

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г.
ЧЕРНЫШЕВСКОГО»

Кафедра медицинской физики

Бесконтактный контроль качества зубной эмали

АВТОРЕФЕРАТ
МАГИСТЕРСКОЙ РАБОТЫ

студентки 2 курса 2221 группы

направления 03.04.02 «Физика»

институт физики


Луконина Варвара Андреевна

Научный руководитель

к.ф.-м.н., доцент кафедры физики
твёрдого тела

А.Э. Постельга

должность, уч. ст., уч. зв.

 19.06.2024

личная подпись, дата

инициалы, фамилия

Зав.кафедрой

д.ф.-м.н., профессор

А.В. Скрипаль

должность, уч. ст., уч. зв.

 19.06.24

личная подпись, дата

инициалы, фамилия

Саратов 2024

Введение

Современная медицина нуждается в использовании новейших технических достижений для улучшения диагностических методов. Ключевое требование к этим методам заключается в бесконтактном и неразрушающем воздействии на органы и ткани пациента. Это требование продиктовано медицинскими этическими нормами и заботой о комфорте пациентов. Исходя из этих условий, необходим метод оценки качества зубной эмали, который бы минимально воздействовал на зуб и при этом предоставлял достаточную информацию для последующего лечения.

Актуальность данной работы обусловлена тем, что оценка состояния зубной эмали (реминерализации, деминерализации и прочности) имеет большое значение для последующих процедур по восстановлению или сохранению эмали в хорошем состоянии. Известно, что важную роль в развитии кариеса играет степень устойчивости зубных тканей к вредным факторам ротовой полости, которые специалисты определяют как кариесогенную ситуацию.

В настоящее время существует множество методов для определения степени кариесрезистентности и проводимости зубной эмали. Наиболее распространены тесты, основанные на электропроводности твердых тканей зубов и их проницаемости. Однако отсутствуют методы оценки качества зубной эмали с использованием СВЧ-автодина, что и подчеркивает актуальность данной работы.

Целью выпускной квалификационной работы является разработка метода бесконтактного контроля качества зубной эмали, путем использования СВЧ – автодина и проведение экспериментального подтверждения теоретическим материалам.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- критический анализ литературы, о возможностях использования СВЧ – автодина в медицине.
- рассмотреть влияние различных характеристик зуба на качество зубной эмали.
- описать различные методы определения качества зубной эмали.
- более подробно изучить и описать выбранный метод определения качества зубной эмали.
- сделать соответствующие выводы о выбранном методе, после проведения эксперимента.

Глава 1. Зубная эмаль

1.1 Зубная эмаль

Зубная эмаль – верхний слой зубной ткани, имеющий твердую, гладкую структуру, оттенками от светло-желтого до белого. Покрывает и защищает зуб целиком. Если не учитывать внешнее и внутреннее разрушающее воздействие на эмаль, она остается практически неизменной на протяжении всей жизни пациента. Зубная эмаль в хорошем состоянии укрепляет зубы и придает им высокую устойчивость к разрушениям. Истончение зубной эмали может привести к различного рода последствиям, от точечного кариеса до разрушения всего зуба, что означает и разрушение костной ткани. Зубная эмаль одна из самых твердых структур в человеческом организме. Это объясняется следующими фактами: - высокое содержание неорганических веществ – 97% - твердость ткани – 370кг/ мм² - наименьшее содержание воды, в сравнении с другими органами – 3% - толщина зубной эмали в хорошем состоянии – 2 мм Отенок зубной эмали напрямую зависит от толщины, прочности и насыщенности зубной эмали минеральными элементами. А так же от образований, входящих в состав зубной эмали, и

