

*С.В.Ивашенко, Г.А.Берлов*

## **Влияние низкочастотного ультразвука на морфологическую картину костной ткани**

*Белорусский государственный медицинский университет*

В эксперименте изучено состояние костной ткани после воздействия низкочастотным ультразвуком.

Ключевые слова : низкочастотный ультразвук, костная ткань, остеогенез  
Низкочастотный ультразвук обладает многообразными лечебными свойствами, связанные с его антибактериальным, анальгизирующим, противовоспалительным, противоаллергическим, спазмолитическим, болеутоляющим, гипотензивным, общетонизирующим, рассасывающим, нормализующим действием [1,6,12,14 ]. В различных областях медицины все более значительное место занимает использование низкочастотного ультразвука с целью консервативного и хирургического воздействия на ткани.

Безвредность, малая травматичность , простота ультразвукового воздействия дает возможность использования низкочастотного ультразвука в клинической и практической медицине, в различных профилях, в том числе в акушерстве, гинекологии, урологии, проктологии, оториноларингологии, хирургии дерматовенерологии и других областях медицины [2,3,7-11, ].

Одним из направлений является применение ультразвука при лечении ортодонтических пациентов со сформированным прикусом [5,13].

Ортодонтическое лечение у взрослых затруднено в связи с увеличением плотности компактной пластинки и губчатого вещества костной ткани, снижением ее пластичности, ослаблением обменных процессов. Разработано много различных методов инвазивного и неинвазивного воздействия на костную ткань с целью оптимизации ортодонтического лечения. Ни у кого не вызывает сомнения, что хорошего результата ортодонтического лечения у взрослых можно добиться только при комплексном подходе .Ослабить костную ткань и сделать её более податливой к перемещению зубов можно воздействуя на костный матрикс и содержание в ней кальция и фосфора. Одним из путей решения данной проблемы является применение низкочастотного ультразвука. Он оказывает разностороннее биологическое действие: вызывает микромассаж клеточных структур, тепловой эффект, физико-химические изменения и др. Озвучивание низкочастотным ультразвуком повышает проницаемость клеточных мембран, улучшает проницаемость и введение лекарственных веществ [15-20 ]. Нами получены хорошие экспериментальные результаты применения низкочастотного ультразвука частотой 22 и 44 кГц на костную ткань челюсти кролика, с целью её ослабления [4 ].

Целью проведенного экспериментального исследования явилась оценка строения и клеточного состава костной ткани альвеолярного отростка у кроликов, подвергшихся озвучиванию низкочастотным ультразвуком частотой 60 и 80 кГц.

Материал и методы

Эксперимент проведен на 27 кроликах породы шиншилла одинакового веса и возраста. Кроликов разделили на семь групп. Одну контрольную - 9 особей и шесть опытных - по 3 особи в каждой. В первой, второй и третьей опытной

группах проводили озвучивание костной ткани и слизистой альвеолярного отростка нижней челюсти в области центральных резцов ультразвуком частотой 60 кГц до десяти минут по 5, 10 и 15 процедур соответственно. В четвёртой, пятой и шестой опытных группах проводили озвучивание костной ткани и слизистой в этой же области ультразвуком частотой 80 кГц до десяти минут, также по 5, 10 и 15 процедур соответственно.

Животные находились на стандартном рационе вивария. После окончания опыта для гистологического исследования брали фрагмент нижней челюсти с наружной и внутренней компактной пластинками и губчатое вещество, фиксировали в 10%-ном растворе формалина, затем декальцинировали в 7%-ном растворе азотной кислоты, заливали в целлоидин. Срезы окрашивали гематоксилином и эозином, а также по методу Ван-Гизона.

Результаты и обсуждение

Опыт I (60 кГц-5 процедур). Активная гиперемия, заметный отёк мягких тканей, массивные инфильтраты под покровным эпителием десны, пролиферация клеток базального слоя надкостницы, врастание их в питательные каналы компактного слоя и в межбалочные пространства губчатого. На границе с костными балочками клетки приобретают кубическую, полигональную форму, превращаясь в активных остеобластов, вырабатывающих узкий поясостеоида, обширные поля пролиферирующих веретенообразных клеток. Местами клетки, более мелкие, округлые, неправильной формы и редкие остеокласты резорбируют и внедряются в поверхностные слои костного вещества.

Выраженная пролиферация клеток адвентиции сосудов питательных каналов, формирование в ней новых «дополнительных» мелких кровеносных стволиков. В костномозговых пространствах довольно обширных, более в глубоких отделах губчатого вещества, хорошо выражен слой эндоста, жировой костный мозг, выполняющий межбалочные пространства, со значительной активной гиперемией.

