

ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ ФОНОФОРЕЗА И ИНДУКТОТЕРМОЭЛЕКТРОФОРЕЗА КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ ВЕЩЕСТВ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ КОСТНОЙ ТКАНИ В РЕТЕНЦИОННОМ ПЕРИОДЕ ОРТОДОНТИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ЗУБОЧЕЛЮСТНЫХ АНОМАЛИЙ

Белорусский государственный медицинский университет

Представлена сравнительная оценка морфологической картины костной ткани после фонофореза и индуктотермоэлектрофореза кальцийсодержащих лекарственных средств и результаты их клинического применения.

Ключевые слова: *костная ткань, остеогенез, фонофорез, индуктотермоэлектрофорез, остеоека, фитат кальция, глюконат кальция, хлорид кальция, ортодонтическое лечение, зубочелюстная аномалия.*

S. V. Ivashenko

REASON FOR USING PHONOPHORESIS AND CALCIUM CONTAINING PHARMACEUTICAL DRUGS INDUCTIONELECTROPHORESIS FOR RECONSTRUCTION OF BONE TISSUE IN RETENTION PHASE OF ORTHODONTICS TREATMENT DENTAL ANOMALY

The comparative assessment of the morphological patterns of bone tissue after phonophoresis and inductotermoelektroforeza calcium drugs and the results of their clinical application.

Key words: *bone tissue, osteogenesis, phonophoresis, inductotermoelektroforez, osteokea, calcium phytate, calcium gluconate, calcium chloride, orthodontic treatment, dental anomaly.*

Одной из актуальных проблем современной стоматологии является лечение больных с зубочелюстными аномалиями и деформациями, поскольку распространённость их в странах СНГ и в мире остаётся высокой [10]. Так, Л.С. Величко и соавторы [1] подобные аномалии выявили у 33,9% обследованных. Морфологические и функциональные изменения при зубочелюстных аномалиях, не устранённые своевременно, с возрастом усугубляются, способствуют развитию заболеваний периодонта и височно-нижнечелюстного сустава, затрудняют протетические мероприятия. Сроки ортодонтического лечения длительны, после него нередки рецидивы. Это объясняется тем, что у взрослых полностью сформирован челюстно-лицевой скелет, образовались стойкие артикуляционные соотношения между зубными рядами и снижены пластические возможности костной ткани [7]. Поэтому лечение зубочелюстных аномалий в сформированном прикусе проводится комплексным способом, при котором основные ортодонтические мероприятия в различные его периоды дополняются другими методами [2,3]. Ортодонтическое лечение состоит из актив-

ного и ретенционного периодов. В активном периоде ортодонтического лечения при помощи лечебных аппаратов перемещают аномально стоящие зубы в правильное положение, в ретенционном – закрепляют полученные результаты, причём ретенционный период более длителен, чем активный.

Нами получены хорошие результаты по сокращению сроков активного периода ортодонтического лечения за счет применения ультрафонофореза трилона Б на альвеолярный отросток в области подлежащих перемещению зубов. Однако ретенционный период ортодонтического лечения у этой категории больных занимает значительно больший период времени, чем активный, что диктует необходимость поиска средств, ускоряющих восстановительные процессы в костной ткани.

Целью настоящего исследования явилось изучение в эксперименте состояния костной ткани после применения фореза кальцийсодержащих веществ и оценка в клинике результатов использования этих методик при оптимизации комплексного ортодонтического лечения в ретенционном периоде. По данным литера-

туры [4,9], кальциевая соль фитиновой кислоты обладает хорошей способностью к восстановлению потери кальция тканями и положительно влияет на формирование костной ткани. Остеонекроз [8] восполняет дефицит кальция, ускоряет минерализацию костной ткани. Глюконат кальция применяют при дефиците ионов кальция для восстановления костной ткани, он оказывает меньшее местное раздражающее действие [6], а метаболизм ионов кальция лучше проходит на фоне приема витамина Д [6]. Основываясь на полученных нами и литературных данных [11], для стимуляции восстановительных процессов мы использовали фонофорез 15%-ной мази остеонекроза, фонофорез 15%-ной мази фитата кальция и фонофорез 15%-ной мази глюконата кальция на фоне приема витамина Д и индуктотермоэлектрофорез 2% р-ра хлорида кальция в ретенционном периоде ортодонтического лечения.

