

Состояние кровообращения в конечности и плотность минеральных веществ в регенератах при полисегментарном удлинении нижних конечностей у больных с последствиями инфекционных поражений костей

**А.В. Попков, Г.В. Данильченко, А.А. Свешников, С.В. Ральникова,
Л.А. Смотров, Т.А. Ларионова**

Status of limb circulation and mineral density in regenerate bones during polysegmental elongation of lower limbs in patients with consequences of bone infection involvements

**A.V. Popkov, G.V. Danilchenko, A.A. Sveshnikov, S.V. Ralnikova, L.A. Smotrova,
T.A. Larionova**

Государственное учреждение науки

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

У 15 взрослых больных и 15 детей с последствиями гематогенного остеомиелита в процессе одновременного удлинения бедра и голени изучали состояние кровообращения в конечности и процесс костеобразования, используя радионуклидные и денситометрические методы. Установлено, что между состоянием кровообращения и величиной накопления в регенератах меченого остеотропного соединения существует взаимосвязь. Наиболее ранняя и интенсивная минерализация органической основы происходит в тех местах регенератов, которые прилежат к костным фрагментам. В срединной зоне во время distraction происходит непрерывный синтез коллагена.

Ключевые слова: бедро, голень, гематогенный остеомиелит, полисегментарное удлинение, кровообращение, костеобразование, радионуклиды, денситометрия.

Status of limb circulation and osteogenesis process were studied in 15 adult patients and 15 children with consequences of hematogenous osteomyelitis during simultaneous elongation of leg and femur, using radionuclide and densitometric techniques. The relation is established between circulation status and accumulation amount of labeled osteotropic compound in regenerate bones. The earliest and the most intensive mineralization of organic matrix occurs in those areas of the regenerate bones, which are adjacent to bone fragments. Continuous collagen synthesis takes place in the middle zone during distraction.

Keywords: femur, leg, hematogenous osteomyelitis, polysegmental elongation, (blood) circulation, osteogenesis, radionuclides, densitometry.

Гематогенный остеомиелит чаще всего поражает новорожденных и детей до 2-х лет, поэтому ортопеды сталкиваются в своей практике, как правило, с последствиями этого тяжелого заболевания. В структуре ортопедической патологии последствия гематогенного остеомиелита составляют 3,3-6,75% [1, 2]. О социальной значимости проблемы свидетельствует тот факт, что больные с последствиями гематогенного остеомиелита составляют до 10% инвалидов с детства [3].

Хотя у детей может быть инфицирован любой отдел скелета, все же чаще поражаются нижние конечности: 75% случаев приходится на мета-эпифизы бедренной или большеберцовой кости [4]. Учитывая тот факт, что 80% длины нижней

конечности образуется за счет проксимальной ростковой зоны большеберцовой кости и дистальной ростковой бедра, то от локализации очага воспаления в последующем зависит степень укорочения конечности и выраженность ее деформации. Разрушение эпифиза, как правило, приводит к тяжелым дегенеративно-дистрофическим изменениям в суставе, патологическому подвывиху или вывиху костей голени, контрактурам суставов, патологическому положению конечности.

Лечение больных, перенесших гематогенный остеомиелит, является одной из самых сложных задач в восстановительной ортопедии: с одной стороны, хирург встречается с тяжелыми нарушениями опорно-двигательного аппарата в ре-

зультате разрушительного воспалительного процесса, а с другой – у этих больных высока угроза вспышки инфекции, что наблюдается после операций в 7,7-18,6% [5].

К настоящему времени опубликованы единичные работы, посвященные этому разделу восстановительной хирургии. Приводимые в них результаты далеки от того, что хотелось бы видеть клиницистам как с точки зрения анатомо-функциональных исходов, так и в смысле предупреждения рецидивов инфекции. Неудачи и осложнения при лечении последствий гематогенного остеомиелита наблюдаются у 8,7-30%, а по отдельным видам – у 54,5% пациентов [6].

Остаются во многом нерешенными вопросы хирургической тактики, продолжается поиск рациональных способов оперативного лечения. Практически до настоящего времени не изучено состояние кровоснабжения конечности. Данная патология сложна и разнообразна по своей клинической картине. Костные изменения, связанные с инфекцией, представляют собой локальную деструкцию и реактивное новое костеобразование. Рентгенологически они проявляются участками остеосклероза и остеопороза. В отдаленные сроки после воспаления визуально картина характеризуется наличием участков скле-

роза (в зоне бывшего воспаления) на фоне общего остеопороза: длинные кости, как правило, атрофичные, компактное вещество пониженной плотности и толщины, губчатое – имеет истонченные трабекулы.

