

# Влияние ультразвука на твердые ткани зуба (электронно-микроскопическое исследование)

М.Р. КАРАММАЕВА, к.м.н., асс.  
Кафедра терапевтической стоматологии  
ГБОУ ВПО «Дагестанская государственная медицинская академия», г. Махачкала

## Effect of ultrasound on dental hard tissues (electronic and microscopic study)

M.R. KARAMMAEVA



М.Р. КАРАММАЕВА

**Резюме:** В настоящее время ультразвук успешно используется в клинической стоматологии. Четко обозначились области его наиболее эффективного применения. Однако вызывает опасение риск возникновения таких осложнений, как гиперестезия эмали и дентина с последующим вовлечением твердых тканей зуба в воспалительный процесс. В экспериментальном исследовании на беспородных собаках дана характеристика состояния структуры твердых тканей зуба (эмали и дентина) до и после воздействия ультразвука различной интенсивности (время экспозиции 20 сек.). Применение ультразвука малой интенсивности ( $1 \text{ Вт/см}^2$ ) показало, что электронно-микроскопическая картина эмали и дентина не изменилась. Действие ультразвука большой интенсивности ( $2 \text{ Вт/см}^2$ ) выявило слабо выраженное повреждающее действие в виде микротрещин эмали и уменьшения количества дентинных трубочек, наряду с сокращением числа отростков одонтобластов дентина.

**Ключевые слова:** ультразвук, эмаль, дентин, дентинные трубочки, сканирующая электронная микроскопия.

**Abstract:** Currently, ultrasound is successfully used in clinical dentistry. Were clearly identified areas of its most effective application. However, concern is the risk of such complications as enamel and dentin hypersensitivity with subsequent involvement of dental hard tissues in the inflammatory process. In an experimental study on the mongrel dogs the characteristic structure of the state of dental hard tissues (enamel and dentin) before and after exposure to ultrasound of different intensities (the exposure time 20 seconds). Application of ultrasound of small intensity ( $1 \text{ W/cm}^2$ ) showed that electron-microscopic picture of the enamel and dentin has not changed. Action of ultrasound of large intensity ( $2 \text{ W/cm}^2$ ) has revealed feebly marked damaging effect in the form of microcracks enamel and tubules of dentin reducing the number, along with the reduction of the number of processes dentins odontoblasts.

**Key words:** ultrasound, enamel, dentin, tubules of dentin, scanning electron microscopy.

### Актуальность

Ультразвук широко вошел в медицинскую практику, и его успешно применяют в стоматологии. С конца 1950-х годов в нашей стране предпринимались попытки использования ультразвука для удаления зубного камня, препарирования полостей в твердых тканях зуба, для усиления бактерицидных свойств растворов, а также в эндодонтии, имплантологии и др. [4, 6, 13]. В основе действия ультразвука лежит комбинированное влияние механической энергии, кавитации и акустической турбулентности [2, 9]. Основными параметрами ультразвуковой терапии является интенсивность ультразвуковых колебаний и продолжительность воздействия. Под интенсивностью ультразвуковых колебаний обычно понимают энергию, которая проходит в 1 сек. через  $1 \text{ см}^2$  площади ультразвукового излучателя; интенсивность измеряется в ваттах на  $1 \text{ см}^2$ . Ультразвуковая кавитация вызывает в биологической среде такие эффекты, как разрыв химических связей, инициирова-

ние химических реакций, эрозирование поверхности твердых тел. Было показано также, что ультразвуковые колебания генерируют энергию, направленную на разрыв межмолекулярных, межкристаллических связей в обрабатываемых тканях зуба [5, 7]. Известно, что механическая обработка зубов, которая сопровождает их лечение и протезирование, нередко приводит к таким осложнениям, как гиперчувствительность эмали и дентина с дальнейшим развитием воспалительных процессов в пульпе и периодонте [1, 3, 11]. Механизмы этих осложнений связаны, в первую очередь, с повреждением дентинных трубочек и нарушением в них гидродинамических процессов.

### ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Представляло интерес выявить возможное повреждающее действие ультразвука различной интенсивности на структуру твердых тканей зуба в эксперименте у собак.

**МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ**

Материал получен на шести беспородных собаках весом 10-14 кг в возрасте двух-четырех года. Животных под каллипсоловым наркозом с премедикацией фиксировали в специальном станке. С помощью турбинной бормашины алмазными борами, используя водяное охлаждение, создавали искусственные полости в клыках и премолярах, углубляясь на 0,5 мм ниже эмалево-дентинной границы. Полости заполняли дистиллированной водой и подвергали действию ультразвука большой и малой интенсивности (2 Вт/см<sup>2</sup> и 1 Вт/см<sup>2</sup> соответственно). Время экспозиции – 20 сек. После ультразвуковой обработки полости закрывали пломбами из фосфат-цемента. Исследовали также влияние ультразвука большой и малой интенсивности на интактную эмаль зубов. В качестве генератора ультразвуковых колебаний использовали отечественный аппарат УРСК 7Н-21 серийного производства. Было проведено электронно-микроскопическое исследование 48 зубов. Через один месяц после ультразвукового воздействия на зубы собак умерщвляли большой дозой гексенала. Удаленные зубы фиксировали в 10-процентном нейтральном растворе формальдегида, распиливали на срезы, проходящие через пломбу, толщиной около 1 мм и замораживали в переохлажденном жидком азоте в присутствии криопротектора (DMSO, глицерин). Скалывание образцов проводили в жидком азоте так, чтобы поверхность скола проходила через пломбу и подлежащий дентин. Затем образцы высушивали на приборе Balzers FDU 010T (Лихтенштейн). Высушенные образцы приклеивали на столики токопроводящим клеем, напыляли медью в напылителе JEOL YEE-4B (Япония) в атмосфере аргона. Исследование сколотых поверхностей зубов проводили в микроскопе Philips SEM-515 (Нидерланды) при ускоряющем напряжении 15 кВ.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ**

Исследования показали, что УЗ малой интенсивности не нарушил структуру эмали зуба: рельеф ее поверхности оставался сравнительно ровным с небольшими вдавлениями, а также с разнонаправленными неглубокими царапинами различной длины и ширины (рис. 1). Их наличие, вероятно, обусловлено повреждениями, возникшими при пережевывании пищи.

Трещины эмали не выявлены. На сколах зуба эмалевые призмы имеют обычную структуру и расположены слоями, имеющими различную ориентацию. Область дентиноэмалевого соединения хорошо контурируется. В этих участках отчетливо прослеживаются ветвления дентинных трубочек, часть которых продолжается в эмаль. Подавляющее большинство дентинных трубочек не содержат отростков одонтобластов, и лишь в единичных случаях они сохранены и достигают эмали (рис. 2). В более глубоко расположенных дентинных трубочках отростки одонтобластов сохранены (рис. 3). Выявлены также зоны, в которых располагаются открытые выходные отверстия дентинных трубочек. Причем в дентинных трубочках, расположенных в поверхностных участках дентина, отростки одонтобластов практически не обнаруживаются, в то время как в глубоких участках дентина отростки одонтобластов определяются отчетливо, однако их структура в значительной мере изменена. Отростки имеют неровный контур и часто фрагментированы на всем протяжении.

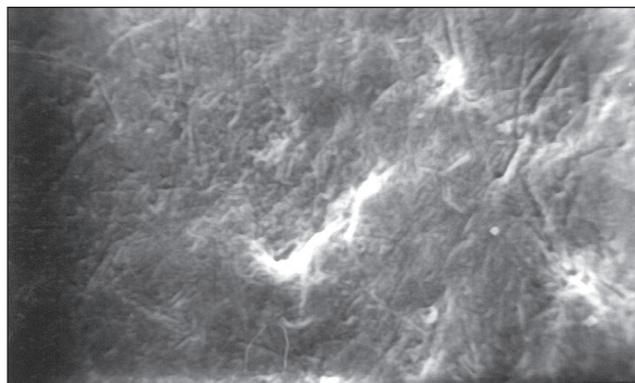


Рис. 1. Вдавления и царапины различного размера на поверхности эмали. СЭМ. Ув. х600



Рис. 2. Область дентино-эмалевого соединения. СЭМ. Ув. х203



Рис. 3. Отросток одонтобласта, достигающий эмали. СЭМ. Ув. х5000

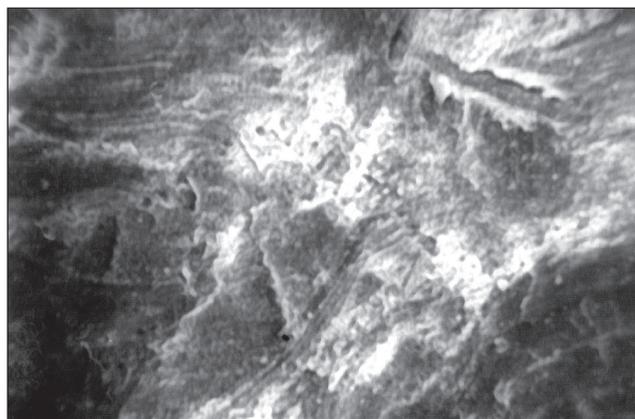


Рис. 4. Рельеф поверхности эмали со следами механических повреждений. СЭМ. Ув. х600

При изучении воздействия УЗ большой интенсивности на эмаль ее целостность визуально не нарушена. На рельефе поверхности определяются многочисленные неглубокие вдавления и разнонаправленные царапины различного размера, вероятно, связанные с повреждениями в процессе пережевывания пищи (рис. 4). Трещины эмали не выявлены. На сколах, параллельных поверхности эмали, отчетливо прослеживаются слои эмалевых призм, имеющих различную направленность. Призмы, расположенные в глубоких слоях эмали, плотно упакованы. В области дентино-эмалевого соединения определяются ветвящиеся дентинные трубочки с пустыми просветами. В глубоко расположенных участках дентина трубочки имеют обычную структуру. Однако количество дентинных трубочек, содержащих отростки одонтобластов, крайне невелико (рис. 5). При воздействии УЗ большой интенсивности на дентин встречаются небольшие трещины и участки со значительным растрескиванием препарированной поверхности. В некоторых местах выявляются открытые выходные отверстия дентинных трубочек. На сколах в дентинных трубочках отростки одонтобластов обнаруживаются редко, как в поверхностных отделах дентина, так и в его глубоких слоях.

