

РЕЗИСТЕНТНІСТЬ ЕМАЛІ ПОСТІЙНИХ ЗУБІВ ДО КАРІЕСУ ТА ОСНОВНІ СПОСОБИ ЇЇ ДІАГНОСТИКИ (ОГЛЯД)

Падалка А.І.

Українська медична стоматологічна академія

У роботі розглянуто причини низької резистентності емалі постійних зубів. Описано особливості мінералізації зубів до і після їх прорізування. Представлено види емалі по ступеню мінералізованості. Наведено найбільш поширені методи діагностики емалевої резистентності. В огляді проаналізовані літературні матеріали за цією тематикою.

Ключові слова: резистентність емалі, мінералізація, гідроксиапатит, каріес, метод діагностики.

Постановка проблеми. Істотним чинником, що визначає розвиток каріесу, є низька опірність або резистентність емалі зубів до ушкоджувальної дії карієсогенних факторів [4, 6, 19]. В даній роботі мова піде про резистентність емалі зуба, тобто про тканинну та молекулярну резистентність, оскільки у разі розвитку каріесу саме ця тканина ушкоджується в першу чергу [5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Залежність резистентності твердих тканин зубів до каріесу від ступеня їх мінералізації – закономірність, доведена і клінічно підтверджена в численних дослідженнях [7, 16, 20, 33]. При розробці методів профілактики каріесу основна увага приділяється вивченню формуванню емалі, яка безпосередньо контактує з агресивним середовищем порожнини рота і забезпечує стійкість зубів до дії кислот [27, 31]. В результаті ряду клінічних досліджень була показана достовірно більша ймовірність розвитку каріесу в слабомінералізованих твердих тканинах у порівнянні з тканинами з нормальною мінералізацією [22, 25].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Недостатньо вивченим залишається питання, про те якою ж максимальною резистентністю повинна володіти емаль зуба, щоб вона в природних умовах порожнини рота не піддавалася демінералізації під агресивною дією карієсогенної зубної бляшки.

Мета статті. Головною метою цієї роботи є узагальнення літературних даних щодо основних причин низької резистентності емалі постійних зубів та аналіз існуючих способів діагностики емалевої резистентності.

Виклад основного матеріалу. У перші роки після прорізування зубів стійкість емалі до каріесу низька, але потім протягом декількох років вона в умовах порожнини рота збільшується, поки не стане значно вищою. Цей процес називається дозріванням [1, 5]. Внаслідок низької резистентності емалі постійні зуби найінтенсивніше уражаються карієсом в перші три роки після їх прорізування, а потім, з плином часу, така негативна динаміка поступово повільно знижується, але ніколи не втрачається.

Причини низької резистентності до каріесу емалі постійних зубів в перші роки після їх прорізування криються перш за все в особливостях мінералізації зубів до і після їх прорізування [8, 11]. Енамелобласти продукують органічні речовини, які поступово набувають фібрилярної структури, перетворюючись на органічний матрикс. Перші етапи мінералізації емалі відбуваються одночасно з формуванням органічного матриксу або незабаром після нього. Органічний матрикс визначає формування і орієнтацію кристалів мінерального компоненту емалі, яким є гідроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ [5, 8, 11, 19]. Спочатку утворюється гідроксиапатит

$\text{Ca}_8(\text{H}_3\text{O}^+)_4(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ з молярним співвідношенням Са/Р, який дорівнює 1,33, що свідчить про існування в ґратах його кристалів вакантних місць або дефектів, тобто їх незрілості. Потім утворюється гідроксиапатит з дев'ятьма, десятьма, одинадцятьма, дванадцятьма і можливо з більшою кількістю атомів кальцію. У кристалах гідроксиапатиту $\text{Ca}_{10-14}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ молярний коефіцієнт Са/Р коливається від 1,67 до 2,4. Поступово гідроксиапатит перетворюється в гідроксифторапатит та фторапатит. Дозрівання кристалів гідроксиапатиту, а отже і емалі зуба, триває багато місяців і років. Насамперед мінералізується емаль горбків молярів і ріжучого краю різців, і лише через багато місяців після цього відбувається мінералізація емалі фісур та пришийкової ділянки зуба. Таким чином, ступінь мінералізації, або мінералізованість емалі, а отже і її зрілість, в різних ділянках коронок зубів нерівномірна: вища на горбках і ріжучих краях, нижча у фісурах і пришийковій області [9].

