The effect of adding fluorinated graphene nanoparticles on fluoride release in a commercial fissure sealant: An in vitro study

Rezvan Arian[1], Zahra Namazi[2], Hanieh Nojedehian[3], Farhood Najafi[4], Zahra Yadegari[5], Roxana Karbaschi[2], Maryam Torshabi[3], Sarvin Soleimanpoor[1,*]

1- Dentist, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
3- Associate Professor, Department of Dental Biomaterials, School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran
4- Associate Professor, Departmant of Resin and Additives, Institute for Color Science and Technology Ministry of Science, Tehran, Iran
5- Assistant Professor, Department of Physiology, School of Medicine, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Tehran, Iran

Article Info

Article type:
Original Article

Article History:
Received: 9 Nov 2023
Accepted: 8 Apr 2024
Published: 11 Apr 2024

Corresponding Authors:
Sarvin Soleimanpoor

School of Dentistry, Shahid Beheshti University of Medical Sciences, Theran, Iran

(Email: soleimanpoorsarvin@yahoo.com)

Abstract

Background and Aims: Using fissure sealant is one of the most effective methods of preventing pit and fissure decay. Fluoride has been added to various materials as a known anti-caries agent. Fluorinated graphene (FG) has gained attention due to its unique properties. The specific structural characteristics of graphene fillers, besides having antibacterial properties by increasing the rate of fluoride release and charge and neutralizing the acidic pH of the environment, is a suitable option in many treatments. This study investigated the effect of addition of fluorinated graphene nanoparticles on the fluoride release in Fissurit®, a commercial fissure sealant.

Materials and Methods: In this in vitro study, fluorinated graphene oxide (FGO) with bright white color was prepared. After synthesis, 0, 1, 2 and 4 by weight percent were added to the fissure sealant (Fissurit®). Then, the release of fluoride in this material was measured and compared with the commercial fissure sealant containing fluoride (Fissurit®).

Results: According to the obtained results, the amount of fluoride released from groups with different percentages of FGO had a direct relationship with the percentage of FGO addition. Also, at different times, there was a significant difference between the groups with FGO and the control group without FGO ($P<0.001$).

Conclusion: Addition of FGO to the fluorinated fissure sealant caused the release of fluoride and the possibility of recharging it. The power of releasing fluoride and its recharging in fissure sealant with FGO was higher than the fluorinated fissure sealant, but its fluoride was discharged at a faster rate.

Keywords: Pit and fissure sealant, Fluoride, FIssurit

Cite this article as: Arian R, Namazi Z, Nojedehian H, Najafi F, Yadegari Z, Karbaschi R, et al. The effect of adding fluorinated graphene nanoparticles on fluoride release in a commercial fissure sealant: An in vitro study. J Dent Med-TUMS. 2024;37:1.

Copyright © 2024 Tehran University of Medical Sciences. Published by Tehran University of Medical Sciences.
This work is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International license (https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/). Non-commercial uses of the work are permitted, provided the original work is properly cited.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]

بررسی تأثیر افزودن نانوذرات گرافن فلوئورینه شده بر میزان رهایش فلوراید در فیشورسیلانت تجاری: یک مطالعه آزمایشگاهی

رضوان آریان[۱]، زهرا نمازی[۲]، هانیه نوجه دهیان[۳]، فرهود نجفی[۴]، زهرا یادگاری[۵]، رکسانا کرباسچی[۲]، مریم ترشابی[۳]، سروین سلیمانپور[۱،*]

۱- دندانپزشک، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۲- استادیار گروه آموزشی زیست مواد دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۳- دانشیار گروه آموزشی زیست مواد دندانی، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران
۴- دانشیار گروه آموزشی پوشش های سطح و فناوری های نوین، پژوهشگاه رنگ و تکنولوژی وزارت علوم، تهران، ایران
۵- استادیار گروه آموزشی فیزیولوژی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، دانشکده پزشکی، تهران، ایران

چکیده

زمینه و هدف: استفاده از فیشورسیلانت یکی از مؤثرترین روش‌های پیشگیری از پوسیدگی پیت و فیشور می‌باشد. فلوراید به عنوان یک عامل ضد پوسیدگی شناخته شده به مواد مختلفی اضافه شده است. گرافن فلوئورینه (FG) به واسطه خصوصیات منحصر به فرد امروزه مورد توجه قرار گرفته است. خصوصیات ساختاری خاص فیلرهای گرافن، در کنار دارا بودن خواص آنتی باکتریال، با افزایش میزان رهایش و شارژ فلوراید و خنثی سازی pH اسیدی محیط، در بسیاری از درمان‌ها گزینه مناسبی است. این مطالعه به بررسی اثر افزودن نانوذرات گرافن فلوریده شده بر میزان رهایش فلوراید در فیشورسیلانت تجاری Fissurit می‌پردازد.

