

*А.О. Гегамян, А.А. Лыткина, Л.Р. Саран, А.Ю. Зейберт, Н.А. Бауэр*

## **Метод количественной свето-индуцированной флюоресценции в сравнительной оценке показателей реминерализации эмали в естественных условиях и при реминерализирующей терапии**

Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул, Россия

**Аннотация.** В данной статье оценивается скорость реминерализации эмали у пациентов с очаговой деминерализацией после лечения несъемной ортодонтической аппаратурой (брекет-система) при помощи внутриротовой камеры «Qrayen™» и программного обеспечения «Qray» (Inspektor Research Systems BV) в двух сравнительных группах. В первой группе учитывалась естественная реминерализация за счет восстановительных свойств слюны, во второй группе для реминерализации эмали использовался гель «R.O.C.S. Medical Minerals». В ходе оценки результатов реминерализации, полученных в двух сравнительных группах, были сделаны выводы о том, что полное восстановление эмали за счет исключительно реминерализирующих свойств слюны у пациентов после ортодонтического лечения не состоялось. И, напротив, в группе, где для реминерализации эмали применялся гель «R.O.C.S. Medical Minerals», показатель уровня убыли минеральных компонентов через две недели снизился на 20 %, а к шестой достиг показателей снижения уровня деминерализации 50 % от исходного.

**Ключевые слова:** реминерализация, слюна, количественная свето-индуцированная флюоресценция, R.O.C.S. Medical Minerals.

### **Вступление**

Очаговая деминерализация эмали обусловлена несколькими факторами. На начальном этапе убыль минеральных компонентов эмали обратима и, следовательно, имеет клинически большое значение. В период активной фазы ортодонтического лечения количество факторов, которые могут спровоцировать развитие кариеса, увеличивается в несколько раз, а число кариеспротективных факторов остается неизменным [3].

Места травматизации слизистой оболочки рта металлическими замками и лигатурой являются дополнительными пунктами скопления мягкого зубного налета, что обуславливает ухудшение процесса самоочищения, затруднение и усложнение гигиенического ухода, количественное и качественное изменение микрофлоры, нарушение динамического равновесия и обменных процессов в полости рта [2]. Вследствие плохой гигиены полости рта повышается накопление биопленки вокруг основания брекетов; снижается рН продуктов метаболизма ее обитателей и индуцируется деминерализация эмали, которая обнаружи-

вается уже в течение нескольких недель после фиксации брекет-системы на поверхности зубов.

Реминерализация – это физиологический процесс восстановления бесполостных поражений эмали ионами кальция и фосфатов, потенцируемый фторидами, в результате которого обновляются остатки кристаллической решетки эмали в участках, ранее подвергшихся деминерализации (Laurence J., Walsh, Australia).

Выделяют два вида реминерализации – естественную и искусственную.

Естественная (физиологическая) – естественный метод восстановления эмали, не требует проведения стоматологических манипуляций, и восстановление уровня микроэлементов в эмали зубов происходит без помощи врача при определенных условиях:

- хорошая гигиена рта;
- сбалансированное питание;
- качественный и количественный состав слюны;
- питьевая вода (оптимальное содержание фторидов);
- лечебно-профилактические средства для ежедневной гигиены рта соответственно возрасту.

Естественным источником для реминерализации эмали является слюна. Слюна перенасыщена ионами фосфора и кальция. Фосфат в слюне содержится в двух формах – связанной с белком и другими соединениями и свободной, ионизированной. Содержание общего фосфата в слюне достигает 7,0 ммоль/л, из них 70 % приходится на долю неорганического фосфата. Неорганический фосфат представлен  $\text{HPO}_4^{2-}$  и  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ , которые образуют фосфатную буферную систему. Содержание кальция в слюне колеблется от 1,0 до 3,0 ммоль/л. Как и фосфаты, кальций находится в ионизированной форме и в соединении с белками [1]. Именно кальций и соединения фосфора насыщают эмаль, поддерживая равновесие в процессах де- и реминерализации.

Искусственная реминерализация заключается в нанесении на поверхность зубов препаратов, включающих в свой состав необходимые для эмали микроэлементы.

