

The Effect of Silver Diamine Fluoride with or without Glutathione and Potassium Iodide on Discoloration, Fluoride Release, and Microhardness of Primary Teeth

M. Khataminia (DDS, MS)¹ , S. Tehrani (DDS)^{*1} , Sh. Taravati (DDS, MS)¹ 

1.Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R.Iran.

*Corresponding Author: S. Tehrani (DDS)

Address: Department of Pediatric Dentistry, School of Dentistry, Ahvaz Jundishapur University of Medical Sciences, Ahvaz, I.R.Iran.

Tel: +98 (61) 33205168. E-mail: s.tehrani1993@gmail.com

Article Type ABSTRACT

Research Paper

Background and Objective: Silver diamine fluoride (SDF) is a minimally invasive alternative to conventional restorative methods. Despite proven benefits, it causes discoloration of teeth and gingiva. The present study was conducted to investigate the effect of silver diamine fluoride (SDF) with or without glutathione (GSH) and potassium iodide (KI) on discoloration, fluoride release, and microhardness of primary teeth.

Methods: This in vitro study was conducted on 51 human anterior primary teeth extracted due to trauma or becoming loose. After artificial induction of dentin demineralization, the teeth were randomly assigned to 3 groups of 17: SDF, SDF+KI, and SDF+20%GSH. The color change (ΔE) was measured using a spectrophotometer, dentin microhardness was measured using a Vickers hardness tester, and the concentration of fluoride released was measured using a potentiometer immediately after treatment and also after one and three months of immersion in artificial saliva.

Findings: The mean dentin microhardness in all three groups decreased significantly over time. In the SFD group, it decreased from 25.17 ± 4.69 to 21.09 ± 4.12 , in the SFD+KI group from 22.35 ± 3.41 to 18.62 ± 2.19 , and in the SFD+GLU group from 18.35 ± 2.21 to 15.65 ± 2.61 after three months ($p < 0.001$). The mean dentin microhardness in the SDF group was significantly higher than in the other groups at all time points ($p < 0.001$). Fluoride release in all three groups increased significantly over time ($p < 0.001$). Fluoride release in the SDF+KI group was significantly higher than in the other two groups at all time points (2.41 ± 0.47) ($p < 0.001$). The color change (ΔE) in the SDF+KI group was significantly greater than that in the SDF group three months after treatment compared to immediately after treatment ($p < 0.01$).

Conclusion: The results of the study showed that SDF alone produced the highest microhardness, while SDF+KI showed the highest fluoride release and the greatest color change three months after treatment.

Keywords: Silver Diamine Fluoride, Hardness, Tooth Discoloration, Fluorides.

Received:

Dec 3rd 2024

Revised:

Dec 21st 2024

Accepted:

Jan 6th 2025

Cite this article: Khataminia M, Tehrani S, Taravati Sh. The Effect of Silver Diamine Fluoride with or without Glutathione and Potassium Iodide on Discoloration, Fluoride Release, and Microhardness of Primary Teeth. *Journal of Babol University of Medical Sciences*. 2025; 27: e74.

اثر فلوراید دی آمین نقره با/بدون گلوکاتایون و یدید پتاسیم بر تغییر رنگ، آزادسازی فلوراید و میکروسختی دندان های شیری

معصومه خاتمی نیا^۱ (DDS, MS)^{id}، سحر تهرانی^۱ (DDS)^{id*}، شیرین طراوتی^۱ (DDS, MS)^{id}

۱. گروه دندانپزشکی کودکان، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز، اهواز، ایران