По ступеню мінералізованості (зрілості), а отже і резистентності, емаль постійних зубів після їх прорізування І. О. Падалка [23, 24] умовно диференціював на 4 види: незріла, молода, така, що дозріває (1-а фаза – перехід незрілої емалі в молоду, 2-а фаза – перехід молоді емалі в зрілу) і зріла. Незріла – емаль фісур і пришийкової області безпосередньо і незабаром після прорізування зубів. Молода – емаль горбків молярів і премолярів, ріжучих країв різців та ікол протягом декількох місяців після їх прорізування. Що дозріває – незріла і молода емаль зубів протягом декількох років після їх прорізування. Зріла – емаль зубів 20-річних осіб і старше.

О. Г. Авраамова, В. К. Леонтьев, Т. Н. Жорова [1] в процесі дозрівання фісур перших постійних молярів виділили такі фази:

1. Початкова фаза дозрівання (повільно плинна).
2. Активна фаза (швидкоплинна).
3. Фаза неповної зрілості (при несприятливих умовах на цьому етапі процес дозрівання емалі може зупинитися).
4. Фаза повної зрілості.
5. Фаза повторної демінералізації (може бути після неповної і повної зрілості).

Третю і п'яту фази автори вважають наслідком карієсогенної ситуації в порожнині рота, подолати яку організм дитини самостійно не може навіть за сприятливих умов для порожнини рота – тривалого застосування гігієнічної зубної пасти при контрольованій гігієні рота. Отже, для дозрівання емалі зубів в період їх прорізування недостатньо лише хорошої гігієни. Для цього необхідні додаткові засоби, які б забезпечили повноцінну мінералізованість емалі зуба.

Мінералізованість емалі надається велике значення, оскільки з меншою її мінералізованістю, а отже і резистентністю, зв'язують високу кислотну

розчинність емалі фісур і контактних поверхонь та велику схильність зубів до карієсу [19]. З більшою мінералізованістю емалі, тобто з більшою її резистентністю, зв'язують меншу кислотну розчинність емалі бугрів молярів та ріжучих країв ікол і різців та незначну схильність зубів до карієсу. Це відбувається тому, що в зрілій емалі $[\text{Ca}_{12-14}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2]$ молярний коефіцієнт Ca/P досягає 2 [38] – 2,4 [19]. Грати кристала гідроксиапатиту не руйнуються, поки співвідношення Ca/P не знизиться до критичного значення 1,33 [19]. При подальшому його падінні структура гідроксиапатиту руйнується. Таким чином, в зрілій емалі накопичено значний запас кальцію (4-6 атомів), тобто запас здоров'я [9]. У незрілій емалі такого резерву кальцію немає, оскільки в ній молярне співвідношення Ca/P коливається від 1,33 до 1,6. От чому, грати кристалів гідроксиапатиту незрілої емалі, в якій вже є критичне співвідношення Ca/P = 1,33, одразу починають розпадатися під дією кислоти зубної пляшки. Відсутність доступу слини до такої емалі призводить до зниження її ремінералізації та розвитку карієсу [2].

Найбільший природний опір до ураження карієсом має зріла емаль постійних зубів з найвищою мінералізованістю. Але і така емаль повністю не захищена від ушкодження агресивними карієсогенними чинниками. Первинний карієс розвивається і в зрілому віці. В роботах Fuerstenau [36] та І.О. Падалки [23, 24, 26] показано, що між мінералом гідроксиапатитом і рідиною обмін іонами водно та кальцію не відбувається при рН = 7,0, тоді як між мінералом фторапатитом і рідиною обмін іонами водню та кальцію не відбувається при рН=6,0. Це означає, що гідроксиапатит починає розчинятися при значеннях рН трохи нижчих від 7,0, тоді як фторапатит починає розчинятися при значеннях рН тільки нижчих 6,0. В такому разі, якщо зріла емаль навіть містить в собі велику кількість фторапатиту, то вона буде розчинятися при рН нижчих від 6,0. Звідси стає зрозумілим, чому критичне значення рН для зрілої емалі дорівнює 5,7-5,0 [19]. Цей проміжок між показником рН 6,0 і 5,7 заповнює пелікула. Адже в умовах порожнини рота вона бере на себе перший «удар кислоти». J. C-Y. Chan, F.J. Hill та H.N. Newman [35] стверджують, що формування гомогенного шару CaF_2 під впливом фторидів зрушують пороговий рівень демінералізації до рН=4,6 [28], проте з цим твердженням навряд чи можна погодитися, так як навіть фторапатит починає розчинятися вже при рН нижчому 6,0 [36].

