

ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В КОСТНОЙ ТКАНИ ЧЕЛЮСТИ ЖИВОТНЫХ ПОСЛЕ ПРОВЕДЕНИЯ МАГНИТОФЕРЕЗА КАЛЬЦИЯ ХЛОРИДА

Белорусский государственный медицинский университет

На экспериментально-биологической модели изучали как происходил восстановление костной ткани с применением магнитофереза кальция хлорида. Выявлено, что проведенное физико-фармакологическое вмешательство в ретенционном периоде не оказывало какого-либо повреждающего действия на костную ткань, а создавало оптимальные условия для реминерализации.

Хотя в лечении зубочелюстных аномалий сформированного прикуса и достигнуты определенные результаты [2, 4], однако эта проблема еще остается актуальной. Так как сроки лечения длительны, нередки рецидивы. В сокращении сроков лечения зубочелюстных аномалий и получения хороших результатов, по мнению многих авторов, больше внимания необходимо уделять ретенционному периоду как одному из важных этапов ортодонтического лечения, поскольку он обеспечивает стабильные результаты и положительный прогноз [1, 3, 4]. Поэтому цель настоящего исследования — на экспериментально-биологической модели изучить влияние магнитофереза кальция хлорида на восстановление костной ткани челюсти животных в ретенционном периоде ортодонтического лечения.

Материал и методы

Эксперимент проведен на 18 кроликах породы «шиншилла» в возрасте 9–11 месяцев с массой тела 2,9–3,1 кг. Они были разделены на контрольную (2 животных) и 2 опытные группы (по 8 особей в каждой). Всем животным проведено 7 процедур магнитофереза 4%-м раствором трилона Б в области альвеолярного отростка в проекции нижних центральных резцов по собственной методике [5].

В зуботехнической лаборатории каждому животному был

изготовлен ортодонтический аппарат, состоящий из двух стальных коронок и припаенным к ним раздвижным винтом. Аппараты фиксировали висфат-цементом на центральные резцы нижней челюсти на следующий день после проведения 7 процедур магнитофереза трилона Б. На протяжении следующих 10 суток его активировали раскручиванием винта на 0,5 оборота. С помощью этого аппарата расширяли нижнюю челюсть в области центральных резцов, после чего производили ретенцию — блокированием винта самотвердеющей пластмассой. По окончании активного периода, участок альвеолярного отростка в области нижних центральных резцов у второй опытной группы животных был подвергнут воздействию 10 процедур магнитофереза 3%-го раствора кальция хлорида, для чего был использован аппарат «Градиент-1».

Животных опытных групп вводили из опыта на 7, 14, 21 и 28 сутки ретенционного периода. Затем выпиливали фрагмент нижней челюсти с наружной и внутренней компактной пластинкой и губчатым веществом. Фиксировали в 10%-м растворе азотной кислоты и заливали в целлоидин. Срезы толщиной 10–15 мкм окрашивали гематоксилином и эозином и по методу Ван-Гизона, после чего проводили микроскопическое изучение препаратов.

Для анализа химического состава костной ткани челюсти

у кроликов выделяли фрагмент компактной пластинки нижней челюсти 5 x 10 мм еще до морфологической проводки и осуществляли исследование методом резерфордовского обратного рассеяния легких ионов (POP). В нашей работе использовали ускорительный, спектральный и вычислительный комплекс оборудования фирмы «High Voltage Engineering Corporation» (USA). В качестве анализирующего пучка использовали пучок He⁺ с энергией 1,5 МэВ. В исследованиях применяли кремниевый поверхностно-барьерный детектор, имеющий энергетическое разрешение — 12 эВ. Общее разрешение спектроскопического анализирующего тракта составляло — 15 кэВ [2].

Полученные данные обрабатывали статистически с использованием пакета программ «Анализ данных» в среде Microsoft Excel 7,0. Достоверность результатов исследования оценивали по доверительным границам показателя к критерию Стьюдента.

Результаты и обсуждение

В контрольной группе животных пластинчатая костная ткань была с умеренной базофилией межучточного вещества, с заметными тонкими базофильными линиями склеивания.