نوع مقاله	چکیده
مقاله پژوهشی	سابقه و هدف: فلوراید دی آمین نقره (SDF) که یک جایگزین کم تهاجم برای روش های مرسوم ترمیمی می باشد. علی رغم مزایای زیاد، باعث تغییر رنگ دندان ها و لثه ها می شود. هدف از این مطالعه بررسی تأثیر فلوراید دی آمین نقره (SDF) با/بدون گلوکاتایون (GSH) و یدید پتاسیم (KI) بر تغییر رنگ، آزادسازی فلوراید و میکروسختی دندان در دندان های شیری می باشد. مواد و روش ها: این مطالعه آزمایشگاهی بر روی ۵۱ دندان شیری قدامی انسان که به علت تروما یا لقی کشیده شدند، انجام گردید. پس از القای مصنوعی دمیترالیزاسیون دنتین، دندان ها به طور تصادفی به ۳ گروه ۱۷ تایی SDF، SDF+KI، SDF+GSH و ۲۰٪ SDF اختصاص یافتند. تغییر رنگ دندان ها (ΔE) با استفاده از اسپکتروفوتومتر، میکروسختی دنتین با استفاده از دستگاه سختی سنج ویکرز اندازه گیری شد و غلظت فلوراید آزاد شده با پتانسیومتر بلافاصله پس از درمان و پس از یک و سه ماه غوطه وری در بزاق مصنوعی اندازه گیری شد. یافته ها: میانگین میکروسختی دنتین در تمام سه گروه به طور معنی داری با گذشت زمان کاهش یافت. در گروه SDF از ۲۵/۱۷±۴/۶۹ به ۲۱/۰۹±۴/۱۲، در گروه KI+SDF از ۲۲/۳۵±۳/۴۱ به ۱۸/۶۲±۲/۱۹ و در گروه GLU+SDF از ۱۸/۳۵±۲/۲۱ به ۱۵/۶۵±۲/۶۱ بعد از سه ماه رسید ($p<0/001$). میانگین میکروسختی دنتین در گروه SDF در تمام نقاط زمانی به طور معنی داری بیشتر از سایر گروه ها بود ($p<0/001$). آزادسازی فلوراید در تمام سه گروه به طور معنی داری با گذشت زمان افزایش یافت ($p<0/001$). آزادسازی فلوراید در گروه SDF+KI در تمام نقاط زمانی به طور معنی داری بیشتر از دو گروه دیگر بود (۲/۴۱±۰/۴۷) ($p<0/001$). تغییر رنگ (ΔE) در گروه SDF+KI به طور معنی داری بیشتر از گروه SDF در سه ماه بعد از درمان نسبت به بلافاصله پس از درمان بود ($p<0/001$). نتیجه گیری: نتایج مطالعه نشان داد که SDF به تنهایی بیشترین میکروسختی را ایجاد می کند، در حالی که SDF+KI بیشترین آزادسازی فلوراید و بیشترین تغییر رنگ را در سه ماه پس از درمان نشان می دهند. واژه های کلیدی: فلوراید دی آمین نقره، سختی، تغییر رنگ دندان، فلوراید ها.

استناد: معصومه خاتمی نیا، سحر تهرانی، شیرین طراوتی. اثر فلوراید دی آمین نقره با/بدون گلوکاتایون و یدید پتاسیم بر تغییر رنگ، آزادسازی فلوراید و میکروسختی دندان های شیری. مجله علمی دانشگاه علوم پزشکی بابل. ۱۴۰۴؛ ۲۷: ۷۴.

مقدمه

فلز نقره حتی پیش از شناخت کامل خواص آنتی میکروبیال آن در پزشکی استفاده می شد (۱). فلوراید دی آمین نقره (Silver Fluoride= SDF) پس از سال ها استفاده در کشورهای در حال توسعه، تأییدیه سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) را به عنوان جایگزینی برای روش های تهاجمی دندان پزشکی دریافت کرد (۱). SDF یک مایع بی رنگ و بی بو است که ابتدا به عنوان عامل دندان حساسیت زدای و برای هیپو مینرالیزاسیون مولر-اینسایزر استفاده شد (۲). SDF می تواند به عنوان یک جایگزین کم تهاجم برای روش های مرسوم ترمیمی در مدیریت پوسیدگی دندان، به ویژه در جوامع با خطر بالای پوسیدگی دندان، استفاده شود (۳و۴). ضایعات پوسیدگی درمان شده با SDF کاهش اندازه و افزایش چگالی مواد معدنی را نشان می دهند که نشان دهنده بازسازی مینرالیزاسیون آن ها است (۵). شواهد نشان می دهد که SDF می تواند پوسیدگی های اولیه را بازسازی کرده و از تکثیر استرپتوکوکوس موتانس بر روی دنتین دیمینرالیزه شده جلوگیری کند (۶).