Принципы чрескостного компрессионно-дистракционного остеосинтеза, разработанные в РНЦ «ВТО» (стабильный остеосинтез, атравматичность оперативного вмешательства, дозированное управление темпом и ритмом дистракции, функциональность лечения), позволили не только комплексно подойти к проблеме лечения данной тяжелой категории больных (одновременно восстановить длину, биомеханическую ось, функции конечности), но и практически исключить опасность рецидива инфекции в послеоперационном периоде. В этих условиях представлялось целесообразным проследить взаимосвязь кровоснабжения и костеобразования при одновременном удлинении бедра и голени в разных возрастных группах.

Задачи работы: исследовать состояние кровоснабжения в конечности и плотность минеральных веществ в регенератах при одновременном удлинении бедра и голени в разных возрастных группах.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Настоящая работа основывается на анализе клинических наблюдений за 30 больными (15 взрослых и 15 пациентов детского возраста).

В результате поражения дистального метафиза бедра и проксимального отдела большеберцовой кости у 72,2% больных сформировалась деформация коленных суставов, преимущественно вальгусная, от 130 до 150° с анатомическим укорочением бедра 3-12 см, голени 5-10 см. Функциональное укорочение конечности составило 6-20 см, боковая нестабильность в коленном суставе – 5-20°. Отмечены рубцовые изменения в мягких тканях. Рентгенологическое исследование выявило наличие дефектов наружного или внутреннего мыщелков бедра, подвывиха голени во фронтальной плоскости, ротационные смещения, неравномерность сужения зон роста.

Всем больным была проведена оперативная коррекция нижних конечностей по методикам билокального дистракционного или полисегментарного дистракционного остеосинтеза. Кортикотомии производили на высоте предполагаемых коррекций. Число и уровень кортикотомий определялись с учетом имеющегося укорочения и соответствующих деформаций сегмента. Дистракция начиналась на 5-7 дни. Вели-

чина удлинения у детей составляла 7,9±0,3 см, у взрослых – 9,5±0,5 см. Продолжительность периода дистракции в расчете на 1 см удлинения была равна в среднем 6,2 дня, у взрослых – 7 дней. Продолжительность периода фиксации соответственно – 8,5 и 8,6 дня.

С диагностической целью использовали также радионуклидные и денситометрические методы. Изучение кровообращения в конечности и костеобразования в регенератах проводили на гамма-камере. Для исследований использовали ^{99m}Tc-технефор. Сразу после введения данного радиофармпрепарата (РФП) регистрировали перемещение его в сосудистом русле, заполнение сети (ангиофаза) и накопление в формируемой костной ткани (костная фаза). Определяли коэффициент относительного накопления (КОН, %) препарата по отношению к симметричному участку противоположной неповрежденной кости. Плотность минеральных веществ (ПМВ) в костях конечностей и регенератах определяли на дихроматическом костном денситометре фирмы "Норлэнд" (США). У детей измеряли только плотность минеральных веществ в регенератах.

Статистическая обработка результатов исследований проведена по критерию достоверности Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Среднесуточный темп дистракции при полилокальном остеосинтезе был выше, чем при монолокальном, в 1,6–2,0 раза на бедре и в 1,5–1,7 раза - на голени. Это позволило сократить продолжительность дистракции по сравнению с классическим монолокальным дистракционным остеосинтезом. Удлинение сегмента на двух уровнях уменьшало высоту регенерата и сокращало срок формирования и перестройки его в органотипическую кость.

Кровообращение в различных участках формируемых регенератов. В зоне вновь формируемой костной ткани кровообращение с началом дистракции непрерывно возрастало. В первые две недели кровоток был более интенсивным в области проксимальных регенератов на бедре и голени, где больше окружающая кость масса мышц (проксимальный регенерат на бедре - $260 \pm 12\%$, $P < 0,05$, на голени - $250 \pm 10\%$, $P < 0,05$) по сравнению с дистальным регенератом на бедре ($200 \pm 9\%$). В связи с лучшим кровообращением проксимальный регенерат на бедре формировался быстрее. На 30-й день дистракции различия между проксимальным и дистальным регенератами на бедре уже не выявлялись (табл. 1).

