

Использование метода количественной светоиндуцированной флуоресценции (QLF) для диагностики состояния эмали при различных стоматологических вмешательствах

А.В. Акулович^{1,4}, Г.Г. Никифорова^{2,4}, А.А. Коростелев^{3,4}, С.К. Матело⁵

¹Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

²«Клиника Модиной», Москва, Российская Федерация

³«Все свои», Москва, Российская Федерация

⁴«Центр отбеливания зубов профессора Акуловича», Москва, Российская Федерация

⁵«Диарси», Москва, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Метод количественной светоиндуцированной флуоресценции (QLF) широко применяется для диагностики состояния эмали при различных стоматологических вмешательствах и позволяет быстро, объективно и неинвазивно не только оценить состояние гигиенического статуса ротовой полости пациента, но и динамически определить уровень де- и реминерализации эмали.

Материалы и методы. Использован метод QLF, который повышает визуальный контраст между здоровой и патогенной тканями в полости рта, когда различные органические вещества во рту поглощают свет определенной длины волны (разного цвета), а затем повторно излучают поглощенную энергию на другой длине волны. Отфильтрованный свет освещения дает флуоресцентное изображение, или изображение QLF.

Для применения метода QLF на клиническом приеме использован комплект оборудования: стоматологическая программа Q-ray, Qraycam pro камера для панорамной съемки, интраоральная камера Qraypen C, Qscan plus.

Результаты. Применение метода QLF явилось дополнительным инструментом для практикующего стоматолога или гигиениста стоматологического, позволив выявить патологический процесс на самой ранней стадии, оказывая помощь в диагностике состояния эмали зубов, обнаружении зубного налета без окрашивания и в оценке его точного количества, способствуя определению скрытых очагов деминерализации эмали и кариозного поражения, трещин, зубного камня и оценке состояния гигиены полости рта.

Анализируемые данные показывают очень высокую эффективность проведенной терапии с применением реминерализующего геля R.O.C.S. medical 0+. На части зубов внешние устранимые белые пятна полностью компенсируются объективными данными QLF, отмечается практически полное их исчезновение.

Заключение. Данный метод количественной светоиндуцированной флуоресценции и его параметры крайне важны не только для понимания эффективности используемых методик отбеливания, микроабразии, реминерализации и других манипуляций, но и для их безопасности по отношению к эмали зубов.

Ключевые слова: количественная светоиндуцированная флуоресценция, отбеливание, микроабразия, реминерализация, обзор.

Для цитирования: Акулович АВ, Никифорова ГГ, Коростелев АА, Матело СК. Использование метода количественной светоиндуцированной флуоресценции (QLF) для диагностики состояния эмали при различных стоматологических вмешательствах. *Пародонтология*. 2023;28(1):55-65. <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2023-28-1-55-65>.

Quantitative light-induced fluorescence (QLF) for diagnosis of enamel condition during various dental procedures

A.V. Akulovich^{1,4}, G.G. Nikiforova^{2,4}, A.A. Korostelev^{3,4}, S.K. Matelo⁵

¹UDN University, Moscow, Russian Federation

²"Modina Clinic", Moscow, Russian Federation

³"Vse svoi" dental network, Moscow, Russian Federation

⁴"Professor Akulovich Teeth Bleaching Center", Moscow, Russian Federation

⁵"DRS", Moscow, Russian Federation

ABSTRACT

Relevance. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) is widely used to diagnose the enamel condition during various dental interventions and allows for quick, objective and noninvasive assessment of the patient's oral hygiene status and follow-up of enamel de- and remineralization level.

Materials and methods. The QLF technique used by the study increases the visual contrast between sound and diseased oral tissues when various (organic) substances in the mouth absorb light of a certain wavelength (different colours) and then re-emit the absorbed energy at a different wavelength. Filtration of illuminating light gives a fluorescent image or a QLF image. In a clinical setting, we used a QLF equipment set, namely, the Q-ray clinical software; Qraycam pro camera for full-arch imaging; Qraypen C intraoral camera; Qscan plus.

Results. QLF was an additional tool for a practising dentist or dental hygienist, which allowed for the detection of the pathological process at the earliest stage, assisting in the diagnosis of the dental enamel condition, the detection of plaque without disclosing agents and assessment of its exact amount, contributing to the identification of hidden foci of enamel demineralization and carious lesions, cracks, tartar and oral hygiene evaluation.

The analyzed data show the very high efficiency of the performed therapy with the 'R.O.C.S. medical 0+' remineralizing gel. The objective QLF data fully confirm the external elimination of white spots, and their almost complete disappearance is noted.

Conclusion. Quantitative light-induced fluorescence and its parameters are essential not only for understanding the effectiveness of the applied techniques for bleaching, microabrasion, remineralization and other manipulations but also for their safety for dental enamel.

Key words: quantitative light-induced fluorescence, bleaching, microabrasion, remineralization, review.

For citation: Akulovich AV, Nikiforova GG, Korostelev AA, Matelo SK. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) for diagnosis of enamel condition during various dental procedures. *Parodontologiya*. 2023;28(1):55-65 (in Russ.). <https://doi.org/10.33925/1683-3759-2023-28-1-55-65>.

АКТУАЛЬНОСТЬ

На клиническом приеме у специалистов стоматологического профиля регулярно возникает необходимость в проверке состояния эмали при различных клинических манипуляциях.

Для этих целей стоматологи традиционно используют методы витального окрашивания метиленовым синим, тесты по Окушко (ТЭР-тест), КОСРЭ-тест и ряд других. Методы простые, но достаточно субъективные и не показывающие наглядно динамические изменения, происходящие в эмали зубов.

Из аппаратных методов, разработанных за последние годы и заслуживших наибольшее признание, следует отметить технологию Q-гау, которая основана на эффекте светоиндуцированной флуоресценции и дает возможность выявить области подповерхностной деминерализации эмали в зоне диагностики, выводя ее на экран монитора и позволяя получить цветовой анализ в изображении *in vivo*, *in situ*. Тем самым можно проводить измерения де- и remineralization, контролировать и предотвращать появление кариозных поражений, что принципиально меняет подход к лечению, сохраняя без препарирования и пломбирования твердые ткани зуба, провести раннее своевременное лечение кариеса с использованием неинвазивных методов.

Технология Q-гау помогает делать изображения при естественном освещении и количественной светоиндуцированной флуоресценции (QLF™), а затем использовать их для диагностики, анализа и хранения в центральной базе вместе с данными пациента, что обеспечивает отличную информационную коммуникацию на клиническом приеме специалистов разных стоматологических профилей (рис. 1).