SDF همچنین می تواند فعالیت ماتریکس متالوپروتئینازها و تجزیه کلاژن را مهار کند (۶). نشان داده شد که SDF نسبت به فلوراید سدیم و فلوراید فسفات اسیدی شده در پیشگیری از پوسیدگی دندان مؤثرتر است (۷). به دلیل غلظت بالای نقره (۲۵/۵٪) و فلوراید (۴۴۸۰۰ ppm) در ترکیب آن گزارش شده که استفاده سالانه از SDF ۷۸٪ برای بازسازی و پیشگیری از پوسیدگی دندان مؤثرتر از استفاده ۷ ماهه فلوراید است (۷-۱۰). همچنین، یک مرور سیستماتیک نشان داد که استفاده از SDF بر روی ضایعات پوسیدگی هر ۶ ماه یک بار به مدت ۷-۲ سال بهترین نتایج را در جلوگیری از پوسیدگی دندان به دست می دهد (۱۱). علی رغم مزایای ذکر شده، SDF باعث تغییر رنگ دندان ها و لثه ها به رنگ قهوه ای تا سیاه می شود که ممکن است استفاده از آن را محدود کرده و نگرانی های زیبایی شناسی ایجاد کند (۷). برخی استراتژی ها برای جلوگیری یا کاهش تغییر رنگ های ناشی از SDF، مانند جایگزینی SDF با فلوراید رویی و هگزافلوروسیلیک آمونیوم (۷و۱۲)، استفاده از یدید پتاسیم اشباع شده (KI) بلافاصله پس از اعمال SDF (۱۳)، استفاده از نانوذرات نقره (۱۴) و استفاده از ۲۰٪ گلو تاتیون (GSH) پس از استفاده از SDF پیشنهاد شده است (۱۵). KI با یون های اضافی نقره واکنش نشان می دهد و یدید نقره را تشکیل می دهد که رنگ بژ دارد و تغییر رنگ ایجاد شده توسط SDF را پنهان می کند (۱۶و۱۵).

GSH یکی از رایج ترین تیول های داخل سلولی غیر پروتئینی است که به عنوان آنتی اکسیدان عمل می کند (۱۵) و یک تری پتید تیول است که توسط سطح فلز جذب شده و یک پوشش اطراف ذرات نقره تشکیل می دهد که از تجمع و آزادسازی آن ها جلوگیری می کند، در نتیجه تغییر رنگ ناشی از SDF را در طول زمان به حداقل می رساند (۱۵). SDF ۳۸٪ حاوی ۴۴۸۰۰ ppm فلوراید است که برای متوقف کردن پوسیدگی دندان استفاده می شود (۱۷). بررسی ضایعات پوسیدگی پس از استفاده آزمایشگاهی از SDF یا ورنی فلوراید سدیم نشان داده که سختی آن ها افزایش می یابد، که نشان دهنده کارایی بهینه این محصولات است (۱۷). ارزیابی آزادسازی فلوراید روش معمولی برای ارزیابی فعالیت آنتی میکروبیال مواد ترمیمی است (۱۸). از آنجایی که مطالعه ای که اثرات استفاده از GSH و KI همراه با SDF را بر تغییر رنگ دندان را بلافاصله و ۱ و ۳ ماه پس از درمان بررسی کرده باشد، در دسترس نیست، هدف از این مطالعه ارزیابی اثرات SDF با/بدون GSH و KI بر تغییر رنگ، آزادسازی فلوراید و میکروسختی دنتین دندان های شیری می باشد.

مواد و روش ها

این مطالعه آزمایشگاهی پس از تصویب در کمیته اخلاق دانشکده دندان پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز با کد IR.AJUMS.REC.1403.356 بر روی ۵۱ دندان شیری قدامی انسان که به علت تروما یا لقی کشیده شدند، انجام گردید. دندان ها به طور تصادفی به ۳ گروه ۱۷ تایی SDF+KI، SDF+GSH ۲۰٪ و SDF اختصاص یافتند.

اندازه نمونه برای هر گروه ۱۷ دندان با فرض $\alpha=0.05$ ، $\beta=0.80$ و انحراف معیار میانگین ۰/۹۶ بر اساس یک مطالعه قبلی (۱۹)، محاسبه شد. دندان ها پس از استخراج، به منظور ضد عفونی، در محلول تیمول (۰/۱ wt% ADRICH، ایالات متحده) غوطه ور شدند. سپس مینای اکلوزال با اره الماسی با سرعت پایین (Kerr Crop، NTI Superflex) برداشته شد تا دنتین میانه تاجی نمایان شود. دندان ها سپس با کاغذ ساینده سیلیکون کرباید با دانه بندی ۶۰۰ زیر جریان آب به مدت ۱۰ ثانیه پولیش شدند. دندان ها پس از آن در محلول دیمینرالیزه کننده ای شامل ۵۰ میلی مول استات، ۲/۲ میلی مول پتاسیم دی هیدروژن فسفات و ۲/۲ میلی مول کلسیم کلرید با pH معادل ۴/۴ به مدت ۷ روز در دمای ۳۷ درجه سانتی گراد غوطه ور شدند تا دیمینرالیزاسیون دنتین شبیه سازی شود. سپس دندان ها به طور تصادفی برای اعمال SDF، SDF+KI و SDF+GSH ۲۰٪ به ۳ گروه ۱۷ تایی اختصاص داده شدند.

در گروه SDF، یک قطره از ۲۰٪ SDF (Cariestop 30%-Biodinamica- برزیل) با استفاده از میکروبراش بر روی سطح دندان اعمال شد و پس از ۱ دقیقه با محلول نمک به مدت ۳۰ ثانیه شستشو داده شد. در گروه SDF+KI، پس از اعمال SDF، KI بر روی سطح دندان اعمال شد و پس از ۱ دقیقه با محلول نمک به مدت ۳۰ ثانیه شستشو داده شد. در گروه SDF+GSH، ترکیبی از SDF و ۲۰٪ GSH به مدت ۱ دقیقه بر روی سطح دندان اعمال شد و سپس با محلول نمک به مدت ۳۰ ثانیه شستشو داده شد. سپس دندان‌ها در بزاق مصنوعی غوطه‌ور شدند و آزمایش‌های زیر پس از ۱ و ۳ ماه ذخیره سازی انجام شد. تغییر رنگ (ΔE) دندان‌ها با استفاده از اسپکتروفوتومتر ارزیابی شد. پارامترهای رنگی بلافاصله پس از درمان و پس از ۱ و ۳ ماه غوطه‌وری در بزاق مصنوعی اندازه‌گیری شده و ΔE محاسبه شد. برای اندازه‌گیری غلظت فلوراید محلول پس از ۱ و ۳ ماه غوطه‌وری، از پتانسیومتر (PH/ion meter, Metrohm, Switzerland) با الکترود خاص یون فلوراید (ion sensitive electrode, Metrohm, Switzerland) استفاده شد. ابتدا پتانسیومتر با محلول‌های استاندارد فلوراید کالیبره شد. سپس الکتروود در محلول قرار داده شد، ظرف به طور کامل تکان داده شد تا از توزیع یکنواخت یون‌های فلوراید اطمینان حاصل شود و سپس غلظت فلوراید اندازه‌گیری شده و به صورت ppm گزارش شد. پس از هر اندازه‌گیری، الکتروود با آب مقطر شسته و خشک شد (۱۸).

میکروسختی دنتین بلافاصله پس از خارج کردن دندان‌ها از بزاق مصنوعی اندازه‌گیری شد. سطح دنتین به طور فرضی به سه بخش میانه‌ای و دیستالی تقسیم شد. اولین بخش فرضی از سمت چپ به سه قسمت بالایی، میانه و پایینی تقسیم شده و میکروسختی هر منطقه با استفاده از دستگاه اندازه‌گیری سختی دیجیتال (Nexus 4000 Innova test; Holland) اندازه‌گیری شد. میانگین مقادیر اندازه‌گیری شده به عنوان میکروسختی دندان مربوطه گزارش شد. پس از اعمال بار، الماس واردکننده یک فرورفتگی دوزنقه‌ای با قطرهای d1 و d2 ایجاد می‌کند. با تقسیم بار بر مساحت سطح فرورفتگی، عدد سختی ویکرز در واحد kg/mm^2 محاسبه شده و میانگین سه مقدار به عنوان سختی نهایی دندان مربوطه ثبت شد. در این مطالعه، بار ۳۰۰ گرمی برای ۱۵ ثانیه طبق یک مطالعه قبلی (۲۰) اعمال شد. توزیع نرمال داده‌ها با استفاده از آزمون‌های کولموگروف-اسمیرنوف و شاپیرو-ویلک ارزیابی شد. بر این اساس، مقایسه‌ها بین سه گروه با استفاده از تحلیل واریانس یک طرفه One-Way Anova انجام شد و پس از آن مقایسه‌های جفتی با استفاده از آزمون پس‌تست توکی Tukey's Repeated Measures Anova post-hoc انجام گردید. تغییرات درون گروهی در طول زمان با استفاده از تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر Repeated Measures Anova بررسی شد. تمام تحلیل‌های آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۲۲ (SPSS Inc., IL, USA) تجزیه و تحلیل شده و $p < 0.05$ معنی‌دار در نظر گرفته شد.