В фиброзно-жировом костном мозге было немного клеточных элементов, некоторое неравномерное малоокровие, редкие участки остеобластического костеобразования.

В первой опытной группе на 7 сутки ретенционного периода в межбалочных пространствах пластинчатой кости находился жировой, местами фиброзный костный мозг. Костные балочки с интенсивно-окрашивающимся оксифильным межучточным веществом, многочисленными линиями склеивания, остеоциты с довольно крупными гиперхромными ядрами. Заметное утолщение камбиального слоя надкостницы из-за пролиферации веретенообразных клеток с базофильной цитоплазмой. Активная гиперемия сосудов надкостницы (рис. 1).

Во второй опытной группе на 7 сутки — в некоторых местах костное вещество было ограниченное линиями склеивания, становилось оксифильнее, бледнее окрашивалось, с беспорядочно лежащими коллагеновыми волокнами, остеоциты — набухшими, без заметных анастомозов, с гиперхромными, сморщенными ядрами. В других костных балочках и в компактном веществе находились хаотично пересекающиеся «полосы» более светлого и оксифильного межучточного вещества. Под эпителием слизистой оболочки десны определялись очаговые круглоклеточные инфильтраты с небольшой примесью сегментоядерных нейтрофилов. В отличие от контроля, здесь была более выражена компактизация губчатого вещества, костные балочки были толстые, межбалочные пространства узкие. Была распространенная, сильная гиперемия костного мозга, богато клеточными элементами. Проллиферация клеток эндоста, части картины остеобластического костеобразования, многочисленные с нечеткими границами «полосы» резкой базофилии на слабо базофильном фоне межучточного вещества.

По методу Ван-Гизона костное вещество окрашивалось в насыщенно красный цвет. При этой окраске срезов слабее вы-

являлись полосы базофилии, но зато рельефнее были видны участки чрезвычайно интенсивной пролиферации клеток эндоста, как бы заливаемых розовато-красным, гомогенным межучточным костным веществом без формирования типичных остеобластов. Эти участки постепенно переходили в более нормальную костную ткань (рис. 2). Такие картины можно трактовать как форсированное костеобразование («экспресс-ossiфикацию»), вероятнее всего, под влиянием применявшихся в данном эксперименте воздействий.

В первой опытной группе на 14 сутки по сравнению с 7 сутками ретенционного периода, отмечалось выраженное полнокровие жирового костного мозга, большая гомогенность, оксифилия межучточного вещества, меньше наблюдалось линий склеивания. Они были не такими базофильными, как в костных балочках предшествующего наблюдения. Эти линии располагались более параллельно друг другу. Гиперемия сосудов компактного вещества и надкостницы, заметно толще ее камбиальный слой. Редко встречалось остеобластическое образование молодой костной ткани. Остеоид откладывался на более базофильную старую костную ткань с волокнистым межучточным веществом, была гиперемия костного мозга (рис. 3).

Во второй опытной группе на 14 сутки отмечалась распространенная базофилия межучточного костного вещества, даже в участках его слабого прокрашивания. В отличие от предыдущего опыта здесь редки базофильные «размытые» полосы, незначительно больше темных, резко базофильных линий склеивания (резорбции), с четкими границами, иногда достигавших значительной ширины. Много питательных каналов. Было явное усиление пролиферации клеток камбиального слоя надкостницы, периодонта. Остеоциты хорошо выявлялись, узкими, вытянутыми базофильными ядрами, со светлой, иногда вакуолизированной цитоплазмой. Гиперемия костного мозга и периодонта несколько слабее предыдущего опыта. Проллиферация клеток эндоста, формирование слоя остеобластов, образование остеоида — картины активного костеобразования и перестройки костной ткани в целом с участками мозаичности и компактизации губчатого вещества (рис. 4). «Экспресс-ossiфикация» встречалась редко, здесь на ее месте чаще образовывались «кисточки» из базофильных линий склеивания в результате быстро наступающей реминерализации (рис. 5). Как и в опыте на 7 сутки ретенционного периода, эритроциты в кровеносных сосудах костной ткани часто образовывали подобие монетных столбиков, вероятно, под влиянием магнитного поля.

