

longevity // BIO Web of Conferences International Conference «Longevity Interventions 2020» (ICLI 2020). - 2020. - Vol. 22.

УДК 61:001:89

**Рыбакова А.Е., Немец Е.А., Ермишина Е.Ю.¹, Еловицова Т.М.²
ОСОБЕННОСТИ КИНЕТИКИ ВОСПОЛНЕНИЯ ДЕФИЦИТА КАЛЬЦИЯ
В ПРОЦЕССЕ РЕМИНЕРАЛИЗАЦИИ ЗУБНОЙ ЭМАЛИ ПРИ
ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВОЙ ЗУБНОЙ ПАСТЫ ПРОТИВ КУРЕНИЯ С
АКВАКОМПЛЕКСОМ ГЛИЦЕРОСОЛЬВАТА ТИТАНА**

¹Кафедра общей химии

²Кафедра терапевтической стоматологии и пропедевтики стоматологических заболеваний

Уральский государственный медицинский университет
Екатеринбург, Российская Федерация

**Rybakova A.E., Nemets E.A., Ermishina E.Yu.¹, Elovikova T.M.²
FEATURES OF THE KINETICS OF CALCIUM DEFICIENCY
REPLENISHMENT IN THE PROCESS OF REMINERALIZATION OF
TOOTH ENAMEL WHEN USING TOOTHPASTES WITH AN AQUA
COMPLEX OF TITANIUM GLYCEROSOLVATE**

¹Department of General Chemistry

²Department of Therapeutic Dentistry and Propaedeutics of Dental Diseases
Ural State Medical University
Ekaterinburg, Russian Federation

E-mail: ermishina.e.yu@mail.ru

Аннотация. Зубные пасты фабрика «Свобода» (Москва) «Dentaswiss» содержат уникальный реминерализующий компонент Omyadent – частицы, имеющие сердцевину карбоната кальция и оболочку из пористого структурированного гидроксиапатита с большой удельной поверхностью. Совокупность использования аквакомплекса глицеросольвата титана и компонента Omyadent позволяет формироваться кальцийсодержащим коллоидным частицам, обладающих эффективной реминерализующей способностью. Расчет коэффициентов диффузии и коэффициентов проницаемости через мембрану из ацетата целлюлозы, позволил оценить мембранную проницаемость коллоидных частиц новой зубной пасты против курения. С помощью рассчитанных коэффициентов проницаемости диффузии в мембране из ацетата целлюлозы образцов 2%-ной суспензии зубных паст, приготовленных на растворе хлорида кальция с концентрацией 2,5 ммоль/л, «Dentaswiss» Enamel Repair&Protect и «Dentaswiss» Extra whitening и «Dentaswiss» Stop Smoking. С помощью рассчитанной скорости диффузии оценена кинетика

проникновения агрегата аквакомплекса глицеросольвата титана с инновационным реминерализующим компонентом Omyadent исследуемых зубных паст. Лимитирующей стадией является диффузия кальцийсодержащих компонентов через полупроницаемую мембрану. Она протекает с наиболее медленной скоростью $5,0-19,1 \pm 0,1$ пкг/с.

Annotation. Freedom toothpastes "Dentaswiss" contain a unique remineralizing component Omyadent - particles with a calcium carbonate core and a membrane of porous structured hydroxyapatite with a large specific surface area. The combination of the use of the aqua complex of titanium glycerosolvate and the Omyadent component allows the formation of calcium-containing colloidal particles with an effective remineralizing ability. The calculation of the diffusion coefficients and the permeability coefficients through the cellulose acetate membrane made it possible to estimate the membrane permeability of colloidal particles of the new toothpaste against smoking. Using the calculated diffusion coefficients in the cellulose acetate membrane of samples of 2% suspension of toothpastes prepared in a solution of calcium chloride with a concentration of 2.5 mmol / l, "Dentaswiss" Enamel Repair & Protect and "Dentaswiss" Extra whitening and "Dentaswiss" Stop Smoking ... Using the calculated diffusion rate, the kinetics of penetration of the aggregate of the aqua complex of titanium glycerosolvate with the innovative remineralizing component Omyadent of the studied toothpastes was evaluated. The limiting stage is the diffusion of calcium-containing components through a semipermeable membrane. It proceeds at the slowest rate of 5.0–19.1±0.1 pсg / s.

Ключевые слова: кинетика, диффузия ионов кальция, аквакомплекс глицеросольвата титана, реминерализация зубной эмали, суспензия зубной пасты.

Key words: kinetics, diffusion of calcium ions, aqua complex of titanium glycerosolvate, remineralization of tooth enamel, suspension of toothpaste.

