

СОВРЕМЕННЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СВЕТОЙ ФЛЮОРЕСЦЕНЦИИ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ И ПРОФИЛАКТИКИ КАРИЕСА ЗУБОВ



Худанов Б.О., Гулямов Д.Т., Абдурахимова Ф.А., Даминова Ш.Б., Тураев К.И., Туйгунов Н.Н.

Ташкентский государственный стоматологический институт

Перед стоматологами в повседневной практике стоит задача определить необходимость в профилактических вмешательствах или их комбинации с восстановительными мероприятиями в зависимости от тяжести клинических проявлений и активности кариозного процесса [6,20].

Известно, что начальные кариозные поражения можно перевести в обратимый характер. Для этого необходимо раннее выявление кариеса и оценка риска его повторного возникновения с учетом возможностей минимально инвазивного лечения [1-5,7,9,12,13,21]. Точная диагностика кариеса эмали на ранних этапах представляет собой проблему, которую нелегко решить с помощью традиционных принятых методик. Современные методы диагностики значительно упростили диагностику кариеса зубов, а научные исследования позволяют успешно реализовать программы профилактики и лечения кариеса в начальной стадии заболевания у детей разного возраста и взрослых [21-24]. По разным данным, интенсивность кариеса растет, что требует применения новых технологий для раннего определения его развития [8,14-17].

Раннее выявление кариеса – одна из главных и приоритетных задач врача-стоматолога. Важным моментом является определение очаговой деминерализации эмали – «меловидного» пятна, которое считается первым визуальным проявлением начального кариозного поражения [9].

В поисках новых и более эффективных методов лечения для задержки или предотвращения развития кариеса исследователи проводят клинические испытания новых методов диагностики, ориентированных на группы высокого риска с предсказуемой частотой кариеса в течение ограниченного периода времени. У детей и подростков наиболее сильными предикторами заболеваемости кариесом, по всей вероятности, являются исходные уровни активности кариеса (нынешний кариес, например, КПУ, КПУ) [11].

Многие стоматологи точно знают, что диагноз, основанный на традиционных методах, может отличаться при одном и том же состоянии зуба. Для преодоления этого ограничения требуются дополнительные диагностические инструменты. Технология QLF является жизнеспособным методом выявления раннего кариеса, который все чаще используется для выявления кариеса на уровне дентина. В исследовании корейских ученых была использована технология Qraupen (AIOBIO, Сеул, Корея) для изучения полезности технологии QLF (Quantitative light fluorescence – количественная световая флуоресценция) в диагностике спорных случаев. Технология QLF является более объективной и точной, чем другие методы определения конечной точки удаления и выявления здорового краевого дентина для выполнения успешной реставрации [22,23,30].

Системы индуцированной флуоресценции (SoproLife и VistaCam) основаны на применении светодиодной камеры, оснащенной матрицей с подсветкой тканей зуба светом видимого спектра (свободного от ультрафиолетового и ионизирующего излучения), что обеспечивает получение анатомического изображения, наложенного на флуоресцентное излучение, воспроизводимое эмалью. Эти системы представляют собой внутриротовую камеру, обеспечивающую 30-100-кратное увеличение изображения зуба на мониторе в трех вариантах освещения: режим дневного света, режим флуоресценции 1 для диагностики и режим флуоресценции 2 для контроля лечения, с фокусировкой для выявления кариозных полостей, макросъемкой [29].

Флуоресценция является результатом процесса, который происходит при определенных условиях в молекулах, известных как флуорофоры, флуорохромы или флуоресцентные красители, когда они поглощают свет. Молекула возбуждается до более высокого энергетического состояния и испускает флуоресцентный свет. Длина

волны излучения всегда выше длины волны возбуждения. Оптические диагнозы с помощью флуоресценции могут быть использованы в медицине и стоматологии. Он не причиняет вреда тканям, потому что это неинвазивный метод и может добавить преимущества клиническим методам лечения. Целью настоящего исследования было применение оптической флуоресцентной системы для просмотра изображений в широком поле и визуального мониторинга состояния зубного налета и зубного камня до и после масштабирования пародонта для улучшения диагностики и наблюдения за пациентами с заболеваниями пародонта. Полученные результаты свидетельствуют о том, что с помощью флуоресцентной системы можно наблюдать остаточный зубной налет и зубной камень, которые трудно было увидеть невооруженным глазом при осмотре полости рта. Таким образом, оптический метод потенциально может улучшить усилия по скринингу пародонта, особенно у пациентов, проходящих периодонтальное обслуживание [28].