На 60-й день дистракции интенсивность кровообращения в проксимальном регенерате на

бедре становилась ниже, чем в дистальном (табл. 1). С переходом на фиксацию различия в кровоснабжении регенератов существенно уменьшались. В процессе фиксации интенсивность кровообращения непрерывно уменьшалась, однако, в силу происходящей перестройки кости, перед снятием аппарата она была еще в два раза выше нормальных значений. После снятия аппарата дальнейшая нормализация кровоснабжения отчетливо была видна на 180-й день, а полное восстановление отмечалось через 300 дней.

В срединной зоне регенерата, где активно происходит синтез органической основы, в период дистракции кровообращение ускорено в 3,8–4,1 раза. Более высокие цифры (по сравнению с проксимальными участками регенерата) сохранялись в течение всей фиксации.

Кровообращение в срединной зоне проксимального регенерата на голени такое же, как и в срединной зоне регенератов на бедре (табл. 1).

В большеберцовой кости у проксимальных концов регенерата кровообращение по сравнению с проксимальным регенератом в бедренной кости менее интенсивное на дистракции, но, компенсаторно, выше на фиксации. После снятия аппарата кровообращение в регенератах аналогичное.

Таблица 1.

Объемная величина кровотока (%) в области дистракционных регенератов на бедре и голени у больных трудоспособного возраста с последствиями гематогенного остеомиелита ($M \pm m$, n_1 и $n_2=15$)

Место измерения	Здоровый участок	Дистракция (дни)		Фиксация (дни)			После снятия аппарата (дни)		
		30	60	30	60	90	60	180	300
Бедро: проксимальный регенерат									
Проксимальный участок	100±6	320±24 P<0,001	289±19 P<0,001	264±14 P<0,001	231±18 P<0,001	210±12 P<0,001	190±10 P<0,01	140±8 P<0,05	120±6 P>0,1
Срединная зона	-	410±28 P<0,001	380±17 P<0,001	357±19 P<0,001	312±16 P<0,001	290±19 P<0,001	200±14 P<0,001	151±7 P<0,05	125±9 P>0,1
Дистальный участок	100±5	332±26 P<0,001	323±24 P<0,001	288±22 P<0,001	259±15 P<0,001	222±14 P<0,001	185±12 P<0,001	135±10 P<0,05	118±9 P>0,1
Бедро: дистальный регенерат									
Проксимальный участок	100±7	286±14 P<0,001	322±22 P<0,001	307±14 P<0,001	262±19 P<0,001	231±21 P<0,001	201±14 P<0,001	149±11 P<0,05	124±8 P>0,1
Срединная зона	-	428±36 P<0,001	397±25 P<0,001	371±27 P<0,001	327±25 P<0,001	306±28 P<0,001	210±9 P<0,001	148±8 P<0,05	125±12 P>0,1
Дистальный участок	100±8	324±24 P<0,001	353±17 P<0,001	305±29 P<0,001	271±26 P<0,001	251±17 P<0,001	190±11 P<0,001	168±12 P<0,05	122±10 P>0,1
Голень: проксимальный регенерат									
Проксимальный участок	100±7	305±17 P<0,001	291±12 P<0,001	275±15 P<0,001	244±9 P<0,001	218±10 P<0,001	203±12 P<0,001	161±11 P<0,05	124±29 P>0,1
Срединная зона	-	380±19 P<0,001	405±13 P<0,001	380±11 P<0,001	340±16 P<0,001	310±15 P<0,001	210±12 P<0,001	162±14 P<0,05	128±11 P>0,1
Дистальный участок	100±6	315±10 P<0,001	340±19 P<0,001	323±13 P<0,001	270±15 P<0,001	240±19 P<0,001	196±20 P<0,001	142±10 P<0,05	123±7 P>0,1

Костеобразование (по данным с ^{99m}Tc -технефором) в регенератах. Костеобразование в отдельных участках в формирующемся регенерате происходит с разной интенсивностью. В зоне роста непрерывно образуется новая ткань с очень малой степенью минерализации. При постоянном темпе дистракции масса образующегося коллагена постоянная. На это указывает величина меченого соединения (табл. 2). После прекращения дистракции образование коллагена существенно замедлялось, и начиналась его окончательная минерализация. В связи с этим накопление РФП значительно возрастало и достигало тех же значений, которые отмечались у концов регенерата в период дистракции.