В этих изображениях деминерализованные области (например, белые пятна) отображаются в виде темных пятен, где потеря флуоресценции коррелирует с потерей минералов [1]. Области, в которых накапливаются пигменты порфирины, генерируемые (анаэробной) бактериальной активностью, отображаются ярким красно-оранжевым цветом (красная флуоресценция или радиочастотные области) [2-4].

Это помогает устанавливать значения, которые можно наблюдать визуально, документировать в цифровом виде и количественно оценивать [5].

С помощью метода Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF) можно получить различные параметры: ΔF , $\Delta F \max$, ΔQ , Area, ΔR , $\Delta R \max$, $\Delta R \text{ Area}$ (рис. 2) и Simple Hygiene Score™ (оценка уровня гигиены полости рта) (рис. 3).

ΔF – степень средней потери интенсивности флуоресценции, измеренная относительно интенсивности флуоресценции реконструированной поверх-

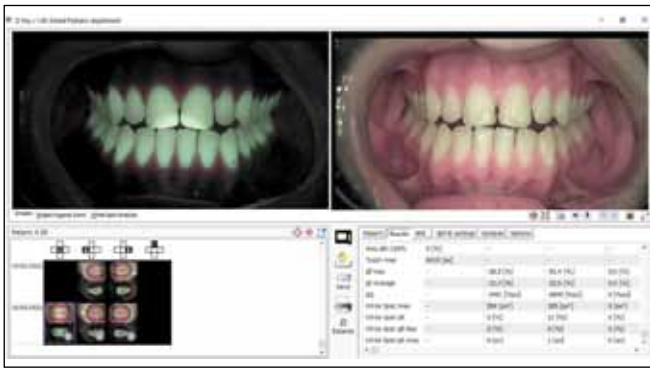


Рис. 1. Главный экран программного обеспечения Q-Ray. Вверху изображение в QLF (слева) и при естественном освещении (справа)
Fig. 1. The Q-Ray software home screen. QLF (left) and natural light (right) images are at the top



Рис. 2. Анализ с деминерализованными областями, справа таблица значений анализа
Fig. 2. Analysis of the demineralized areas and the table of analysis parameter values (right)

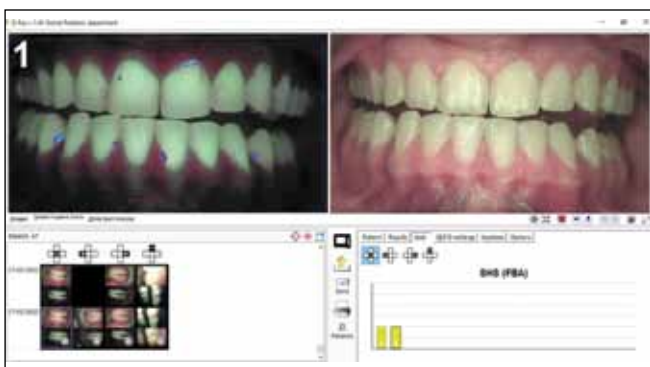


Рис. 3. Главный экран с вкладкой Simple Hygiene Score. Обнаруженная красная флуоресценция отображается псевдоокрашенным синим цветом. Номер анализа SHS™ («1» в данном случае) отображается в верхнем левом углу
Fig. 3. Home screen with the Simple Hygiene Score tab. The detected red fluorescence is displayed by blue discolorations. The SHS analysis number ("1" in this case) is displayed in the upper left corner

ности. Значение связано с потерей минерального состава при поражении и с глубиной поражения. Большее отрицательное число указывает на более глубокое поражение.

ΔF_{max} – глубина поражения. Наибольшее значение ΔF , измеренное внутри контура. Показатель максимальной глубины поражения.

ΔQ – объем поражения. Технически это интеграл от ΔF по площади контура. Практически – мера объема поражения. Наибольшие значения ΔQ указывают на большее поражение.

Area – область поражения. Количество пикселей в контуре, которые соответствуют значениям ΔF (определяемым как пиксели с интенсивностью флуоресценции, меньшей, чем у реконструированной поверхности на 5% и более).

ΔR – область с бактериальной активностью. Область поражения, в которой отображается красная флуоресценция, повышенная на 30% или более по сравнению со средним показателем ткани зуба в контуре.

ΔR_{max} – максимальная бактериальная активность. Наибольший рост ΔR измеряется в процентах от средней красной флуоресценции в контуре. Это значение составляет 30% или выше, но в случае отсутствия или небольшого количества красной флуоресценции при поражении оно может быть равно 0.

ΔR_{Area} – площадь бактериальной активности. Количество пикселей поражения, с помощью которых отображается повышенная красная флуоресценция.

Simple Hygiene Score™ (SPS™) – оценка уровня гигиены полости рта.

Значение от 0 до 5 получается из процента общей площади зуба в пределах контура, на котором отображается повышенная красная флуоресценция. Значение SPS™, равное 0, означает почти полное отсутствие повышенной красной флуоресценции, что указывает на отсутствие или небольшую бактериальную активность, хорошую гигиену полости рта и низкий риск возникновения кариеса. Значение SPS™, равное 5, означает интенсивность повышенной красной флуоресценции и указывает на высокую бактериальную активность, плохую гигиену полости рта и высокий риск возникновения кариеса.

Area $\Delta R > 30\%$ – доля общей поверхности зуба в контуре, которая отображается красным свечением и на 30% больше среднего.

Area $\Delta R > 120\%$ – доля общей поверхности зуба в контуре, которая отображается красным свечением и на 120% больше среднего.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Метод QLF повышает визуальный контраст между здоровой и патогенной тканями в полости рта [6]. Он основан на том факте, что разные (органические) вещества во рту поглощают свет определенной длины волны (разного цвета), а затем повторно излучают

поглощенную энергию на другой длине волны. При отфильтровывании света освещения получается флуоресцентное изображение, или изображение QLF.

Данный метод заключается в облучении импульсным потоком синего света с длиной волны 405 нм, который генерирует флуоресцентный отклик на воздействие эмалево-дентинного соединения коронки зуба (зеленая автофлуоресценция) и порфиринов, генерируемых бактериями (красная флуоресценция) [7]. При использовании специального фильтра QLF синий свет освещения отфильтровывается (рис. 4). В результате в глаза или в камеру падает только флуоресцентный отклик на воздействие.