روش بررسی: در این مطالعه آزمایشگاهی، گرافن اکساید فلوئورینه (FGO) با رنگ سفید روشن تهیه شد. پس از سنتز با درصدهای ۰، ۱، ۲ و ۴ به فیشور سیلانت (Fissurit) افزوده شد و آزاد سازی فلوراید در این ماده سنجیده شد و با فیشور سیلانت حاوی فلوراید (Fissurit) مقایسه گردید.

یافته‌ها: طبق نتایج به دست آمده مقدار فلوراید رها شده از گروه‌های با درصدهای مختلف FGO رابطه مستقیم با درصد FGO در آن‌ها دارد. همچنین در زمان‌های مختلف این میزان رهایش بین گروه‌های دارای FGO و گروه بدون FGO دارای تفاوت معنی دار بود (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: افزودن FGO به فیشور سیلانت فلوئورینه سبب ایجاد ویژگی آزاد سازی فلوراید و امکان ریشارژ آن می‌شود. توان آزاد سازی فلوراید و ریشارژ آن در فیشور سیلانت داری FGO نسبت به فیشور سیلانت فلوراید دار بیشتر است، اما فلوراید آن با سرعت بیشتری تخلیه می‌شود.

کلید واژه‌ها: پیت و فیشور سیلانت، فلوراید، فیشوریت

اطلاعات مقاله

نوع مقاله:
مقاله پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۲/۰۸/۱۸
پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۲۰
انتشار: ۱۴۰۳/۰۱/۲۳

نویسندگان مسؤول:
سروین سلیمانپور

دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی، تهران، ایران

(Email: soleimanpoorsarvin@yahoo.com)

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]

مقدمه

شیارهای مولرهای اول دائمی، معمولاً اولین سطوح دندانی هستند که در بیماران جوان تر در معرض پوسیدگی قرار می‌گیرند (۱). تقریبا ۹۰ درصد از ضایعات اولیه پوسیدگی در پیت و فیشورهای دندان‌های دائمی خلفی ظاهر می‌شوند (۲). پیت و فیشورها دارای شکاف‌های باریک و عمیق هستند که اجازه گیر به باکتری‌ها، مواد غذایی و دبری‌ها می‌دهند (۲،۳). پوسیدگی دندان، یکی از شایع‌ترین بیماری‌های مزمن دوران کودکی است (۲،۳). سیل کردن پیت و فیشورهای سطوح اکلوزال یکی از مؤثرترین روش‌ها برای پیشگیری از پوسیدگی است (۲،۴). اضافه کردن فلوراید به پیت و فیشور سیلانت‌ها، بیش از ۲۵ سال پیش مورد توجه بوده است و تلاش برای ترکیب این دو، تا امروز ادامه دارد. علاوه بر اینکه سیلانت‌ها به عنوان حفاظت فیزیکی از مناطق آسیب پذیر نقش دارند، معرفی سیلانت‌های آزاد کننده فلوراید، بعد دیگری را به پیشگیری از پوسیدگی پیت و فیشورهای سطوح اکلوزال افزوده است (۵). در حال حاضر، پرکاربرد ترین روش درمانی به کار گرفته شده برای این موارد، اچ کردن دندان با اسید و پرکردن شیارها با سیلانت، به منظور ایجاد یک سد فیزیکی در برابر مواد غذایی و باکتری‌ها می‌باشد (۶). فلوراید، مؤثرترین درمان در برابر پوسیدگی دندانی است و نشان داده شده است که یون فلوراید، سبب کاهش محصولات اسیدی می‌شود (۷،۸). مطالعات نشان داده است که مواد ترمیمی حاوی فلوراید نه تنها مانع دمینرالیزاسیون و پیشرفت پوسیدگی می‌شوند، بلکه سبب استحکام مینا و عاج مجاور می‌شوند و در نتیجه شانس ایجاد پوسیدگی کاهش می‌یابد (۹).

