

**ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ЛЕЧЕНИЯ ГИПЕРЕСТЕЗИИ ЗУБОВ С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЕСЕНСИБИЛИЗИРУЮЩИХ АГЕНТОВ ЗУБНЫХ ПАСТ.
СИСТЕМАТИЧЕСКИЙ ОБЗОР****Н.Г. Саркисян^{1,2}, Е.Ф. Гайсина¹, П.И. Астрыхина¹**¹Уральский государственный медицинский университет²Институт иммунологии и физиологии Уральского отделения Российской Академии Наук
г. Екатеринбург, Россия*narine_25@mail.ru**astryukhina_polina@mail.ru*

Резюме. На сегодняшний день повышенная чувствительность дентина является насущной проблемой для пациентов различных возрастных групп. Рынок индивидуальных средств гигиены полости рта предоставляет большой выбор зубных паст, способных купировать болезненность зубов при механических и температурных влияниях. Дискуссионным остаётся вопрос эффективности применения различных десенситивных зубных паст, так как механизм их действия напрямую зависит от их состава, размера и формы частиц десенсибилизирующих компонентов и их кислотоустойчивости в полости рта. Нами был проведён систематический обзор, включающий современные рандомизированные контролируемые и когортные исследования, с целью поиска наиболее эффективных десенсебилизирующих компонентов зубных паст.

Ключевые слова: гиперестезия зубов, чувствительный дентин, obturation дентинных канальцев, десенсетивная зубная паста.

**EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF TREATMENT OF DENTAL
HYPERSENSIVITY WITH THE USING OF DENSITIZING AGENTS OF TOOTH
PASTES. SYSTEMATIC REVIEW****N.G. Sarkisyan^{1,2}, E.F. Gaisina¹, P.I. Astryukhina¹**¹Ural State Medical University¹Institute of Immunology and Physiology, Ural Department of the Russian Academy of Sciences
Yekaterinburg, Russia

Annotation. Nowadays dentin hypersensitivity is an urgent problem for patients of various age groups. The market of individual oral hygiene products provides us a wide choice of toothpastes that can reduce a teeth sensivity to mechanical and temperature influences. The question of the effectiveness of the use of various desensitizing toothpastes is still debatable, due to the fact that the mechanism of desensitizing toothpaste action directly depends on its composition, the size and shape of the particles of the desensitizing components and its acid resistance in the oral cavity. We conducted a systematic review, which includes modern randomized controlled and cohort studies, in order to find the most effective desensitizing components of toothpastes.

Key words: dentin hypersensitivity, sensitive teeth, obturation of dentinal tubules, desensitizing toothpastes.

Введение. Под термином чувствительности дентина, или гиперестезии зубов, следует подразумевать короткую, острую боль, которая возникает вследствие обнаженного дентина, в ответ на механические, температурные и химические раздражители. Распространенность гиперестезии зубов

колеблется от 4 до 74% населения планеты и достигает 98% у пациентов с заболеваниями пародонта [1, 2, 3, 4, 5]. Гиперестезия зубов чаще всего проявляется вследствие рецессии десны в области шейки клыков и первых моляров на щечных поверхностях. Дополнительной локализацией рецессии

десны является пространство вокруг корня зуба [6, 7]. Рecessия десен чаще вызвана такими факторами, как травматическая чистка зубов, курение и соматические заболевания. Ещё одним фактором возникновения гиперестезии зубов является потеря эмали вследствие физических (травма, патологическое стирание твёрдых тканей зуба) и химических (эрозия, вызванная сниженным рН полости рта) влияний на зуб [1,5, 6,8, 9, 10, 11]. Важно отметить, что гиперестезию зубов необходимо дифференцировать с реакцией пульпы, вызванной глубоким кариесом, поэтому требуется тщательное обследование пациента, сбор анамнеза и использование аппаратных методов диагностики [9, 10].

На протяжении десятилетий ведутся споры относительно патогенеза, лежащего в основе чувствительности дентина. В середине прошлого века (1953) Sicher выдвинул гипотезу о том, что боль возникает вследствие обнажения дентина и передаётся по нервным волокнам дентина в пульпу зуба. Данная гипотеза получила название теории протоплазматических отростков. В те же годы была предложена теория нервных окончаний (Рубин Л. Р., 1951 и Манина С. Б., 1953), которая заключалась в том, что гиперестезия зубов возникает вследствие передачи болевого импульса по миелиновым волокнам пульпы, которые «включаются» быстрее безмиелиновых волокон дентина. В настоящее время, когда проведены более точные электронно-микроскопические исследования и рассмотрены новые методы окрашивания препаратов зуба, установлено, что в зрелом дентине нервных волокон нет, и нервные окончания лежат только в одонтобластическом слое и предентине. Спустя 20 лет учёными была выдвинута другая теория нервных окончаний (Dahl и Mjor, 1973): гиперестезия зуба обусловлена раздражением цитоплазматических отростков, которые напоминают нервные окончания. Они проникают из пульпы в дентин. По ним передаются все виды раздражителей. В 2001 году были предложены этиопатогенетическая теория Макарони с соавт. и химическая теория Улитовского С.Б. Они заключались в том, что боль обусловлена центробежным током жидкости, который приводит к обезвоживанию дентинных трубочек: он

оголяет отростки одонтобластов и приводит к их высыханию. Однако гидродинамическая теория (Brannstrom M., 1963) на сегодняшний день обладает значительно большей поддержкой среди стоматологического сообщества и является общепризнанной для объяснения возникновения гиперестезии зубов: заполненные жидкостью дентинные каналцы обнажаются. Обеспечивается доступ к живой пульпе. Болевой импульс возникает в результате действия механических, температурных или химических стимулов на обнажённый дентин. Происходит движение жидкости в дентинных каналах, что оказывает раздражающее действие на нервное волокно в камере пульпы [12,13].