В настоящее время в арсенале стоматологов и стоматологических гигиенистов большое количество средств, предлагаемых производителями для проведения реминерализующей терапии. В большинстве своем они имеют похожие составы: соединения кальция, магния, фосфора, фтора, необходимые для восстановления минерального состава эмали при контакте с ней. Именно выверенно сбалансированные минеральные комплексы, не имеющие ограничений по возрасту и противопоказаний к применению, считаются наиболее эффективными для проведения реминерализующей терапии [5, 7].

Чтобы оценить эффективность реминерализации эмали при наличии очагов деминерализации, используют различные методики и тесты.

Самым распространенным методом определения скорости реминерализации является оценка интенсивности окраски очага деминерализации раствором 2 % метиленового синего с использованием шкалы Аксамит, однако определить площадь поражения довольно затруднительно. Существующий метод

определения кальция и фосфора в зоне эмали *in vitro* является технически сложным и непригодным на клиническом приеме [3].

В современных условиях для оценки размеров участков деминерализации рекомендуют придерживаться фотопротокола с последующей обработкой фотографий, проводить обведение меловидных пятен в специальной программе для коррекции фотографий и сравнение очагов деминерализации до и после реминерализующей терапии. К сожалению, объективность данного метода тоже можно поставить под сомнение, ведь многое зависит от качества использованного оборудования, количества бликов на поверхности зуба и фокусного расстояния.

В настоящий момент метод количественной световодуцированной флюоресценции для ранней диагностики очаговой деминерализации завоевывает популярность у врачей-стоматологов. Данный метод диагностики начальной формы кариеса базируется на способности твердых тканей зубов отражать свет (рис. 2). Здоровая эмаль без повреждений отражает свет полностью, а кариозный процесс образует в эмали

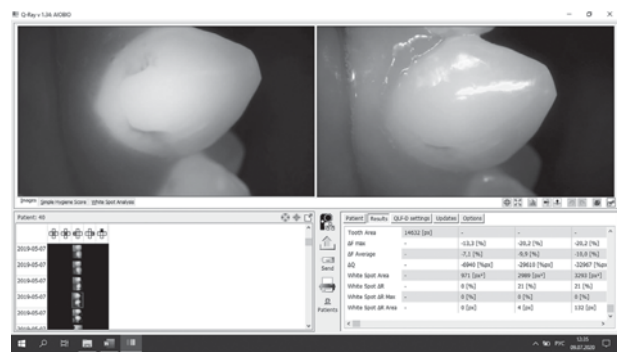


Рис. 1. Скриншот с изображением работы программного обеспечения «Qray» (Inspektor Research Systems BV) на примере исследования очага деминерализации зуба 1.3 после снятия брекет-системы.

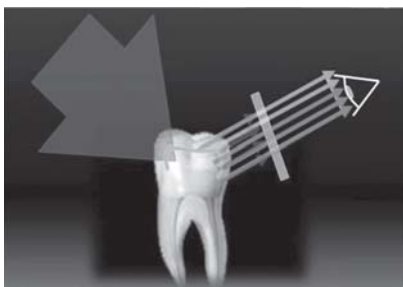


Рис. 2. Здоровая неповрежденная эмаль отражает свет, излучаемый аппаратом «Qrayen™», в полном объеме.

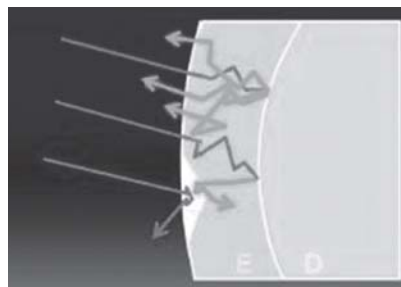


Рис. 3. При кариозном поражении в эмали образуются микрополости, поглощающие свет. На изображениях, сделанных аппаратом, данные участки выглядят как черные пятна.

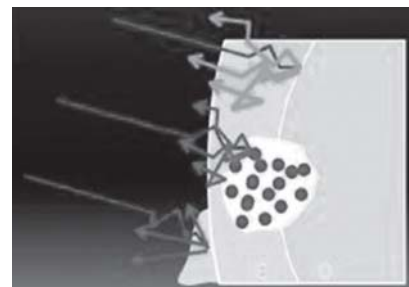


Рис. 4. Патогенная флора, обитающая в зубном налете и в кариозной полости, содержит порфирины, которые отражают свет аппарата «Qrayen™» и светятся ярко-красным и оранжевым цветом.