Несколько иная ситуация наблюдалась в тех участках регенерата, которые вплотную примыкают к костным фрагментам. Здесь же начинается окончательная минерализация, наиболее активно идущая в течение первого месяца. Величина меченого технефора в это время достигала $810 \pm 42\%$ ($P < 0,001$). На втором месяце дистракции величина РФП начинала уже постепенно уменьшаться. Этот процесс был особенно заметен в период фиксации. После снятия аппарата, в силу продолжающейся перестройки кости, в регенерате еще долго сохранялась более высокая, чем в других участках кости, активность меченого технефора. Так, на 300-й день после снятия аппарата активность меченого технефора составляла $160 \pm 7\%$ ($P < 0,05$). Меченые остеотропные соединения (технефор, пирофосфат, дифосфанат) в этом отношении очень чувствительный показа-

тель, так как замещаются лишь отдельные, свободные от минералов, поверхности коллагена.

В дистальном регенерате на бедре в период дистракции костеобразование протекало менее интенсивно (об этом судили по накоплению меченого технефора), чем в проксимальном. Но во время фиксации костеобразование было более активным.

Костеобразование в проксимальном регенерате бедренной кости происходит более интенсивно, чем в дистальном.

Плотность минеральных веществ в регенератах. У взрослых в процессе всей дистракции плотность минералов в срединной зоне регенератов практически не изменялась (табл. 3). В период фиксации происходила интенсивная минерализация, и к концу этого периода минеральных веществ здесь было столько же, сколько и у концов регенератов.

В проксимальном регенерате на бедре образовавшийся коллаген минерализовался достаточно интенсивно. Так, на 30-й день дистракции плотность минералов составляла 25-28%, к 60-му дню – 40-45%. К 30-му дню после снятия аппарата она была равна 60-62%. Нормализация плотности минералов и приближение величин к интактной конечности происходила на 300-й день (табл. 4).

В дистальном регенерате на бедре в периоды дистракции и фиксации величина минералов была меньше, чем в проксимальном регенерате на бедре, на 8-10%.

Плотность дистракционного регенерата на голени изменялась аналогично с костеобразованием на бедре (табл. 3).

Таблица 2.

Активность репаративного костеобразования (по данным с ^{99m}Tc -технефором) в области дистракционных регенератов на бедре и голени у больных трудоспособного возраста с последствиями гематогенного остеомиелита ($M \pm m$, n_1 и $n_2 = 15$)

Место измерения	Здоровый участок	Дистракция (дни)		Фиксация (дни)			После снятия аппарата (дни)		
		30	60	30	60	90	60	180	300
Бедро: проксимальный регенерат									
Проксимальный участок	100±10	620±36 P<0,001	590±25 P<0,001	460±19 P<0,001	410±16 P<0,001	340±12 P<0,001	260±10 P<0,01	190±8 P<0,05	160±7 P>0,05
Срединная зона	-	880±42 P<0,001	620±34 P<0,001	550±27 P<0,001	480±20 P<0,001	460±21 P<0,001	360±16 P<0,001	220±15 P<0,05	172±8 P<0,05
Дистальный участок	100±12	590±31 P<0,001	570±14 P<0,001	501±19 P<0,001	470±16 P<0,001	370±110 P<0,001	290±8 P<0,001	204±9 P<0,001	153±6 P>0,1
Бедро: дистальный регенерат									
Проксимальный участок	100±14	580±24 P<0,001	610±22 P<0,001	490±20 P<0,001	430±13 P<0,001	370±14 P<0,001	290±10 P<0,001	200±10 P<0,05	156±9 P>0,1
Срединная зона	-	788±45 P<0,001	697±35 P<0,001	571±27 P<0,001	554±26 P<0,001	476±22 P<0,001	390±12 P<0,001	235±10 P<0,05	180±6 P<0,05
Дистальный участок	100±8	540±32 P<0,001	520±26 P<0,001	503±18 P<0,001	490±15 P<0,001	394±20 P<0,001	305±16 P<0,001	210±14 P>0,05	160±6 P>0,1
Голень: проксимальный регенерат									
Проксимальный участок	100±11	620±29 P<0,001	570±26 P<0,001	503±21 P<0,001	460±18 P<0,001	370±19 P<0,001	261±16 P<0,001	210±12 P<0,05	170±9 P>0,1
Срединная зона	-	734±32 P<0,001	663±33 P<0,001	560±24 P<0,001	490±22 P<0,001	423±13 P<0,001	390±15 P<0,001	230±16 P<0,05	180±14 P<0,05
Дистальный участок	100±12	570±28 P<0,001	524±26 P<0,001	505±21 P<0,001	450±18 P<0,001	410±20 P<0,001	340±17 P<0,001	224±9 P<0,05	160±6 P>0,1

Таблица 3.