Материалы и методы. В марте 2022 года был проведен поиск клинических исследований и сетевых мета-анализов в базах данных PubMed, Elsevier, Scopus, Cochrane Library и Elibrary, в которых был рассмотрен патогенез гиперестезии зубов и механизм действия различных десенсибилизирующих агентов в зубных пастах. Число отобранных и проанализированных соответствующих статей составило 52. Были включены рандомизированные клинические и когортные испытания, в которых сравнивалось снижение чувствительности дентина у взрослых при применении зубных паст с различными десенсибилизирующими агентами. Сравнение десенсибилизирующих компонентов друг с другом проводилось по следующим критериям: реакция пациентов на зондирование, холодовую пробу и воздушный стимул, а также оценка чувствительности дентина по числовой шкале боли.

Результаты. По мнению Хамадеевой М. А. и Комариной А. Т. (2006), современные методы лечения гиперестезии зубов можно разделить на неагрессивные (реверсивные), полуагрессивные и агрессивные (нереверсивные) [14]. На сегодняшний день неагрессивные методы принято называть неинвазивными. Одним из наиболее эффективных неинвазивных методов лечения гиперчувствительности дентина является использование десенситивных зубных паст, которые могут обеспечить obturацию обнажённых дентинных каналцев и снизить болевую чувствительность. Также важным свойством зубной пасты является её

ВОПРОСЫ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

реминерализующее действие на эмаль и открытые дентинные каналы в целях восстановления и укрепления структуры зубов. Рядом авторов (Хейвуд Ван Б., 2000; Хамадеева А. М., Комарина Т. А., 2006; Макеева М.К., 2011) предложено деление

группы: инактивирующие (симптоматические, способствующие снижению чувствительности нервного волокна) и запечатывающие (патогенетические, способствующие obturation дентинных каналов) [1,6,15,16]. Перечень инактивирующих и запечатывающих зубных паст представлен в таблицах 1 и 2 соответственно.

десенситивных зубных паст на две основные

Таблица 1 - Инактивирующие зубные пасты

Страна производства	Представитель	Десенсебилизирующее вещество зубной пасты
Германия	«Lacalut Extra Sensitive»	3,75% Хлорид калия
Италия	«BlanxDenti Sensible Sensitive Teeth»	
Великобритания	«Sensodyne® F» «Sensodyne® Gum Care» «Sensodyne® Total Care» (RDA 38)	5% Нитрат калия
Российская Федерация	«MEXIDOL dent Sensitive»	
Италия	«PRESIDENT Sensitive» (RDA 25)	
Венгрия	«Blend-A-Med 3D White Whitening Therapy»	
Российская Федерация	«Лесной бальзам для чувствительных зубов» «Асепта® сенситив»	5,5% Цитрат калия

Таблица 2 - Запечатывающие зубные пасты

Страна производства	Представитель	Десенсебилизирующее вещество зубной пасты
Польша	«Colgate sensitive Pro-Relief»	Pro-Argintехнология (8% аргининикарбонаткальция)
Италия	«BiorepairSensetiveTeethPlus» (RDA 14,7)	Гидроксиапатит
Италия	«Blanx DentiSensible Sensitive Teeth»	
Российская Федерация	«SPLAT Сенситив»	
Российская Федерация	«BiomedSensitive»	
Польша	«Oral-B» SensitiveOriginal» (RDA 30)	
Российская Федерация	«Новый Жемчуг Тотал 12 Восстановление эмали»	
Российская Федерация	«SPLAT INNOVA SENSITIVE»	
Российская Федерация	«Лесной бальзам для чувствительных зубов»	
Испания	«GUM SensiVital (Sunstar)»	
Великобритания	«Sensodyne ® Repairandprotect»	Фосфосиликат кальция натрия (CSP)
Германия	«Oral-B Pro-Expert (Procter& Oral-B Pro-Expert Gamble)»	Фторид олова

ВОПРОСЫ ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЙ СТОМАТОЛОГИИ

Великобритани я	«Sensodyne Rapid Relief»	
Российская Федерация	«R.O.C.S. Sensitive(RDA 40)»	Глицерофосфат кальция и хлорид магния
Германия	«Lacalut Extra Sensitive»	Соли стронция
Великобритани я	«Sensodyne Rapid action» «Sensodyne Rapid Relief»	
Российская Федерация	«ПародонтолСЕНСЕТИБ»	
США	«MI Paste Plus (GC Corporation)»	Казеиновый фосфопептид и аморфный фосфат кальция

При применении симптоматических зубных паст происходит снижение возбудимости нервных окончаний в дентине. Оно достигается за счёт применения солей калия: нитратов, хлоридов и цитратов. Ионы калия диффундируют в дентинные каналы, накапливаются в них, окружают сенсорные нервные окончания в пульпарных отделах канальцев, создавая подобие защитной оболочки, и блокируют передачу болевых импульсов [14]. После проведенных исследований и опроса пациентов подтверждается справедливость клинических рекомендаций по использованию десенситивных паст с солями калия [17, 18]. Ряд исследователей (Fried K., 2000; Yu X., Ibsen R., 2002; Hooper S. et al., Addy M., 2003; Хамадеева А.М., Комарина Т.А., 2006) отмечает, что после прекращения применения паст, снижающих возбудимость нервных окончаний, содержащих соли калия, чувствительность дентина возвращается. Поэтому данные пасты относят к группе симптоматических паст. В связи с этим после лечебной пасты, содержащей соли калия, необходимо применять пасты, влияющие на obturation дентинных канальцев, относящихся к группе патогенетических [1, 14].

