

© Группа авторов, 1996.

Влияние разных ритмов distraction на костеобразование, концентрацию циклических нуклеотидов и гемодинамику в удлиняемой кости

А.Д. Наумов, Н.И. Гордиевских, С.А. Ерофеев, А.А. Свешников, Н.В. Офицерова

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

Эксперименты выполнены на 57 собаках, у которых через 5 дней после флекссионной остеоклазии берцовых костей осуществляли удлинение голени в течение 4-х недель с темпом 1,0 мм в сутки, но разным ритмом distraction: за 1 раз, за 4 раза, за 60 раз. Исследовали костеобразование, гемодинамику, циклические нуклеотиды, внутрикостное давление. Установлено, что при любом ритме удлинения увеличивался объем сосудистого русла, периферическое сопротивление сосудов, уменьшалось пульсовое кровенаполнение, эластичность интрамедуллярных сосудов. Рентгенологические данные и содержание циклических нуклеотидов свидетельствуют о более активном течении костеобразования при автоматическом удлинении, что сочетается при этом с более быстрым восстановлением пульсового и диастолического кровенаполнения и более медленным изменением тонуса интрамедуллярных сосудов в периоде фиксации.

Ключевые слова: distraction, ритм, костеобразование, гемодинамика, радиология.

При удлинении конечности существенное значение имеет ритм (дробность) distraction, на что неоднократно указывал Г.А. Илизаров [1, 2, 3]. Поэтому мы решили провести исследование

кровотока в удлиняемой кости, концентрации месенджеров гормонов в венозной крови и интенсивности остеогенеза при разных ритмах удлинения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Эксперименты выполнены на 57 взрослых собаках, у которых через 5 дней после закрытой флекссионной остеоклазии берцовых костей на уровне середины диафиза [4] осуществляли удлинение голени в течение 4 недель с темпом 1,0 мм в сутки. Собаки были разделены на 3 группы. В 1-й группе (14 животных) удлинение проводили путем ежедневного одномоментного разведения отломков. Во 2-й группе (23 животных) указанная величина distraction достигалась за 4 приема в день при разовой величине удлинения 0,25 мм. В 3-й группе (20 животных) удлинение осуществляли с помощью автоматических distraction, разработанных Г.А. Илизаровым и соавт. [5], за 60 приемов в течение суток, разовая величина — 0,017 мм. Последующий период фиксации продолжался в течение месяца.

О костеобразовании судили по результатам рентгенологических исследований. Гемодинамику в большеберцовых костях изучали методами импедансной плетизмографии и измерением внутрикостного давления. Канюли для этой цели изготавливали из обыч-

ной инъекционной иглы. С помощью дрели их засверливали в проксимальный и дистальный отломки кости на расстоянии 1 - 2 см от края остеотомии. Канюли подсоединяли к датчику давления и запись проводили на "Мингограф-82". Давление фиксировали в мм рт. ст. Для анализа реограммы использовали наиболее информативные, устойчивые и легко определяемые показатели [6]: базисное сопротивление (R), реографический индекс (РИ), индекс эластичности (ИЭ), индекс периферического сопротивления (ИПС). Содержание циклических нуклеотидов определяли в сыворотке крови оперированной конечности. Использовали наборы фирмы "Амершам" (Англия). Подсчет активности производили на гамма-счетчике фирмы "Тракор Европа" (Голландия). Исследования проводили до операции, через 4 недели distraction и 1 месяц фиксации. Контролем служили исследования до начала эксперимента. Полученные данные обработаны методом вариационной статистики для связанных между собой наблюдений [7].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты изучения активности костеобразования, более подробно описанные нами ранее [8], показали, что при однократном растяжении отломков на 1 мм в течение суток

костеобразование было замедленным, что характеризовалось наличием высокой прослойки к концу distraction. Через месяц фиксации она сохранялась, регенерат напоминал

форму "песочных часов", отсутствовали корковые пластинки. Во второй серии остеогенез протекал в более благоприятных условиях, о чем свидетельствовали относительно невысокая прослойка в конце дистракции и частичное замещение ее костной тканью через месяц фиксации, а также формирование с 1 - 2 сторон непрерывных корковых пластинок. В условиях автоматической высокочеткой дистракции костеобразование на протяжении всего эксперимента было активнее, чем в предыдущих сериях. Полученный диастаз полностью замещался костной тканью через месяц фиксации.