Применение метода QLF дает дополнительный инструмент практикующему стоматологу или гигиенисту стоматологическому, позволяя выявить пато-

логический процесс на самой ранней стадии, провести диагностику состояния эмали зубов, обнаружить зубной налет без окрашивания и оценить его точное количество, скрытые очаги деминерализации эмали и кариозного поражения, трещины, зубной камень, оценить состояние гигиены полости рта.

Метод разрабатывался и исследовался в течение более чем 20 лет голландским ученым E. de Josselin de Jong (компания Inspektor Research Systems, Нидерланды) и стал стандартом для измерения де- и реминерализации in vivo [8]. Была изобретена комбинация длин волн синего света и фильтра QLF и разработаны алгоритмы измерения и количественной оценки потерь минералов.

В литературе часто упоминается возможность и преимущества использования QLF в стоматологиче-



Рис. 4. Техническая схема методики
Fig. 4. Technical scheme of the methodology



Рис. 5. Программное стоматологическое обеспечение Q-ray для измерения, хранения и анализа данных
Fig. 5. Q-ray dental software for data measurement, storage and analysis



Рис. 6. Qraycam pro. Камера для панорамной съемки. Позволяет делать не только фото, но и видео, подключается к настольному ПК или ноутбуку с программным обеспечением Q-ray

Fig. 6. Qraycam pro. Camera for full-arch imaging. It makes photos and videos possible.

It connects to a desktop PC or laptop with Q-ray software



Рис. 7. Qscan plus. Прибор для проверки гигиены полости рта и состояния здоровья зубов в клинических и домашних условиях у всех членов семьи
Fig. 7. Qscan plus. A device for oral hygiene and dental health exam in the clinic and at home for all family members



Рис. 8. Интраоральная камера Qraypen C, которую удобно использовать в труднодоступных областях: подключается к настольному ПК или ноутбуку с программным обеспечением Q-ray (а) и пример получаемого с ее помощью изображения (б, в)

Fig. 8. Qraypen C intraoral camera, which is convenient to use in hard-to-reach areas. It connects to a desktop PC or laptop with Q-ray software (a); and an example of the obtained image (b, c)

ской практике, доказана большая востребованность и эффективность технологии [9-11].

Со временем проект Inspektor Research Systems собрал международную команду стоматологов и медицинских специалистов из Нидерландов, Южной Кореи и США. На сегодняшний день научно-производственный тандем компаний AIOBIO (Южная Корея) и Inspektor Research Systems (Нидерланды) занял прочные позиции в направлении исследований и разработок в этой области.

Метод QLF уже используется во всем мире для диагностики стоматологических заболеваний и проверки эффективности средств по уходу за полостью рта. Вместе с тем научные изыскания в области флу-

оресцентных методов продолжают, расширяя показания к практическому применению [12].

Медицинская технология QLF, сканер медицинский стоматологический, модели Qraycam pro, Qraypen C и Qscan plus зарегистрированы в Федеральной службе по надзору в сфере здравоохранения от 25 декабря 2020 г. № РЗН 2020/13044 и допущены к обращению на территории Российской Федерации.

Для применения метода QLF на клиническом приеме используется комплект оборудования: стоматологическая программа Q-ray (рис. 5); Qraycam pro камера для панорамной съемки (рис. 6); Qscan plus (рис. 7); интраоральная камера Qraypen C (рис. 8а-в).

Клинический пример 1

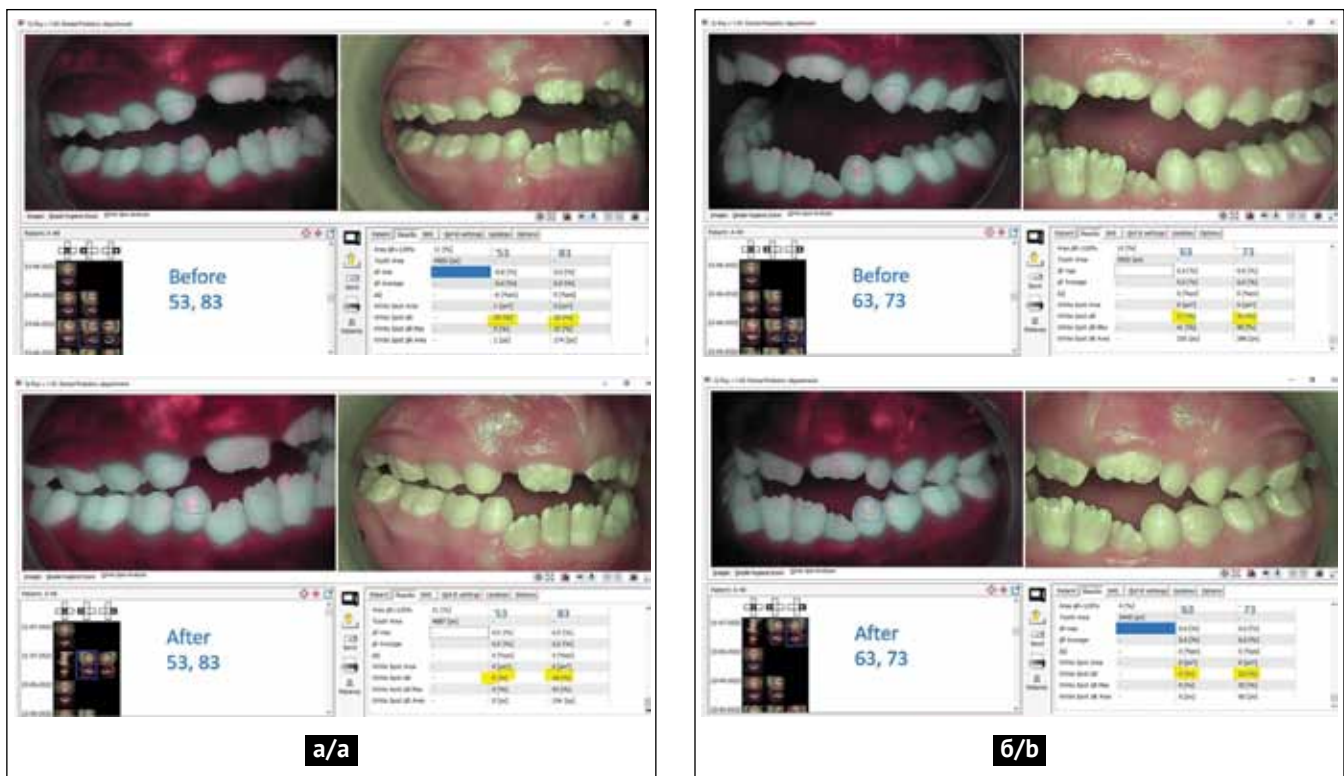


Рис. 9. Пациент М., 6 лет. Диагноз: K00.30 – флюороз зубов (эндемический).