Механизм действия патогенетических зубных паст обусловлен obturation дентинных канальцев. Происходит прекращение тока зубной жидкости с повышенной скоростью и восстановление внутриканального давления [6,19]. С этой целью применяются зубные пасты, которые перестраивают и уплотняют структуру дентина, образуют соединения, закупоривающие дентинные каналы. Данные пасты содержат компоненты,

которые связываются с белками твердых тканей зуба и осаждаются в канальцах дентина. В этой связи актуально применение аргинина, фосфосиликата кальция натрия, казеинового фосфопептида, а также солей кальция, стронция, олова, магния и гидроксиапатита. Имеются доказательства положительного влияния ионов фтора на чувствительность дентина. В большей степени данное влияние связано с физической блокадой канальцев дентина. Ионы фтора взаимодействуют с ионами кальция, находящимися в интратубулярной жидкости, заполняющей дентинные каналы. Образуется нерастворимый фторид кальция, что способствует obturation дентинной трубочки [19,20,21,22].

Для диагностики гиперестезии зубов и оценки эффективности лечения десенситивными пастами используют несколько методов диагностики: первая группа методов включает в себя зондирование (данный метод также называют тактильным), холодовую термометрию, реакцию на воздушный поток из пюстера и реакцию на химический раздражитель – лимонную кислоту. Вторая группа включает использование аппаратного метода диагностики – электроодонтометрии. Дифференциальная диагностика гиперестезии зубов от глубокого кариеса заключается в том, что реакция пульпы при гиперестезии зубов не изменена и равна 2-6 мкА. К третьему методу диагностики чувствительности дентина относится использование числовой рейтинговой шкалы для боли (NRS), по которой пациент отмечает интенсивность боли от 1 до 10 [10].

В 2020 г. был опубликован сетевой мета-анализ, который включил в себя рандомизированные клинические исследования (РКИ). Количество участников мета-анализа составило 12 541. Средний возраст пациентов $39,6 \pm 0,5$ лет. Из 326 рассмотренных десенсибилизирующих компонентов зубных паст в мета-анализ были включены наиболее распространённые в РКИ: калий, фосфосиликат кальция натрия (CSP, биостекло, Novamin), стронций, аргинин. Также были рассмотрены комбинации веществ: калий с фторидом олова, калий с фторидом олова и гидроксиапатитом. Данные вещества сравнивали по эффективности действия с фторидом олова по таким критериям, как болевая чувствительность зубов на зондирование, термометрия и подача воздуха из пюстера. Мерой показателя эффективности была стандартизированная средняя разница (SMD). Регистрировали показатель гиперчувствительности дентина до и после использования десенситивных паст. По критерию чувствительности на механическое раздражение при применении пасты, содержащей комбинацию калия с фторидом олова, болезненность зубов снизилась с 4,41 до 1,69. SMD составила 3,05, что является подтверждением эффективности данного действующего вещества. SMD пасты с аргинином составила 2,93 при исходном значении болезненности зубов 3,78, конечном 2,07. Менее показательно было использование зубной пасты, в состав которой входил только калий: SMD составила 2,47 при исходном значении 4,64 и конечном 0,3. SMD пасты с CSP составила 2,14 при исходном значении 3,53 и конечном значении 0,75. SMD пасты со стронцием составила 1,43 при исходном 2,41 и конечном 0,46. По критерию холодной термометрии показательным стал только фосфосиликат кальция натрия с SMD, равной 3,93 при изначальном показателе болезненности 7,53 и конечном 0,34, что является статистически значимым показателем. По критерию болевой чувствительности на воздушный поток эффективными являлись пасты, содержащие калий с фторидом олова и гидроксиапатитом (SMD составила 2,44) аргинин (SMD

составила 2,93) и фосфосиликат кальция натрия (SMD составила 1,98). Таким образом, при применении зубной пасты, в состав которой входил фосфосиликат кальция-натрия («Sensodyne® Repairandprotect») чувствительность дентина снижалась при термических, механических и воздушных воздействиях [15].