Материал и методы

Эксперимент выполнен на 60 кроликах породы «шиншилла» одинакового веса и возраста. Всем животным провели локальную деминерализацию костной ткани с помощью индуктотермоэлектрофореза ЭДТА в области проекции корневых центральных резцов альвеолярного отростка нижней челюсти. После этого на 2 недели наложили ортодонтические аппараты, а затем перевели животных в ретенционный период. Сорок восемь животных составили четыре опытных группы, двенадцать – контрольную. В первой опытной группе животных проводили ультрафонофорез 15%-ной мази остеонекроза, во второй – 15%-ной мази фитата кальция, в третьей – 15%-ной мази глюконата кальция на фоне приема витамина Д внутрь. Курс лечения включал 10, 15 и 20 процедур в течение 21-х, 28-и и 35-и суток соответственно. В четвертой опытной группе проведено 10, 15, и 20 процедур индуктотермоэлектрофореза 2%-ного CaCl_2 при выходной мощности 10 Вт. Источником ультравысокочастотного магнитного поля служил аппарат УВЧ-70 «Ундатерм» с резонансным индуктором ЭВТ-1 (диаметром 10 сантиметров). В контрольной группе изучали наступление самостоятельной реминерализации костной ткани без каких-либо воздействий.

После окончания опыта для гистологического исследования брали фрагмент нижней челюсти с наружной и внутренней компактной пластинками и губчатой тканью, фиксировали в 10%-ном растворе формалина, декальцинировали в 7%-ном растворе азотной кислоты, заливали в целоидин. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Ван-Гизона.

Проведено ортодонтическое лечение 60 пациентов с зубочелюстными аномалиями 1-го, 2-го и 3-го классов по Энгля с предварительной локальной деминерализацией костной ткани альвеолярного отростка. У 30 пациентов применяли ультрафонофорез глюконата кальция на фоне приема внутрь витамина Д, у 30 – индуктотермоэлектрофорез 2%-ного р-ра кальция хлорида в ретенционном периоде ортодонтического лечения. Лечение по обычным технологиям проведено у 54-х пациентов – контрольная группа.

Результаты и обсуждение

Контроль 1 (21-е сутки). Отмечались обширные поля разре-



Рисунок 1. Резкая разрефикация губчатого вещества костной ткани. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 90. Контроль 1.

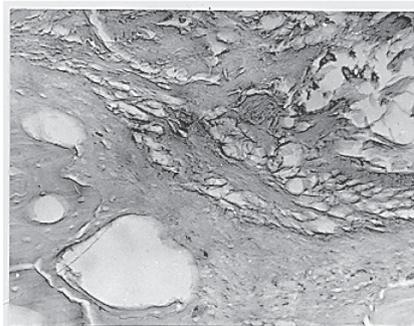


Рисунок 2. Компактизация губчатого вещества как бы путём врастания костной ткани с крупными остеоцитами в межбалочные пространства. Окраска по методу Ван-Гизона. Ув. 90. Опыт 2-1.