микрополости, которые свет рассеивают (рис. 3, 4) [6, 8, 9]. Программное обеспечение анализирует количество отраженного и рассеянного света и имеет следующие параметры (рис. 1):

1. Среднюю потерю минеральных компонентов эмали ( $\Delta F$ ).
2. Максимальную потерю минеральных компонентов ( $\Delta F_{\max}$ ).
3. Площадь меловидного пятна (Whites potarea).
4. Степень бактериальной активности в очагах поражения ( $\Delta R$ ).

Одним из главных достоинств данного метода диагностики является возможность проведения исследования *in vivo*, так как спектр излучаемого аппаратом света (420–480 нм) абсолютно безопасен для организма, количественная свето-индуцированная флюоресценция позволяет вести наблюдение за начальным кариесом в динамике, а также оценить эффективность реминерализующей терапии.

Соответственно, этот метод диагностики мы считаем наиболее безопасным, точным, специфичным, быстрым и технически легким, применяемым на клиническом приеме.

Мы задали себе вопрос: будет ли достаточно у пациентов, которые носят ортодонтическую аппаратуру и имеют в зубах очаги деминерализации, удалить фактор риска (брекет-систему), провести профессиональную гигиену рта, чтобы выяснить, способна ли слюна путем физиологической реминерализации насыть кальцием и фосфором твердые ткани зуба – эмаль? В группе сравнения было решено дополнить схему лечения применением реминерализующего геля «R.O.C.S. Medical Minerals».

**Цель** – изучить уровень восстановления очаговой деминерализации эмали естественным путем (слюна) и при применении реминерализующей терапии гелем «R.O.C.S. Medical Minerals» у пациентов, находившихся на ортодонтическом лечении после снятия брекет-системы с помощью метода QLF.

В связи в поставленной целью нужно было решить следующие задачи:

1. Применить метод QLF (количественной свето-индуцированной флюоресценции) для диагностики очаговой деминерализации у пациентов после снятия брекет-системы.
2. Изучить изменение среднего количества потери минеральных компонентов, максимального количества потери минеральных компонентов на 1, 2, 4 и 6 недель при помощи количественной свето-индуцированной флюоресценции.
3. Определить изменение показателя уровня деминерализации эмали  $\Delta F_{\max}$  на этапах динамического наблюдения пациентам, применяющим гель «R.O.C.S. Medical Minerals», и с естественным восстановлением эмали зубов.
4. Дать сравнительную характеристику результатов, полученных в двух группах исследования.

## Материалы и методы

QLF-метод диагностики начальной формы кариеса базируется на способности твердых тканей зубов отражать свет. Здоровая эмаль, без повреждений, отражает свет полностью, а кариозный процесс образует в эмали микрополости, которые свет рассеивают [7, 8]. В данном исследовании было изучено 15 зубов у шести пациентов с деминерализацией эмали после ортодонтического лечения. После снятия брекет-системы пациентам была проведена профессиональная гигиена рта с акцентом на полирование эмали. Далее осуществлена диагностика очагов деминерализации эмали аппаратом «Qгауреп™» методом количественной световой флюоресценции – Quantitative Light-induced Fluorescence (QLF) с целью определения исходного количественного показателя уровня убыли минеральных компонентов в очаге деминерализации эмали  $\Delta$ . Результаты исследования были занесены в карту пациента и таблицу Excel. Оценивались следующие показатели: средняя потеря минеральных компонентов эмали ( $\Delta F$ ), максимальную потерю минеральных компонентов ( $\Delta F_{\max}$ ), площадь меловидного пятна (Whites potarea).

В дальнейшем пациенты были разделены на две группы. Всем пациентам были даны рекомендации по гигиене рта, питанию и применению бесфтористой зубной пасты. Первой группе пациентов, в целях реминерализации эмали назначен гель «R.O.C.S. Medical Minerals», в состав которого входят биодоступные соединения кальция, фосфора и магния в сочетании с ксилитом. Применение геля «R.O.C.S. Medical Minerals» рекомендовалось ежедневно, два раза в день после индивидуальной гигиены рта. Аппликация геля проводилась с использованием индивидуальной ретенционной капы, экспозиция реминерализующего геля составляла не менее 20-ти минут. После аппликации реминерализующего геля необходимо ограничение употребления пищи и напитков в течении 50–60 минут. Во второй группе пациентов источником для восстановления минерального состава эмали являлась слюна. Контроль процесса реминерализации эмали был осуществлен на 1, 2, 4, и 6 неделе лечения. На каждом приеме проводилось исследование очагов деминерализации при помощи аппарата «Qгауреп™», а данные заносились в карту пациента и таблицу Excel.