Плотность минеральных веществ (г/см^2) в дистракционных регенератах на бедре и голени у больных трудоспособного возраста с последствиями гематогенного остеомиелита ($M \pm m$, n_1 и $n_2=15$)

Место измерения	Интактная конечность	Дистракция (дни)		Фиксация (дни)		
		30	60	30	60	90
Бедро: проксимальный регенерат						
Проксимальный участок	0,980±0,018	0,426±0,017 P<0,001	0,461±0,029 P<0,001	0,495±0,021 P<0,001	0,543±0,031 P<0,001	0,589±0,022 P<0,001
Срединная зона	-	0,182±0,008 P<0,001	0,196±0,007 P<0,001	0,457±0,019 P<0,001	0,512±0,029 P<0,001	0,610±0,039 P<0,001
Дистальный участок	0,990±0,014	0,390±0,016 P<0,001	0,453±0,027 P<0,001	0,528±0,027 P<0,001	0,589±0,028 P<0,001	0,635±0,044 P<0,001
Бедро: дистальный регенерат						
Проксимальный участок	1,098±0,023	0,396±0,014 P<0,001	0,437±0,030 P<0,001	0,459±0,021 P<0,001	0,516±0,037 P<0,001	0,588±0,021 P<0,001
Срединная зона	-	0,163±0,006 P<0,001	0,205±0,005 P<0,001	0,398±0,027 P<0,001	0,479±0,035 P<0,001	0,586±0,038 P<0,001
Дистальный участок	1,082±0,019	0,342±0,014 P<0,001	0,496±0,027 P<0,001	0,528±0,029 P<0,001	0,541±0,026 P<0,001	0,568±0,027 P<0,001
Голень: проксимальный регенерат						
Проксимальный участок	0,780±0,009	0,327±0,015 P<0,001	0,421±0,024 P<0,001	0,482±0,029 P<0,001	0,533±0,032 P<0,001	0,579±0,037 P<0,001
Срединная зона	-	0,191±0,010 P<0,001	0,196±0,011 P<0,001	0,382±0,015 P<0,001	0,360±0,026 P<0,001	0,429±0,024 P<0,001
Дистальный регенерат	0,793±0,011	0,288±0,019 P<0,001	0,362±0,028 P<0,001	0,452±0,027 P<0,001	0,517±0,032 P<0,001	0,560±0,018 P<0,001

Таблица 4.

Изменение плотности минеральных веществ (г/см^2) в регенератах на бедре и голени в отдаленный период у больных трудоспособного возраста с последствиями гематогенного остеомиелита ($M \pm m$, n_1 и $n_2=15$)

Место измерения	После снятия аппарата (дни)		
	30	180	300
Бедро: проксимальный регенерат			
Проксимальный участок	0,693 $\pm$ 0,038 P<0,01	0,896 $\pm$ 0,021 P<0,05	0,989 $\pm$ 0,040 P>0,1
Срединная зона	0,675 $\pm$ 0,040 P<0,01	0,873 $\pm$ 0,039 P<0,05	0,993 $\pm$ 0,034 P>0,1
Дистальный участок	0,691 $\pm$ 0,032 P<0,001	0,836 $\pm$ 0,029 P<0,05	0,996 $\pm$ 0,042 P>0,1
Бедро: дистальный регенерат			
Проксимальный участок	0,640 $\pm$ 0,027 P<0,001	0,836 $\pm$ 0,024 P<0,01	1,114 $\pm$ 0,031 P>0,1
Срединная зона	0,680 $\pm$ 0,024 P<0,001	0,891 $\pm$ 0,019 P<0,01	1,186 $\pm$ 0,041 P>0,1
Дистальный участок	0,721 $\pm$ 0,038 P<0,001	0,822 $\pm$ 0,036 P<0,01	1,088 $\pm$ 0,038 P>0,1
Голень: проксимальный регенерат			
Проксимальный участок	0,623 $\pm$ 0,028 P<0,01	0,775 $\pm$ 0,030 P>0,1	0,823 $\pm$ 0,024 P>0,1
Срединная зона	0,503 $\pm$ 0,032 P<0,001	0,763 $\pm$ 0,044 P>0,1	0,859 $\pm$ 0,037 P>0,1
Дистальный участок	0,606 $\pm$ 0,035 P<0,01	0,764 $\pm$ 0,042 P>0,1	0,770 $\pm$ 0,035 P>0,1

Плотность минеральных веществ в регенератах на бедре и голени у детей. Плотность минеральных веществ в интактных костях меньше на 30-40%. Формирование регенератов происходило в соответствии с теми же законо-

мерностями, что и у взрослых (табл. 5). Только минерализация срединной зоны завершалась на 180-й день после снятия аппарата, в то время как у взрослых - на 300-й день (табл. 6).