Таблица 1. Содержание основных элементов костной ткани челюсти животных в ретенционном периоде с проведением магнитофореза кальция хлорида и без него (M ± m)

Сроки ретенционного периода	Группа	Концентрация, атом, %				
		Ca	P	O ₂	C	Другие элементы
Контроль		15,0 ± 0,2	12,0 ± 0,4	29,5 ± 2,2	33,5 ± 2,5	10,0 ± 1,0
7 сутки	I	11,2 ± 0,2*	9,5 ± 0,2*	34,0 ± 2,0	41,6 ± 0,7*	3,7 ± 0,4*
	II	12,1 ± 0,2 ****	9,4 ± 0,1*	37,0 ± 1,0*	39,5 ± 1,0*	2,0 ± 0,1 ****
14 сутки	I	12,5 ± 0,3*	10,0 ± 0,5*	32,5 ± 1,2	39,0 ± 1,0	6,0 ± 0,2*
	II	13,5 ± 0,4 ****	10,5 ± 0,2**	36,0 ± 0,5 ****	37,0 ± 1,4	3,0 ± 0,2 ****
21 сутки	I	13,1 ± 0,2*	10,4 ± 0,2*	32,0 ± 1,0	37,5 ± 1,2	7,0 ± 0,5*
	II	14,2 ± 0,4 ****	11,2 ± 0,1 ****	34,0 ± 1,0	35,6 ± 1,0	5,0 ± 0,3 ****
28 сутки	I	13,5 ± 0,2*	10,7 ± 0,6*	31,8 ± 2,0	35,0 ± 1,5	9,0 ± 0,4
	II	14,7 ± 0,1***	12,7 ± 0,2***	30,0 ± 2,0	33,6 ± 1,2	9,0 ± 1,2

*Примечание: * — различия показателей элементного состава костной ткани челюсти опытных групп достоверны по сравнению с контролем; ** — достоверны при сравнении сроков внутри опытных групп; *** — достоверны между опытными группами в одни и те же сроки (P < 0,05 = 0,001).*

☆ Новые технологии в медицине

В первой опытной группе на 21-е сутки ретенционного периода сохранялись межзубочные очаговые, местами довольно обширные, круглоклеточные инфильтранты с примесью сегментоядерных нейтрофилов в мягких тканях десны и меньше в периодонте.

Процессы перестройки, редификации и костеобразования в данном опыте были выражены несколько сильнее по сравнению с предыдущим, что микроскопически проявлялось в усилении мозаичности, базофилии, фибриллярности межзубочного вещества костных балочек. Часть последних была истончена, межбалочные пространства широкие, выполнены слабогиперемированным жировым, реже — костно-волокнистым костным мозгом.

Во второй опытной группе на 21-е сутки также имелась сильная гиперемия костного мозга, пролиферация клеток эндоста, формирование остеобластов, продуцирующих остеоид — в целом интенсивное образование молодой костной ткани. Наряду с этим часты и участки реминерализации более старой костной ткани в виде широких полос базофилии с нечеткими, как бы размытыми границами. Иногда на такой участок реминерализации наслаивалась молодая костная ткань, продуцируемая клетками эндоста, даже со стороны жирового костного мозга. Нередки и описанные выше картины «экспресс-оссификации» (рис. 6), в костной ткани было много четких базофильных линий склеивания. Сочетание на небольшом участке всех упомянутых процессов создавало необычную мозаичность, что свидетельствовало о чрезвычайно интенсивном костеобразовании и перестройке костной ткани (рис. 7). Это сопровождалось и утолщением, и пролиферацией клеток камбиального слоя надкостницы. Очень редко можно было обнаружить остеокластическое рассасывание старого костного вещества с образованием резорбционных лакун с «изъеденными» стенками. Итак, в данном наблюдении сочетались процессы остеобластического образования костной ткани на фоне сильной активной гиперемии сосудов костного мозга, питательных каналов, надкостницы и тканей периодонта. Новообразование и перестройка костной ткани сопровождалась лишь на отдельных участках резорбцией преимущественно старых, костных балочек. Под малым увеличением микроскопа хорошо заметно, что расширенные, сильно гиперемированные сосуды лежали чаще по ходу костных балочек, а остеокластическое рассасывание происходило вблизи периодонта.