находящихся на ее поверхности. В большинстве своем, это перикиматии – небольшие валики, вокруг коронки зуба. Между перикиматиями располагаются ямки и бороздки, что все вместе составляет микрорельеф зубной поверхности. С годами рельеф пропадает из-за долговременного трения эмалевого слоя, это происходит под воздействием нагрузок и других факторов. [1] Ещё одним образованием на поверхности эмали является кутикула – это двухслойная, но очень тонкая плёнка, внутренний слой которой состоит из гликопротеинов, а наружный слой является ослабленной тканью. Кутикула находится только на временных зубах, а после прорезывания стирается в местах их контакта с едой и немного остается в удаленных участках. После этого, на ее месте образовывается пелликула – многослойная плёнка, состоящая из осевших на эмали белков и гликопротеинов. Толщина пелликулы не выше нескольких мкм, и после механической чистки зубов она восстанавливается в прежнем объеме за два – три часа. [2] Слюна является важным источником питательных веществ для зубной эмали. Однако интенсивность ионного обмена и процессов минерализации эмали наиболее выражена в детском и молодом возрасте, а с течением времени эти процессы ослабевают. В самых ранних стадиях кариеса проницаемость эмали резко увеличивается, особенно это касается молочных зубов. Повышенная проницаемость эмали служит признаком прогрессирующей деминерализации твердых тканей зуба, но благодаря этому свойству возникает и обратный процесс — реминерализация, которая способствует замедлению и приостановлению развития кариеса.[3] Поверхностный (наружный) слой эмали обладает особыми физическими и химическими свойствами, отличающими его от подлежащих слоев. Он более устойчив к действию кислот. По-видимому, это связано с более высоким содержанием кальция и фосфора в поверхностном слое. Причем содержание этих основных минеральных макроэлементов остается постоянно высоким в наружном слое, так как после прорезывания зубов основным источником поступления веществ в эмаль является слюна.

Глава 2. Проницаемость биологических веществ

2.1 Понятие проницаемости биологических веществ

Параметр проницаемости зубной эмали влияет на качество эмали, так как, проникающие те или иные вещества влияют на минеральный состав зубной эмали и та подвергается изменениям. Биологическим объектам и веществам присущи пассивные электрические свойства: сопротивление и диэлектрическая проницаемость. Проницаемость - это важнейшее физиологическое свойство зубной эмали, которое играет не малозначимую роль в решении проблемы микробных ситуаций. Это свойство зависит от некоторых характеристик эмали, таких как, особенность структуры и химический состав твердой, высокоминерализованной ткани, которая, ко всему прочему, не способна к регенерации. Определяется уровень проницаемости рН среды характеристикой.

Проницаемость возрастает при наличии кариозных процессах, даже находящихся в стадии мелового пятна, иными словами, на самой ранней стадии развития кариеса и других патологических процессов, к примеру, очаговая деминерализация. Разработка патогенетической терапии начальных форм кариеса основана, в большей степени, на принципе проницаемости ионов кальция и др. веществ в меловое пятно зубной эмали.

Проницаемость эмали молочных зубов и постоянных несформированных значительно выше, чем у постоянных сформированных зубов. Проницаемость эмали зависит от: размеров микропространств, заполненных водянистой жидкостью в структуре эмали, размера иона или размера молекулы вещества и способности этих ионов или молекул связываться с компонентами эмали.[5]

2.2. Проницаемость зубной эмали

Свойства проницаемости зубной эмали зависят от состава смешанной слюны, которая по-разному влияет на этот параметр благодаря содержащимся в ней ферментам. Проницаемость также варьируется с возрастом: она наиболее высока после прорезывания зуба, снижается к моменту созревания тканей и продолжает уменьшаться с возрастом. В возрасте от 25 до 28 лет наблюдается повышенная резистентность к кариесу и сложный обмен веществ при сохранении состава эмали. Повышение рН слюны или снижение рН под зубным налетом, где образуются органические кислоты, приводит к увеличению проницаемости эмали из-за активации её деминерализации. На стадии белого или пигментированного пятна проницаемость возрастает, что позволяет различным ионам, включая кальций и фосфаты, легче проникать в эмаль. Это указывает на развитие компенсаторных реакций в ответ на активную деминерализацию. Однако не каждое кариозное пятно превращается в кариозную полость; кариес развивается медленно, особенно при гипосаливации ночью, которая разрушает эмаль, поэтому кариес называют ночной болезнью. Поверхностные образования на зубах, такие как кутикула, пелликула, зубной налет и зубной камень, наряду с муцином, могут способствовать развитию кариеса. Исследования показывают, что на уровень проницаемости эмали влияют различные факторы: - Возраст: с возрастом проницаемость снижается. - Применение электрофореза. - Воздействие ультразвуковых волн, усиливающих проницаемость эмали. - Низкий показатель рН. - Наличие сахарозы: проницаемость увеличивается при повышении количества сахарозы в зубном налете вместе с микроорганизмами.[7]

Глава 3. Различные способы исследования зубной эмали

3.1 Методы исследования проницаемости зубной эмали

В опыте, подразумевавшем работу внутри организма, было показано, что проникающая способность эмали, ухудшенная после применения молочной кислоты, благодаря влиянию ротовой жидкости, буквально спустя полминуты полностью восстанавливается. Допускается возможность целенаправленно влиять на состав эмали при помощи специализированных минерализующих растворов. Для процессов реминерализации не малозначима степень концентрации в слюне таких веществ, как: кальций, фосфор, так же важны кислотность и ионная сила слюны.

Глава 4. Бесконтактный контроль качества зубной эмали при помощи установки «СВЧ – автодин, работающий в ближнеполевым режиме»

Целью эксперимента является разработка методики определения качества и неоднородностей минерального состава зубной эмали. Перед проведением самого эксперимента следует рассмотреть вопросы о работе установки и алгоритма проведения исследования.

4.5.1 Проведение контроля качества зубной эмали

Запись данных не является мгновенной и должна проходить примерно в течение 4 секунд, чтобы в дальнейшем на результаты измерений не повлияли произвольные движения пациента или оператора. В итоге получаем следующие этапы проведения эксперимента:

1. Оператор фиксирует измерительную часть СВЧ - автодина в точке зуба, откуда начнется измерение;
2. Помощник оператора дает команду о начале записи данных;
3. Оператор после начала записи проводит «путь» по поверхности исследуемого зуба, равномерно, в течение 5 секунд.

4. Данная процедура проводится несколько раз, после чего полученные графики усредняются и конечный, общий график является «профилем зуба», по которому уже можно судить о состоянии зубной эмали и срочности проведения процедур по ее укреплению, если это необходимо.

Заключение

После проведения анализа различных методов определения качества зубной эмали, таких как УЗ метод, люминесцентный метод, витальное окрашивание и др., которые не используются в практической медицине, необходимо было создать новый метод определения качества зубной эмали, которым в дальнейшем было бы легко изучить состояние зубной эмали, без долговременных процедур и доставления дискомфорта пациентам.

Метод диагностики СВЧ – автодином, работающем в ближнеполевом режиме удовлетворяет таким требованиям и является первой установкой, используемой для таких целей, как определение плотности зубной эмали и нахождения неоднородностей минерального состава в зубной эмали.

После проведения эксперимента по определению качества зубной эмали можно сделать следующие выводы о проделанной работе:

1. В течение эксперимента была достигнута цель и решены следующие задачи:
 - был проведен критический анализ литературы, о возможностях использования СВЧ – автодина в стоматологии.
 - рассмотрено влияние различных характеристик зуба на качество зубной эмали.
 - были описаны различные методы определения качества зубной эмали.

- более подробно был изучен и описан выбранный метод определения качества зубной эмали.

- были сделаны соответствующие выводы о выбранном методе, после проведения эксперимента.

2. После проведения эксперимента было получено 60 графиков, при помощи которых была сформирована таблица со стадиями ухудшения качества зубной эмали. На графиках, представленных выше, наглядно видно изменения зубной эмали, места, в которых состав зубной эмали более или менее насыщен минеральными элементами.

3. На основе полученных результатов можно сделать вывод о том, что СВЧ - автодин, работающий в ближнеполевом режиме, реагирует на изменение структуры и изменения в составе зубной эмали и пригоден для такой медицинской цели, как определение качества зубной эмали.