Опыт II (60 кГц 10 процедур). Изменения сходны с таковыми в предыдущем опыте, но отличаются большей выраженностью: значительнее по площади разрастание соединительной ткани местами с плотным расположением, веретенообразных, полигональных клеток с очаговыми скоплениями гигантских многоядерных остеокластов, с очень неровной поверхностью, с глубокими западениями костного вещества, от которого ещё остаются заметными разной величины, в виде «отрубков» сегменты пучков коллагеновых волокон, окрашивающихся в красный цвет по методу Ван-Гизона, на желтом фоне цитоплазмы многочисленных, преимущественно одноядерных остеокластов. В других участках - многочисленные, тонкие, ветвящиеся костные балочки, сливающиеся с предобразованной «старой» костной тканью. В ней отмечаются широкие «полосы» заметно базофильного костного вещества с чёткой границей с более светлым, гомогенным оксифильным межбалочным веществом, содержащим узкие, с пикнотичными ядрами остеокласты. Выраженная пролиферация клеток адвентиции питательных кровеносных сосудов, резорбирующих костное вещество, некоторые из питательных каналов по величине приближаются к межбалочным пространствам губчатого вещества. Последние выполнены гиперемизированным жировым костным мозгом, в некоторых из них с резко

утолщённым эндостом, разрушающим костное вещество с образованием крупных, неправильной формы полостей .

Опыт III (60 кГц 15 процедур). Обширное разрастание соединительной ткани, замещающей костную. По сравнению с предыдущими экспериментами соединительная ткань, замещающая костную, здесь очень разнообразна по структуре и дифференцировке: клетки её не только полигональны, но принимают веретенообразную форму, среди которых остатки костной ткани не определяются, а идёт формирование коллагеновых волокон, складывающихся в хорошо окрашивающиеся пучки. В других участках соединительной ткани фибриллярные образования отсутствуют- полное соединительнотканное замещение предсуществующей костной ткани. Дифференцировка соединительной ткани продолжается, вплоть до жировой , сливаясь с таковой , губчатого вещества. Оно чрезвычайно разрежено- костные балочки истончены, окружены, как бы «облеплены» клетками. Активная гиперемия жирового костного мозга. Межуточное вещество костной ткани- гомогенное, оксифильное, с редкими, бледно окрашивающимися, слабо базофильными линиями склеивания. Остеоциты с гиперхромными, частью сморщенными ядрами. Остальные изменения, что и в предыдущих опытах.

Опыт IV (80 кГц, 5 процедур). Довольно обширные участки сохранившегося компактного костного вещества , во многих местах подвергающегося резорбции клетками из различных источников: базального слоя надкостницы, адвентиции питательных сосудов, эндоста. В целом эти изменения сходны с таковыми в опыте № I (60 кГц, 5 процедур), но здесь несколько заметнее дистрофические изменения остеоцитов с пиктозом, сморщиванием ядер, участков исчезновения их, своеобразного «облысения», выявление фибриллярной исчерченности костного вещества вследствие дименерализации и некоторой потери органического матрикса. Часть остеоцитов подвергается гиалинозу, превращаясь в овальные, гомогенные, оксифильные тельца. Другие остеоциты увеличиваются в размерах, цитоплазма их почти не окрашивается, развивается отёк этих клеток, формируются поля дистрофических изменений остеоцитов. Не определяется образования молодой костной ткани. Резкая активная гиперемия, особенно жирового костного мозга и базального слоя надкостницы .

Опыт V ( 80 кГц, 10 процедур). Никаких признаков остеогенеза. Преобладающая пролиферация веретенообразных клеток с редкими гигантскими многоядерными остеокластами, рассасывающими костное вещество, от которого местами остаются истончённые, «обтаявшие» балочки окрашивающиеся по методу Ван-Гизона в красный цвет. Усиленная фибриллярность межуточного вещества, увеличение размеров многих остеокластов, гиперхроматоз ядер.

Опыт VI ( 80 кГц, 15 процедур). Микроскопические изменения имеют некоторые отличия от предыдущих опытов. Распространённая , сильная активная гиперемия как компактного, так и губчатого вещества, местами с нарушением циркуляции и образованием «сладж-феномена» во многих артериях питательных каналов. Обращает внимание образование мелких питательных каналов, выполненных пролиферирующими клетками адвентиции, резорбирующих окружающее костное вещество и местами соединяющихся с более крупными питательными каналами, реже- даже с межбалочными полостями губчатого слоя. Обилие вновь

образованных питательных каналов заметно влияет на состояние остеоцитов и межклеточного вещества: оно бледно окрашивается, оксифильное, гомогенное, с очагами исчезновения остеоцитов, другие остеоциты наоборот увеличены в размерах, с крупными гиперхромными ядрами, заметной цитоплазмой. Такие клетки сходны с клеточными элементами обильно разрастающейся соединительной ткани, которая на обширных площадях замещает костную, от которой ещё кое-где определяются тонкие, исчезающие костные балочки.