Минимально инвазивная терапия с каждым днем становится все более важной в стоматологии. В малоинвазивной стоматологии удаляют только инфицированный дентин, а пораженный дентин оставляют при подготовке к восстановлению полости. Здоровая эмаль дентина обладает особыми флуоресцентными свойствами по сравнению с деминерализованными зубными тканями, которые поглощают меньше света, благодаря чему имеют более низкий уровень флуоресцентных свойств. Это помогает клиницистам обнаружить кариес и применить наиболее подходящую стратегию лечения во время подготовки полости рта. Исследование эффективности системы камер SoproLife показало, что они представляют собой новую светоиндуцированную флуоресцентную систему камер [18].

Наиболее эффективным методом диагностики начального кариеса среди стандартных (основных и дополнительных) является лазерно-флуоресцентный метод [6,25,27], принцип действия которого заключается в фиксации светопреломления в процессе изменения структуры зуба при деминерализации. Лазерно-флуоресцентный метод наиболее информативный из всех оптических методов. Чувствительность метода количественной световой флуоресценции (QLF) равна 79%. Принцип действия метода заключается в облучении зуба импульсным потоком голубого света с длиной волны 488 нм. Здоровые ткани зуба флуоресцируют зеленым светом, а кариес выглядит как темная область. Обработка отраженного света проводится компьютером, в дальнейшем полученные изображения могут быть

сохранены и проанализированы с измерением площади, глубины и объема поражения. В очагах деминерализации флуоресценция снижается.

Ученые школы стоматологии Университета Индианы изучили *in vitro* полезность сравнения красной флуоресценции между активным и неактивным поражением кариеса, а также влияние красной флуоресценции и потери флуоресценции на активность поражения после реминерализации [22]. 62 неактивированных поражения гладкой поверхности кариеса на удаленных зубах человека были классифицированы на активные или неактивные поражения с использованием системы Nyvad до 12-дневной процедуры pH-циклирования. Количественные светоиндуцированные флуоресцентные цифровые изображения использовались для измерения параметров флуоресценции до и после циклирования pH. В исходном состоянии интенсивность (DR) и площадь (ADR) красной флуоресценции в активных очагах были в 1,5 и 2,2 раза выше, чем в неактивных ($p < 0,05$). Отношение АДР к площади поражения было связано с классификацией активных очагов поражения (отношение шансов = 1,031; 95% доверительный интервал = 1,005-1,058). После циклирования pH активные очаги показали примерно в 2 и 8 раз большее снижение медианных значений АДР и потерь флуоресценции, связанных с объемом поражения (DQ), по сравнению с неактивными очагами ($p < 0,05$). Таким образом, красная флуоресценция различается в зависимости от активности поражения, а площадь красной флуоресценции и объем поражения изменяются после реминерализации. Полученные результаты позволяют предположить, что измерение красной флуоресценции может быть полезным способом объективной оценки активности поражения гладких поверхностных очагов.

Были оценены клинические показатели импедансной спектроскопии, лазерной флуоресценции и рентгенограмм при выявлении окклюзионного кариеса и сравнение их по балльной оценке [26]. Для исследования были отобраны 62 пациента и выбрана одна окклюзионная поверхность двумя экспертами с использованием визуальной системы оценки ICDAS, CarieScan PRO (ACIS), DIAGNOdent rep (LF-rep) и рентгенограмм. Ученые сделали вывод, что все три метода были полезны для выявления окклюзионного кариеса, но рентгенография показала лучшие результаты по сравнению с визуальным скорингом. ACIS показал самую высокую специфичность и положительную прогностическую ценность, но чувствительность была низкой, а клиническое лечение было менее удобным. Поэтому необходимы дальнейшие

клинические исследования для оценки долгосрочного влияния раннего выявления кариеса на здоровье зубов.

Предыдущий опыт лечения кариеса коррелирует с будущим риском развития кариеса; таким образом, раннее выявление очагов поражения имеет важное значение для оценки риска и управления им [19,20] Авторы стремились определить, могут ли количественные параметры светоиндуцированной флуоресценции (QLF)-площадь (A [mm²]), потеря флуоресценции (F [%]) и Q [%×mm²], полученные с помощью анализа изображений, предсказать прогрессирование поражения. Ученые пришли к выводу, что более быстрые изменения переменных QLF могут указывать на прогрессирование поражения в сторону кавитации и быть более клинически значимыми, чем фактические значения QLF.

А.И. Николаев и соавт. [10] считают, что применение лазерной флуориметрии, являющейся неинвазивным методом, способствует повышению эффективности оценки состояния твердых тканей в области фиссур постоянных зубов у детей. Диагностика начальных форм кариеса постоянных моляров в период их прорезывания с использованием «Diagnodent pen» (KaVo) позволяет объективизировать выбор ранних лечебно-профилактических мероприятий у детей 6-7 лет.

Таким образом, нами проанализированы результаты оценки эффективности использования технологий количественной световой флуоресценции для прогнозирования риска развития кариеса зубов. Световая флуоресценция значительно повышает качество диагностики и позволяет более четко определить границы неинвазивной терапии. Световая флуоресценция – современный метод диагностики и нового типа визуализации кариозных поражений зубов – незаменима как часть малоинвазивной стоматологии и дополняет предложенные ранее методы. Использование метода лазерно-флуоресцентной оценки состояния твердых тканей позволяет повысить точность определения степени активности кариеса.

Литература

1. Абдуазимова Л.А., Ризаев Э.А., Джалилова Ф.Р. Инновационный подход к лечению осложнений кариеса у детей на основе алгоритмизации диагностики // *Stomatologiya*. – 2018. – №2. – С. 33-38.
2. Авраимова О.Г., Кулаженко Т.В., Горячева В.В. Новые возможности в диагностике кариеса зубов у детей // *Здоровье и образование в XXI веке*. – 2019. – №1. – С. 22-26.
3. Авраимова О.Г., Кулаженко Т.В.,

Калашникова Н.П. Сравнительная оценка информативности методов ранней диагностики кариеса у детей // *Стоматология*. – 2018. – №6-2. – С. 22.

4. Гузева Н.А. Методы диагностики кариеса // *Бюл. мед. интернет-конф.* – 2017. – №10. – С. 1533.

5. Даминова Ш.Б., Мирсалихова Ф.Л. Лечение кариеса у детей методом микропрепарирования // *Stomatologiya*. – 2017. – №3. – С. 64-66.

6. Калайчев Н.В., Булахова И.Н., Петрова А.П. Сравнение эффективности диагностики кариеса лазерно-флуоресцентным методом (kavo diagnodent) и другими стандартными и дополнительными методами диагностики // *Междунар. студ. научн. вестн.* – 2018. – №4. – С. 147-151.

7. Кисельникова Л.П., Кириллова Е.В., Шевченко М.А. Опыт применения метода лазерной флуоресценции для определения степени реминерализации эмали и дентина при кариесе зубов у детей // *Стоматол. детского возраста и проф.* – 2011. – №3 (38). – С. 7-11.

8. Кривцова Д., Маслак Е. Мониторинг результатов лечения очаговой деминерализации эмали методом инфильтрации кариеса (по данным лазерной флуоресценции) // *Стоматол. детского возраста и проф.* – 2020. – Т. 20, №1 (73). – С. 37-41.

9. Леус П.А., Деньга О.В., Калбаев А.А., Кисельникова Л.П. Европейские индикаторы стоматологического здоровья детей школьного возраста // *Стоматол. детского возраста и проф.* – 2013. – №4 (47). – С. 3-9. 9

10. Николаев А.И., Кузьминская О.Ю., Степанова Т.С. и др. Методика инфильтрации – новая технология лечения начальных кариозных поражений зубов // *Клин. стоматол.* – 2010. – №2 (54). – С. 14-18.1

11. Терехова Т.Н. и др. Эффективность диагностики состояния твердых тканей постоянных зубов у детей различными методами // *Соврем. стоматол.* – 2018. – №3. – С. 58-62.

12. Худанов Б.О., Каххарова Д.А., Хамидов И.С. и др. Роль технологии QLF в улучшении гигиены полости рта и поведения для сохранения здоровья полости рта у детей // *Stomatologiya*. – 2016. – №4. – С. 62-68.

13. Amaechi B.T., Ramalingam K. Evaluation of fluorescence imaging with reflectance enhancement technology for early caries detection // *Amer. J. Dent.* – 2014. – Vol. 27, №2. – P. 111-116.

14. Barbería E.A. Clinical Study of Caries Diagnosis With a Laser Fluorescence System // *J. Amer. Dent. Assoc.* – 2008. – Vol. 139, №5. – P. 572-579.

15. Braga M.M., Mendes F.M., Martignon S. et al. In vitro comparison of Nyvad's system and ICDAS-II with Lesion Activity Assessment for evaluation

of severity and activity of occlusal caries lesions in primary teeth // *Caries Res.* – 2009. – Vol. 43, №5. – P. 405-412.

16. Castilho L.S., Cotta F.V., Bueno A.C., Moreira A.N. Validation of DIAGNOdent laser fluorescence and the International Caries Detection and Assessment System (ICDAS) in diagnosis of occlusal caries in permanent teeth: an in vivo study // *Europ. J. Oral Sci.* – 2016. – Vol. 124, №2. – P. 188-194.

17. Drancourt N., Roger-Leroi V. Carious lesion activity assessment in clinical practice: a systematic review // *Clin. Oral Invest.* – 2019. – Vol. 23, №4. – P. 1513-1524.

18. Erol S., Kamak H., Erten H. Evaluation of caries dentin using light-induced fluorescence: A case report // *J. Clin. Diag. Res.* – 2014. – Vol. 8, №1. – P. 297-298.