یافته‌ها

نتایج نشان داد که میانگین میکروسختی دنتین در تمام سه گروه به طور معنی‌داری با گذشت زمان کاهش یافت. با این حال، این کاهش در گروه SDF+GSH بیشتر از دو گروه دیگر بود. همچنین، در تمام نقاط زمانی، تفاوت در میکروسختی در بین سه گروه معنی‌دار بود ($p < 0.001$ برای تمام مقایسه‌ها)، به طوری که میانگین میکروسختی دنتین در گروه SDF به طور معنی‌داری بیشتر از گروه‌های SDF+KI و SDF+GSH بود ($p < 0.001$) (جدول ۱).

جدول ۱. میکروسختی دنتین در سه گروه در زمان‌های مختلف

p-value _{time} [#]	زمان			گروه
	۳ ماه بعد Mean±SD	یک ماه بعد Mean±SD	بلافاصله Mean±SD	
<0.001	۲۱/۰۹±۴/۱۲	۲۲/۳۳±۴/۴۹	۲۵/۱۷±۴/۶۹	SDF
<0.001	۱۸/۶۲±۲/۱۹	۲۰/۲۴±۳/۴۷	۲۲/۳۵±۳/۴۱	SDF+KI
<0.001	۱۵/۶۵±۲/۶۱	۱۷/۷۵±۲/۶۳	۱۸/۳۵±۲/۲۱	SDF+GLU
—	<0.001	<0.001	<0.001	p-value _{group} [*]

*ANOVA، #تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر

مقایسه‌های درون گروهی نشان داد که آزادسازی فلوراید در هر سه گروه با گذشت زمان به طور معنی‌داری افزایش یافت ($p < 0.001$ برای همه گروه‌ها). مقایسه بین گروه‌ها از نظر آزادسازی فلوراید در هر سه زمان تفاوت معنی‌داری را نشان داد ($p < 0.001$ برای همه)، به طوری که آزادسازی فلوراید در گروه SDF+KI به طور معنی‌داری بیشتر از دو گروه دیگر در تمام زمان‌ها بود ($p < 0.001$ برای هر دو گروه) (جدول ۲).

جدول ۲. غلظت فلوراید آزاد شده در سه گروه در زمان‌های مختلف

گروه	بلافاصله	۱ ماه بعد	۳ ماه بعد	p-value ^{time*}
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD	
SDF	۱/۴۱±۱/۳۹	۱/۶۱±۰/۴۳	۱/۷۸±۰/۴۳	<۰/۰۰۱
SDF+KI	۱/۹۶±۰/۵۵	۲/۱۳±۰/۴۷	۲/۴۱±۰/۴۷	<۰/۰۰۱
SDF+GLU	۰/۹۱±۰/۱۳	۱/۲۹±۰/۳۴	۱/۵۴±۰/۴۷	<۰/۰۰۱
p-value ^{group#}	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	<۰/۰۰۱	-

*ANOVA، #تحلیل واریانس اندازه‌گیری‌های مکرر

ΔE در گروه SDF در ۱ ماه نسبت به بلافاصله پس از درمان بیشترین مقدار را داشت، و در گروه SDF+KI در ۳ ماه نسبت به بلافاصله پس از درمان بیشترین مقدار را داشت. در مقایسه ۳ ماه با ۱ ماه، ΔE در گروه SDF+KI بیشترین و در گروه SDF کمترین مقدار را داشت. مقایسه‌های جفتی با استفاده از آزمون توکی نشان داد که ΔE ۱-۳ در گروه SDF+KI به طور معنی‌داری بیشتر از گروه SDF بود ($p < 0.001$) (جدول ۳). در دیگر زمان‌ها تفاوت معنی‌دار دیگری مشاهده نشد ($p < 0.05$).

جدول ۳. مقادیر ΔE در سه گروه در زمان‌های مختلف

گروه	ΔE 0-1	ΔE 0-3	ΔE 1-3
	Mean±SD	Mean±SD	Mean±SD
SDF	۳/۴۷±۴/۸۶	۴/۳۸±۴/۸۴	۲/۱۴±۰/۹۲
KI+SDF	۲/۹۸±۱/۱۹	۵/۲۴±۱/۵۹	۳/۵۵±۱/۴۸
GLU+SDF	۲/۳۰±۰/۶۷	۳/۴۲±۱/۶۳	۳±۱/۴۸
p-value*	>۰/۰۵	>۰/۰۵	<۰/۰۱

*ANOVA، ΔE 0-1: تغییر رنگ در ۱ ماه نسبت به بلافاصله پس از درمان، ΔE 0-3: تغییر رنگ در ۳ ماه نسبت به بلافاصله پس از درمان، ΔE 1-3: تغییر رنگ در ۳ ماه نسبت به ۱ ماه.