#### Заключение

Проведенное воздействие ультразвуком вызывало сильные изменения костной ткани. Озвучивание ультразвуком частотой 60 кГц в количестве 5 и 10 процедур оказывало стимулирующий эффект в двух противоположных направлениях - усиливало rareфикацию, с другой стороны, новообразование молодой костной ткани. Последний процесс подавлялся, начиная с последующих более сильных доз озвучивания, именно в опытах с частотой 60 кГц в количестве 15 процедур. Во всех остальных экспериментах заметно усиливались процессы резорбции костной ткани с замещением её рубцующейся соединительной с сохранением полей из скоплений веретенообразных фибробластических элементов. Чётко проявился эффект изменения функции остеобластической в остеокластическую, а именно клеток базального слоя надкостницы, адвентиции кровеносных сосудов питательных каналов, с нарастанием количества последних, клеток эндоста и части остеоцитов. Это вызывало резкое количественное, и вероятно, качественное, преобладание одноядерных остеоцитов над многоядерными. Заметнее в экспериментах с воздействием ультразвуком частотой 80 кГц выявлялись дистрофические изменения остеоцитов и межклеточного вещества, с этого же рубежа - никаких признаков остеогенеза. При воздействии ультразвука частотой 80 кГц в количестве 15 процедур наблюдались и изменения в кровеносных сосудах с образованием, помимо усиления активной гиперемии, стаза, сладж-феномена, признаков жировой эмболии. Можно допустить, что наиболее эффективны в смысле получения прижизненной декальцинации костной ткани условия экспериментов в интервале 60 кГц, 15 процедур к 80 кГц - 10 процедур. Более мощные воздействия вызывали и более сильную rareфикацию, но это может задерживать восстановление костной ткани в ретенционном периоде ортодонтического лечения.

#### Выводы

1. Применение низкочастотного ультразвука не оказывает влияния на жизнеспособность костной ткани.
2. Воздействие низкочастотным ультразвуком на костную ткань вызывает её ослабление, за счет перестройки и прижизненной локальной деминерализации.

#### Литература

1. Дубров, Э.Я., Яшина, Т.Н. // Ортопедия и травматология. -1978.-№11.-С.80-82
2. Ерохина, Г.А. // Рос. мед. журнал. -1996.-№4.-С.45-48
3. Иванов, В.В. // Хирургия. -1986.-№5.-С.121-125
4. Ивашенко, С.В., Берлов, Г.А. Морфологическая картина костной ткани после воздействия низкочастотным ультразвуком // Медицинский журнал. -2007, № 1.- С.42-44

5. Ивашенко, С.В., Улащик, В.С., Берлов, Г.А. Экспериментальное обоснование применения фонофореза глюконата кальция с витамином Д в ретенционном периоде ортодонтического лечения Современная стоматология 2005, №1.- С.64-66
6. Котляров, В.С. Экспериментально-морфологическое исследование сравнительного действия ультразвуков разной частоты на уровне гистофизиологической микросистемы: Автореф. дис. на соиск. учён. степ. д-ра мед. наук. Киев, 1990.-36с.
7. Летучих, А.А., Лоцилов, В.И., Мозговой, В.И. и др. // Акушерство и гинекология.-1982.-№4.-С.41-43
8. Либерзон, Р.Д. Обработка ран низкочастотным ультразвуком в профилактике и лечении гнойных осложнений у травматологических больных: Автореф. дис. к.м.н.-М.,1992
9. Плаксин, И.Т., Багарнаков, Е.С., Лысов, А.В. и др. //Хирургия.-1979.-№11.-С.19-23
10. Самосюк, И.З., Мясников, В.Г., Клименко, И.В. // Вопр. Курортологии, физиотерапии и леч. физкультуры.-1999.-№2.-С. 9-11
11. Степаненко, В.И. // Вестник дерматол.-1990.-№9.-С.51-54
12. Улащик, В.С //Вопр. Курортологии, физиотерапии и леч. физкультуры.-2000.-№6.-С. 3-8
13. Ультрафонофорез раствором хлорида кальция в ортодонтии: