

*А.Ю. Евдокимова, Н.В. Чиркова, Ж.В. Вечеркина,
А.Н. Донов, М.Н. Бобешко*

Оценка проведения теста эмалевой резистентности у пациентов молодого возраста

Резюме. Основной структурной единицей эмалевой призмы являются кристаллы апатитоподобного происхождения; основным является гидроксипатит, который покрыт гидратной оболочкой толщиной около 1 нм. Известно, что процесс минерализации эмали зависит от количественного содержания кальция и фосфора их распределения в различных зубах и на отдельных участках. Состав гидроксипатита должен соответствовать формуле $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, где молярное отношение Ca/P составляет 1,67. Степень минерализации эмали, уровень ее реминерализации является важным фактором, который определяет резистентность зубов к кариесу. При кариозном процессе происходит увеличение проницаемости эмали. Проницаемость эмали зависит от состава ротовой жидкости и pH слюны. Поступление веществ в эмаль как в норме, так и при деминерализации зависит от ряда факторов, таких как состояния эмали, значение pH слюны, действия ферментов, характера питания и воздействия внешних факторов. Изучали действие реминерализующего геля для зубов «Асепта parodontal». Исследование кислотоустойчивости эмали проводили с помощью теста эмалевой резистентности, предложенным в 1984 г. Окушко В.Р., до лечения, через 1, 3 и 6 месяцев. Наиболее значимые показатели проведенного исследования нами были отмечены в 4-й группе исследования, пациентам которой мы рекомендовали к применению разработанную программу профилактики основных стоматологических заболеваний у пациентов молодого возраста.

Ключевые слова: реминерализация эмали, эмалевая резистентность, молодой возраст.

Актуальность. В источниках зарубежной и отечественной литературы особое внимание отведено исследованию физиологии и микроструктуры твердых тканей зуба. Кристаллы апатитоподобного происхождения являются структурной единицей эмалевых призм. Основным звеном является гидроксипатит, заключенный в гидратную оболочку, его толщина достигает 1 нм. Межкристаллическое расстояние составляет 2,5 нм., что позволяет создавать прочность эмалевой структуры. Формула $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ определяет состав гидроксипатита, где молярное отношение Ca/P соответствует 1,67. Ca/P – это коэффициент, оценивающий кариесрезистентность твердых тканей зуба. Однако известно, что при замещении кальция на другой микроэлемент, Ca/P соотношение может варьировать в пределах от 1,33 до 2,0. Если кальций замещают химические элементы, близкие ему по свойствам, например, такие как Mg, Ba, Sr, то соотношение Ca/P коэффициента может изменяться в сторону уменьшения до 1,33. В связи с этим резистентность эмали уменьшается в сторону неблагоприятных условий из-за изменения свойств самого апатита. Фторпатит образуется при замещении гидроксильных групп на химический элемент фтор, что придает соединению свойство повышенной прочности. При этом, отмечается увеличение соотношения Ca/P до 2,0.

Процесс минерализации эмали зависит от количественного содержания кальция и фосфора, а также их распределения в различных группах зубов и на отдельных участках. Процентное содержание P_2O_5 и CaO уменьшается по направлению от

наружных слоев эмали к глубоким. В структуре эмалевой единицы присутствуют такие химические элементы, как Mn, Zn, Fe, Ni, Pb, Co, Hg, Cu и Sr. Отмечено, что по направлению к эмалево-дентинной границе концентрация Sr и Mg будет увеличиваться, при этом содержание Pb, Zn, Cu, Mn и Fe будет уменьшаться.

В процессе жизнедеятельности естественным состоянием эмали зубов является динамическое равновесие таких процессов, как де- и реминерализации, так как их нарушение может привести к развитию кариозного процесса. Степень минерализации эмали, уровень ее реминерализации является важным фактором, который определяет резистентность зубов к кариесу. Также важное значение при изучении эмали отводят процессам ее проницаемости и растворимости. Несомненно, что в процессе жизнедеятельности эти параметры изменяются. Следует отметить, что снижение проницаемости эмали происходит с увеличением возраста. Этот процесс обусловлен отложением минеральных веществ в эмали, которые поступают из слюны. Состав ротовой жидкости и pH слюны напрямую влияет на проницаемость эмали зуба. Есть данные исследователей, свидетельствующие о том, что при кариозном процессе происходит увеличение проницаемости эмали.

В основе развития кариозного процесса лежит нарушение динамического равновесия между процессами деминерализации и реминерализации твердых тканей зубов. Возможность проникновения различных веществ в эмаль обуславливает нормализацию обменных процессов в твердых тканях зуба.

Процесс поступления веществ в эмаль как в норме, так и при наличии деминерализации эмалевых структур напрямую зависит от изначального состояния эмали, значения pH слюны в ротовой полости и действия ферментов. Немаловажными факторами так же являются характер питания и воздействие внешней среды. Реминерализующей терапии прежде всего направлена на восстановление структуры эмали до ее первоначального состояния и создание резистентных структур, которые будут наиболее адаптированы к действию деминерализующих факторов. Достижение физиологического равновесия между процессами деминерализации и минерализации является необходимым условием при проведении реминерализующей терапии. Для усовершенствования контроля за состоянием эмали зуба, возможности диагностики кариеса на ранней стадии, а также определения эффективности профилактических методов важно сопоставить результативность существующих методов оценки кариесрезистентности. Находясь в полости рта, реминерализующие препараты вступают в контакт с эмалью зуба. Необходимым компонентом в составе реминерализующих средств является наличие способных к внутрикристаллическому обмену ионов, с возможностью проникновения на поверхность кристаллов и непосредственно в их гидратную оболочку.

Обеспечение процесса диффузии веществ на поверхности кристалла происходит за счет содержания минеральных веществ, находящихся в ионизированном состоянии, а также в концентрации, превышающей концентрацию данных ионов в свободном состоянии в гидратном слое в реминерализующих средствах.

Наличие кариозного процесса напрямую связано с влиянием на уровень здоровья и качество жизни пациентов, особенно в молодом возрасте, так как происходит нарушение жевательной функции, что в свою очередь сказывается на работе желудочно-кишечного тракта. Поэтому, данные особенности необходимо учитывать при разработке профилактических мероприятий.

Материал и методы исследования. Обследуемые пациенты молодого возраста были разделены на 4 группы. Всем пациентам рекомендовали пользоваться новой зубной щеткой, имеющей щетину средней жесткости и профилактической зубной пастой «Асепта parodontal биокомплекс».

1 группа, контрольная, включала 20 человек, которые не использовали специальных реминерализующих средств.

2 группа, 20 пациентов, использовали реминерализующий гель «Асепта parodontal» в течение 14 дней, 2 раза в день; гель распределяли по всей поверхности зубов и десен с помощью зубной щетки в течение 1-2 минут.

3 группа - 20 пациентов, которые применяли реминерализующий гель для зубов «Асепта parodontal» в индивидуально изготовленной капле, на протяжении 14 дней, в течение 30 минут, 2 раза в день.

4 группа – состояла из 20 человек, которые применяли реминерализующий гель для зубов «Асепта parodontal» в персонифицированной изготовленной капле, на протяжении 14 дней, 2 раза в день в течение 30 минут; витаминно-минеральный комплекс «Компливит» в течение 4 недель по одной таблетке в день после еды и препарат «Компливит Аква Д3», подобранный эндокринологом в дозировке 7000 МЕ (14 капель, при этом в 1 капле содержится 500 МЕ витамина D3) ежедневно внутрь один раз в день на протяжении 8 недель. Следующие четыре месяца рекомендовано было принимать препарат внутрь ежедневно один раз в день в дозировке 2000 МЕ.

С помощью теста для определения эмалевой резистентности, предложенный в 1984 г. Окушко В.Р., исследовали кислотоустойчивость эмали у 80 отобранных пациентов до лечения, через 1, 3 и 6 месяцев. В ходе проведения теста осуществлялось нанесение полуавтоматическим микро-шприцем одной капли солянокислого буфера с 0,3 – 0,6 рН на высушенную и очищенную поверхность эмали исследуемого зуба.

По истечении одной минуты деминерализующий раствор удаляли с поверхности зуба ватным шариком. На исследуемый участок эмали наносили на 60 сек. шарик из ваты, пропитанный раствором метиленового синего, в концентрации 2%. Интенсивности окраски участка эмали зуба оценивали с помощью эталонной 10 - сегментной шкалы синего цвета (рисунок 1).

Оценку полученных результатов фиксировали в процентном отношении. Шаблон, имеющий наименее интенсивную окраску принимали за 10 процентов, а самый насыщенный цвет шаблона за 100 процентов. Высокая структурно-функциональная резистентность оценивалась в значениях от 10 до 30 процентов, то есть имела высокая кариес-резистентность эмали, а значения, полученные от 40 до

50 процентов, оценивали, как среднюю кислотоустойчивость эмали, то есть среднюю кариес-резистентность.

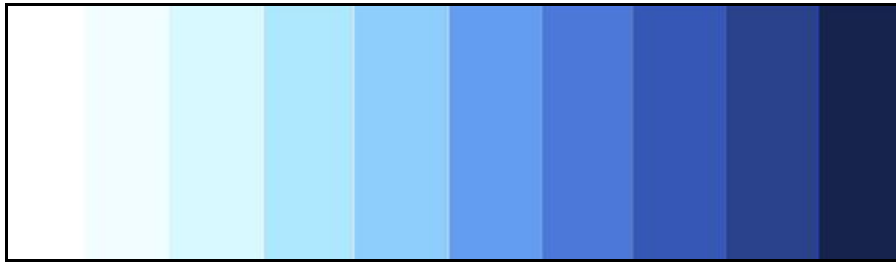


Рис. 1. Сегментная шкала синего цвета, использованная в нашей работе в качестве инструмента оценки

Результат от 60 до 70 процентов указывал на пониженную структурно-функциональную резистентность эмали, а значения от 80 до 100 процентов фиксировали как низкую кариес-резистентность (Таблица 1).

Таблица 1 - Интерпретация показателей изучаемого индекса ТЭР

Величина индекса ТЭР, %	Степень выявленной минерализации
10-30 %	высокая
40 – 50%	средняя
60 -70%	пониженная
80-100%	крайне низкая

Степень податливости эмали к действию кислоты оценивали в процентах. Пациенты, имеющие устойчивость к кариесу, имели низкую податливость эмали зубов к действию кислот (показатель изучаемого индекса ТЭР ниже 40 процентов). Для кариес-подверженных пациентов характерна высокая податливость эмали зубов к действию кислот (показатель индекса ТЭР равен или выше 40%).

Полученные результаты и их обсуждение. Нами было проведено исследование кислотоустойчивости эмали с помощью теста эмалевой резистентности, предложенный Окушко В.Р., у 80 отобранных пациентов до лечения, а также через 1, 3 и 6 месяцев после терапии. До проведения лечения оценка полученных данных ТЭР-теста в сравниваемых группах исследуемых пациентов показала отсутствие статистически значимых различий. Так, в 1-й группе показатель ТЭР-теста равнялся 80% (70; 80) ($p > 0,008$), во 2-й группе 70% (65; 75) ($p > 0,008$), в 3-й группе 70% (65; 70) ($p > 0,008$), в 4-й группе 70% (70; 80) ($p > 0,008$), что отражено на рисунке 2.

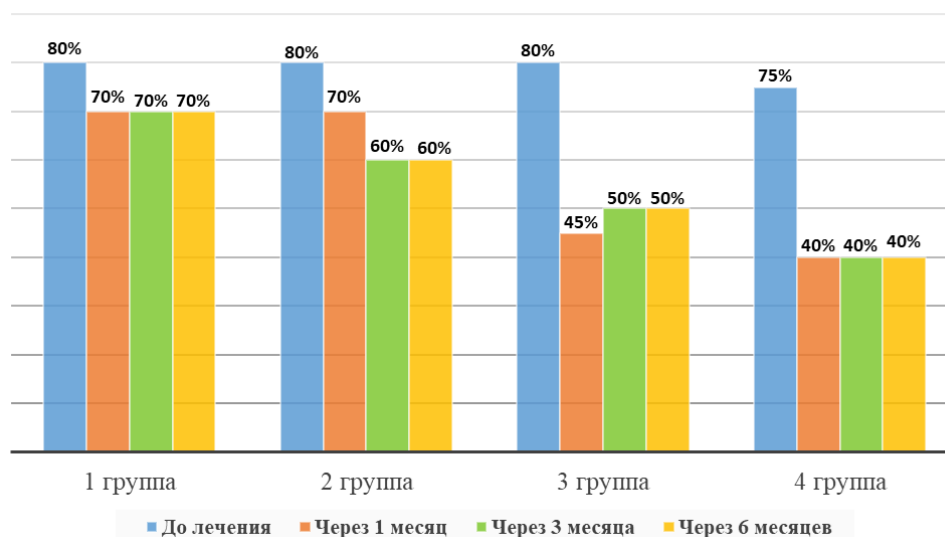


Рис. 2. Динамика данных ТЭР-теста в группах исследования

Через 1 месяц после начала лечения мы наблюдали, что результаты претерпели изменения и в разных группах имели отличия. Были получены следующие показатели. Так, в 1-й группе значения ТЭР-теста соответствовали 70% (65; 75) ($p < 0,008$). Во 2-й группе, пациентам которой назначали к применению в течение 1-2 минут реминерализующий гель «Асепта Parodontal» в течение 14 дней, 2 раза в день, показатель ТЭР-теста соответствовал 70% (60; 70) ($p < 0,008$). В 3-й группе, пациентам которой было рекомендован к применению реминерализующий гель для зубов «Асепта parodontal» в персонифицированной изготовленной капле, на протяжении 14 дней, 2 раза в день (необходимое количество геля вносили в каппу, средство равномерно распределяли и фиксировали в полости рта на 30 минут. По истечении времени каппу снимали, а излишки средства удаляли с поверхности зубов и десен; после проведенной аппликации пациентам рекомендовали в течение 30 минут не ополаскивать полость рта и не принимать пищу или напитки), показатель ТЭР-теста соответствовал 45% (40; 50) ($p < 0,008$). В 4-й группе, пациентам которой было рекомендовано к применению реминерализующего геля для зубов «Асепта parodontal» в индивидуально изготовленной капле, на протяжении 14 дней, 2 раза в день, с равномерным наполнением каппы реминерализующим гелем, после чего каппу припасовывали в полости рта на 30 минут; витаминно-минерального комплекса «Компливит» в течение 4 недель по 1 таблетке в день после еды и препарат «Компливит Аква Д3», по 7000 МЕ (14 капель, содержащей в одной капле 500 МЕ витамина D3) ежедневно внутрь 1 раз в день в течение 8 недель, показатель ТЭР-теста соответствовал 40% (40; 50) ($p < 0,008$). Данные представлены в виде медианы и квартильного отрезка Me (Iq; uq), так как нет соответствия нормальному закону. Полученные результаты отражены в таблице 1.

Спустя 3 месяца после начала лечения результаты проведения теста эмалевой резистентности были следующие. В 1-й группе показатель составил 70% (65; 70) ($p < 0,008$), во 2-й группе - 60 (60; 70) ($p < 0,008$), в 3-й группе - 50% (50; 60) ($p < 0,008$), в 4-й группе - 40% (30; 40) ($p < 0,008$).

Через 6 месяцев после начала проводимого нами лечения результат полученных значений ТЭР-теста в 1-й группе составил 70% (70; 80) ($p < 0,008$), во 2-й группе - 60% (60; 65) ($p < 0,008$), в 3-й группе - 50% (50; 60) ($p < 0,008$), в 4-й группе - 40% (30; 40) ($p < 0,008$).

Таблица 2 – Сравнительная оценка данных ТЭР-теста в 1, 2, 3, 4 группах на этапах проводимого наблюдения, Ме (Lq; Uq) * (%)

Сроки лечения	1 группа	2 группа	3 группа	4 группа
до начала лечения	80 (70; 80)	80 (70; 80)	80 (70; 80)	75 (70; 80)
спустя 1 месяц	70 (65; 75)*	70 (60; 70)*	45 (40; 50)*	40 (40; 50)*
спустя 3 месяца	70 (65; 70)**	60 (60; 70)**	50 (50; 60)**	40 (30; 40)**
спустя 6 месяцев	70 (70; 80) #	60 (60; 65)#	50 (40; 60) #	40 (30; 40)#

Примечание: до лечения статистически значимых различий между всеми группами нет, $p > 0,008$.

Спустя 1 месяц *- между 1 и 3, 1 и 4, 2 и 3, 2 и 4 группами различия статистически значимы при $p < 0,008$; при этом между 1 и 2, а также 3 и 4 группами статистических различий не выявлено.

Спустя 3 месяца ** - между 1 и 3, 1 и 4, 2 и 3, 2 и 4, 3 и 4 группами различия статистически значимы при $p < 0,008$; а между 1 и 2 группами различия являются статистически значимы при $p < 0,05$;

Спустя 6 месяцев # - между всеми группами при попарном сравнении выявлены статистически значимые различия при $p < 0,008$.

Таким образом, проведенное исследование сравнительной оценки показателя теста эмалевой резистентности в группах до терапии, а также через 1, 3 и 6 месяцев после проведенного лечения, позволило нам сделать вывод о том, что у пациентов 3 и 4 групп было отмечено уменьшение значений изучаемого индекса. Нами были также отмечены наиболее значимые показатели проведенного исследования в 4-й группе, пациентам которой рекомендовали к применению разработанную программу профилактики основных стоматологических заболеваний у пациентов молодого возраста.

Литература / References.

1. Анализ определения, частоты, этиологии, патогенеза дисколорита зубов / Н. В. Чиркова, Ю. А. Богатырева, Ж. В. Вечеркина [и др.] // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2017. – Т. 16, № 3. – С. – 509-512.
2. Гилёва, О.С. Клиническая оценка эффективности лечения хронического простого маргинального гингивита с использованием спрея от кровоточивости десен "Лентабаланс®" - синбиотического комплекса, содержащего *streptococcus thermophilus* лизат и пребиотики (многоцентровое клиническое исследование) / Гилева О.С., Садовский В.В., Ермолаева Л.А., Либик Т.В., Николаева М.О., Михайлова Е.С., Сычева М.А. // Проблемы стоматологии. 2023. Т. 19. № 2. С. 51-58.
3. Обоснование проведения профилактических мероприятий после профессионального отбеливания зубов / Ю. А. Богатырева, Н. В. Чиркова, Ж. В. Вечеркина, А. А. Смолина, А. Л. Соловьева // Вестник новых медицинских технологий (Электронный журнал). – 2017. – Т. 11, № 4. – С. 182-185.
4. Плутахина А.А., Чиркова Н.В., Полушкина Н.А., Вечеркина Ж.В., Бобешко М.Н. Состав микрофлоры ротовой полости как фактор, определяющий клиническое течение хронического генерализованного катарального гингивита // Прикладные информационные аспекты медицины.

2022. Т. 25. № 3. С. 79-84.

5. Профилактика гиперестезии зубов при лечении дисколоритов витальных зубов / Н. В. Чиркова, Ю. А. Богатырева, Н. Г. Картавцева, А. Л. Соловьева, К. Е. Чиркова // Системный анализ и управление в биомедицинских системах. – 2017. – Т. 16, № 3. – С. – 586-589.

6. Сравнительный анализ эффективности проведения реминерализующей терапии после проведения профессионального отбеливания зубов / Н. В. Чиркова, Ю. А. Богатырева, А. С. Щербинин, Е. Ю. Каверина // Здоровье и образование в XXI веке. – 2018. - Т. 20, № 3. – С. 35-40.

7. Успенская, О.А. Содержание микро и макроэлементов в ротовой жидкости при разной интенсивности кариеса зубов / Успенская О.А., Жданова М.Л., Кострова Е.Л., Потехина Ю.П. // Российский остеопатический журнал. 2022. № 3 (58). С. 45-53.

8. Antibacterial and antimicrobial effects of xanthorrhizol in the prevention of dental caries: a systematic review / Khalid G.S., Hamrah M.H., Hosseini S., Almasi F., Ghafary E.S. // Drug Design, Development and Therapy. 2021. Т. 15. С. 1149-1156.

9. Biomimetic hydroxyapatite and caries prevention: a systematic review and meta-analysis / Limeback H., Enax J., Meyer F. // Canadian Journal of Dental Hygiene. 2021. Т. 55. № 3. С. 148-159.

10. Comparative Assessment of the Whitening Toothpaste Effect on the Change in Change of the Dental in Color of the Dental Hard Tissues in Young Adults with Dental Discolorations / N. V. Chirkova, Y. A. Bogatyryova, Y. A. Lesheva [et al.] // Dusunen Adam. – 2019. – № 10 (1). – P. 1869-1872.

Abstract.

Evdokimova A.Yu., Chirkova N.V., Vecherkina Zh.V., Donovan A.N., Bobeshko M.N.

Evaluation of the enamel resistance test in young patients

The main structural unit of the enamel prism are crystals of apatite-like origin; the main one is hydroxyapatite, which is covered with a hydrate shell about 1 nm thick. It is known that the process of enamel mineralization depends on the quantitative content of calcium and phosphorus in their distribution in various teeth and in certain areas. The composition of hydroxyapatite should correspond to the formula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, where the molar ratio of Ca/P is 1.67. The degree of mineralization of enamel, the level of its remineralization is an important factor that determines the resistance of teeth to caries. During the carious process, the permeability of the enamel increases. The permeability of the enamel depends on the composition of the oral fluid and the pH of saliva. The intake of substances into the enamel both normally and during demineralization depends on a number of factors, such as the condition of the enamel, the pH value of saliva, the action of enzymes, the nature of nutrition and the effects of external factors. The effect of the remineralizing gel for teeth "ASEPTA - PARODONTAL" was studied. The study of the acid resistance of enamel was carried out using the enamel resistance test, which was proposed in 1984. Okushko V.R., in 80 selected patients before treatment, after 1, 3 and 6 months. The most significant indicators of the conducted research were noted in the 4th group of the study, to whose patients we recommended the use of a developed program for the prevention of major dental diseases in young patients.

Keywords: enamel remineralization, enamel resistance, young age.