بحث و نتیجه گیری

نتایج حاضر در مورد میکروسختی نشان داد که میکروسختی دنتین دیمینرالیزه در هر سه گروه به طور معنی‌داری افزایش یافته است. با این حال، این افزایش در گروه SDF بیشتر و در گروه SDF+GSH کمتر بود. SDF تأثیر قوی و مستقیمی بر فاز آلی دنتین دارد. این ماده ساختار بلوری هیدروکسی‌آپاتیت دنتین را تغییر داده و موجب جمع‌شدگی حجمی دنتین می‌شود که بر میکروسختی آن تأثیر می‌گذارد (۲۱). به طور مشابه، Cömert و همکاران گزارش کردند که افزایش میکروسختی دنتین اولیه دیمینرالیزه پس از اعمال SDF و SDF+KI به طور معنی‌داری بیشتر از SDF+GSH بود (۲۲). Rogalnikovaitė و همکاران اثر کاربرد SDF را بر دنتین پوسیده اولیه ارزیابی کردند و نشان دادند که این ماده میکروسختی دنتین را افزایش می‌دهد (۲۳). نتایج حاضر کاهش میکروسختی در طول زمان را در هر سه گروه نشان داد که بر نیاز به تجدید کاربرد آن تأکید می‌کند.

مطالعه دیگری نیز گزارش کرد که فعالیت SDF با گذشت زمان کاهش می‌یابد و نیاز به تجدید مکرر آن وجود دارد. Horst و همکاران تجدید SDF هر ۶ ماه یک بار به مدت ۲ سال پس از کاربرد اولیه را توصیه کردند (۲۴). با این حال، اگر بیمار به طور منظم برای پیگیری مراجعه نکند، ترمیم با گلاس آینومر یا تکنیک اسمارت توصیه می‌شود (۲۵). در مطالعه حاضر آزادسازی فلوراید در هر سه گروه مشاهده شد و این آزادسازی با گذشت زمان در تمام گروه‌ها افزایش یافت. آزادسازی فلوراید در گروه SDF+KI بیشترین مقدار را داشت. نتایج نشان داد که افزودن KI و GSH هیچ تأثیر منفی بر آزادسازی فلوراید نداشت. ۳۰٪ SDF استفاده شده در این مطالعه حاوی ۷۰۴۹۹ ppm فلوراید و pH قلیایی حدود ۸ است (۲۶). در این مطالعه، مقدار فلوراید آزاد شده از سطح نمونه‌ها پس از اعمال مواد مورد نظر اندازه‌گیری شد، اما میزان جذب فلوراید اندازه‌گیری نشد؛ بنابراین، غلظت فلوراید در محلول کمتر از مقدار پیش‌بینی شده بود. واکنش فلوراید با مینای دندان و دنتین بستگی به غلظت آن و pH محیط دارد. به عبارت دیگر، فلوراید در محیط‌های اسیدی واکنش‌پذیری بالاتری دارد. Ariffin و همکاران تأثیر کاهش pH را بر آزادسازی فلوراید تأیید کردند (۲۷). آن‌ها نشان دادند که اعمال یک لایه نقره فلوراید (AgF) بر روی گلاس آینومر و گلاس آینومر اصلاح شده با رزین منجر به افزایش آزادسازی فلوراید شد و همچنین نشان دادند که کاهش pH محیطی آزادسازی فلوراید را افزایش می‌دهد. باید توجه داشت که محصولات تجاری فلوراید باید pH خنثی داشته باشند تا پایداری و کنترل بهینه پوسیدگی را تضمین کنند (۲۶). در این مطالعه، تمامی دندان‌ها در بزاق مصنوعی با pH خنثی غوطه‌ور شدند. با این حال، GSH ماهیت اسیدی دارد و می‌تواند pH محیط را کاهش داده و آزادسازی فلوراید را افزایش دهد (۲۸ و ۱۱). از سوی دیگر، نشان داده شده که نقره موجود در ترکیب SDF ممکن است با تشکیل رسوبات فلوراید تداخل داشته باشد و تشکیل فسفات نقره ممکن است با محصولات فلوراید رقابت کند. زمانی که SDF با GSH یا KI مخلوط می‌شود، برخی از یون‌های نقره به یون‌های یدید و GSH متصل می‌شوند و به این ترتیب، فلوراید می‌تواند به طور مؤثرتری آزاد شود. این توضیح می‌تواند یکی از دلایل افزایش آزادسازی فلوراید در هنگام استفاده از SDF به همراه GSH یا KI باشد (۲۹).

