткани, что находит свое отражение в сокращении сроков остеосинтеза и ускорении функциональной реабилитации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Архипов Г.К., Карагодина А.Д. Статистическое исследование и прогнозирование влияния техники операции и послеоперационного ведения на процесс удлинения бедра по Илизарову // Актуальные проблемы чрескостного остеосинтеза по Илизарову: Сб. науч. работ. - Курган, 1987. - С.204-213.
2. Илизаров Г.А. Клинический опыт остеосинтеза аппаратом автора // I съезд травматол.-ортопедов СССР: Материалы съезда. - М., 1963. - С. 166-168.
3. Илизаров Г.А. Некоторые вопросы теории и практики компрессионного и дистракционного остеосинтеза // Чрескост. компрес. и дистракц. остеосинтез: Сб. науч. работ. - Вып. I. - Курган, 1972. - С. 5-33.
4. Илизаров Г.А. Некоторые теоретические и клинические аспекты чрескостного остеосинтеза с позицией открытых нами общебиологических закономерностей // Эксперим.-теорет. и клин. аспекты чрескост. остеосинтеза, разработ. в КНИИЭКОТ: Тез. докл. международ. конф. - Курган, 1986. - С.7-12.
5. Илизаров Г.А., Трохова В.Г. Результаты оперативного удлинения бедра // Тез. докл. юбил. научн.-практ. конф. врачей Курганской области. - Курган, 1973. - С.172-173.
6. Илизаров Г.А., Хелимский А.М., Берко В.Г. Морфологические особенности регенерата, возникающие при удлинении бедра в эксперименте // Теорет. и практич. аспекты чрескост. компрес. и дистракц. Остеосинт: Сб. науч. работ. - Курган, 1976. - С.65-67.
7. Патент 4,615,338 США, МКИ А 61 F 5/04. Automatic compression-distraktion apparatus / G.A. Ilizarov, A.P. Predein, V.M. Vykov (СССР); КНИИЭКОТ (СССР). N 777,425; Заявлено 18.09.85; Оpubл. 07.10.86; НКИ 128/92А; 128/92G. - 13с.; 6л. ил.
8. Калякина В.И. Уравнивание длины нижних конечностей при больших укорочениях удлинением бедра и голени по Илизарову: Автореф. дис... канд. мед. наук. - Ленинград, 1979.
9. Попков А.В. Дистракционные усилия при удлинении нижних конечностей // Ортопед., травматол. - 1990. - № 10. - С.69-73.
10. Попков А.В. Оперативное удлинение конечностей методом чрескостного остеосинтеза: современное состояние и перспективы // Травматология и ортопедия России. - 1994. - №2. - С.135-142.
11. Попков А.В. Оперативное удлинение нижних конечностей у взрослых больных методом Илизарова: Дис...д-ра мед. наук в форме науч. докл. - Иркутск, 1992. - 63с.
12. Попков А.В. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении нижних конечностей методом Илизарова у взрослых // Вестн. хирургии. -1991. - № 1. - С.113-116.
13. Трохова В.Г. Меры предупреждения осложнений при удлинении конечностей // Значение открытых Г.А. Илизаровым общебиологических закономерностей в регенерации тканей: Сб. науч. работ. - Курган, 1988. - С.217-223.
14. Трохова В.Г. Оперативное удлинение бедра по Г.А. Илизарову: Автореф. дис... канд. мед. наук. - Пермь, 1972.
15. Трохова В.Г. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении бедра аппаратом Г.А.Илизарова // Чрескостный компрессионный и дистракционный остеосинтез в травматологии и ортопедии: Сб. науч. работ. - Курган, 1972. - С.259-264.
16. Федотова Р.Г. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении нижней конечности у детей и подростков // Компрес.-дистракц. остеосинтез: Вопросы суставной патологии. Т. 11. - Свердловск, 1971. - С.184-194.

17. Федотова Р.Г. Причины неудач и осложнений при оперативном удлинении нижних конечностей у детей //Тез. к пленуму правл. Всерос. науч.мед. о-ва травматол. и ортопедов совм. с итог.сессией... -Л., 1973.- С.92-95.
18. Чипизубов А.А. Удлинение бедра у детей и подростков после частичной компактомии по Илизарову: Автореф. дис...канд. мед. наук. - Пермь, 1989. - 14с.
19. Шевцов В.И. Вклад Г.А. Илизарова в развитие травматологии и ортопедии // Гений ортопедии. - 1996. - №2-3. - С.15-19.
20. Шевцов В.И., Попков А.В. Оперативное удлинение нижних конечностей. – М.: Медицина,1998. - 192с.
21. Шевченко С.Д., Хмызов С.А., Попсуйшапка А.К. Удлинение и коррекция деформаций бедренной кости у детей и подростков стержневыми и спице-стержневыми аппаратами внешней фиксации // Ортопед., травматол. - 1990. - № 9. - С.28-32.
22. Catagni M.A., Malzev V., Kirienko A. Advances in Ilizarov apparatus assembly / Editor: A.Bianchi Maiocchi. - 1994.
23. Caton J. Allongement progressif: technique de H.Wagner // Rev. Chir. Orthop. – 1991 – Vol.77, Suppl. 1. – P. 31-80.
24. Fontanazza C., Razzano M., Lillo M. Gli allungamenti degli arti inferiori dopo i trent'anni // Giornale Ital. Ortop. Traumat. - 1991. - Vol. XVII, fasc. 3. – P.107-109.
25. Grill F., Chochole H., Schulz A. Beckenschiefstand und Beinlängerdifferenz // Orthopade. - 1990. - Bd.19, H.3. – S.244-262.
26. Pouliquen J.C. Traitement actuel des inegalites de longueur des membres inferieurs chez l'enfant et l'adolescent // Ann. Pediatr. - 1993. - Vol.40, N.4. - P.253-258.
27. Rybka V., Richtr M. The index of relative prolongation in leg lenthening // Min. Orthop. Traumatol. - 1989. - Vol.40, № 8. - P.443-444.
28. Wagner H. Allongement chirurgical du femur. A propos d'une serie de cinquante-huit cas // Ann. Chir. – 1980. – Vol. 34, N 4. - P. 263-275.
29. Wall A., Morasiewicz L., Dragan S., Krawczyk A. Analiza wskazani i wyboru taktyki postepowania leczniczego w operacyjnym leczeniu nierownosci konczyn metoda Ilizarova // Chir. Narz. Ruchu Ortop. Pol. - 1994. - Vol. LIX, supl. 1. – P.318-322.
30. Witt A.N. et al. Tierexperimentelle Ergebnisse mit einem voll implantierbaren Distraktionsgerat zur operativen Beinverlangerung // Arch. Orthop. Unfall. - Chir. - 1977. - H.88. - S.273-279.