19. Ferreira Z.A., Santiago E., Eckert G. et al. Use of ICDAS combined with quantitative light-induced fluorescence as a caries detection method // *Caries Res.* – 2010. – Vol. 44, №3. – P. 317-322.

20. Gomez G., Eckert G.J., Ferreira Z.A. Orange/Red Fluorescence of Active Caries by Retrospective Quantitative Light-Induced Fluorescence Image Analysis // *Caries Res.* – 2016. – Vol. 50, №3. – P. 295-302.

21. Khudanov B., Hoi In Jung et al. Effect of an oral health education program based on the use of quantitative light-induced fluorescence technology in Uzbekistan adolescents // *J. Photodiag. Photodynam. Ther.* – 2018. – Vol. 21. – P. 379-384.

22. Kim B.-R., Kang S.-M. et al. In vitro red fluorescence as an indicator of caries lesion activity // *Oper. Dent.* – 2019. – Vol. 44, №4. – P. 405-413.

23. Lee J.-W., Lee E.-S., Kim B.-I. Can red fluorescence be useful in diagnostic decision making of residual dentin caries? // *Photodiag. Photodyn. Ther.* – 2019. – Vol. 26. – P. 43-44.

24. Luczaj-Cepowicz E., Marczuk-Kolada G., Obidzinska M., Sidun J. Diagnostic validity of the use of ICDAS II and DIAGNOdent pen verified by micro-computed tomography for the detection of occlusal caries lesions-an in vitro evaluation // *Lasers Med. Sci.* – 2019. – Vol. 34, №8. – P. 1655-1663.

25. Marczuk-Kolada G., Luczaj-Cepowicz E., Obidzinska M., Rozycki J. Performance of ICDAS II and fluorescence methods on detection of occlusal caries-An ex vivo study // *Photodiag. Photodyn. Ther.* – 2020. – Vol. 29. – P. 101609.

26. Mortensen D et al. In vivo performance of impedance spectroscopy, laser fluorescence, and bitewing radiographs for occlusal caries detection // *Quintessence Int.* – 2018. – Vol. 49, №4. – P. 293-299.

27. Park S.-W., Kahharova D. et al. Clinical assessment of an automated fluorescent plaque index scoring with quantitative light-induced fluorescence

// *Photodiag. Photodyn. Ther.* – 2020. – Vol. 32. – P. 102011.

28. Sivieri-Araujo G. et al. Monitoring scaling and dental calculus removal with an optical fluorescence system // *Laser Phys.* – 2014. – Vol. 24. 19

29. Tassoker M., Ozcan S., Karabekiroglu S. Occlusal Caries Detection and Diagnosis Using Visual ICDAS Criteria, Laser Fluorescence Measurements, and Near-Infrared Light Transillumination Images // *Med. Princ. Pract.* – 2020. – Vol. 29. – P. 25-31.

30. Tatiane F. et al. Performance of fluorescence-based and conventional methods of occlusal caries detection in primary molars – an in vitro study // *Int. J. Paediatr. Dent.* – 2012. – Vol. 22, Is. 6. – P. 459-466.

Проанализированы сведения о диагностических процедурах световой флуоресценции для определения и мониторинга активности кариеса, показан потенциал данного метода для выявления более ранних состояний инициации и прогрессирования кариозных поражений. Световая флуоресценция значительно повышает качество диагностики и позволяет более четко определить границы неинвазивной терапии.

Ключевые слова: ранняя диагностика кариеса, профилактика кариеса, световая флуоресценция, мониторинг развития кариеса.

Таким этилган адабиётлар шарҳи кариес жараёнини кузатиш, аниқлаш ва мониторинг қилиш учун ёруғлик люминесценциясининг диагностика жараёнлари бўйича жаҳон нашрларининг маълумотларини ўрганиб чиқади, ушбу усулнинг кариес жараёнининг бошланиш ва ривожланиш ҳолатларини аниқлаш учун имкониятларини кўрсатади. Ёруғлик люминесценция диагностика сифатини сезиларли даражада яхшилайти ва ноинвазив терапия чегараларини аниқроқ аниқлашга имкон беради.

Калит сўзлар: кариесни эрта таъхислаш, кариеснинг олдини олиш, ёруғлик люминесценцияси, кариес ривожланишини кузатиш.

The presented literature review examines the data of world publications of diagnostic procedures of light fluorescence for screening and monitoring of caries activity, shows the potential of this method for detecting earlier states of initiation and progression of carious lesions. Light fluorescence significantly improves the quality of diagnostics and allows you to more clearly define the boundaries of non-invasive therapy.

Key words: early diagnosis of caries, caries prevention, light fluorescence, caries development monitoring.