В 2021 г. С. Berg, E. Unosson et al. провели сравнительное исследование зубных паст для окклюзии дентинных канальцев с помощью сканирующей электронной микроскопии. Авторы рассмотрели действие таких веществ, как фторид олова («Oral-BPro-ExpertProcter&Gamble»), аргинин с карбонатом кальция («ColgatesensitivePro-Relief»), гидроксиапатит («GUMSensiVitalSunstar»), казеиновый фосфопептид с аморфным фосфатом кальция («MIPastePlusGCCorporation») и фосфосиликат кальция натрия («Sensodyne® Repairandprotect»). Результаты сканирующей электронной микроскопии свидетельствовали о том, что окклюзия дентинных канальцев зависит от строения и формы обтурирующих частиц. Ни одна из паст не оказала полную окклюзию и не была способна к внутриканальцевой реминерализации. Их обеспечил лишь гель с аморфным фосфатом кальция, а не зубная паста с аналогичным составом, так как десенсибилизирующим веществом геля были представлены частицы игольчатой формы. В результате частицы геля игольчатыми отростками «цеплялись» в канальцах дентина. Среди рассмотренных в исследовании зубных паст частицы CSP, фторида олова и казеинового фосфопептида с аморфным фосфатом кальция имели округлую форму. Неправильную форму имели гидроксиапатит и аргинин с карбонатом кальция. Размер частиц CSP и фторида олова составил 10-20 нм, а гидроксиапатита 50-100 нм, казеинового фосфопептида с аморфным фосфатом кальция 100-200 нм. Наибольший размер частиц имел аргинин с карбонатом кальция (200 нм-1 мкм). Однако частицы гидроксиапатита могли образовывать агрегаты, достигающие размеров 1-3 мкм. Все рассмотренные компоненты в пастах обеспечивали только частичную окклюзию

дентинных трубочек. Поверхностную реминерализацию дентина оказывал только гидроксиапатит. Однако кислотоустойчивым в полости рта ($\text{pH} < 6,8$) был только CSP: после кислотной нагрузки его частицы остались на поверхности обнажённых канальцев [22].

Рядом авторов отмечена высокая эффективность фосфосиликата кальция натрия («Sensodyne® Repair and protect») для борьбы с гиперестезией зубов [15, 23, 24, 25, 26]. Фосфосиликат кальция натрия способен создавать на поверхности обнажённого дентина кристаллы фторапатита $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$, которые устойчивы к кислотным атакам ротовой жидкости больше, чем гидроксиапатит $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, входящего в состав зубной пасты Biorepair Sensitive Teeth Plus, и способны стабилизировать pH полости рта [23, 24]. При ежедневном использовании зубной пасты Sensodyne® Repair and protect отмечено увеличение значения pH слюны по сравнению с изначальным pH (до начала эксперимента pH составил $6,94 \pm 0,23$, по истечении трёх недель pH увеличился до $7,32 \pm 0,28$). Это подтверждает обоснованность использования в комплексе проводимых лечебно-профилактических мероприятий у пациентов в борьбе с чувствительностью дентина [23]. Однако авторы отмечают риск постепенного обнажения дентинных канальцев, поскольку у CSP отсутствует способность к поверхностной и внутриканальцевой реминерализации [20]. Говоря о реминерализующих свойствах десенситивных компонентов, стоит отметить, что осаждённый на поверхности зуба фторид олова подвержен растворению сильнее, чем CSP, но меньше, чем гидроксиапатит [15, 22]. Замечено, что содержание ионов кальция в слюне увеличивается у всех пациентов после использования зубной пасты с фторидом олова («Sensodyne Rapid Relief»), что способствует усилению реминерализации. Это повышает устойчивость к кариесу поверхностного слоя эмали и обнажённого дентина [27]. Так, было доказано, что осаждение фторида олова («Oral-B Pro-Expert Procter&Gamble») на обнажённый

дентин позволяет пасте стойко obturировать дентинные канальцы, поскольку эффективность закупоривающих веществ дентинных трубочек зависит от их стойкости к элиминации из дентинных трубочек и растворению в кислой среде полости рта [29]. Полученные результаты об эффективности фторида олова согласуются с результатами исследований других авторов [13, 28, 30, 31].

Перспективным является использование гидроксиапатита карбоната-цинка в качестве десенситивного агента в зубных пастах [13, 15, 22, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39]. Действие данных зубных паст с гидроксиапатитом карбоната-цинка обусловлено осаждением на дентинную поверхность и заполнением ямок и царапин в структуре ткани [13, 18, 30, 31, 32, 40, 41]. Еще одна причина десенсибилизирующего действия может быть связана с низким значением абразивности частиц гидроксиапатита карбоната-цинка [20]. Однако технология «Novamin» с применением CSP оказывала более длительный эффект, потому что направлена на воспроизведение физиологических механизмов: данный комплекс сходен по структуре с естественными тканями зуба [23, 39].

В настоящее время учёными всего мира продолжается разработка паст для борьбы с гиперестезией зубов, действие которых основано на воспроизведении механизмов, происходящих в полости рта [39]. В связи с этим в последнее время широкое применение нашли зубные пасты с добавлением комплекса Novamin («Sensodyne® Repair and protect»), сходного по структуре с естественными тканями зуба, и пасты для окклюзии дентинных канальцев с технологией Pro-arginin («Colgate sensitive Pro-Relief») [43, 44, 45]. Благодаря ученым Нью-Йоркского университета под руководством Клейнберга, было установлено, что аргинин ротовой жидкости принимает участие в естественных процессах формирования «смазанного слоя», запечатывающего открытые дентинные канальцы. Аргинин создаёт механический барьер для осаждения фосфата кальция из слюны на обнаженных дентинных канальцах до глубины 2 мкм [46]. Было доказано, что высокорастворимый комплекс аргинин-