Результаты QLF-диагностики до и через 30 дней после ремтерапии.

Анализ белого пятна на зубах 5.3, 6.3 (а) и 6.3, 7.3 (б) до и после курса реминерализационной терапии

Fig. 9. Patient M., 6 years old. Diagnosis: K00.30 Dental fluorosis (endemic).

QLF diagnosis results before and 30 days after remineralization therapy.

White spot analysis of teeth 53, 63 (a) and 63, 73 (b) before and after the course of remineralization therapy



Рис. 10. Пациент М., 6 лет. Фотопротокол в те же даты

Fig. 10. Patient M., 6 years old. Same days' pictures

Клинический пример 1

Пациент М., 6 лет. Жалобы (родителей) на наличие белых пятен на передних зубах.

Место рождения и проживания: Московская область, г. Красногорск.

Развитие настоящего заболевания со слов родителей: белые пятна появились после прорезывания постоянных зубов.

Диагноз: K00.30 Флюороз зубов (эндемический).

Лечение: назначен курс реминерализующего геля R.O.C.S. medical 0+ (для детей и подростков) аппликациями один раз в день в полиуретановой капле в течение одного месяца.

В данном клиническом кейсе мы провели анализ белых пятен в области зубов 5.3, 6.3, 7.3, 8.3. Соответствующие пороговые значения анализа для ΔR и ΔF очень близки к измеренным значениям. Это означает, что вычисленные ΔR и ΔF в некоторых случаях будут равны нулю. Мы убрали значение ΔF (почти все 0) и сосредоточились только на белом пятне ΔR .

Таким образом, White Spot ΔR – область белого пятна с бактериальной активностью – у зубов 5.3, 6.3 выявлена положительная динамика и результат на 100%, зуб 7.3 – на 19%, площадь белого пятна у зуба 8.3 с бактериальной активностью (White Spot ΔR Area) уменьшилась на 11%.

Анализируемые данные показывают очень высокую эффективность проведенной терапии с применением реминерализующего геля R.O.C.S. medical 0+. На части зубов внешние устранения белых пятен полностью компенсируются объективными данными QLF, наблюдается практически полное исчезновение.

Результаты QLF-диагностики до и через 30 дней после ремтерапии (рис. 9). Фотопротокол пациента М., 6 лет, в те же даты приведен на рис. 10.

Клинический пример 2

Пациентка Ж., 28 лет. Жалобы на наличие коричневых пятен на всех зубах.

Место рождения и проживания: Республика Мордовия, г. Саранск.

Развитие заболевания: со слов пациентки, коричневые пятна появились сразу после прорезывания постоянных зубов.

Диагноз: K00.30 Флюороз зубов (эндемический).

Лечение: проведена процедура микроабразии эмали зубов на верхней челюсти препаратом Opalustre (Ultradent) (рис. 11), назначен курс реминерализационной терапии гелем R.O.C.S. medical minerals с ежедневными однократными аппликациями в индивидуальной капле на один месяц, курс домашнего отбеливания (рис. 12).

На всех этапах реализации данной клинической схемы пациентке проведена QLF-диагностика.

В данном клиническом кейсе №2 выполнен анализ QLF на этапах лечения флюороза зубов в области зуба 2.1, после микроабразии зубов, назначения курса реминерализующей терапии R.O.C.S. medical, курса домашнего отбеливания (рис. 13).

Показатели после микроабразии зубов ΔF -8.0 [%], ΔF_{max} -20.0 [%], ΔQ -954 [% px], Area 119 [px] и ΔR 0 [%].

И в завершение всего лечения ΔF -5.2 [%], ΔF_{max} -5.3 [%], ΔQ -21% [% px], Area 4 [px], ΔR 0 [%] показатели минеральных компонентов улучшились.

Таким образом, получена положительная динамика с применением метода QLF у зуба 2.1 – средняя потеря минеральных компонентов эмали ΔF уменьшилась на 35%, максимальная потеря минеральных компонентов ΔF_{max} – на 73%, ΔQ объем поражения – на 98%, площадь потери минеральных компонентов White Spot Area на 97%.