## Результаты

По данным, полученным в ходе мониторинга пациентов с начальным кариесом на вестибулярной и оральной поверхностях после ортодонтического лечения, в исследуемой группе пациентов, где источником для восстановления минерального состава эмали являлась слюна, было выявлено изменение потери минеральных компонентов  $\Delta F$  за первую неделю с -9,5 до -9,3 % (на +0,2 %), через две недели среднее количество потери минеральных компонен-

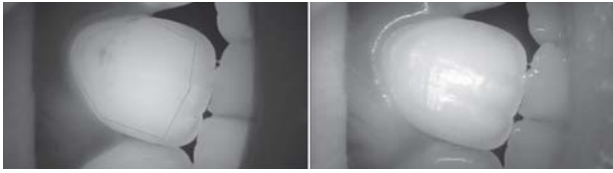


Рис. 6. Фотографія зуба 2.1, зроблена за допомогою апарату «Qгауреп™» в день звернення після професійної гігієни рота.

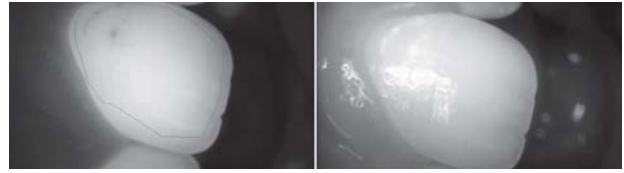


Рис.7 Фотографія зуба 2.1, зроблена за допомогою апарату «Qгауреп™» через чотири тижні.



Рис. 8. Фотографія зуба 1.2, зроблена за допомогою апарату «Qгауреп™» в день звернення.



Рис. 9. Фотографія зуба 2.1, зроблена за допомогою апарату «Qгауреп™» через чотири тижні.

тов склало -8,7 % (+0,8 %), а к концу дослідження стало рівно -8,1 % (+1,4 %), то єсть повної ремінералізації за шість тижнів не відбулося, хоча позитивна динаміка все ж була.

В досліджуєму групі пацієнтів, де в цілях ремінералізації емалі призначили гель «R.O.C.S. Medical Minerals», було виявлено зміну втрати мінеральних компонентів  $\Delta F$  за першу тиждень з -9,5 до -7,6 % (+1,9 %), через два тижні середнє кількість втрати мінеральних компонентів склало -6,65 % (+2,85 %), а к концу дослідження стало рівно -4,75 % (+4,75 %), то єсть показник демінералізації емалі за шість тижнів зменшився на 50 %.

Показник максимальної втрати мінеральних компонентів  $\Delta F_{max}$  продемонстрував негативну динаміку в групі пацієнтів, де джерелом для відновлення мінерального складу емалі була слина. Якщо в день звернення в середньому цей показник був рівний -13,8 %, то в другу тиждень значення даного показника склало -14,2 %, а к концу спостереження, т. є. на шостій тиждень, було рівно 15,55 %, що говорить про поглиблення процесу демінералізації емалі в її найглибшій точці.

В групі, де в цілях ремінералізації емалі призначено гель «R.O.C.S. Medical Minerals», показник  $\Delta F_{max}$  в першу тиждень був рівний -13,8 %, в другу -12,1 %, на 4 тиждень -9,3 % і к 6-й тиждень склав -6,9 %.

Площа меловидних плям (Whites potanalyze area) зменшувалася в течение шість тижнів, і якщо к

началу експерименту середня площа меловидного плями рівнялася 554 пікселям, то к концу дослідження вона була рівна в першій групі 258,5; а в групі 2 – 468,5 пікселям. В середньому площа очагів демінералізації зменшилася на 34 %.

### Висновки

В результаті дослідження було встановлено, що при динамічному спостереженні в течение шість місяців зміну очагів демінералізації, яке оцінювалось методом QLF (кількісної світлоіндукованої флуоресценції) при фізіологічній (естественній) ремінералізації емалі за рахунок мінералізуючого потенціалу слюни, виявлено незначительну зміну втрати мінеральних компонентів. Показник  $\Delta F$  за першу тиждень зменшився з -9,5 до -9,3 % (на +0,2 %), через два тижні середнє значення втрати мінеральних компонентів склало -8,7 % (+0,8 %), а к концу дослідження стало рівно -8,1 % (+1,4 %). Необхідно відзначити, що повного відновлення очага демінералізації в течение шість тижнів не відбулося, але позитивну динаміку все ж спостерігали за показниками середньої втрати мінеральних компонентів.