Список использованной литературы и источников

1. Боровский Е.В., Леонтьев В.К. Биология полости рта. – Н. Новгород, 2001. – 305 с.
2. Бывальцева С.Ю., Доржиева З.В. Строение твердых тканей зуба – Иркутск. 2013. – 21с
Методы исследования проницаемости эмали. Проницаемость эмали. [Электронный ресурс] (от 13.11.2017) URL: <https://studfile.net/preview/2705971/page/>(дата обращения 12.04.2024)
3. [Резистентность эмали зуба к кариозному поражению / Липецкая городская стоматологическая поликлиника №1 \[Электронный ресурс\] \(от 13.04.2020\) URL: http://лсп1.пф/pacientam/medprosvet1/rezistentnost-emali-zuba-k-karioznomu-porazheniyu.html](http://лсп1.пф/pacientam/medprosvet1/rezistentnost-emali-zuba-k-karioznomu-porazheniyu.html) (дата обращения 20.04.2024)
4. Профилактика стоматологических заболеваний [Электронный ресурс] (от 09.08.2019)URL: <https://www.stomatolog9.by/stati/813-profilactica-stom-zabolevanii> (дата обращения 19.04.2024)
5. Методы исследования проницаемости эмали. Проницаемость эмали. [Электронный ресурс] (от 13.11.2019) URL: <https://studfile.net/preview/2705971/page/>(дата обращения 20.04.2024)
6. Методы исследования диэлектрической проницаемости эмали. [Электронный ресурс] (от 12.10.2018) URL: <https://studfile.net/preview/2705971/page:2/>(дата обращения 20.04.2024)
7. Гранько С. А., Данилова Д. В., Белодед Л. В., Диагностика начальных кариозных поражений твердых тканей зуба. // Современная стоматология. – 2017. №4.– С. 59 – 62.
8. Костиленко Ю. П., Бойко И. В., Петренко А. И. Морфологические особенности кариеса соприкасающихся поверхностей зубов человека // Медицинский алфавит. Стоматология – 2015. №2. с. 14 - 16

9. Горбунова И.Л. Вишнягова В.В. Роль тканевой резистентности зубной эмали в профилактике кариеса. Материалы XXIV Международного юбилейного симпозиума «инновационные технологии в стоматологии», посвященного 60-летию стоматологического факультета омского государственного медицинского университета/ Сборник статей отв. ред. Г.И. Скрипкина. 2017. – С. 120-124.
10. Леонтьев В.К. Статья 4 (7) «Зубы – прижизненное определение электропроводности. Стоматология. Стоматологическое сообщество (DentalCommunity) [Электронный ресурс] (от 25.08.2012) URL: <https://dentalcommunity.ru/articles/1816/> (дата обращения 05.05.2024)
11. Измененная эмаль. Энциклопедия HELPIKS [Электронный ресурс] (от 01.03.2022) URL: <https://helpiks.org/1-135525.html> (дата обращения 02.05.2024)
12. 4.2.8. Люминесцентная диагностика. Терапевтическая стоматология. Учебник, Терапевтическая стоматология. Боровский Е. В. (от 02.11.2020) [Электронный ресурс] URL: <https://med.wikireading.ru/20123>
13. Ультразвуковая терапия. УЗТ. [Электронный ресурс] (от 05.12.2020) URL: <http://vashdoctor-omsk.ru/ultrazvukovaya-terapiya/> (дата обращения 02.05.2024)
14. Макарова Н. Е., Винниченко Ю.А Очаговая деминерализация эмали. Методы диагностики и лечения.//Стоматология. 2017 №4
15. Михейкина Н.И., Горбунова И.Л. Электропроводность зубной эмали лиц с различной предрасположенностью к реализации кариеса как критерий оценки особенностей ее морфологии и текстуры// Фундаментальные исследования. – 2019. - №1 (часть 1) – С. 110-114.
16. Контроль реминерализующей терапии зубной эмали с использованием ближнеполевого СВЧ - микроскопа, работающего в автодином режиме. А.Э. Постельга, В.О. Шароватов, Н.А. Калякина, А.А. Исаева

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского. // Методы компьютерной диагностики в биологии и медицине, нанотехнологии. 2020.