Клинический пример 2

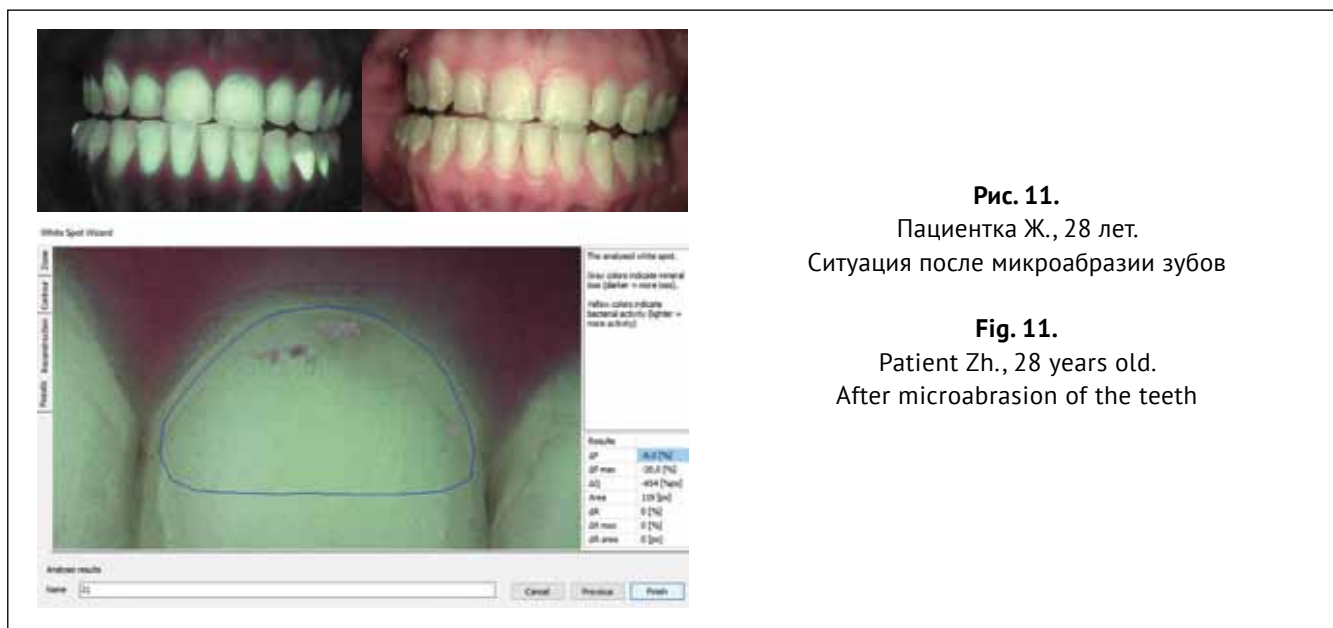


Рис. 11.
Пациентка Ж., 28 лет.
Ситуация после микроабразии зубов

Fig. 11.
Patient Zh., 28 years old.
After microabrasion of the teeth

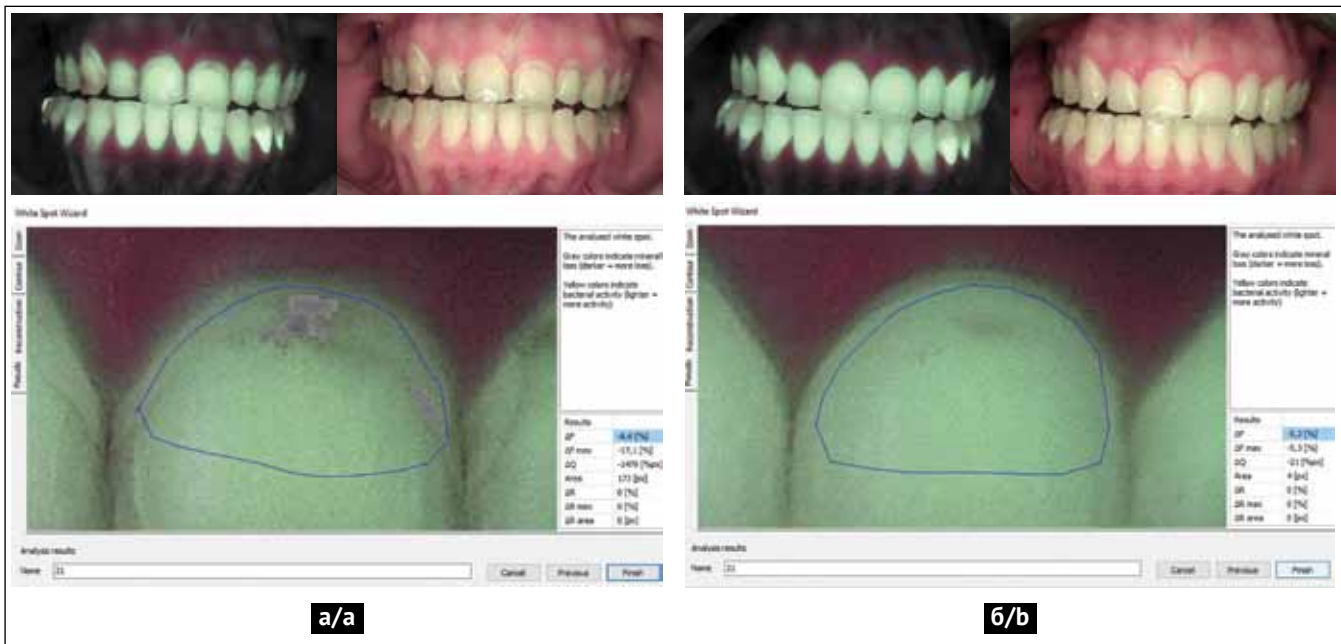


Рис. 12. Пациентка Ж., 28 лет. После курса реминерализующей терапии (а) и домашнего отбеливания зубов (б)
Fig. 12. Patient Zh., 28 years old. After a course of remineralization therapy (a) and home teeth whitening (b)



Рис. 13. Пациентка Ж., 28 лет. Фотопротокол в те же самые даты
Fig. 13. Patient Zh., 28 years old. Same days' clinical pictures

Клинический пример 3

Пациент М., 32 года. Жалобы на наличие белых пятен на центральных резцах, неудовлетворенность имеющимся цветом зубов в целом.

Место рождения и проживания: г. Новосибирск.

Развитие настоящего заболевания: со слов пациента, белые пятна на центральных зубах появились в детстве.

Диагноз: K00.4 Гипоплазия эмали.

Лечение: курс домашнего отбеливания ZOOM Day White 9,5% в индивидуальных капках в течение 27 дней, курс реминерализационной терапии гелем R.O.C.S. medical minerals ежедневными однократными аппликациями в индивидуальной капле 1 месяц, проведение процедуры композитной инфильтрации ICON в области зубов 1.1, 2.1, курс R.O.C.S. medical minerals ежедневно однократно в течение 2 месяцев.

В данном клиническом кейсе №3 анализ QLF на этапах лечения гипоплазии эмали зубов 11.21 до проведения метода Icon, сразу после лечения Icon и курса реминерализующей терапии (рис. 14).

До начала процедуры композитной инфильтрации ICON показатели зуба 11 равняются ΔF -11.3 [%], ΔF_{max} -25.0 [%], ΔQ -16622 [% px], Area 1469 [px] и ΔR 0 [%]. Зуба 21 – ΔF -7.4 [%], ΔF_{max} -19.4 [%], ΔQ -7896 [%px], Area 1070 [px] и ΔR 0 [%].

Сразу после процедуры композитной инфильтрации ICON зуба 11 показатели улучшились и составляли ΔF -5.9 [%], ΔF_{max} -8.9 [%], ΔQ -775 [% px], Area 132 [px] и ΔR 0 [%]. Зуба 21 – ΔF -6.2 [%], ΔF_{max} -10.4 [%], ΔQ -710 [% px], Area 115 [px] и ΔR 0 [%].

После завершения курса реминерализующей терапии R.O.C.S. medical показатели минеральных компонентов зуба 11 улучшились: ΔF -5.9 [%], ΔF_{max} -8.7 [%], ΔQ -1094 [% px], Area 185 [px] и ΔR 0 [%]. Зуба 21 – ΔF -5.9 [%], ΔF_{max} -9.2 [%], ΔQ -806 [% px], Area 137 [px] и ΔR 0 [%].

После завершения курса лечения получена положительная динамика у зуба 1.1 – средняя потеря минеральных компонентов эмали уменьшилась ΔF на 48%, максимальная потеря минеральных компонентов ΔF_{max} – на 38%, ΔQ объем поражения на 97%, площадь потери минеральных компонентов White Spot Area на 97%.