В групі, що використовувала додатковий джерело мінеральних компонентів (гель «R.O.C.S. Medical Minerals»), досліджені показники  $\Delta F$ ,  $\Delta F_{max}$ , площа меловидних плям (Whites potanalyze area) зменшилися в течение шість тижнів. В середньому площа очагів демінералізації зменшилася на 34 %.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Kosiuhа SYu, Botova DY. 1. Динаміка інтенсивності кариеса зубів у пацієнтів з несъемнимим ортодонтотическим конструкціям / S.Yu. Kosiuhа, D.Y. Botova// Medytynskiy sovet. – 2017. – №5. – с. 191–192

2. SV Chuiqyn, HH Akateva, SV Averianov. Hyhyena polosty rta pry ortodontycheskom lechenyy: uchebnoe posobyе dlia studentov stomatolohycheskoho fakulteta. – Ufa: HOU VPO «Bashkyrskiy hosudarstvennyy medytsynskiy unyversytet Roszdrava», 2011. – 105 s.
3. Ostrovskiy OV, Khramov VA, Popov TA. Byokhymiya polosty rta: Uchebnoe posobyе. - Volhohrad: VolHmu, 2010. – 184 s.
4. Holovanenko AL, Tretiakova EV, Patlusova ES, Alekseeva YV, Berezyna ES, Pershyna RH. Yssledovanye remyneralyzuiushchei aktyvnosty lekarstvennykh form dlia lecheniya nachalnoho karyesa emaly. // Farmatsiya y farmakolohiya. – 2018. - № 6 (4). – S. 380–388.
5. Sarap LR, Loshkareva KO, Rud Alu. Otsenka effektivnosti remyneralyzuiushchei terapiyy u detei shkolnoho vozrasta. Sovremennyye tekhnolohyy v stomatolohyy. Materlyaly XV nauchno-praktycheskoi konferentsyy, posviashchennoi 25-letiyu stomatolohycheskoho fakulteta altaiskoho hosudarstvennoho medytsynskoho unyversyteta. Barnaul; 2015: 88–92.
6. Zeibert Alu. SRAVNYTELNAIA OTSENKA RAZLYCHNYKH METODOV RANNEI DYAHNOSTYKY KARYESA ZUBOV; – Tekst : neposredstvennyy //Altayskiy hosudarstvennyy medytsynskiy unyversytet / Ufymtseva A.V., Sarap L.R., Hehamian A.O., Zeibert A.Iu., 2019 h., VbP. 3 (9), S. 24–24
7. Hehamian A.O. OPIYT PRYMENENIYA ZUBNYKH PAST NA OSNOVE HLYTSEROFOSFATA KALTSIYA V DETSKOM VOZRASTE; – Tekst: neposredstvennyy // OOO "Poly Medya Press" /Kudryna K.O., Zhylenko O.H., Hehamian A.O., Podzorova E.A., 2018 h., VbP. 2 (65), S. 78–82
8. Gopakumar R. Manju Gopakumar. Diagnostic Aids in Pediatric Dentistry. International Journal of Clinical Pediatric Dentistry, January-April 2011; 4 (1): 1–7: DOI:10.5005/jp-journals-10005-1073
9. Jun MK, Park SW, Lee ES, Kim BR, Kim BI. Diagnosis and management of cracked tooth by quantitative light-induced fluorescence technology. PhotodiagnosisPhotodynTher. 2019 Jun; 26: 324-326. doi: 10.1016/j.pdpdt.2019.04.025. Epub 2019 Apr 28. PMID: 31042556.

### Метод кількісної світло-індукованої флуоресценції, в порівняльній оцінці показників ремінералізації емалі в природних умовах і при ремінералізуючій терапії.