бикарбонат притягивает к себе частицы слаборастворимого карбоната кальция, образуя «пробку», заполняющую просвет дентинного канальца и обладающую высокой адгезией к дентину. Данная паста («Colgate sensitive Pro-Relief»), помимо аргинина и нерастворимого карбоната кальция, содержит 1450 ppm фтора (монофторфосфат натрия) и обеспечивает профилактику возникновения кариеса (Docimo R. et al., 2009; Nathoo S. et al., 2009; Schiff T., Delgado E. et al., 2009) [47]. По результатам клинических исследований Власовой Н. Н. (2011) паста («Colgate sensitive Pro-Relief») с 8% аргинином и карбонатом кальция показала высокую эффективность при купировании гиперестезии зубов после процедуры профессионального отбеливания. Результаты других исследований действия аргинина также согласуются с полученными результатами [45, 47, 48, 49]. Однако, как упоминалось выше, аргинин нестойко obtурирует дентинные трубочки и является эффективным в борьбе с гиперестезией только в ответ на воздушный стимул из пюстера (после использования пасты при зондировании и холодной термометрии пациенты отмечали болевые ощущения) [15,46].

Ацетат стронция также способен obtурировать дентинные канальцы [27, 49, 50, 51, 52]. Однако стронций способен конкурентно заменять ионы кальция в структуре кристаллической решётки гидроксиапатита зуба, входящего в состав эмалевой призмы – структурно-функциональной единицы эмали зуба [49].

Обсуждение результатов

1. По результатам рассмотренных исследований, ни одна из паст не оказала полной окклюзии дентинных трубочек. Её обеспечил лишь гель с аморфным фосфатом кальция, частицы которого имели игольчатую форму, благодаря которой они «цеплялись» в канальце дентина.

2. По критерию кислотоустойчивости наиболее эффективным десенсебилизирующим агентом в полости рта являлся фосфосиликат кальция-натрия («Sensodyne® Repair and protect»). Более того, фосфосиликат кальция натрия («Sensodyne® Repairandprotect») проявил себя как лучший десенсебилизирующий агент по сравнению с другими веществами при термических, механических и воздушных воздействиях благодаря образованию фторапатита при окклюзии дентинной трубочки. Однако CSP был не способен к реминерализации.

3. Эффективную реминерализацию обеспечили такие десенсебилизирующие агенты, как гидроксиапатит карбоната-цинка и фторид олова за счёт стойкого осаждения частиц в структуре тканей зуба.

4. Наиболее эффективное сопротивление воздушному стимулу достигается благодаря технологии Pro-arginin («Colgate sensitive Pro-Relief») и использование паст, содержащих калий с фторидом олова и гидроксиапатитом.

5. Во всех рассмотренных исследованиях самым перспективным в борьбе против чувствительного дентина был фосфосиликат кальция натрия.

6. Необходимо продолжать поиск фармакологически активного действующего вещества, который стойко obtурирует дентинные канальцы и обеспечивает реминерализацию эмали и дентина.

Таким образом, при оценке лечения гиперестезии зубов с использованием десенсетивных зубных паст нами выявлена зависимость между эффективностью лечения и составом пасты, размером и формой частиц десенсебилизирующих компонентов паст, и их кислотоустойчивостью в полости рта. В связи с тем, что ни одна из паст не оказала абсолютную окклюзию дентинных канальцев, нами был сделан вывод о том, что необходимо продолжать поиск вещества для борьбы с гиперестезией зубов, которое бы смогло стойко obtурировать дентинную трубочку и обеспечивать внутриканальцевую реминерализацию.