تا به امروز انواع مختلفی از فیشورسیلانت‌های آزاد کننده فلوراید (۱۰) استفاده شده‌اند، که شامل RMGI (Resin Modified Glass Ionomer)، کامپوزیت‌های آزاد کننده فلوراید و سیستم ادهزیو می‌باشند (۱۱). از آنجایی که با افزایش طول عمر سیلانت، میزان گیر، تعیین کننده کارایی آن به عنوان شاخص پیشگیری از پوسیدگی است، به طور معمول رزین سیلانت (BIS-GMA) به دلیل استحکام باند خوبی که دارند، مورد استفاده قرار می‌گیرند (۱۲). گلس آینومر به عنوان سیلانت مؤثر نیست، اما به منظور سیلانت موقت به کار می‌رود و مزیت عمده آن بر رزین‌های کانونشنال، آزاد سازی فلوراید است (۲،۳،۵).

به منظور غلبه بر گیر پایین GI و عدم آزاد سازی فلوراید از سیلانت‌های رزینی، امروزه رزین سیلانت‌های حاوی فلوراید به بازار معرفی شدند (۲،۳). همچنین یکسری فیلرهای آنتی باکتریال، مانند نانوذرات از جنس ZnO، Ag و TiO2 به مواد دندانی اضافه شدند (۱۳،۱۴)، گرچه مشخص شده است که ZnO و TiO2 سایتوتوکسیک می‌باشند (۱۵،۱۶). گرافن ماده‌ای با ساختار دو بعدی شامل اتم‌های کربن است و ساختار آن شبکه‌ای لانه زنبوری است که به دلیل دارا بودن ویژگی‌های منحصر به فرد، مانند ویژگی‌های آنتی باکتریال عالی، خواص مکانیکی خوب، ثبات شیمیایی، استحکام فشاری بالا، زیست سازگاری بالا و خصوصیات تریبولوژیکال مطلوب، مورد مطالعه قرار گرفته است (۱۹-۱۷).

گرافن اکساید فلوئورینه (FGO) یکی از مشتقات به دست آمده از گرافن با ساختار ماده تک مولکولی ضخیم می‌باشد (۱۷،۱۹) که خصوصیات بی‌نظیری را نشان داده است. از آنجا که تحقیقات در خصوص FGO هنوز در مراحل اولیه می‌باشد و مقالات مرتبط با آن به ویژه در زمینه بیولوژیکال و بارگیری و آزاد سازی فلوراید آن کم است، لذا پژوهش حاضر با هدف بررسی آزمایشگاهی آزاد سازی فلوراید فیشورسیلانت Fissurit حاوی گرافن فلوئورینه در مقایسه با فیشورسیلانت Fissurit انجام شد.

هدف از این مطالعه بررسی آزمایشگاهی اثر افزودن نانو ذرات گرافن اکساید فلوئورینه شده بر آزاد سازی فلوراید در فیشورسیلانت تجاری Fissurit بود. در صورتی که بتوان تفاوت معنی داری در افزایش آزاد سازی فلوراید، با افزودن گرافن اکساید فلوئورینه سنتز شده در فیشور سیلانت Fissurit پیدا کرد، می‌توان از آن در کلینیک برای پیش گیری از ضایعات پوسیدگی استفاده کرد.

روش بررسی

در این آزمون از ۴ گروه به شرح زیر استفاده شد:

- فیشور سیلانت Fissuritمعمولی (Voco, Germany)
- فیشورسیلانت Fissurit حاوی گرافن اکساید فلوئورینه سنتز شده با درصد وزنی ۱٪
- فیشورسیلانت Fissurit حاوی گرافن اکساید فلوئورینه سنتز شده با درصد وزنی ۲٪

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]

- فیشورسیلانت Fissurit حاوی گرافن اکساید فلوئورینه سنتز شده با درصد وزنی ۴٪

در مطالعات آزمایشگاهی با توجه به این که احتمال خروج از مطالعه در مقایسه با مطالعات بالینی وجود ندارد، احتمال حذف نمونه صفر در نظر گرفته می‌شود. بر مبنای این اطلاعات و خطای آلفا برابر با ۰/۰۵ و توان مطالعه (power) برابر با ۰/۸ و حداقل لازم آماری، حجم نمونه ۱۰ عدد در هر گروه خواهد بود. با توجه به موارد مورد بررسی تعداد کلی نمونه‌ها ۴۰ عدد خواهد بود. قطعات دیسک شکل فیشور سیلانت حاوی گرافن اکساید فلوئورینه و بدون گرافن اکساید وارد مطالعه شدند و نمونه‌های دارای نقص در شکل یا ابعاد از مطالعه خارج شدند.