Изучение гемодинамики и содержания циклических нуклеотидов показало, что у животных первой группы (1 мм за 1 прием) внутрикостное давление в проксимальном и дистальном отломках большеберцовой кости в конце дистракции и на протяжении фиксации составляло 35 - 41% дооперационных значений. Базисное сопротивление на 4-й неделе удлинения было снижено в 2 раза и оставалось на этом уровне до конца фиксации. Реографический индекс составлял 31% и не изменялся до конца эксперимента. Индекс эластичности интрамедуллярных сосудов во время дистракции снижался до 32% и оставался без изменений до конца фиксации. Периферическое сопротивление внутрикостных сосудов было выше дооперационных значений на 29%, во время фиксации — на 47%. Концентрация циклического аденозинмонофосфата (цАМФ) в венозной крови оперированной конечности в конце периода удлинения более чем в 2 раза превышала дооперационное содержание. В периоде фиксации содержание цАМФ незначительно снижалось. Концентрация циклического гуанинмонофосфата (цГМФ) в конце дистракции превышала в 1,5 раза исходные значения и снижалась практически до нормы в конце фиксации (табл. 1).

Во второй группе (1 мм за 4 приема) внутрикостное давление (37 - 44 мм рт. ст. до операции) к концу периода удлинения было значительно ниже: в проксимальном отломке — 22 мм рт. ст., в дистальном — 20. Во время фиксации оно оставалось на низком уровне (соответственно 12 и 17 мм рт. ст.). По данным реовазограммы РИ и R изменялись синхронно, уменьшаясь к концу дистракции и особенно к концу фиксации. ИЭ к моменту окончания удлинения был значительно ниже дооперационного, но на фиксации приближался к исходному. Периферическое сопротивление внутрикостных сосудов при удлинении возрастало на 41%, на фиксации постепенно снижалось и к концу эксперимента приближалось к дооперационному значению. Содержание цАМФ в венозной крови опери-

рованной конечности к концу 4-й недели дистракции в 2 раза превышало исходный уровень, а в конце периода фиксации в 1,5 раза было больше дооперационных значений. Концентрация цГМФ в конце периода дистракции на 40% превышала первоначальную величину. В конце эксперимента содержание цГМФ достигало исходных значений (табл.).

В условиях автоматической высокочеткой дистракции (третья группа опытов) внутрикостное давление в проксимальном отломке во время дистракции составляло 53%, в дистальном — 41% от исходных значений, в периоде фиксации в проксимальном продолжалось снижение, в дистальном отмечена тенденция к увеличению до 49%. Базисное сопротивление и реографический индекс оставались сниженными на протяжении всего эксперимента. Во время фиксации наметилась тенденция к их увеличению. Индекс эластичности во время удлинения снижался до 34%. Тенденция к увеличению наметилась на фиксации, но к концу эксперимента этот показатель составлял лишь 50% от исходной величины. ИПС на протяжении всего периода наблюдения был выше исходной величины. Максимальный уровень цАМФ во время эксперимента был значительно ниже, чем в предыдущих группах, интенсивнее происходило снижение его концентрации во время фиксации. Меньшим было увеличение концентрации цГМФ во время дистракции, а при фиксации его содержание снизилось до 82% дооперационных значений (табл.).

Таким образом, при любом ритме удлинения объем сосудистого бассейна в конце дистракции значительно превышал дооперационный. Однако у животных с автоматической дистракцией в последующем быстрее возникла тенденция к нормализации, чем у других собак. У всех животных отмечено уменьшение пульсового кровенаполнения, но при автоматической дистракции четче видна тенденция к восстановлению после удлинения. Во всех группах собак наблюдалось уменьшение эластичности интрамедуллярных сосудов и повышение их периферического сопротивления во время дистракции. У собак 3-й группы в отличие от животных 1-й и 2-й групп эти показатели были без резких колебаний и имели только тенденцию к восстановлению в периоде фиксации. Рентгенологические данные и содержание циклических нуклеотидов свидетельствуют о более активном течении костеобразования при автоматической дистракции, что сочетается при этом с более быстрым восстановлением пульсового и диастолического кровенаполнения и более медленным изменением тонуса интрамедуллярных сосудов.

Таблица.

Показатели гемодинамики большеберцовой кости и концентрация циклических нуклеотидов в венозной крови конечности при ее удлинении с различными ритмами distraction.