В первой опытной группе на 28-е сутки ретенционного периода наблюдалась весьма различная степень интенсивности оксифилии межзубочного костного вещества. В одних участках оно окрашивалось очень бледно эозином, почти однородно, без заметных линий склеивания, в других — воспринимало красители более интенсивно, представлялось менее гомогенным. При большем увеличении микроскопа в нем выявлялись пересекающиеся пучки коллагеновых волокон, легкой «налет» базофилии в виде широких полос с нечеткими, размытыми границами. Значительно базофильные линии склеивания были на границе костного вещества с соединительной волокнистой тканью челюсти.

Во второй опытной группе на 28-е сутки продолжалась перестройка и реминерализация костной ткани челюсти. Наблюдалось более гомогенное, базофильное межзубочное вещество с редкими «полосами» рекальцинации, но с более частыми, с четкими границами, очень темными, почти черными линиями склеивания.

Резкая пролиферация клеток эндоста с образованием молодой костной ткани (рис. 8) утолщение, пролиферация кле-

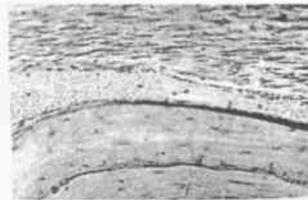


Рис. 1. I опытная группа (7 суток). Проплиферация камбиального слоя клеток надкостницы, гиперемия, мозаичность костной балочки. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200



Рис. 2. II опытная группа (7 суток). Проплиферация клеток эндоста, как бы заливаемых межзубочным веществом, с постепенным переходом в более нормальную костную ткань («экспресс-оссификация»). Окраска по методу Ван-Гизона. Ув. 90



Рис. 3. I опытная группа (14 суток). Выраженное костеобразование. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200



Рис. 4. II опытная группа (14 суток). Компактизация, мозаичность губчатого вещества. Базофилия костных структур. Окраска по методу Ван-Гизона. Ув. 90



Рис. 5. II опытная группа (14 суток). Реминерализация с образованием «кисточки» из базофильных линий склеивания, вероятно на месте «экспресс-оссификации». Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200



Рис. 6. II опытная группа (21 сутки). «Экспресс-оссификация» — клетки эндоста в базофильном межзубочном веществе, постепенный переход в костную ткань. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200



Рис. 7. II опытная группа (21 сутки). Перестройка, выраженная мозаичность костной ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200

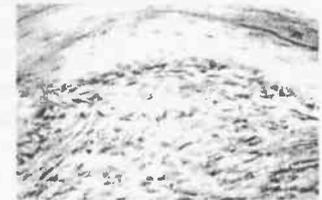


Рис. 8. II опытная группа (28 суток). Резкая пролиферация эндоста и образование молодой костной ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200

ток периодонта. Встречались участки и с довольно гомогенным, оксифильным межзубочным костным веществом, многочисленными линиями склеивания, резкой гиперемией сосудов костного мозга. Происходило замещение старой, предшествующей костной ткани молодой. Заметное утолщение костных балочек и компактизация губчатого вещества.

Результаты исследования элементного состава костной ткани челюсти животных в контрольной и опытных группах после проведения 10 процедур магнитофореза 3%-го раствора кальция хлорида и без него представлены в таблице 1.

Из анализа данных таблицы 1 установлено статистически достоверное снижение в первой опытной группе содержания кальция по сравнению с контролем на 7, 14, 21 и 28-е сутки ретенционного периода соответственно в 1,3; 1,2; 1,2 и 1,1 раза ($P < 0,001$). Снижено и содержание фосфора по сравнению с контролем на 7-е сутки в 1,3 раза ($P < 0,001$), на 14-е сутки — в 1,2 раза ($P < 0,05$), на 21-е сутки — в 1,2 раза ($P < 0,01$) и на 28-е сутки — в 1,1 раза ($P < 0,05$). Также в первой опытной группе снижено содержание других элементов: на 7-е сутки — в 2,7 раза ($P < 0,001$), на 14-е сутки — в 1,7 раза ($P < 0,01$), на 21-е сутки — в 1,4 раза ($P < 0,05$). Содержание углерода повышено на 7-е сутки в 1,2 раза ($P < 0,05$).