Таблица 5.

Плотность минеральных веществ (г/см^2) в дистракционных регенератах на бедре и голени у детей с последствиями гематогенного остеомиелита ($M \pm m$, n_1 и $n_2=15$)

Место измерения	Интактная конечность	Дистракция (дни)		Фиксация (дни)		
		30	60	30	60	90
Бедро: проксимальный регенерат						
Проксимальный участок	0,742±0,024	0,314±0,017 P<0,001	0,358±0,029 P<0,001	0,389±0,022 P<0,001	0,441±0,025 P<0,001	0,592±0,039 P<0,01
Срединная зона	-	0,174±0,009 P<0,001	0,191±0,008 P<0,001	0,249±0,012 P<0,001	0,310±0,018 P<0,001	0,406±0,027 P<0,001
Дистальный участок	0,756±0,026	0,309±0,013 P<0,001	0,334±0,027 P<0,001	0,358±0,022 P<0,001	0,453±0,026 P<0,001	0,497±0,024 P<0,01
Бедро: дистальный регенерат						
Проксимальный участок	0,621±0,029	0,287±0,012 P<0,001	0,332±0,026 P<0,001	0,372±0,028 P<0,001	0,399±0,029 P<0,001	0,439±0,020 P<0,01
Срединная зона	-	0,170±0,010 P<0,001	0,201±0,008 P<0,001	0,286±0,017 P<0,001	0,349±0,015 P<0,001	0,402±0,028 P<0,001
Дистальный участок	0,636±0,022	0,269±0,014 P<0,001	0,316±0,022 P<0,001	0,321±0,016 P<0,001	0,422±0,026 P<0,001	0,457±0,024 P<0,01
Голень: проксимальный регенерат						
Проксимальный участок	0,580±0,029	0,214±0,015 P<0,001	0,262±0,010 P<0,001	0,332±0,022 P<0,001	0,393±0,022 P<0,01	0,436±0,020 P<0,01
Срединная зона	-	0,187±0,009 P<0,001	0,194±0,010 P<0,001	0,228±0,015 P<0,001	0,330±0,016 P<0,001	0,429±0,024 P<0,001
Дистальный регенерат	0,593±0,022	0,204±0,018 P<0,001	0,242±0,011 P<0,001	0,322±0,016 P<0,001	0,378±0,018 P<0,001	0,416±0,020 P<0,001

Таблица 6.

Изменение плотности минеральных веществ (г/см^2) в регенератах на бедре и голени в отдаленный период у детей с последствиями гематогенного остеомиелита ($M \pm m$, n_1 и $n_2=15$)

Место измерения	После снятия аппарата (дни)		
	30	180	300
Бедро: проксимальный регенерат			
Проксимальный участок	0,613 $\pm$ 0,031 P<0,01	0,665 $\pm$ 0,028 P<0,05	0,734 $\pm$ 0,036 P>0,1
Срединная зона	0,508 $\pm$ 0,029 P<0,001	0,680 $\pm$ 0,026 P>0,1	0,751 $\pm$ 0,032 P>0,1
Дистальный участок	0,560 $\pm$ 0,034 P<0,01	0,649 $\pm$ 0,030 P<0,05	0,736 $\pm$ 0,030 P>0,1
Бедро: дистальный регенерат			
Проксимальный участок	0,489 $\pm$ 0,022 P<0,01	0,546 $\pm$ 0,028 P<0,05	0,639 $\pm$ 0,032 P>0,1
Срединная зона	0,479 $\pm$ 0,025 P<0,001	0,578 $\pm$ 0,029 P>0,1	0,657 $\pm$ 0,042 P>0,1
Дистальный участок	0,488 $\pm$ 0,026 P<0,01	0,538 $\pm$ 0,032 P<0,05	0,627 $\pm$ 0,044 P>0,1
Голень: проксимальный регенерат			
Проксимальный участок	0,463 $\pm$ 0,025 P<0,05	0,510 $\pm$ 0,032 P<0,05	0,602 $\pm$ 0,032 P>0,1
Срединная зона	0,476 $\pm$ 0,022 P<0,05	0,532 $\pm$ 0,039 P>0,05	0,630 $\pm$ 0,028 P>0,1
Дистальный участок	0,456 $\pm$ 0,029 P<0,05	0,499 $\pm$ 0,028 P<0,05	0,580 $\pm$ 0,026 P>0,1