Литература

1. Tavares JA, Lima FA, Ferraz ST, Augustoc CM. The effectiveness of propolis extract in reducing dentin hypersensitivity: A systematic review. *Archives of Oral Biology*. 2021;131:105248. DOI:10.1016/j.archoralbio.2021.105248.
2. Alves de Freitas SA, Alves de Oliveira NM, Larocca de Geus J, Souza SFC, Pereira AFV, Bauer J. Bioactive toothpastes in dentin hypersensitivity treatment: A systematic review. *The Saudi Dental Journal*. 2021; 33(7):395-403. DOI: 10.1016/j.sdentj.2021.04.004.
3. Toledano-Osorio M, Osorio R, Osorio E, Medina-Castillo AL, Toledano M. Novel pastes containing polymeric nanoparticles for dentin hypersensitivity treatment: an in vitro study. *Nanomaterials*. 2021; 11(11):3150. DOI: 10.3390/nano11113150.
4. Aminoshariae A, Kulild JC. Current Concepts of Dentinal Hypersensitivity. *Journal of Endodontics*. 2021 Nov;47(11):1696-1702. DOI: 10.1016/j.joen.2021.07.011.
5. Abuzinadah SH, Alhaddad AJ. A randomized clinical trial of dentin hypersensitivity reduction over one month after a single topical application of comparable materials. *Scientific reports*. 2021; 11(1):6793. DOI: 10.1038/s41598-021-86258-3.
6. Demirci M, Karabay F, Berkman M, Özcan İ, Tuncer S, Tekçe N, Baydemir C. The prevalence, clinical features, and related factors of dentin hypersensitivity in the Turkish population. *Clinical Oral Investigations*. 2022; 26(3):2719-2732. DOI: 10.1007/s00784-021-04245-4.
7. Sobral APT, Santos EM, Aranha AC, Soares PV, Moriyama CM, Gonçalves MLL, Ribeiro RA, Motta LJ, Horliana ACRT, Fernandes KPS, Mesquita-Ferrari RA, Bussadori SK. The control of pain due to dentin hypersensitivity in individuals with molar-incisor hypomineralisation: a protocol for a randomised controlled clinical trial. *BMJ Open*. 2021; 11(3):e044653. DOI: 10.1136/bmjopen-2020-044653.
8. O'Toole S, Bartlett D. The relationship between dentine hypersensitivity, dietary acid intake and erosive tooth wear. *Journal of dentistry*. 2017;67: 84-87. DOI: 10.1016/j.jdent.2017.10.002.
9. Monterubbianesi R, Sparabombe S, Tosco V, Profili F, Mascitti M, Hosein A, Putignano A, Orsini G. Can desensitizing toothpastes also have an effect on gingival inflammation? A double-blind, three-treatment crossover clinical trial. *International journal of environmental research and public health*. 2020;17(23):8927. DOI: 10.3390/ijerph17238927.
10. Longridge NN, Youngson CC. Dental Pain: dentine sensitivity, hypersensitivity and cracked tooth syndrome. *Primary Dental Journal*. 2019; 8(1):44-51. DOI: 10.1177/205016841900800101.
11. MacDonald K, Boudreau E, Thomas GV, Badrock TC, Davies LG, Lloyd ML, Spradbery PS, Turner-Cahill S, Boyd D. In vitro evaluation of Sensi-IP® : A soluble and mineralizing sensitivity solution. *Heliyon*. 2021;8(1):e08672. DOI: 10.1016/j.heliyon.2021.e08672.
12. Liu X, Tenenbaum HC, Wilder RS, Quock R, Hewlett ER, Ren Y. Pathogenesis, diagnosis and management of dentin hypersensitivity: an evidence-based overview for dental practitioners. *BMC Oral Health*. 2020;20(1):220. DOI: 10.1186/s12903-020-01199-z.
13. Елови́кова Т.М., Ермаши́на Е.Ю., Ува́рова Л.В., Ко́щев А.С. Решение проблемы повышенной чувствительности дентина: механизмы реминерализации при курсовом использовании зубной пасты с фторидом олова. *Стоматология*. 2019;98(5):66-71. DOI: 10.17116/stomat20199805166. [Elovikova TM, Ermishina EYU, Uvarova LV, Koshcheev AS. Resheniye problemi povishennoi chuvstvitelnosti dentina mekhanizmi remineralizatsii pri kursovom ispolzovanii zubnoi pasti s ftoridom olova. *Stomatologia (Russian Journal of dentistry)*. 2019;98(5):66-71. (In Russ.)] DOI: 10.17116/stomat20199805166.
14. Хама́деева А.М., Кома́рина Т.А. Планирование лечения гиперестезии зубов. *Институт стоматологии*. 2006;3 (32): 72-77. [Khanadeyeva AM, Komarina TA. Planirovaniye lecheniya giperestezii zubov. *Institut stomatologiyi*. 2006; 3 (32): 72-77. (In Russ.)]
15. Kar PP, Shaikh ZA, Hiremath AM, Vikneshan M. Comparison of the effectiveness of three different desensitizing toothpastes in reducing dentin hypersensitivity: A 4-week clinical study. *Clinical Oral Investigations*. 2019;22(2):181-184. DOI: 10.4103/JCD.JCD_304_18.