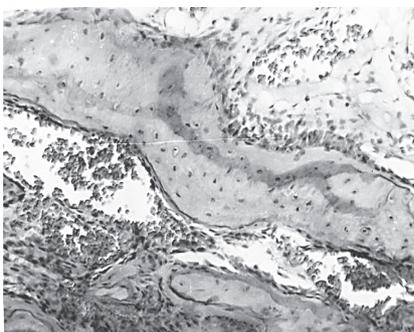


Рисунок 3. Остеобластическое костеобразование, широкая зона остеоида, хорошо сформированный слой остеобластов. Резкая гиперемия костного мозга. Опыт 4-2. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 90

кации костной ткани, особенно губчатого вещества с резким истончением костных балочек, расширением межбалочных пространств, выполненными жировым, бедным клетками костным мозгом (рис. 1). Межточное костное вещество окрашивалось по методу Ван-Гизона в желтый цвет, местами с розоватым оттенком. Признаки образования молодой костной ткани не выявлялись. Отмечалось некоторое усиление базофилии межточного костного вещества на фоне все еще сохраняющейся разрефикации костной ткани.

Опыт 1-1 (10 процедур). Сильная разрефикация губчатого вещества, имеющего вид сот с крайне неправильной формой и различного размера полостями, выполненными жировым костным мозгом, бедным клеточными элементами. Истонченные костные балочки с многочисленными полостями на месте остеоцитов, которые в препаратах не сохранились, в других участках – они с мелкими гиперхромными ядрами и бледной, вакуолизированной цитоплазмой. Межточное костное вещество слабо базофильное с отдельными участками окрашивающимися более интенсивно, чаще вокруг сосудов, образуя подобие периваскулярных костных муфт. Пикрофуксином межточное вещество окрашивается неравномерно – от желто-розового до ярко красного цвета, довольно гомогенное, без выраженных линий склеивания. Истончение коркового вещества. Редкие прослойки фиброзной ткани и участки грубозернистого, бесструктурного базофильного вещества среди губчатой костной ткани.

Опыт 2-1 (10 процедур). Заметно истончение коркового слоя, под ним сравнительно узкая зона неравномерно широких межбалочных пространств. Более глубокие слои губчатого вещества выглядят более компактными, межбалочные пространства узкие, разделяющие резко базофильные, с продольной исчерченностью костное вещество от более светло окрашенных участков костной ткани с многочисленными крупными отёчными остеоцитами. Создаётся впечатление как бы о врастании костного вещества в предсуществовавшие более широкие межбалочные пространства (рис. 2.). В целом – очень неравномерная, преимущественно под компактным веществом разрефикация

костной ткани и компактизация, также неравномерная, губчатого вещества.

Опыт 3-1 (10 процедур). Межточное вещество неоднородное, с исчерченностью пучков коллагеновых волокон, с очаговой сильной базофилией. Базофилия межточного вещества более заметна, чем в контроле, особенно в стенках гаверсовых и прободающих каналов, вокруг остеоцитов. Выявлены более крупные и многочисленные остеоциты.

Опыт 4-1 (10 процедур). У кроликов второй группы сильнее явления перестройки костной ткани – мозаичность, обилие базофильных линий склеивания, остеокластическое рассасывание кости, интенсивнее остеобластическое костеобразование с нарастанием ее компактизации. Незначительное усиление базофилии межточного вещества по сравнению с предыдущим опы-

том. В других участках костный мозг имеет строение жирового, меньше гиперемия, периваскулярный отек, вакуолизация остеоцитов, но мозаичность костного вещества и здесь очень выражена.

Контроль 2 (28-е сутки). Гистологическая структура костной ткани приближалась к таковой, которая была отмечена в предыдущих опытах: основное межклеточное вещество по методу Ван-Гизона окрашивалось в интенсивный желто-красный цвет, было много крупных, вакуолизованных остеоцитов.

Опыт 1-2 (15 процедур). Изменения аналогичны таковым в предыдущем опыте 1-1, но здесь межклеточные пространства больше по размерам, приближаются по структуре к костным кистам, однако имеются участки более компактного строения, как бы сдавленные, в частности этими «кистами». Редкие, но довольно обширные поля плотной волокнистой соединительной ткани. В опыте 1-2 губчатое вещество выглядит несколько более компактным по сравнению с опытом 1-1.