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В данной работе мы использовали комплекс радионуклидных и денситометрических методов, позволивших получить всестороннюю информацию об активности репаративного костеобразования при удлинении конечности у больных с последствиями гематогенного остеомиелита. Установлено, что между состоянием кровообращения и величиной накопления в регенерате меченого остеотропного соединения существует взаимосвязь. Наиболее ранняя и интенсивная минерализация органической основы происходит в тех местах регенератов, которые

прилежат к костным фрагментам. В срединной зоне во время дистракции непрерывно протекает синтез коллагена. Здесь мало минеральных веществ, и поэтому возможно растяжение во время дистракции. Быстрое насыщение срединной зоны в период фиксации обусловлено интенсивным кровообращением, так как уже сформирована магистральная сеть как в прилежащих костных фрагментах, так и в регенерате. Однако при ускорении кровообращения время нахождения пирогеноса в сосудах уменьшается. Поэтому увеличение накопления минералов воз-

можно лишь при условии открытия и образования большого числа новых сосудов и коллатералей между ними. Именно такое строение имеет срединная зона [7]. Существенное значение имеет и то, что меченый пирофосфат, накапливаясь в межклеточном пространстве и окружая сеть вновь образованных капилляров и прилежащие поверхности остеоида, имеет сродство к незрелому коллагену. Определенное значение имеет и большая поверхность кристаллов фосфата кальция. Увеличение ее является результатом образования незрелого апатита с до конца несформированной кристаллической решеткой. По мере завершения костеобразования включение технефора уменьшалось [8].

На основании изложенного становится понятным, что использованные нами методы исследования позволили контролировать активность репаративного процесса и, следовательно, важны с клинической точки зрения.

Процесс отложения солей на образовавшемся коллагене происходит в условиях интенсивного кровообращения. Именно от него во многом зависит образование электрического потенциала, необходимого для минерализации. Он создается следующим образом. Белки стенок капилляров и протекающей крови обладают свойством полупроводимости. В капиллярах растущего конца кости заряд отрицательный. В месте перехода артерий в вены - положительный. Венозные каналы остеона также заряжены положительно [9]. В процессе микроциркуляции формируется электрохимический потенциал электронной проводимости. Ускоренный кровоток при росте кости повышает потенциал до значений, при которых возможна преципитация солей. Поэтому в зоне венозной части капилляра образуется очаг кальцификации. Роль инициальных факторов играют также пептиды костного коллагена, богатые отрицательно заряженными аминокислотами, и органический фосфор, которые отсутствуют в коллагене мягких тканей. В месте соединения гидроксиапатита и коллагена также образуется электрический потенциал. Кристаллы начинают функционировать как пьезоэлектрические датчики, усиливающие отложение солей. Электрические потенциалы оказывают влияние на движение ионов и заряженных молекул [9].

О том, какова интенсивность костеобразования, мы судили по накоплению меченого технефора. Действительно, наиболее активное поглощение его происходило во время ускоренного кровообращения, особенно в срединной зоне, где наибольшее количество капилляров [8].

Объективным тестом минерализации регенерата являлось определение плотности минеральных веществ в нём. При естественном ос-

теогенезе одновременно протекают процессы синтеза органической основы и ее минерализации. В условиях дистракционного остеосинтеза коллаген не успевает насыщаться минералами. Поэтому у концов регенерата, где общая масса органического вещества уже сформирована, к концу первого месяца дистракции плотность минерализации около 30%, к концу второго - 60%. В дальнейшем темп насыщения минералами уменьшался. Отчасти это обусловлено процессами перестройки в нормальную кость. Наши многочисленные наблюдения [10] показали, что регенерат выдерживает статическую нагрузку веса тела при плотности более 60%. Окончательно плотность минералов достигала нормальных значений у детей на 180-й день, у взрослых - на 300-й. В этот период только с помощью меченого технефора можно констатировать наличие мест перестройки кости.

Мы посчитали также целесообразным сравнить активность костеобразования в условиях последствий гематогенного остеомиелита и при удлинении врожденно укороченной конечности. По такому виду патологии результаты отражены в предыдущей нашей работе [8]. Основное внимание там мы уделили формированию регенерата в участках, которые прилежат к костным фрагментам. В данной работе основное внимание мы сосредоточили на изучении непосредственно регенерата - проксимального, дистального участков и срединной зоны просветления. В условиях последствий гематогенного остеомиелита интенсивность кровообращения в течение первого месяца дистракции меньше, чем у больных с врожденным укорочением. В срединной зоне кровотока более интенсивный, чем в участках, прилежащих к костным фрагментам. В период фиксации различий в состоянии кровотока при данной патологии и врожденном укорочении не выявлено.