16. Булкина Н.В., Пудовкина Е.А., Акулович А.В., Захаревич А.М. Изменение морфологии поверхности дентина после обработки поверхности пастами с гидроксипатитом и с наногидроксипатитом кальция. *Стоматология*. 2014; 93(1):11-15. [Bulkina N.V., Pudovkina E.A., Akulovich A.V., Zaharevich A.M. Izmenenie morfologii poverhnosti dentina posle obrabotki poverhnosti pastami s gidroksiapatitom i s nanogidroksiapatitom kal'ciya. *Stomatologiya*. 2014; 93(1):11-15. (in Russ.)]
17. Liu H, Hu D. Efficacy of a Commercial Dentifrice Containing 2% Strontium Chloride and 5% Potassium Nitrate for Dentin Hypersensitivity: A 3-Day Clinical Study in Adults in China. *Clinical therapeutics*. 2012;34(3):614-22. DOI: 10.1016/j.clinthera.2012.01.027.
18. Martins CC, Firmino RT, Riva JJ, Ge L, Carrasco-Labra A, Brignardello-Petersen R, Colunga-Lozano LE, Granville-Garcia AF, Costa FO, Yepes-Nuñez JJ, Zhang Y, Schünemann HJ. Desensitizing Toothpastes for Dentin Hypersensitivity: A Network Meta-analysis. *Journal of dental research*. 2020; 99(5):514-522. DOI: 10.1177/0022034520903036.
19. Creeth JE, Burnett GR. Efficacy of an experimental occlusion technology toothpaste in the relief of dentinal hypersensitivity: an 8-week randomised controlled trial. *Quintessence publishing Deutschland*. 2021; 19(1):195-202. DOI: 10.3290/j.ohpd.b1075109.
20. Pei D, Meng Y, Li Y, Liu J, Lu Y. Influence of nano-hydroxyapatite containing desensitizing toothpastes on the sealing ability of dentinal tubules and bonding performance of self-etch adhesives. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*. 2019; 91: 38-44. DOI: 10.1016/j.jmbbm.2018.11.021.
21. Shiau HJ. Dentin Hypersensitivity. *Journal of evidence based dental practice*. 2012;12(3): 220-228. DOI: 10.1016/S1532-3382(12)70043-X.
22. Berg C, Unosson E, Engqvist H, Xia W. Comparative study of technologies for tubule occlusion and treatment of dentin hypersensitivity. *Journal of functional biomaterials*. 2021; 12(2): 27. DOI: 10.3390/jfb12020027.
23. Елови́кова Т.М., Ерми́шина Е.Ю., Ко́щев А.С., Прихо́дкин А.С. Клинико-лабораторное обоснование применения лечебно-профилактической десенсибилизирующей зубной пасты с фторидом натрия молодыми пациентами. *Проблемы стоматологии*. 2018;14(2):5-11. DOI: 10.18481/2077-7566-2018-14-2-5-11 [Elovikova TM, Ermishina EYU, Kosheyev AS, Prokhodkin AS. Kliniko-laboratornoye obosnovaniye primeneniya lechebno-proflkticheskoy desensetivnoi zubnoi pasti s ftoridom olova. *Problemi stomatologiyi* (Russian Journal of dentistry). 2018;14(2):5-11. (In Russ.)] DOI: 10.18481/2077-7566-2018-14-2-5-11.
24. Bhowmik E, Chandrashekhar DP, Hareesha MS. Comparative evaluation of fluorinol and calcium sodium phosphosilicate-containing toothpastes in the treatment of dentin hypersensitivity. *International journal of dental hygiene*. 2021;19(4): 421-428. DOI: 10.1111/idh.12495.
25. Huang X, Li R, Feng Y, Wang Y. Remineralization of demineralized dentin induced by bioactive glass NovaMin. *Journal of Central South University*. 2018;43(6):619-624. DOI: 10.11817/j.issn.1672-7347.2018.06.007.
26. Acharya A, Surve S, Thakur S. A clinical study of the effect of calcium sodium phosphosilicate on dentin hypersensitivity. *Journal of clinical and experimental dentistry*. 2013; 5(1): e18-e22. DOI:10.4317/jced.50955.
27. Sriranganathan D, Chen X, Hing KA, Kanwal N, Hill RG. The effect of the incorporation of fluoride into strontium containing bioactive glasses. *Journal of non-crystalline solids*. 2017; 457: 25-30. DOI:10.1016/j.jnoncrysol.2016.11.018.
28. Creeth JE, Goyal C, Qaqish J, Maclure R, Holt JS. Efficacy of an occluding toothpaste on dentinal hypersensitivity over 14 days. *BDJ Open*. 2021; 7(1):26. DOI: 10.1038/s41405-021-00076-3.
29. Burnett GR. The effects of an experimental anhydrous stannous fluoride dentifrice on the acid resistance of dentin smear layers. *American journal of dentistry*. 2013; 26(Spec No A):15A-18A.
30. Parkinson CR, Hughes N, Hall C, Whelton H, Gallob J, Mason S. Three randomized clinical trials to assess the short-term efficacy of anhydrous 0.454% w/w stannous fluoride dentifrices for the relief of dentin hypersensitivity. *American journal of dentistry*.

2016; 29(1): 25-32.

31. Chaknis P, Panagakos, FS, DeVizioW, Sowinski J, Petrone D, Proskin H. Assessment of hypersensitivity reduction of a dentifrice containing 0.3% triclosan, 2.0% PVM/MA copolymer, 0.243% NaF and specially-designed silica as compared to a dentifrice containing 0.454% stannous fluoride, sodium hexametaphosphate and zinc lactate and to a dentifrice containing 0.243% NaF on dentin hypersensitivity reduction: an 8-week study. *American journal of dentistry*. 2011; 24 (Spec No A):14A-20A.

32. Seong J, Newcombe RG, Foskett HL, Davies M, West XN. A randomised controlled trial to compare the efficacy of an aluminium lactate/potassium nitrate/hydroxylapatite toothpaste with a control toothpaste for the prevention of dentine hypersensitivity. *Journal of dentistry*. 2021; 108:103619. DOI: 10.1016/j.jdent.2021.103619.

33. Asmari DA, Khan MK. Evaluate efficacy of desensitizing toothpaste containing zinc-carbonate hydroxyapatite nanocrystals: non-comparative eight-week clinical study. *Journal of international society of preventive & community dentistry*. 2019; 9(6):566-570. DOI: 10.4103/jispcd.JISPCD_261_19

34. Tschoppe P, Zandim DL, Martus P, Kielbassa AM. Enamel and dentine remineralization by nano-hydroxyapatite toothpastes. *Journal of dentistry*. 2011; 39(6): 430-7. DOI: 10.1016/j.jdent.2011.03.008.

35. Rimondini L, Palazzo B, Iafisco M, Canegallo L, Demarosi F, Merlo M, Roveri N. The remineralizing effect of carbonate-hydroxyapatite nanocrystals on dentine. *Materials Science Forum*. 2007; 539-543: 602-605. DOI:10.4028/www.scientific.net/MSF.539-543.602.