Введение

Важнейшей характеристикой аквакомплекса глицеросольвата титана (АКГТ) является способность к обеспечению ускоренной доставки активных реминерализующих и лечебно-профилактических компонентов зубных паст (ЗП) через слизистую оболочку полости рта и пелликулу зуба [1,2]. Усиление действия всех активных компонентов ЗП, содержащих АКГТ, обусловлено образованием коллоидных частиц, высокой степени дисперсности с инновационной проникающей способностью в ткани зуба и десны [3]. Кинетика восполнения дефицита кальция при использовании ЗП с АКГТ может быть количественно оценена с помощью характеристик, описывающих процесс диффузии через полупроницаемую мембрану из ацетата целлюлозы. Данные мембраны по своим физико-химическим характеристикам близки к биологическим мембранам. Зубные пасты фабрика «Свобода» (Москва) «Dentaswiss» содержат уникальный реминерализующий компонент Omyadent - частицы, имеющие сердцевину карбоната кальция и оболочку из пористого структурированного гидроксиапатита с большой удельной поверхностью. Совокупность использования АКГТ и

компонент Omyadent позволяет формироваться кальцийсодержащим коллоидным частицам, обладающих эффективной реминерализующей способностью. Расчет коэффициентов диффузии и коэффициентов проницаемости через мембрану из ацетата целлюлозы, позволил оценить кинетику мембранной проницаемости коллоидных частиц – агрегата аквакомплекса глицеросольвата титана с кальцийсодержащими частицами новой зубной пасты против курения [4].

Цель исследования – изучить кинетику процесса поступления кальцийсодержащих компонентов новой зубной пасты против курения, содержащих аквакомплекс глицеросольвата титана, через мембрану из ацетата целлюлозы в присутствии 2,5 ммоль/л хлорида кальция.

Материалы и методы исследования

Для диффузии использовалась специальная установка с мембранным фильтром из ацетата целлюлозы с диаметром пор 0,45 мкм, описанная в работах [2, 6]. Готовили образцы 2%-ной суспензии АКГТ и зубных паст «Dentaswiss» Enamel Repair&Protect, «Dentaswiss» Extra whitening, «Dentaswiss» Stop Smoking, диспергированные в растворе хлорида кальция с концентрацией 2,5 ммоль/л и помещали во внешний сосуд установки для диффузии. После 20 часов работы установки титриметрическим методом определялось содержание ионов Ca^{2+} во внутреннем и внешнем сосуде после диффузии каждой из суспензий и образца сравнения с АКГТ. Проведена статистическая обработка с использованием пакета прикладных программ EXCEL (версия 2007). Данные представлены в виде средних арифметических величин и стандартной ошибки среднего ($M \pm m$). Для установления достоверности различий использовалось t-распределение Стьюдента. Различия считали достоверными при $p \leq 0,05$ [3–6].

Результаты исследования и их обсуждение

Согласно литературным данным содержание ионов кальция в слюне составляет 0,75–3 ммоль/л [3–6]. Для моделирования изучения процесса диффузии через полупроницаемую мембрану в качестве модельного раствора, имитирующего смешанную слюну, был взят раствор хлорида кальция с концентрацией 2,5 ммоль/л. Новая зубная паста против курения содержит, также как и другие используемые для исследования ЗП «Dentaswiss» реминерализующий компонент Omyadent. Наряду с этим компонентом одна из исследуемых ЗП – «Dentaswiss» «Enamel Repair&Protect» содержит **глицерофосфат кальция (ГФК)**. Титриметрическим методом была определена концентрация ионов кальция в исследуемых ЗП. Для ЗП с ГФК она была немного выше. Для 2%-ной суспензии «Extra whitening» – 0,55 ммоль/л, «Enamel Repair&Protect» 0,6 ммоль/л. Для суспензии «Dentaswiss» Stop Smoking содержание свободных ионов кальция титриметрическим методом обнаружить не удалось. Это свидетельствует о том, что свободные ионы кальция в данной суспензии отсутствуют и реминерализация осуществляется исключительно за счет неионизированного компонента Omyadent.

Кинетика процесса поступления кальцийсодержащих компонентов в процессе реминерализации зубной эмали в значительной степени зависит от

размеров частиц. По уравнению Коллендера-Бернульда [2,6], используемого для описания явлений переноса через полупроницаемые мембраны были рассчитаны коэффициенты проницаемости **P** в нм/с и коэффициенты диффузии **D** в м²/с коллоидных частиц, составляющих суспензии зубных паст и раствора сравнения с АКГТ. Рассчитанные коэффициенты диффузии были использованы для оценки размеров продиффундировавших частиц по уравнению Стокса-Эйнштейна. Данные для исследуемых образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1

Результаты диффузии кальцийсодержащих частиц ЗП через полупроницаемую мембрану из ацетата целлюлозы в присутствии 2,5 ммоль/л хлорида кальция

Образец	P, нм/с	D·10 ⁻¹¹ , м ² /с	r·10 ⁻⁹ , м	Скорость диффузии, пкг/с
ЗП Dentaswiss Extra whitening	318±0,1	11,46±0,01	1,91±0,01	19,1±0,1
ЗП Dentaswiss Enamel Repair&Protect с ГФК	163±0,1	9,66±0,01	2,23±0,01	11,7±0,1
ЗП«Dentaswiss» Stop Smoking	255±0,1	10,71±0,01	2,79±0,01	5,0±0,1
АГТ	190±0,1	7,28±0,01	2,99±0,01	8,0±0,1