Зуб 2.1 – средняя потеря минеральных компонентов эмали уменьшилась ΔF на 20%, максимальная потеря минеральных компонентов ΔF_{max} на 52%, ΔQ объем поражения на 90%, площадь потери минеральных компонентов White Spot Area на 87%.

Таким образом, получены данные лечения гипоплазии эмали с проведением процедуры композитной инфильтрации ICON в области зубов 1.1, 2.1 и курса R.O.C.S. medical minerals с применением метода QLF (рис. 15).

Клинический пример 3

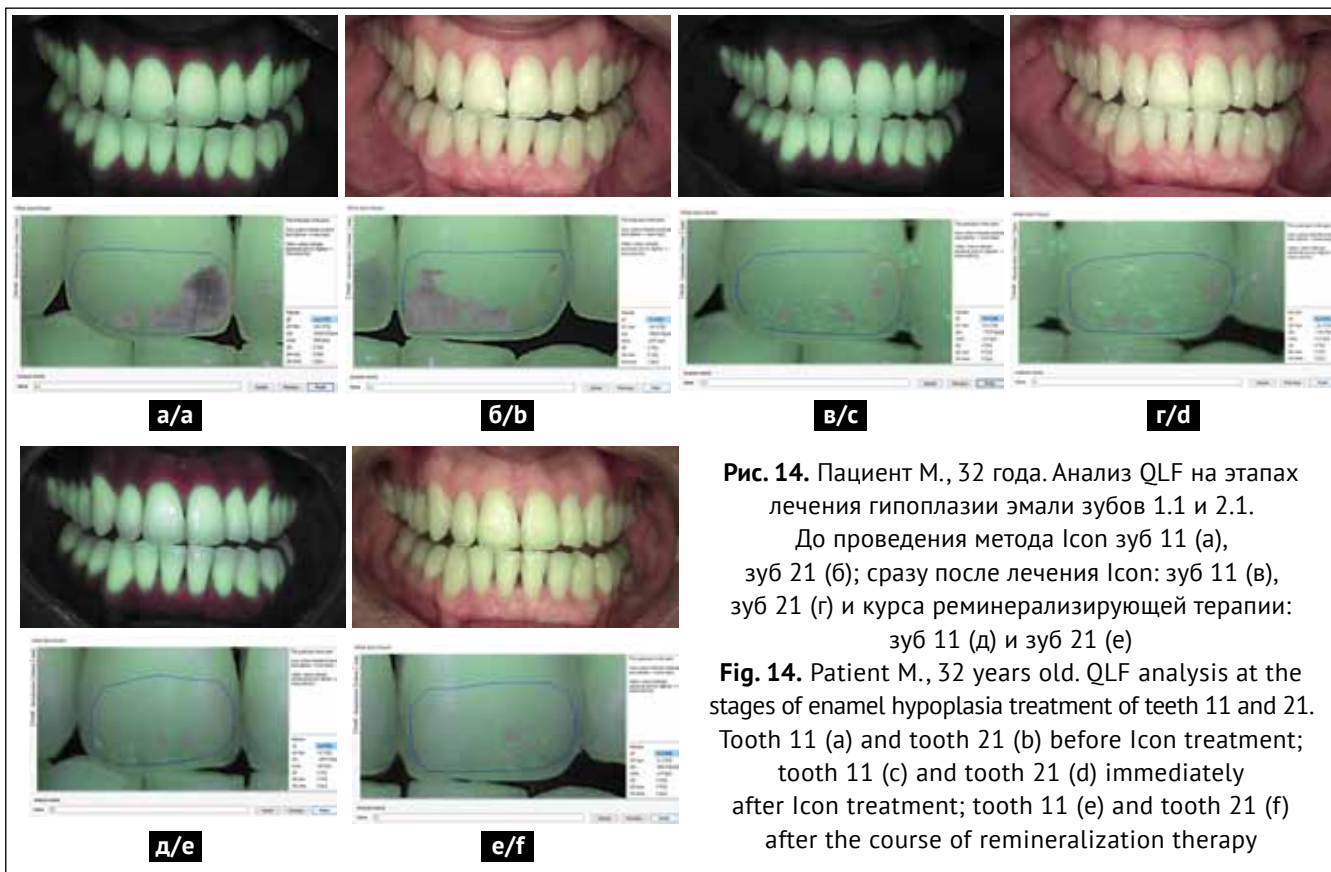


Рис. 14. Пациент М., 32 года. Анализ QLF на этапах лечения гипоплазии эмали зубов 1.1 и 2.1.

До проведения метода Icon зуб 11 (а), зуб 21 (б); сразу после лечения Icon: зуб 11 (в), зуб 21 (г) и курса реминерализующей терапии: зуб 11 (д) и зуб 21 (е)

Fig. 14. Patient M., 32 years old. QLF analysis at the stages of enamel hypoplasia treatment of teeth 11 and 21. Tooth 11 (a) and tooth 21 (b) before Icon treatment; tooth 11 (c) and tooth 21 (d) immediately after Icon treatment; tooth 11 (e) and tooth 21 (f) after the course of remineralization therapy



Рис. 15. Пациент М., 32 года. Фотопротокол в те же даты
Fig. 15. Patient M., 32 years old. Same days' clinical pictures

Клинический пример 4

Пациент М., 35 лет. Жалобы на «желтый» цвет зубов (рис. 16).

Диагноз: К.03.7. Изменение цвета твердых тканей зубов после прорезывания (дисколорит зубов).

Лечение: проведено клиническое отбеливание зубов системой ZOOM! Philips White Speed, 4 цикла по 15 минут (рис. 17), назначен курс домашнего отбеливания ZOOM Day white 9. % в индивидуальных капках 9 дней, курс реминерализующей терапии гелем R.O.C.S. medical minerals ежедневными однократными аппликациями в индивидуальной капке 2 недели (рис. 18).

В данном клиническом кейсе №4 мы выбрали максимальную потерю минеральных компонентов эмали у зуба 2.2 и провели анализ QLF на этапах лечения дисколорита зубов. До проведения отбеливания зубов, сразу и после курса домашнего отбеливания с назначением курса реминерализующей терапии R.O.C.S. medical.

До начала отбеливания зубов показатели равнялись: ΔF -7.3 [%], ΔF_{max} -10.6 [%], ΔQ -379 [% px], Area 52 [px] и ΔR 21 [%].