*А.О. Гегамян, А.А. Лыткина, Л.Р. Сарап, А.Ю. Зейберт, Н.А. Бауер*

**Анотація.** У даній статті оцінюється швидкість ремінералізації емалі у пацієнтів з осередковою демінералізацією після лікування незнімною ортодонтичною апаратурою (брекет-система) за допомогою внутрішньоротової камери «Qraypen™» та програмного забезпечення «Qray» (Inspektor Research Systems BV) в двох порівняльних групах. У першій групі враховувалася природна ремінералізація за рахунок відновлювальних властивостей слини, у другій групі для ремінералізації емалі використовувався гель «R.O.C.S. Medical Minerals». В ході оцінки результатів ремінералізації, отриманих в двох порівняльних групах, були зроблені висновки про те, що повне відновлення емалі за рахунок виключно ремінералізуючих властивостей слини у пацієнтів після ортодонтичного лікування не відбулося. І, навпаки, в групі, де для ремінералізації емалі застосовувався гель «R.O.C.S. Medical Minerals», показник рівня втрат мінеральних компонентів через два тижні знизився на 20%, а до шостої досяг показників зниження рівня демінералізації 50% від початкового.

**Ключові слова:** ремінералізація, слина, кількісна світло-індукована флуоресценція, R.O.C.S. Medical Minerals.

### Quantitative light-induced fluorescence method in comparative assessment of enamel remineralization indicators in vivo and during remineralizing therapy

*A. Gegamyan, A. Lytkina, L. Sarap, A. Zeybert, N. Bauer*

**Abstract.** This article evaluates the rate of remineralization of enamel in patients with focal demineralization after treatment with fixed orthodontic appliances (braces) with Qraypen™ intraoral camera and Qray software (Inspektor Research Systems BV) in two comparative groups. In the first group, natural remineralization through restorative properties of saliva was considered, in the second group, gel R.O.C.S. Medical Minerals was used for enamel remineralization. In the course of evaluating the results of remineralization, obtained in the comparative groups, it was concluded that the complete restoration of enamel due exclusively to the remineralizing properties of saliva in patients after orthodontic treatment did not take place. Conversely, in the group, where R.O.C.S. Medical Minerals gel was used to remineralize enamel, the level indicator of mineral components loss decreased by 20 % after two weeks of its use, and by the sixth week it reached indicators of a decrease in the demineralization level of 50 % from initial one.

**Key words:** remineralization, saliva, quantitative light-induced fluorescence, R.O.C.S. Medical Minerals.

**А.О. Гегамян** – асистент,

*Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул, ул. Ленина, 40, 656000.*

**А.А. Лыткина** – асистент,

*Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул, ул. Ленина, 40, 656000.*

**Л.Р. Сарап** – д-р мед. наук, професор,

*Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул, ул. Ленина, 40, 656000.*

**А.Ю. Зейберт** – асистент

*Алтайский государственный медицинский университет, Барнаул, ул. Ленина, 40, 656000.*



# R.O.C.S.®

REMINERALIZING ORAL CARE SYSTEMS



## SMART ORAL CARE®



Товар сертифицировано. На правах рекламы.

♦ Розумна гігієна порожнини рота.

## УНІКАЛЬНИЙ \* РЕМІНЕРАЛІЗУЮЧИЙ ГЕЛЬ R.O.C.S.® Medical Minerals

Для дорослих і дітей 0+

Приголомшливі результати за стислі терміни  
в області профілактики та естетики

Є джерелом **кальцію, фосфору і магнію з високим рівнем біодоступності.**

Комплекс полісахаридів забезпечує тривалу експозицію гелю на поверхні зубів і поступове проникнення активних компонентів в тканини зуба.



\*\*\*Приклад успішного естетичного лікування флюорозу зубів методом ремінералізуючої терапії з використанням R.O.C.S.® Medical Minerals.  
Випадок описано доктором С.В. Введенською (Стом. клініка «Дент-Арт», Москва).

- Високоєфективний при лікуванні білих плям.
- Освітлює зуби і надає їм блиску, зокрема й без використання відбілюючих методик.
- Достовірно зменшує ризик виникнення карієсу\*\*
- Підвищує мінеральну насиченість і рівень кислотостійкості емалі зубів\*\*
- Знижує чутливість зубів\*\*
- Відновлює прозорість емалі при легких формах флюорозу\*\*\*
- Підтримує і покращує результат клінічного відбілювання зубів

\*Патент №RU 2311168. \*\*Підтверджено дослідженнями.

Представництво ТМ «R.O.C.S.®» в Україні ТОВ «ВДС Фарма»,  
02090, м. Київ, вулиця Володимира Сосюри, 6, оф. 101,  
т./ф.: +380 50 335 92 12, e-mail: info@globaldrc.com www.rocs.ua



www.rocs.ua