Опыт 2-2 (15 процедур) Структура костного вещества довольно сходная с таковой в опыте 2-1, но здесь заметнее компактизация губчатого вещества. Встречаются участки, почти не отличимые от компактного. Сильно выражена продольная исчерченность межклеточного вещества, вероятно, из-за обилия и утолщения коллагеновых волокон и незаключившегося обызвествления.

Опыт 3-2 (15 процедур). В этот же срок костная ткань в сравнении с контролем отличалась более значительно, чем в опыте 3-1: здесь было гораздо больше гипертрофированных, отечных остеоцитов, особенно была усиленной базофилия; отмечалась некоторая неоднородность, мозаичность, очаговая компактизация костных балочек губчатого вещества.

Опыт 4-2 (15 процедур) У животных, получивших за 3 недели ретенционного периода 15 процедур индуктотермоэлектрофореза 2%-ного раствора $CaCl_2$, выявлены очень сильная гиперемия, отек костного мозга, выраженное остеобластическое костеобразование с одновременно идущей rareфикацией костного вещества, много базофильных линий склеивания, усиление его базофилии в «старых» участках, оксифилия-во вновь образованном костном веществе (рис.3).

Контроль 3 (35-е сутки). Костная ткань оставалась заметно rareфицированной, даже ее компактный слой был тонким, с умеренно базофильным и почти однородным межклеточным веществом. Костные балочки губчатого вещества были несколько более базофильными. В остальном – те же изменения, что и в предыдущем контроле.

Опыт 1-3 (20 процедур). Многочисленные, крупные, кистоподобные полости под истонченным корковым компактным веществом. Наряду с ними имеются большие участки костной ткани более компактного строения с межклеточным веществом волокнистой структуры, вследствие выявления коллагеновых волокон, окрашивающихся пикрофуксином в красно-желтый цвет (рис.4.).

Опыт 2-3 (20 процедур). Изменения костной ткани занимают как бы срединное положение между опытами 2-1, с одной сторо-



Рисунок 4. Участки компактного строения с волокнистым межклеточным веществом. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 200. Опыт 1-3.

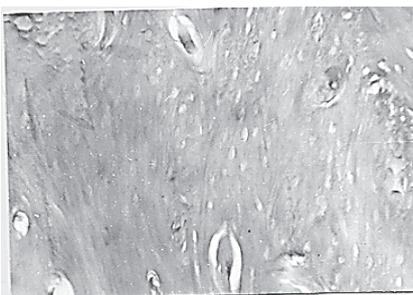


Рисунок 5. Выраженная компактизация костной ткани. Обилие гипертрофированных остеоцитов. Фибриллярность умеренно базофильного межклеточного вещества. Окраска по методу Ван-Гизона. Ув. 90. Опыт 3-3.

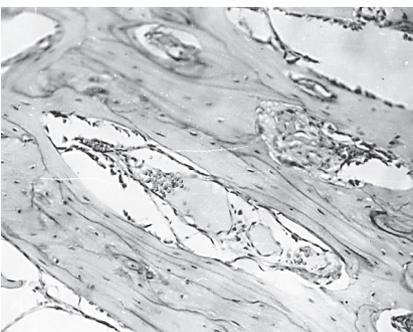


Рисунок 6. Гиперемия, сепарация форменных элементов крови в сосудах костного мозга. Чередование оксифильных и базофильных участков костного вещества. Много базофильных линий склеивания. Опыт 4-4. Окраска гематоксилином и эозином. Ув. 90

ны и опыту 2-2 с другой. Встречаются участки с сильно расширенными межклеточными пространствами, содержащими костный мозг и более обширные – с сужением их вследствие компактизации. Имеются переходные между ними места с истончением костных балочек, как бы с вновь начинающейся rareфикацией.