همچنین در مطالعه حاضر نشان داده شد که SDF باعث تغییر به رنگ سیاه شد که در طول دوره ۳ ماهه مطالعه ثابت باقی ماند. GSH تا حدی تغییر رنگ سیاه را کاهش داد که این تغییر رنگ نیز در طول دوره ۳ ماهه ثابت باقی ماند. با این حال، اعمال KI پس از کاربرد SDF منجر به تشکیل رسوب سفید شد که تغییر رنگ ناشی از SDF را کاهش داد، اما این تغییر رنگ ثابت نماند و تغییر رنگ تیره ناشی از SDF احتمالاً به دلیل شستشوی رسوب سفید دوباره بازگشت. Kamble و همکاران نشان دادند که کاربرد KI و GSH باعث کاهش تغییر رنگ ناشی از SDF شد؛ با این حال، تغییر رنگ همچنان در روز اول، یک هفته و چهار هفته بعد از درمان وجود داشت (۱۹). همچنین، Roberts و همکاران نشان دادند که KI تغییر رنگ ناشی از SDF را کاهش می‌دهد (۳۰).

مطالعه حاضر یک طراحی درون‌تنی داشت و نتوانست به طور کامل محیط بالینی دهان را شبیه‌سازی کند. بنابراین، تعمیم نتایج به محیط بالینی باید با احتیاط صورت گیرد. برای تأیید نتایج حاضر و دستیابی به نتایج عمومی‌تر، به انجام کارآزمایی‌های بالینی نیاز است. بر اساس نتایج این مطالعه مشخص شد که SDF به تنهایی بالاترین میکروسختی را ایجاد کرد، در حالی که ترکیب SDF+KI بالاترین میزان آزادسازی فلوراید و بیشترین تغییر رنگ را در ۳ ماه پس از درمان نشان داد.

تقدیر و تشکر

بدینوسیله از معاونت تحقیقات و فناوری دانشگاه علوم پزشکی جندی شاپور اهواز به دلیل حمایت مالی از تحقیق قدردانی می‌گردد.

References

1. Minich DM, Brown BI. A Review of Dietary (Phyto)Nutrients for Glutathione Support. *Nutrients*. 2019;11(9):2073.
2. Ochotorena AC, Gómez YR, de Lourdes Segura-Valdés M, Lara-Martínez R, Jiménez-García LF. Características de la espermatogénesis en una serpiente endémica de Cuba: *Caraiba andreae andreae* (Squamata: Dipsadidae). *Rev Cub Cienc. Biol.* 2019;7(1):1-9.
3. Oztürk LK, Furuncuoğlu H, Atala MH, Uluköylü O, Akyüz S, Yarat A. Association between dental-oral health in young adults and salivary glutathione, lipid peroxidation and sialic acid levels and carbonic anhydrase activity. *Braz J Med Biol Res.* 2008;41(11):956-9.
4. Mighani GH, Shafagh P. Comparison of fluoride uptake of three fluoride varnishes on primary teeth enamel. *Iran J Paediatr Dent.* 2016;11(2):17-26. [In Persian]
5. Neelakantan P, John S, Anand S, Sureshbabu N, Subbarao C. Fluoride release from a new glass-ionomer cement. *Oper Dent.* 2011;36(1):80-5.
6. Sitohang IBS, Ninditya S. Systemic Glutathione as a Skin-Whitening Agent in Adult. *Dermatol Res Pract.* 2020;2020:8547960.
7. Taglietti A, Diaz Fernandez YA, Amato E, Cucca L, Dacarro G, Grisoli P, et al. Antibacterial activity of glutathione-coated silver nanoparticles against Gram positive and Gram negative bacteria. *Langmuir.* 2012;28(21):8140-8.
8. Andriany P, Pintaui S, Lubis R, Rahardjo A. Topical Silver Diamine Fluoride 38% for Arresting Dentine Caries Active in Dental Clinic. *Adv Health Sci Res.* 2021;32:73-5.
9. Shafiezadeh N, Banava S, Foroohari A, Moeini P, Mokhtari S. Fluoride Release from Three Self-Cured Glassionomers in Distilled Water and Artificial Saliva. *J Res Dent Sci.* 2012;9(1):29-35. [In Persian]
10. Mouafy NM, Ezz El Din S, Shash RY, Wassef N. Microhardness and Bacterial Inhibitory Effect of Riva Star versus Silver Diamine Fluoride on Carious Dentin of Primary Teeth (In-vitro study). *Adv Dent J.* 2023;5(2):442-8.
11. Bowen DM. Effectiveness of Professionally-Applied Silver Diamine Fluoride in Arresting Dental Caries. *J Dent Hyg.* 2016;90(2):75-8.
12. Sayed M, Matsui N, Hiraishi N, Nikaido T, Burrow MF, Tagami J. Effect of Glutathione Bio-Molecule on Tooth Discoloration Associated with Silver Diammine Fluoride. *Int J Mol Sci.* 2018;19(5):1322.
13. Battino M, Ferreiro MS, Gallardo I, Newman HN, Bullon P. The antioxidant capacity of saliva. *J Clin Periodontol.* 2002;29(3):189-94.
14. Sculley DV, Langley-Evans SC. Periodontal disease is associated with lower antioxidant capacity in whole saliva and evidence of increased protein oxidation. *Clin Sci (Lond).* 2003;105(2):167-72.
15. Beutler E, Matsumoto F. Ethnic variation in red cell glutathione peroxidase activity. *Blood.* 1975;46(1):103-10.
16. Detsomboonrat P, Thongmak P, Lertpayab P, Aiemsri W, Sooampon S. Optimal concentration of potassium iodide to reduce the black staining of silver diamine fluoride. *J Dent Sci.* 2022;17(1):300-7.
17. Bystrom A, Sundqvist G. The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J.* 1985;18(1):35-40.
18. Sayed M, Nikaido T, Abdou A, Burrow MF, Tagami J. Potential use of silver diammine fluoride in detection of carious dentin. *Dent Mater J.* 2021;40(3):820-6.