Костеобразование протекает менее активно (об этом мы судили по накоплению меченого технефора) в условиях последствий остеомиелита на первом месяце дистракции, на втором месяце различия недостоверны. Во время фиксации костеобразование происходит односторонне.

Измерения плотности минеральных веществ показали, в частности, что в срединной зоне регенерата плотность минералов на протяжении дистракции остается одинаковой. Интенсивная минерализация происходила при переходе на фиксацию.

Таким образом, комплексное исследование позволяет глубоко познать сущность регенерации, определить время завершения лечебного процесса и сравнить активность костеобразования в условиях разной патологии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажжигитов Г.Н., Каплунов А.Г., Каплунов О. А. Чрескостный остеосинтез в лечении последствий остеомиелита нижних конечностей // Профилактика травматизма и травматологическая помощь в сельской местности: Тез. докл. обл. конф. травматол.-ортопедов. - Тамбов, 1988. - С. 93-95.
2. Каплунов А.Г., Егоров М.Ф., Каплунов О.А. Использование чрескостного остеосинтеза при ортопедической патологии у детей // Организация помощи и лечение детей с заболеваниями и травмами опорно-двигательного аппарата: Тез. науч.-практ. обл. семинара. – Архангельск, 1987. – С. 109 -111.
3. Шапиро К.И. Болезни костей, мышц и суставов в общей заболеваемости населения // Сов. здравоохранение. - 1972. – № 7. - С. 25-30.
4. Рэвелл П.А. Патология кости / Пер. с англ. - М.: Медицина, 1993. – 386 с.
5. Волков М.В. Болезни костей у детей. - М.: Медицина, 1985. - 511с.
6. Кононов В.С. Гематогенный остеомиелит у детей. – М.: Медицина, 1974. – 171 с.
7. Свешников А.А., Мархашов А.М., Грачева В.И. Состояние кровообращения и архитектоника кровеносного русла при удлинении конечности // Арх. анат. – 1985. - № 2. - С. 28-32.
8. Свешников А.А., Попков А.В., Смотрова Л.А. Рентгеноденситометрические и радиоизотопные исследования репаративного костеобразования при дистракционном остеосинтезе // Ортопед. травматол. - 1987. - № 5. - С. - 47-50.
9. Physical activity and bone density / Н. J. Montoye, J.F. McCabe, H.L. Metzner, S.H. Gern // Human Biology. - 1976. - Vol. 48. - P. 599-610.
10. Свешников А.А. Материалы к разработке комплексной схемы корректировки функционального состояния органов и тканей при чрескостном остеосинтезе // Гений ортопедии. - 1999. - № 1. - С. 48-53.

Рукопись поступила 17.12.99.

Вышли из печати



Øåäöîâ Â.È., Ìàéóøèí Â.Ä., Êóôòûðåå Ë.Ì.,
Àðàìíâê÷ À.Ì., ×ååóðîâ Î.Ê., Ëñìàéëîâ Ñ.Ð.

ЃАЧАІЕА АДИѦААІІЎО ПОРОКОВ РАЗВИТИЯ
ААДОІАЎО ЕІЊОАЕ

Курган, 1999 г. – 582 с., табл. 66, ил. 439, библиогр. назв. 452.

ISBN5-87247-072-X

Монография посвящена проблеме лечения детей с врожденными пороками развития берцовых костей. В книге обобщён опыт лечения больных с применением методик чрескостного остеосинтеза аппаратом Илизарова в различных его рациональных компоновках. Приведены основы биомеханического моделирования остеосинтеза при некоторых клинических ситуациях. Описываются уникальные, не имеющие аналогов в мировой медицине тактико-технологические принципы реконструкции берцовых костей, повышающие опороспособность и функциональные возможности нижней конечности. Приведённые технические сведения помогут хирургу принимать оптимальные решения в реабилитации пациентов и подготовке конечности к рациональному протезированию. Анализ возможных технологических ошибок и связанных с ними лечебных осложнений имеет важное значение для практикующего врача.

Представленные в книге параклинические исследования дают возможность клиницисту определить тяжесть развивающихся при пороке вторичных функциональных и анатомических расстройств.

Приведённые результаты лечения по методикам Российского научного центра «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова дают возможность оценить их эффективность в сравнении с традиционными хирургическими подходами в решении данной проблемы.

Книга иллюстрирована схемами остеосинтеза, клиническими примерами, способствующими усвоению представленного материала.

Монография рассчитана на широкий круг хирургов, ортопедов и педиатров.