Існуючі методи контролю мінералізаційних процесів в твердих тканинах зубів людини і тварин, а отже і резистентності емалі, включають кислотну біопсію [17, 18] зіскрібок емалі [30], тести кислотної резистентності емалі [13, 14], електрометрію [2, 3, 4, 15], електронномікроскопічні дослідження [10], скануючу мікроскопію і вимірювання мікротвердості [37], спектроколориметричний метод [12], а в останні роки флуоресцентна діагностика з використанням апаратів DIAGNOdent (KaVo, Німеччина), Vista Proof і Vista Cam IX (Dürr Dental, Німеччина) [14, 21, 29]. Кожен з вказаних способів володіє певними перевагами. Деякі методи знайшли широке застосування в повсякденних клінічних і лабораторних дослідженнях. Найчастіше застосовуються ТЕР, КОШРЕ, електрометричний, спектроколориметричний методи та флуоресцентна діагностика.

Тест емалевої резистентності (ТЕР) розроблений В. Р. Окушко та Л.І. Косаревою в 1983 році. Він дозволяє встановити функціональну резистентність емалі щодо кислоти. Тест може бути використаний, як первинно-діагностичний, а також для

об'єктивної оцінки ефективності ремінералізуючої терапії під час диспансерного спостереження та лікування хворих. Для об'єктивізації дослідження в останні роки запропоновано використовувати цифрові фотоапарати та комп'ютерну програму [32, 34].

КОШРЕ-тест (клінічна оцінка швидкості ремінералізації емалі) представлений Т.Л. Редіною, В.К. Леонтьєвим, Г.Д. Овруцьким (1982) базується на визначенні стійкості емалі до дії кислот і ремінералізуючих властивостей слини.

Метод електрометрії, рекомендований Г.Г. Івановою в 1984 році, полягає в здатності гіпомінералізованих тканин проводити електричний струм різної величини з моменту прорізування зуба при встановленні надійного контакту між активною поверхнею електроду і досліджуваною поверхнею зуба за допомогою розчину електроліту. Цей метод дозволив визначити відносно точні терміни остаточного дозрівання твердих тканин всіх груп зубів, визначити початковий рівень мінералізації зубів, що дало можливість диференціювати незрілу емаль і початковий карієс в фісурах зубів, підтвердити ефективність профілактики і лікування фісурного карієсу сучасними методами.

Спектроколориметричний оптичний експрес-метод оцінки змін в структурі емалі і дентину зубів, які зв'язані з процесами їх мінералізації, ремінералізації й демінералізації, запропонований О.В. Денською (1999). Заснований на відмінності спектрів коефіцієнта віддзеркалення світла гідроксиапатитом і білковою матрицею зуба в області довжин хвиль 380-720 нм. Метод дозволяє оцінювати зміни мінералізації емалі зубів, як по окремих вказаних оптичних і колірних параметрах, так і по сукупності цих параметрів. При цьому можна фіксувати кількісно незначні зміни в мінералізаційних процесах, обумовлені лікувально-профілактичними заходами.

Оптична флуоресцентна діагностика (QLF) – метод, який дозволяє провести кількісну оцінку втрати твердих тканин зуба; заснований на виникненні власного світіння тканин зуба під дією блакитного світла з певною довжиною хвилі. З цією метою використовується світловипромінююча система для діагностики карієсу Vista Proof і Vista Cam IX (Dürr Dental). Система складається з ксенонової газорозрядної лампи, обладнаної оптичним фільтром для генерації блакитного світла. Світловий потік направляють через рідконаповнений світловод на зуб. Після сканування зображення флуоресцюючого зуба через високочастотний фільтр передається на цифрову відеокамеру, з якої надходить на комп'ютер, де перетворюється в віртуальне зображення і аналізується за допомогою спеціально розробленої програми.