Во второй опытной группе по сравнению с контролем статистически достоверное снижение содержания кальция на 7-е сутки в 1,2 раза ($P < 0,001$), фосфора — в 1,3 раза ($P < 0,001$) и других элементов — в 5 раз ($P < 0,001$) на фоне увеличения содержания кислорода в 1,3 раза ($P < 0,05$) и углерода — в 1,2 раза ($P < 0,05$).

В течение 28 суток идет восстановление содержания основных элементов костной ткани экспериментальных животных. Содержание кальция практически восстановилось к 28 суткам, фосфора, кислорода и углерода — на 21-е сутки. В эти сроки статистически достоверной разницы в содержании основных элементов костной ткани кроликов второй опытной и контрольной групп не отмечалось.

При сравнении этих показателей внутри 2-й группы по срокам ретенционного периода отмечается постепенное восстановление содержания кальция в течение месяца. Так, его уровень на второй и третьей неделе возрастал в 1,1 раза ($P < 0,001$), а на четвертой неделе — только в 1,03 раза ($P < 0,01$). Восстановление содержания фосфора проходило неравномерно, наиболее интенсивно его уровень возрос на 21-е сутки — в 1,4 раза ($P < 0,05$), а на 14-е и 28-е — в 1,1 раза ($P < 0,001$). Нормализация других элементов проходила поступательно. Так, на 14-е сутки, по сравнению с предыдущим сроком, отмечен рост их уровня в 1,5 раза ($P < 0,01$), на 21-е сутки — в 1,7 раза ($P < 0,01$) и на 28-е сутки — в 1,8 раза ($P < 0,05$).

При сравнении второй опытной группы с первой, где магнитофорез кальция хлорида в ретенционном периоде не про-

водился, отмечено повышение содержания кальция в 1,1 раза на 7, 14, 21 и 28-е сутки ($P < 0,05$; $P < 0,05$; $P < 0,001$; $P < 0,001$ соответственно), а содержание фосфора — в 1,1 раза на 21-е сутки ($P < 0,01$) и в 1,2 раза на 28-е сутки ($P < 0,001$).

Заключение

Таким образом, на основании определения элементного состава костной ткани челюсти у кроликов можно отметить, что применение магнитофореза кальция хлорида в ретенционном периоде оказывает оптимизирующее влияние на восстановление элементного состава костной ткани у подопытных животных. Это особенно заметно при сравнении данных с группой животных, где таких воздействий не проводилось, что и подтверждается морфологическими данными.

Выводы

1. Применение у кроликов в ретенционном периоде магнитофореза 3%-го раствора кальция хлорида после предварительного получения локальной прижизненной деминерализации костной ткани в предортодонтический период, способствовало оптимизации условий регенерации костной ткани и не оказывало негативного влияния на нее.

2. Полученные экспериментальные данные позволяют рекомендовать применение магнитофореза 3%-го раствора кальция хлорида в ретенционном периоде лечения зубочелюстных аномалий.

Литература

1. Арсенина, О. И., Гуненкова, Н. В. Ретенционный период после ортодонтического лечения пациентов с дистальной окклюзией с использованием ортодонтической техники // Новое в стоматологии. 1995. № 3. С. 7 – 10.

2. Комаров, Ф. Ф., Кумахов, М. А., Ташлыков, И. С. Неразрушающийся анализ поверхности твердых тел ионными пучками. Минск: Изд-во Университетское. 1987. 256 с.

3. Наумович, С. А., Гунько, И. И., Берлов, Г. А. Диагностика и комплексное лечение вертикальных аномалий зубочелюстной системы. Минск: БГЭУ. 2001. 118 с.

4. Оспанова, Г. Б. Применение ретенционных аппаратов в ортодонтической клинике ЦНИС // Клинич. стоматология. 1997. № 4. С. 32 – 37.

5. Пат. РБ № 8571. Способ лечения зубочелюстных аномалий и деформаций сформированного прикуса / И. И. Гунько, В. С. Улащик, Т. И. Гунько // Афіцыйны бюлетэнь Дзярж. пат. ведамства Рэсп. Беларусь. 2006. № 5. С. 34.