36. Orsini G, Procaccini M, Manzoli L, Giuliadori F, Lorenzini A, Putignano A. A double-blind randomized-controlled trial comparing the desensitizing efficacy of a new dentifrice containing carbonate/hydroxyapatite nanocrystals and a sodium fluoride/potassium nitrate dentifrice. *Journal of clinical periodontology*. 2010;37(6):510-517. DOI: 10.1111/j.1600-051X.2010.01558.x.

37. Singh A, Shetty B, Mahesh CM, Reddy VP, Chandrashekar BS, Mahendra S. Evaluation of efficiency of two nanohydroxyapatite

remineralizing agents with a hydroxyapatite and a conventional dentifrice: a comparative in vitro study. *Journal of Indian orthodontic society*. 2017; 51(2): 92-102. DOI:10.4103/jios.jios_13_16.

38. Gul H, Ghaffar MA, Kaleem M, Khan AS. Hydroxyapatite, a potent agent to reduce dentin hypersensitivity. *Journal of the Pakistan medical Association*. 2021;71(11): 2604-2610. DOI: 10.47391/JPPMA.01175.

39. Amaechi BT, Lemke KC, Saha S, Luong MN, Gelfond J. Clinical efficacy of nanohydroxyapatite-containing toothpaste at relieving dentin hypersensitivity: an 8 weeks randomized control trial. *BDJ Open*. 2021; 7(1):23. DOI: 10.1038/s41405-021-00080-7.

40. Kim SY, Kim EJ, Kim DS, Lee IB. The evaluation of dentinal tubule occlusion by desensitizing agents: a real-time measurement of dentinal fluid flow rate and scanning electron microscopy. *Operative dentistry*. 2013; 38(4):419-428. DOI: 10.2341/11-504-L.

41. Bonetti AG, Pazzi E, Zanarini M, Marchionni S, Checchi L. The effect of zinc-carbonate hydroxyapatite versus fluoride on enamel surfaces after interproximal reduction. *Wiley periodicals*. 2014;36(3):356-361. DOI: 10.1002/sca.21125.

42. Satyapal T, Mali R, Mali A, Patil V. Comparative evaluation of a dentifrice containing calcium sodium phosphosilicate to a dentifrice containing potassium nitrate for dentinal hypersensitivity: A clinical study. *Journal of indian society of periodontology*. 2014;18(5):581-5. DOI: 10.4103/0972-124X.142447.

43. Bekes E, Heinzelmann K. Efficacy of desensitizing products containing 8% arginine and calcium carbonate for hypersensitivity relief in MIH-affected molars: an 8-week clinical study. *Clinical oral investigations*. 2017; 21(7): 2311–2317. DOI: 10.1007/s00784-016-2024-8.

44. Vu Pham TA, Anh Nguyen TT. Clinical evaluation of the desensitizing efficacy of a paste containing 8% arginine and calcium carbonate. *Journal of dental problem and solutions*. 2016; 3(3): 050-054. DOI: 10.17352/2394-8418.000035.

45. Arantes D, Limeira F, Yamauti M, Moreira A, Abreu L, Agalhaes C. Comparison of Clinical Efficacy of Pro-Argin and NovaMin Toothpastes in Relieving Dentin Hypersensitivity: A Systematic Review and Meta-analysis.

Quintessence publishing
Deutschland. 2019;17(5):403-412.
DOI:10.3290/j.ohpd.a43272.

46. Arshad S, Zaidi S, Farooqui W. Comparative efficacy of BioMin-F, Colgate Sensitive Pro-relief and Sensodyne Rapid Action in relieving dentin hypersensitivity: a randomized controlled trial. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):498. DOI: 10.1186/s12903-021-01864-x

47. Schiff T, Delgado E, Zhang YP, Cummins D, DeVizio W, Mateo LR. Clinical evaluation of the efficacy of an in-office desensitizing paste containing 8% arginine and calcium carbonate in providing instant and lasting relief of dentin hypersensitivity. *American journal of dentistry*. 2009; Spec. No. 8A-15A.

48. Yan B, Yi J, Li Y, Chen Y, Shi Z. Arginine-containing toothpastes for dentin hypersensitivity: systematic review and meta-analysis. *Quintessence publishing Deutschland*. 2013; 44(9):709-723. DOI: 10.3290/j.qi.a30177.

49. Magno MB, Nascimento GC, Da Penha NK, Pessoa OF, Loretto SC, Maia LC. Difference in effectiveness between strontium acetate and arginine-based toothpastes to relieve dentin hypersensitivity: a systematic review. *American Journal of dentistry*. 2015; 28(1):40-4.

50. Vinaya KR, Shubhashini N, Seshan H, Kranti K. A clinical trial comparing a stannous fluoride based dentifrice and a strontium chloride based dentifrice in alleviating dentinal hypersensitivity. *Journal of International Oral Health*. 2010; 2(1), 37-50.

51. Hu M, Zheng G, Lin H, Yang M, Zhang Y, Han J. Network meta-analysis on the effect of desensitizing toothpastes on dentine hypersensitivity. *Journal of dentistry*. 2019;88:103170. DOI: 10.1016/j.jdent.2019.07.008.

52. West XN, Seong J, Davies M. Management of dentine hypersensitivity: efficacy of professionally and self-administered agents. *Journal of clinical periodontology*. 2014;42:256-302. DOI: 10.1111/jcpe.12336.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.