Таким образом, проведенные нами электронно-микроскопические исследования после действия УЗ малой интенсивности (1 Вт/см<sup>2</sup>) не выявили существенных изменений архитектоники минерализованных структур матрикса дентина и эмали. В то же время на препарированной поверхности дентина по-

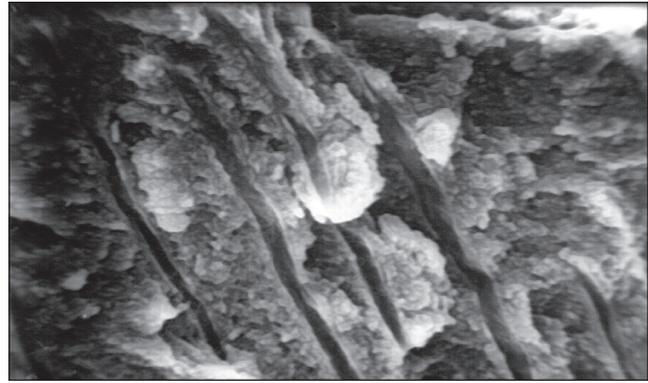


Рис. 5. Пустые просветы дентинных трубочек. СЭМ. Ув. х2500

сле воздействия ультразвука большой интенсивности (2 Вт/см<sup>2</sup>) выявлены микроскопические участки растрескивания, а во внутренних отделах дентина – уменьшение количества и повреждение части отростков одонтобластов в дентинных трубочках. Следовательно, УЗ большой интенсивности оказывает слабовыраженное повреждающее действие на твердые ткани зуба.

**Поступила 03.02.2014**

Координаты для связи с автором:  
357002, г. Махачкала, ул. Горького, д. 22  
Дагестанская государственная  
медицинская академия  
Кафедра терапевтической стоматологии

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Грудянов А. И., Москалев К. Е. Инструментальная обработка поверхностей корней зубов. – М.: Медицинское информационное агентство, 2005. – 72 с.
2. Денисова Л. А. Акустическая микроскопия: новые возможности ультразвука / Тезисы докладов I Троицкой конференции по медицинской физике. – Троицк, 2004.
3. Кунин Д. А. Новый метод обработки кариозной полости / Молодежь и наука: итоги и перспективы: материалы межрегион. науч.-практ. конф. студентов и молодых ученых. – Саратов, 2007. – С. 125-126.
4. Маркина Н. В. Ультразвук в стоматологии // Российский стоматологический журнал. 2002. №6. С. 45-48.
5. Муравьяникова Ж. Г. Основы стоматологической физиотерапии. – Ростов н/Д.: Феникс, 2002. – 320 с.
6. Фирер Т. А., Корчажкина Н. Б. Ультразвук в лечении осложнений после дентальной имплантации // Физиотерапия, бальнеология и реабилитация. 2003. №4. С. 42-43.

7. Шумилович Б. Р., Кунин В. А. Современные методы одонтопрепарирования при лечении кариеса // Дентал Юг. 2007. №48. С. 16-18.
8. Koubi S., Tassery H. Minimally invasive dentistry using sonic and ultra-sonic devices in ultraconservative Class 2 restorations // J Contemp Dent Pract. 2008. №9 (2). P. 155-165.
9. Busslinger A., Lampe K., Beuchst M., Lehmann B. A comparative in vitro study of a magnetostrictive and a piezoelectric ultrasonic scaling instrument // J. Clin Periodontol. 2001. №28 (7). P. 642-649.
10. Crespi R. Effects of Er:YAG laser and ultrasonic treatment on fibroblast attachment to root surfaces: an in vitro study / R. Crespi, G.E. Romanos, C. Cassinelli, E. Gherlone // J Periodontol. 2006. №77 (7). P. 1217-1222.
11. Bruyne de M. A., Moor de R. J. SEM analysis of the integrity of resected root apices of cadaver and extracted teeth after ultrasonic root-end preparation at different intensities // Int Endod J. 2005. №38 (5). P. 310-319.
12. Detection of cavitated carious lesions in approximal tooth surfaces by ultrasonic caries detector / S. Matalon, O. Feuerstein, S. Calderon et al. // Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radio. Endod. 2007. №103 (1). P. 109-113.
13. Ge L. H., Shu R. Evaluation of the clinical effects and scanning electron microscopic observation of different kinds of ultrasonic scaler used in subgingival scaling // Shanghai Kou Qiang Yi Xue. 2007. №16 (2). P. 144-148.