Сразу после клинического отбеливания показатели ухудшились и составили ΔF -12 [%], ΔF_{max} -22 [%], ΔQ -3052 [% px], Area 2 [px] и ΔR остался без изменения 21 [%].

И в завершение всего лечения показатели минеральных компонентов оказались лучше, чем были до начала лечения – ΔF -6.0 [%], ΔF_{max} -6.6 [%], ΔQ -12 [%px], Area [px] 2 и ΔR 0 [%].

Все выбранные значения анализа показали положительную динамику. Средняя потеря минеральных компонентов эмали ΔF уменьшилась на 18%, максимальная потеря минеральных компонентов ΔF_{max} – на 38%, ΔQ объем поражения на 97%, площадь потери минеральных компонентов White Spot Area на 97% и область белого пятна с бактериальной активностью White Spot ΔR – на 100 %.

Таким образом, получены данные эффективности назначенного курса отбеливания зубов с реминерализующей терапией R.O.C.S. medical minerals при использовании метода QLF (рис. 19).

Клинический пример 4

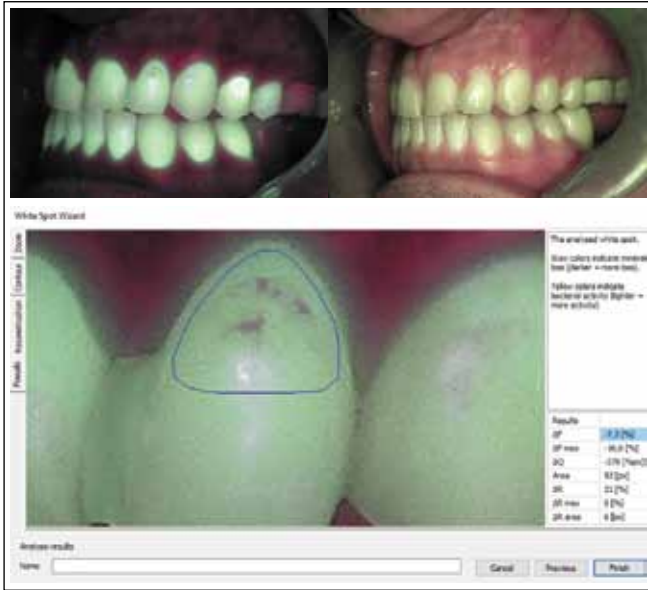


Рис. 16. Пациент М., 35 лет. Диагноз: К.03.7. Изменение цвета твердых тканей зубов после прорезывания (дисколорит зубов). Ситуация до отбеливания
Fig. 16. Patient M., 35 years old. Diagnosis: K.03.7. Posteruption color changes of dental hard tissues (tooth discoloration). Before bleaching



Рис. 17. Пациент М., 35 лет. Ситуация сразу после процедуры клинического отбеливания
Fig. 17. Patient M., 35 years old. Immediately after in-office bleaching

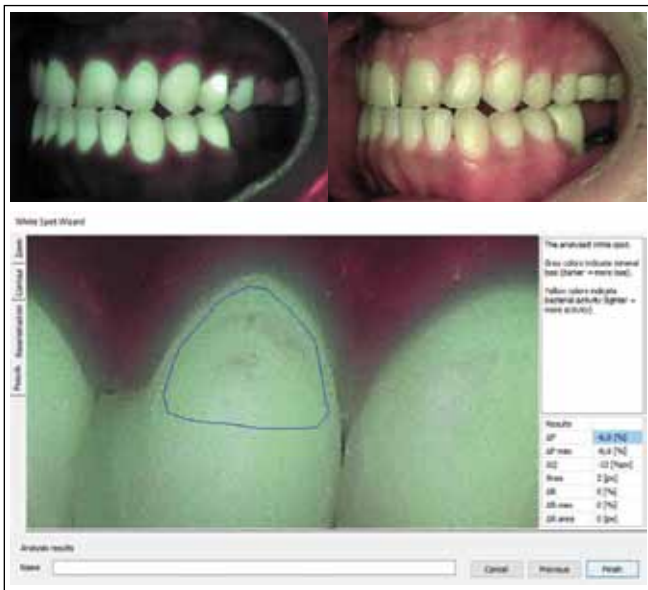


Рис. 18. Пациент М., 35 лет. Ситуация после курса домашнего отбеливания и курса реминерализирующей терапии
Fig. 18. Patient M., 35 years old. After a course of home whitening and a course of remineralization therapy



Рис. 19. Пациент М., 35 лет. Фотопротокол в те же самые даты
Fig. 19. Patient M., 35 years old. Same days' clinical pictures

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Представленный в данной статье метод количественной светоиндуцированной флуоресценции (QLF), широко применяемый для диагностики состояния эмали при различных стоматологических вмешательствах, позволяет как неинвазивно, быстро и

объективно оценить состояние гигиенического статуса ротовой полости пациента, так и динамически определить уровень де- и реминерализации эмали. Это крайне важные параметры не только понимания эффективности используемых методик отбеливания, микроабразии, реминерализации и других, но и их безопасности по отношению к эмали зубов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hafström-Björkman U, Sundström F, de Josselin de Jong E, Oliveby A, Angmar-Månsson B. Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries Research*. 1992;26(4):241-247.
doi: 10.1159/000261446
2. König K, Hibst R, Meyer H, Flemming G, Schneckenburger H. Laser-induced autofluorescence of carious regions of human teeth and caries-involved bacteria. *Dental Applications of Lasers*. 1993;2080:170-180.
doi: 10.1117/12.166180
3. Lennon AM, Buchalla W, Brune L, Zimmermann O, Gross U, Attin T. The ability of selected oral microorganisms to emit red fluorescence. *Caries Research*. 2006;40(1):2-5.
doi: 10.1159/000088898
4. Coulthwaite L, Pretty IA, Smith PW, Higham SM, Verran J. Qlf is not readily suitable for in vivo denture plaque assessment. *Journal of Dental Research*. 2009;37(11):898-901.
doi: 10.1016/j.jdent.2009.07.002
5. Waller E, CJ van Daelen, van der Veen MH. White Paper on QLF. [Интернет]. 2012 [cited 2012 June 18]. Режим доступа:
<http://www.inspektor.nl/download/Whitepaper-QLF-11.pdf>
6. Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ. Quantitative light-induced fluorescence (QLF): A method for assessment of incipient caries lesions. *Dento maxillo facial radiology*. 2001;30(6):298-307.
doi: 10.1038/sj/dmfr/4600644
7. Колтовой НА, редактор. Флуоресценция. Книга 4, часть 1. Москва. 2022. 297 с. Режим доступа:
https://mail.koob.ru/koltovoy/kniga_4_fluorestsentsiya
8. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Månsson B. Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries research*. 2001;35(1):21-6.
doi: 10.1159/000047426
9. Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Tranaeus S, Angmar-Månsson B, Stösser L. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) - a potential method for the dental practitioner. *Quintessence International*. 2003;34(3):181-188. Режим доступа:
<file:///C:/Users/irakn/Downloads/210Quantitativelight-inducedfluorescenceQuintessenceInt2003.pdf>
10. Гегамян АО, Сарап ЛР, Зейберг АЮ. Оценка скорости реминерализации эмали при помощи количественной светоиндуцированной флуоресценции. *Клиническая стоматология*. 2021;24(4):13-17.
doi: 10.37988/1811-153X_2021-4-13
11. Waller E, de Josselin de Jong E and van der Veen MH. QLF: A new diagnostic tool for oral health assessment. *Woman Dentist Journal*. 2003;1:8-16,60. Режим доступа:
<https://www.dentistryiq.com/front-office/software/article/16350906/qlfa-new-diagnostic-tool-for-oral-health-assessment>
12. Ваек-II Kim, редактор. Quantitative Light-induced Fluorescence. In Book: Detection and Assessment of Dental Caries. *Springer*. 2020;177-188.
doi: 10.1007/978-3-030-16967-1_16