Рассчитанные размеры коллоидных частиц составляют в среднем для трех паст 2, 07±0,17 нм. Что хорошо согласуется с данными лаборатории Омуа (Швейцария): 2нм. Среднее значение коэффициентов проницаемости **P** для всех зубных паст Dentaswiss составило 245±72 нм/с, а среднее значение коэффициентов диффузии 10,61±0,85·10⁻¹¹м²/с. Значения коэффициентов проницаемости и коэффициентов диффузии для коллоидных частиц, сформированных в суспензии зубных паст в присутствии хлорида кальция выше, чем для модельной системы АКГТ +р-р хлорида кальция. Это обусловлено тем, что коллоидные частицы АГТ с компонентом Omyadent имеют большие размеры, чем АКГТ с ионизированным кальцием.

Для оценки кинетики процесса диффузии кальцийсодержащего агрегата с глицеросольватом титана была оценена скорость диффузии в пкг/с. Наибольшее значение скорость диффузии имела в случае суспензии ЗП «Extra whitening» 19,1±0,1 пкг/с. Наименьшее для ЗП «Dentaswiss» Stop Smoking – 5,0±0,1 пкг/с. Данная зубная паста содержит растительные экстракты рекомендованные в период отказа от курения: экстракты солодки, мяты, аира, имбиря. Компоненты растений способствуют комплексообразованию с кальцием, поэтому кальций в суспензии данной ЗП не определяется, снижается скорость диффузии кальцийсодержащего агрегата с АКГТ через полупроницаемую мембрану из ацетата целлюлозы. Таким образом, лимитирующей стадией процесса реминерализации зубной эмали для ЗП «Dentaswiss» Stop Smoking является диффузия, но, благодаря особой пористой структуре и обширной площади поверхности функциональный карбонат кальция Omyadent обеспечивает

эффективное купирование дентинных канальцев и восстанавливает зубную эмаль при использовании новой ЗП при отказе от курения.

Выводы:

1. Рассчитаны коэффициенты проницаемости и определены коэффициенты диффузии в мембране из ацетата целлюлозы образцов 2%-ных суспензий, приготовленных с использованием раствора хлорида кальция с концентрацией 2,5 ммоль/л зубных паст «Dentaswiss» Enamel Repair&Protect, «Dentaswiss» Extra whitening, «Dentaswiss» Stop Smoking содержащих аквакомплекс глицеросольвата титана.

2. С помощью рассчитанной скорости диффузии оценена кинетика проникновения агрегата АКГТ с инновационным реминерализующим компонентом Omyadent исследуемых зубных паст. Лимитирующей стадией является диффузия кальцийсодержащих компонентов через полупроницаемую мембрану. Она протекает с наиболее медленной скоростью 5,0-19,1±0,1 пкг/с.

Список литературы:

1. Еловикова Т.М. Клинико-лабораторное исследование физико-химических свойств новой зубной пасты с комплексом hyaluron-Ti Forte / Т.М. Еловикова, Е.Ю. Ермишина, С.Н. Саблина, С.С. Григорьев, А.С. Кощев // Проблемы стоматологии. – 2020. – № 16(4). – С. 140–145.

2. Еловикова Т.М. Механизмы восстановительного действия новой лечебно-профилактической зубной пасты / Т.М. Еловикова, Е.Ю. Ермишина, Н.И. Михейкина // Стоматология. – 2016. – № 95(5). – С. 32–35.

3. Еловикова Т.М. Анализ влияния лечебно-профилактической зубной пасты с экстрактами трав на состояние полости рта у пациентов с гингивитом / Т.М. Еловикова, Е.Ю. Ермишина, В.С. Молвинских // Проблемы стоматологии. – 2015. – № 2. – С. 5.

4. Еловикова Т.М. Решение проблемы повышенной чувствительности дентина: механизмы реминерализации при курсовом использовании зубной пасты с фторидом олова / Т.М. Еловикова, Е.Ю. Ермишина, Л.В. Уварова, А.С. Кощев // Стоматология. – 2019. – № 98(5). – С. 66–71.

5. Смирнова Т.С. Оценка мембранной проводимости кальцийсодержащих компонентов новых лечебно-профилактических зубных паст, содержащих аквакомплекс глицеросольвата титана / Т.С. Смирнова, Е.Ю. Ермишина, Т.М. Еловикова // Материалы V МНПК УГМУ. – 2020. – Т.2. – С.310–315.

6. Потоцкая А.Д. Особенности процесса реминерализации эмали зуба при использовании зубной пасты, содержащей аквакомплекс глицеросольвата титана / А.Д. Потоцкая, Е.Ю. Ермишина, Т.М. Еловикова // Материалы IV МНПК УГМУ. – 2019. – Т.2. – С.1193–1197.

УДК: 616.31-08

Саркисян К.А., Жолудев С.Е.