Опыт 3-3 (20 процедур). Структура костной ткани отличалась как от всех предыдущих опытов, так особенно и от контрольных исследований, главным образом за счет утолщения компактной пластинки и выраженной компактизации губчатого вещества, с обилием гипертрофированных остеоцитов, умеренным базофильным, с заметной фибриллярностью межклеточным костным веществом. Также обращали на себя внимание многочисленные питательные каналы, гиперемия и периваскулярный отек (рис.5).

Опыт 4-4 (20 процедур). У кроликов четвертой группы в костной ткани отмечались сильная гиперемия, сепарация форменных элементов и плазмы в кровеносных сосудах костного мозга, периваскулярный отек (рис.6). Картина активно идущей перестройки костной ткани, но слабее чем в предыдущем опыте: значительные участки жирового костного мозга, почти нет остеокластического рассасывания, но местами заметна rareфикация костных балок. Сохраняется остеобластическое костеобразование, чередование оксифильного («молодого») и базофильного («старого») межклеточного вещества. В целом по сравнению с предыдущим опытом-более «спокойная» картина завершающейся перестройки костной ткани с наибольшей базофилией в ее предшествовавших участках.

В препаратах серии с **фонофорезом остеоека** сохранились изменения, характерные для прижизненной декарцикации костной ткани в виде ее rareфикации вплоть до образования костных кист. Параллельно происходили процессы, свидетельствующие о восстановлении костных структур с заметным оживлением костеобразования, компактизации губчатого вещества, появлением довольно обширных участков волокнистой соединительной ткани, подвергающейся кальцификации. Эти изменения лучше всего выражены в опыте 1-2, после 15 процедур фонофореза остеоека. После 20 таких же процедур отмечено незначительное по сравнению с опытом 1-2

усиление компактизации губчатого вещества.

В серии опытов с **фонофорезом фитата кальция** изменения в виде начинающегося восстановления, рекарцикации, сильнее выражены вокруг кровеносных сосудов, в виде образования «муфт» молодой костной ткани. Они определяются уже в опыте 2-1. После 10 процедур отмечается четко заметная компактизация губчатого вещества как бы путем вращаения костной ткани в широкие межклеточные пространства, достигающие наибольшей интенсивности после 15 процедур. Увеличение числа процедур до 20 заметно не усиливает компактизацию губчатого вещества, сохраняются участки выраженной rareфикации костной ткани. Предположение, что длительный фонофорез фитата кальция может вести к частичной rareфикации, мало вероятно; во всяком случае изменения после

20 процедур представляются менее эффективными по сравнению с таковыми после 15 процедур. В целом фонофорез фитата кальция более действенен по сравнению с фонофорезом остеоека.

Результаты применения **фонофореза глюконата кальция** на фоне приёма витамина Д внутрь, показали более быструю (в среднем на 7-10 суток) и сильную реминерализацию костной ткани по сравнению с контролем. Реминерализация происходила преимущественно за счет отложения минеральных солей в межклеточное вещество предшествовавшей костной ткани без заметного образования новой. На это указывало отсутствие пролиферации клеток эндоста, формирования остеобластов, признаков интенсивной перестройки костной ткани-ни разу не были обнаружены остеокласты, разъеденные лакуны, слабая и редко встречающаяся мозаичность костных балочек. В целом можно считать, что реминерализация в опыте начиналась с первой недели, а в контроле-со второй; наибольшая разница «в пользу» животных опытной группы наблюдалась на третьей неделе. Базофилия межклеточного вещества как бы сглаживалась в обеих группах на четвертой неделе, но костная ткань у подопытных животных отличалась выраженной компактизацией, у контрольных же сохранялась её rareфикация, хотя и слабее по сравнению с более ранними сроками в этой же группе.

Проведенное исследование свидетельствует о том, что применение фонофореза глюконата кальция на фоне приёма витамина Д больше влияет на укрепление «старой», чем на образование «молодой» костной ткани. Это, в свою очередь, должно способствовать укреплению перемещённых зубов и сокращению рецидивов в ретенционном периоде ортодонтического лечения.