REFERENCES

1. Hafström-Björkman U, Sundström F, de Josselin de Jong E, Oliveby A, Angmar-Månsson B. Comparison of laser fluorescence and longitudinal microradiography for quantitative assessment of in vitro enamel caries. *Caries Research*. 1992;26(4):241-247.
doi: 10.1159/000261446
2. König K, Hibst R, Meyer H, Flemming G, Schneckenburger H. Laser-induced autofluorescence of carious regions of human teeth and caries-involved bacteria. *Dental Applications of Lasers*. 1993;2080:170-180.
doi:10.1117/12.166180
3. Lennon AM, Buchalla W, Brune L, Zimmermann O, Gross U, Attin T. The ability of selected oral microorganisms to emit red fluorescence. *Caries Research*. 2006;40(1):2-5.
doi: 10.1159/000088898
4. Coulthwaite L, Pretty IA, Smith PW, Higham SM, Verran J. Qlf is not readily suitable for in vivo denture plaque assessment. *Journal of Dental Research*. 2009;37(11):898-901.
doi: 10.1016/j.jdent.2009.07.002
5. Waller E, CJ van Daelen, van der Veen MH. White Paper on QLF. [Internet]. 2012 [cited 2012 June 18]. Available from:
<http://www.inspektor.nl/download/Whitepaper-QLF-11.pdf>
6. Angmar-Mansson B, ten Bosch JJ. Quantitative light-induced fluorescence (QLF): A method for assessment of incipient caries lesions. *Dento maxillo facial radiology*. 2001;30(6):298-307.
doi: 10.1038/sj/dmfr/4600644
7. Koltovoy NA, editor. Fluorescence. Volume 4 Part 1. Moscow. 2022. 297 p. (In Russ.) Available from:
https://mail.koob.ru/koltovoy/kniga_4_fluorestsentsiya
8. Shi XQ, Tranaeus S, Angmar-Månsson B. Comparison of QLF and DIAGNOdent for quantification of smooth surface caries. *Caries research*. 2001;35(1):21-6.
doi: 10.1159/000047426
9. Kühnisch J, Heinrich-Weltzien R, Tranaeus S, Angmar-Månsson B, Stösser L. Quantitative light-induced fluorescence (QLF) - a potential method for the dental practitioner. *Quintessence International*. 2003;34(3):181-188. Available from:
<file:///C:/Users/irakn/Downloads/210Quantitativelight-inducedfluorescenceQuintessenceInt2003.pdf>

10. Gegamyan AO, Sarap LR, Zeibert AYu. Evaluation of enamel remineralization rate by quantitative light-induced fluorescence. *Clinical Dentistry*. 2021;24(4):13-17 (In Russ.).

doi: 10.37988/1811-153X_2021-4-13

11. Waller E, de Josselin de Jong E and van der Veen MH. QLF: A new diagnostic tool for oral health assessment. *Woman Dentist Journal*. 2003;1:8-16,60.

Available from:

<https://www.dentistryiq.com/front-office/software/article/16350906/qlfa-new-diagnostic-tool-for-oral-health-assessment>

12. Baek-II Kim, редактор. Quantitative Light-induced Fluorescence. In Book: Detection and Assessment of Dental Caries. *Springer*. 2020;177-188.

doi: 10.1007/978-3-030-16967-1_16

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Автор, ответственный за связь с редакцией:

Акулович Андрей Викторович, кандидат медицинских наук, профессор, Российский университет дружбы народов, Москва; «Центр отбеливания зубов профессора Акуловича», Москва, Российская Федерация

Для переписки: dr.akulovich@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9496-7076>

Никифорова Галина Геннадьевна, гигиенист стоматологический «Клиника Модиной»

Для переписки: gala-g26@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1772-2552>

Коростелев Александр Андреевич, врач-стоматолог, клиника «Все свои», Москва, Российская Федерация

Для переписки: dr.korostelev@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5765-9933>

Матело Светлана Константиновна, кандидат медицинских наук, генеральный директор ООО «Диарси», Москва

Для переписки: svetlana.matelo@globaldrc.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1752-042X>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Corresponding author:

Andrey V. Akulovich, DDS, PhD, Professor, Peoples' Friendship University of Russia, Moscow; "Professor Akulovich Teeth Bleaching Center", Moscow, Russian Federation

For correspondence: dr.akulovich@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9496-7076>

Galina G. Nikiforova, RDH, "Modina Clinic", Moscow, Russian Federation

For correspondence: gala-g26@yandex.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-1772-2552>

Alexander A. Korostelev, DMD, dentist, "Vse svoi" dental clinic, Moscow, Russian Federation

For correspondence: dr.korostelev@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-5765-9933>

Svetlana K. Matelo, DDS, PhD, General Director of "DRC" LLC, Moscow Russian Federation

For correspondence: info@dda-russia.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1752-042X>

Конфликт интересов:

Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов / Conflict of interests:

The authors declare no conflict of interests

Поступила / Article received 13.12.2022

Поступила после рецензирования / Revised 11.01.2023

Принята к публикации / Accepted 10.03.2023