Показатель		Ритм удлинения											
		1 мм за 1 прием				1 мм за 4 приема				1 мм за 60 приемов			
		Этапы остеосинтеза											
		Дистракция		Фиксация		Дистракция		Фиксация		Дистракция		Фиксация	
		К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О
R	M	950	476**	950	474*	735	434**	880	295**	1009	500**	1009	581**
	±m	33	20	33	29	36	71	45	30	22	28	22	43
РИ	M	0,22	0,07**	0,22	0,06*	0,17	0,09	0,26	0,09**	0,17	0,07**	0,17	0,08**
	±m	0,05	0,01	0,05	0,01	0,03	0,03	0,05	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ИЭ	M	1,16	1,05	1,16	1,06	1,07	1,04	1,05	1,05	1,14	1,05*	1,14	1,07*
	±m	0,06	0,02	0,06	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
ИПС	M	0,37	0,52*	0,37	0,59**	0,35	0,49	0,43	0,49	0,34	0,50	0,34	0,51**
	±m	0,06	0,03	0,06	0,04	0,06	0,08	0,05	0,05	0,08	0,07	0,08	0,04
ВКД пр	M	49,10	20,20**	49,00	20,00**	36,80	22,10	44,44	13,60**	43,40	23,20**	43,40	19,10**
	±m	6,46	2,46	6,45	1,68	6,86	8,81	9,26	1,80	6,27	2,58	6,27	1,55
ВКД дист	M	56,90	22,60**	56,90	20,00**	43,8	20,40	32,40	17,00*	49,20	20,20**	49,20	23,8**
	±m	4,92	1,79	4,92	2,80	14,2	3,55	6,37	2,64	5,88	3,37	5,88	4,73
цАМФ	M	22,70	51,60**	22,60	71,30**	23,40	43,80**	23,30	35,80**	19,4	35,2**	19,20	26,30*
	±m	1,14	2,47	1,31	1,96	0,99	1,31	0,80	1,97	1,56	2,24	2,37	1,06
цГМФ	M	2,70	3,99**	2,70	3,04	2,55	3,59**	2,59	2,74	2,50	3,02	2,59	2,11
	±m	0,06	0,19	0,07	0,10	0,11	0,15	0,13	0,07	0,24	0,15	0,33	0,07

Обозначения: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; О — опыт; К — контроль.

ЛИТЕРАТУРА

- Илизаров Г.А. Значение комплекса оптимальных механических и биологических факторов в регенеративном процессе при чрескостном остеосинтезе // Эксперим. - теорет. и клин. аспекты разрабатываемого в КНИИЭКОТ метода чрескост. остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. симпозиума. — Курган, 1983. — С. 5-15.
- Илизаров Г.А. Значение факторов напряжения растяжения в генезе тканей и формообразовательных процессах при чрескостном остеосинтезе // Чрескост. остеосинтез в ортопедии и травматологии: Сб. науч. тр. — Вып. 9. — Курган, 1984. — С. 4-41.
- Илизаров Г.А. Некоторые теоретические и клинические аспекты чрескостного остеосинтеза с позиций открытых нами общеприродных закономерностей // Эксперим.-теорет. и клин. аспекты чрескост. остеосинтеза, разрабатываемого в КНИИЭКОТ: Тез. докл. международной конф. (Курган, 3 - 5 сентября 1986 г.). — Курган, 1986. — С. 7-12.
- Илизаров Г.А., Шрейнер А.А. Закрытая остеотомия трубчатых костей в эксперименте // Теорет. и практ. аспекты чрескост. компрес. и distraction. остеосинтеза: Тез. докл. Всесоюз. науч. - практ. конф. (Курган, 22 - 23 июня 1976 г.). — Курган, 1976. — С. 38-40.
- А.С. 14213114 СССР, МКИ⁵ А 61 В 17/58. Привод к компрессионно-дистракционному аппарату / Г. А. Илизаров, А. П. Предеин, В. М. Быков (СССР). — № 3601258/13; Заявлено 06.04.83; Оpubл. 15.09.88. — Бюл. № 34. — С. 24.
- Реография и импедансная плетизмография / Под ред. Г.И.Сидоренко. — Минск: Беларусь, 1978. — 158 с.
- Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. — М: Медицина, 1975. — 295 с.
- Зависимость репаративной регенерации кости и функционального состояния удлиняемой конечности от дробности distraction (эксперим. исслед.) / Г.А.Илизаров, С.А.Ерофеев, А.А.Шрейнер и др. // Гений Ортопедии. — 1995. — № 1. — С. 8-12.

Рукопись поступила 18.04.96 г.