Каріозні дефекти в залежності від глибини забарвлюються в червоний, помаранчевий або жовтий колір. Інформативність методу складає близько 80%.

Лазерна флуоресцентна діагностика – метод, заснований на ефекті флуоресценції твердих тканин зубів при опроміненні їх лазерним світлом. Для проведення лазерної флуоресцентної діагностики використовують апарат «DIAGNOdent» (KaVo) і більш зручний для роботи компактний апарат «DIAGNOdent Pen» (KaVo). Це бездротовий прилад, оснащений лазером і флуоресцентним детектором. Застосовується для ранньої діагностики карієсу в фісурах, на гладких поверхнях, в апроксимальній зоні. Дія апарату заснована на лазерній флуоресцентній спектроскопії. Здорові та уражені тканини зуба флуоресцюють при попаданні на них лазерного променя з різною довжиною хвилі. Таким чином, прилад сигналізує про каріозний процес вже тоді,

коли зовні зуби ще здаються здоровими. Довжина хвилі «DIAGNOdent» = 655 нм (червоне випромінювання) забезпечує флюоресцентний аналіз каріозних змінених тканин, шляхом відфільтрування хвиль довжиною > 680 нм. Чутливість методу значно збільшується після нанесення флюоресцуючого маркера. Флюоресцентне світіння хромофора, який є маркером, дозволяє визначити вогнища демінералізації твердих тканин зуба на глибині 5-6 мкм.

Лазерне флюоресцентне обстеження не викликає неприємних відчуттів у пацієнта. Його інфор-

мативність значно більше, ніж при традиційному візуальному обстеженні, і становить близько 90%.

Висновки. Таким чином, резистентність емалі постійних зубів до карієсу поступово зростає після їх прорізування, досягаючи максимальної зрілості (мінералізованості) в 18-20 років внаслідок чого загроза ураження зубів карієсом знижується. Але зуби зі зрілою емаллю можуть уражатися карієсом. Для контролю за станом резистентності емалі розроблена велика кількість способів діагностики, але в повсякденній практиці використовуються лише декілька з них.

Список літератури:

1. Аврамова О. Г. Профилактика кариеса фиссур путём регуляции созревания эмали фторидсодержащими зубными пастами / О. Г. Аврамова, В. К. Леонтьев, Т. Н. Жорова // В книге: В.К. Леонтьев «Школа». М., Медицинская книга, 2009. – С. 193-201.
2. Аврамова О. Г. Фиссурный кариес: проблемы и пути их решения / О. Г. Аврамова, С. С. Муравьева // «Стоматологический вестник». – 2007. – № 11. – С. 4-5.
3. Астахова М. И. Электрометрические исследования твёрдых тканей зубов у больных с хроническими воспалительными заболеваниями почек / М. И. Астахова, Л.П. Герасимова, В.Н. Павлов // Стоматология. – 2009. – № 2. – С. 20-22.
4. Борисенко А. В. Кариес зубов /А. В. Борисенко – К.: Книга-плюс. – 2005. – 344 с.
5. Боровский Е. В. Кариес зубов: препарирование и пломбирование / Е. В. Боровский – М.: АО «Стоматология», 2001. – 144 с.
6. Боровский Е. В. Биология полости рта / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев – М.: Медицинская книга, 2001. – 304 с.
7. Боровский Е. В. Кариесрезистентность / Е. В. Боровский, В. К. Леонтьев // Стоматология. – 2002. – № 5. – С. 26-28.
8. Быков В. Л. Гистология и эмбриология органов полости рта человека / В. Л. Быков – Санкт-Петербург, 1996. – 248 с.
9. Виноградова Т. Ф. Стоматология детского возраста / Т. Ф. Виноградова, О. П. Максимова, В. В. Рогинский [и соавт.]. – М.: Медицина. – 1987. – 526 с.
10. Воложин А. И. Применение реминерализующего средства «БВ» в комплексе с высокоэнергетическим лазером для лечения кариеса зубов у детей (в эксперименте) / А. И. Воложин, Е. И. Сальков, Л. П. Кисельникова // Институт стоматологии. – 2009. – № 1. – С. 94 – 95.
11. Гемонов В. В. Развитие и строение органов ротовой полости и зубов / В. В. Гемонов, Э. Н. Лаврова, Л. И. Фалин – Издательство: ГОУ ВУНМЦ МЗ, 2002. – 256 с.
12. Деньга О. В. Спектроколориметрическая оценка процессов минерализации в твёрдых тканях зубов / О. В. Деньга // Вісник стоматології. – 1999. – № 1. – С. 2-4.
13. Деньга О. В. Количественная оценка цветовой насыщенности окраски зубов при ТЭР-тесте / О. В. Деньга, Э. М. Деньга и др. // Инф. Листок. – Одесса, ОЦНТЭИ. – 1996. – № 160. – 3 с.
14. Детская терапевтическая стоматология. Национальное руководство / под ред. В. К. Леонтьева, Л. П. Кисельниковой. – М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. – 896 с. – (Серия «Национальные руководства»).
15. Иванова Г. Г. Изучение резистентности зубов к кариесу по электропроводности твёрдых тканей зубов / Г. Г. Иванова, В. К. Леонтьев // Институт стоматологии. – 2012. – № 1(54). – С. 68-69.
16. Качуровська В. О. Підвищення карієсрезистентності постійних зубів в період їх мінералізації: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. мед. наук: спец. 14.01.22 «Стоматологія» / В. О. Качуровська. – Київ, 2006. – 16 с.
17. Кузьмина Э. М. Клинико-лабораторное обоснование эффективности применения отбеливающих зубных паст / Э. М. Кузьмина, Н. И. Крихели, Т. А. Смирнова // «Стоматология». – 2006. – № 5. – С. 13-17.
18. Купец Т. В. Кальций, фосфор или все-таки фтор?.. / Т. В. Купец // «Профилактика в стоматологии». – 2010. – № 4. – С. 76-78.
19. Леонтьев В. К. Профилактика стоматологических заболеваний / В. К. Леонтьев, Г. Н. Пахомов. – М.: 2006. – 416 с.
20. Луцкая И. К. Возрастные особенности механизмов резистентности зубов к кариесу и пути управления ими: автореф. дис. на соискание учёной степени доктора мед. наук: спец. 14.00.22 «Стоматология» / И. К. Луцкая. – М., 2009. – 17 с.
21. Новые технологии в стоматологии. – Режим доступа: <http://www.stomatolog.med.cap.ru/Page.aspx?id=577280>
22. Падалка А. І. Динаміка резистентності емалі третіх молярів у перші роки після їх прорізування / А. І. Падалка // Український стоматологічний альманах. – 2009. – № 6. – С. 65-69.
23. Падалка И. А. Клинико-патогенетические аспекты кариеса и обоснование его профилактики у детей при кариесогенной ситуации: автореф. дис. на соискание учёной степени доктора мед. наук: спец. 14.00.21 – «Стоматология» / И. А. Падалка. – Полтава, 1992. – 36 с.
24. Падалка І.О. Теоретичне обґрунтування та засоби місцевої профілактики карієсу зубів у дітей. Посібник для самостійної роботи студентів / І.О. Падалка. // – Полтава, 1997. – 75 с.
25. Падалка И. А. Высокое критическое значение рН для эмали зубов с незавершенной минерализацией как определяющий фактор раннего их поражения кариесом / И.А. Падалка, А.И. Падалка // Інноваційні технології – в стоматологічну практику: матеріали ІІІ (ІХ) з'їзду Асоціації стоматологів України. – Полтава, Дивосвіт. – 2008. – С. 99.
26. Падалка И. А. Фосфаты, кальций и фтор не могут убересть эмаль зуба от деминерализации при максимально низком значении рН зубной бляшки / И. А. Падалка, А. И. Падалка // Український стоматологічний альманах. – 2012. – № 2. – Т. 2. – С. 24-27.
27. Скрипкина Г. И. Клинико-лабораторные показатели органов и тканей полости рта кариесрезистентных детей школьного возраста / Г. И. Скрипкина, В. Г. Сунцов, А. Н. Пятаева // Институт стоматологии. – 2009. – № 4. – С. 62-63.
28. Скрипкина Г. И. Аминофториды в профилактике кариеса / Г. И. Скрипкина, А. Ж. Гарифуллина // Клиническая стоматология. – 2008. – № 4. – С. 44-45.
29. Солонько Г. М. Досвід використання приладу «Diagnodent» для визначення показань до герметизації фісур: матеріали ІІ (ІХ) з'їзду Асоціації стоматологів України. – 2004. – С. 124 – 125.
30. Страх О. О. Клиническое обоснование минерализующего эффекта зубных паст при лечении начального кариеса: автореф. дис. на соискание учен. степени канд. мед. наук: спец. 14.00.21 «Стоматология» / О. О. Страх. – Ижевск, 2006. – 18 с.