Таким образом морфологическая картина восстановления костной ткани зависит от вида применявшегося лекарственного вещества. Так, применение фонофореза остеоека способствовало восстановлению костных структур с заметным оживлением костеобразования, компактизации губчатого вещества, появлению довольно обширных участков волокнистой соединительной ткани, подвергающейся кальцификации. При использовании фонофореза фитата кальция в ретенционном периоде ортодонтического лечения отмечается четко заметная компактизация губчатого вещества как бы путем врастания костной ткани в широкие межбалочные пространства. При применении же фонофореза глюконата кальция на фоне приёма витамина Д реминерализация происходила преимущественно за счет отложения минеральных солей в межклеточное вещество предшествовавшей костной ткани без заметного образования новой. Полученные экспериментальные данные следует учитывать при комплексном лечении больных с зубочелюстными аномалиями и деформациями.

Индуктотермоэлектрофорез с 2%-м раствором **CaCl₂** усиливает не только процессы рекальцинации, но одновременно вызывает и

перестройку костного вещества с сильной гиперемией, выраженным остеобластическим костеобразованием, остеокластическим рассасыванием (к 14-м суткам). В более поздние сроки появляется очаговая rareфикация и снижение интенсивности этих процессов к 28-м суткам.

По сравнению с контрольной группой, у опытных животных сильнее выражена перестройка кости с образованием остеоида и молодой костной ткани.

В ретенционном периоде восстановительные процессы в костной ткани у пациентов, которым назначали индуктотермоэлектрофорез раствора хлорида кальция, протекали быстрее в 1,7 раза ($P < 0,01$), а у пациентов с фонофорезом глюконата кальция на фоне приёма внутрь витамина Д-в 1,9 раза ($P < 0,01$) по сравнению с контрольной группой.

Выводы

1. При применении фоно-и индуктотермоэлектрофореза кальцийсодержащих лекарственных средств в ретенционном периоде экспериментальных животных отмечается более быстрое и интенсивное восстановление костной ткани по сравнению с контролем.

2. Наиболее эффективным является назначение в ретенционном периоде у экспериментальных животных с вызванной декальцинацией 15-20 процедур фонофореза с 15%-ной мазью фитата кальция или индуктотермоэлектрофореза хлорида кальция.

3. Применение новых технологий позволяет сократить сроки ретенционного периода при ортодонтическом лечении пациентов со сформированным прикусом.

Литература

1. Величко, Л. С. Материалы Ш съезда стоматологов Беларуси / Л. С. Величко, С. В. Ивашенко, И. И. Гунько. Минск, 1997. С. 104 – 105.
2. Величко, Л. С., Ивашенко, С. В., Белодед, Л. В. // Современная стоматология. 2001. № 4. С. 35 – 38.
3. Гунько, И. И., Ивашенко, С. В., Берлов, Г. А. // Стоматологический журнал. 2002. № 3. С. 52 – 54.
4. Захаревский, А. С. [и др.] / Вестник акад.наук: Сер.мед.наук. 2002. № 2. С. 23 – 25.
5. Ивашенко, С. В. // Здоровоохранение. 2000. № 4. С. 15 – 16.
6. Машковский, М. Д. Лекарственные средства / М. Д. Машковский. М., 1985. Ч. 2. 575 с.
7. Наумович, С. А. // Здоровоохранение Беларуси. 1994. № 6. С. 12 – 15.
8. Регистр лекарственных средств России «Энциклопедия лекарств». 2002. Выпуск 9. С. 649 – 650.
9. Рудник, О. А. Эффективность фитата кальция при экспериментальном остеопорозе / О. А. Рудник; Минск. гос. мед. ин-т. Минск, 1998. С. 231 – 234.
10. Токаревич, И. В. // Здоровоохранение. 2000. № 4. С. 25 – 26.
11. Улащик, В. С. Физико-фармакологические методы лечения и профилактики / В. С. Улащик. Минск, 1979. 223 с.

Поступила 13.06.2011 г.