- 19.Kamble AN, Chimata VK, Katge FA, Nanavati KK, Shetty SK. Comparative Evaluation of Effect of Potassium Iodide and Glutathione on Tooth Discoloration after Application of 38% Silver Diamine Fluoride in Primary Molars: An In Vitro Study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021;14(6):752-6.
- 20.Bobacka J, Ivaska A, Lewenstam A. Potentiometric ion sensors. *Chem Rev*. 2008;108(2):329-51.
- 21.Shimizu M, Matsui N, Sayed M, Hamba H, Obayashi S, Takahashi M, et al. Micro-CT assessment of the effect of silver diammine fluoride on inhibition of root dentin demineralization. *Dent Mater J*. 2021;40(4):1041-8.
- 22.Cömert H, Olmez A. Effects of glutathione and potassium iodide on silver diamine fluoride application on remineralisation and colour change in dentine caries of primary teeth: an in vitro study. *Eur Arch Paediatr Dent*. 2025;26(1):169-81.
- 23.Rogalnikovaitė K, Narbutaitė J, Andruskevicienė V, Bendoraitienė EA, Razmienė J. The Potential of Silver Diamine Fluoride in Non-Operative Management of Dental Caries in Primary Teeth: A Systematic Review. *Medicina (Kaunas)*. 2024;60(11):1738.
- 24.Horst JA, Ellenikiotis H, Milgrom PL. UCSF Protocol for Caries Arrest Using Silver Diamine Fluoride: Rationale, Indications and Consent. *J Calif Dent Assoc*. 2016;44(1):16-28.
- 25.Fa BA, Jew JA, Wong A, Young D. Silver modified atraumatic restorative technique (SMART): an alternative caries prevention tool. *Stoma Edu J*. 2016;3(2):243-9.
- 26.Zhang W, McGrath C, Lo EC, Li JY. Silver diamine fluoride and education to prevent and arrest root caries among community-dwelling elders. *Caries Res*. 2013;47(4):284-90.
- 27.Ariffin Z, Ngo H, McIntyre J. Enhancement of fluoride release from glass ionomer cement following a coating of silver fluoride. *Aust Dent J*. 2006;51(4):328-32.
- 28.Yee R, Holmgren C, Mulder J, Lama D, Walker D, van Palenstein Helderman W. Efficacy of silver diamine fluoride for Arresting Caries Treatment. *J Dent Res*. 2009;88(7):644-7.
- 29.Hotwani K, Thosar N, Baliga S, Bundale S, Sharma K. Antibacterial effects of hybrid tooth colored restorative materials against *Streptococcus mutans*: An in vitro analysis. *J Conserv Dent*. 2013;16(4):319-22.
- 30.Roberts A, Bradley J, Merkley S, Pachal T, Gopal JV, Sharma D. Does potassium iodide application following silver diamine fluoride reduce staining of tooth? A systematic review. *Aust Dent J*. 2020;65(2):109-17.