31. Удод О. А. Вивчення ультраструктури поверхні емалі постійних зубів / О. А. Удод, Г. Г. Павлова // Український стоматологічний альманах. – 2012. – № 5. – С. 113-114.
32. Хоменко Л. А. Клинико-лабораторная оценка эффективности лечебно-профилактических зубных паст в профилактике кариеса / Л. А. Хоменко, Г. В. Сороченко // Саратовский научно-медицинский журнал. – 2011. – Том 7, № 1 (приложение). – С. 202-206.
33. Altenburger M.J. Remineralization of artificial interproximal carious lesion using a fluoride mouthrinse / M. J. Altenburger, J. F. Schirrmeyer, K. T. Wrbas, E. Hellwig // Am J. Dent. – 2007. – № 20. – P. 385-389.
34. Bellamy Phillip G. Рандомизированное клиническое исследование по сравнительной оценке ингибирования зубного налета при использовании зубной пасты Sensodyne Pronamel и зубной пасты blend-a-med EXPERT ЗАЩИТА ДЕСЕН / Phillip G. Bellamy, Nichelle Khera et al. // Институт стоматологии. – 2009. – № 2. – С. 50-52.
35. Chan J. C-Y. Uptake of fluoride by sound and artificially carious enamel in vitro following application of topical sodium and amine fluorides / J. C-Y., Chan, F. J. Hill, H. N. Newman // J Dent. – 1991. – № 19. – P. 110-115.
36. Fuerstenau – цит.: А. Адамсон. Физическая химия поверхностей. – М.: Мир, 1979. – 568 с.
37. Tatsumi T. Remineralization of etched dentin / T. Tatsumi, S. Inokoshi, T. Yamada, H. Hosoda // J. Prosthet. Dent. – 1992. – № 67(5). – P. 617-620.
38. Wei S. H. Y. Electron microscope analysis of enamel remineralization / S. H. Y. Wei // Tooth enamel. – 1971. – № 5. – P. 207-211.

Падалка А.И.

Украинская медицинская стоматологическая академия

РЕЗИСТЕНТНОСТЬ ЭМАЛИ ПОСТОЯННЫХ ЗУБОВ К КАРИЕСУ И ОСНОВНЫЕ СПОСОБЫ ЕЁ ДИАГНОСТИКИ (ОБЗОР)

Аннотация

В работе рассмотрены причины низкой резистентности эмали постоянных зубов. Описаны особенности минерализации зубов до и после их прорезывания. Представлены виды эмали по степени минерализованности. Приведены наиболее распространенные методы диагностики эмалевой резистентности. В обзоре проанализированы литературные материалы по этой теме.

Ключевые слова: резистентность эмали, минерализация, гидроксиапатит, кариес, метод диагностики.

Padalka A.I.

Ukrainian Medical Stomatological Academy

RESISTANCE OF ENAMEL OF PERMANENT TEETH TO CARIES AND BASIC METHODS OF ITS DIAGNOSTICS (REVIEW)

Summary

This article reviews the causes of the low resistance of permanent teeth enamel. The features of mineralization of teeth before and after the eruption are described. Presented the types of enamel depending on the degree mineralization. The most common methods of enamel resistance diagnostic are shown. The literary materials on this topic have been reviewed and analyzed.

Keywords: resistance of the enamel, mineralization, hydroxyapatite, caries, method of diagnostic.