سنتز گرافن اکساید فلوئورینه: ۱۸ گرم تری اتیل آمین ۱۰۱/۱۹ مول بر گرم (Triethylamine for synthesis, Merk. KGaA, Germany) در ۱۰۰ میلی لیتر دی کلرو متان داخل بشر پلی اتیلنی ریخته شد و در حمام یخ خشک برای کاهش دما قرار گرفت و کم کم در مدت ۲ ساعت ۲۶ گرم تری فلوئور استیک اسید (Merk, KGaA, Germany) افزوده شد و ۳ ساعت با استفاده از Heater stirrer (Domel, Zelezniki, Slovenia) هم زده شد (با ۲۰۰ دور در دقیقه). محلول فوق به بطری تفلونی منتقل شد و به آن ۰/۵ گرم گرافن اکساید (US Research Nanomaterials, Inc. Houston, USA) و ۵ گرم آمونیوم فلوراید (ProAnalysis Ammonium fluoride, Merck.KGaA, Germany) و ۵۰ میلی لیتر استو نیتریل (Merck, KGaA) افزوده شد و به مدت ۲۴ ساعت در دمای ۸۰ درجه سانتی گراد نگهداری شد. سپس گرافن اکساید فلوئورینه شده روی کاغذ صافی صاف شد و ۳ مرتبه با آب مقطر شست و شو داده شد و شست و شوی نهایی با استون صورت گرفت. با دستگاه طیف سنجی مادون قرمز (Thermo Scientific, USA) برای اطمینان از وجود فلوراید در گرافن اکساید فلوئورینه استفاده شد (۲۰).

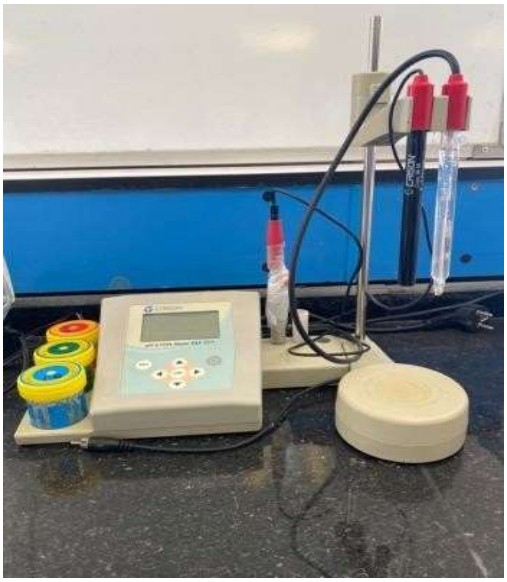
افزودن فیلرها به فیشورسیلانت: فیلرها طی زمان ۶۰ ثانیه با استفاده از همزن مکانیکی (JP Selecta, Spain) با ۵۰ دور در دقیقه، به فیشور سیلانت Fissurit افزوده شدند. با استفاده از تصاویر میکروسکوپ الکترونی SEM توزیع یکسان ذرات تأیید شدند. درصد فیلر اضافه شده به نمونه‌ها ۱، ۲ و ۴ درصد وزنی بود. اندازه گیری‌های وزنی توسط ترازوی دقیق (Sartorius, Germany) انجام شد.

سنجش رهایش فلوراید و قابلیت شارژ مجدد آن : تعداد ۱۰ نمونه دیسک فیشور سیلانت از هر گروه به شکل دایره به قطر ۱۰ میلی متر و ضخامت ۱ میلی متر با استفاده از مولد به این ابعاد تهیه و توسط دستگاه لایت کیور (Woodpecker, PRC) کیور شد. سپس در ۳ میلی لیتر آب دیونیزه در دمای ۳۷ درجه در ظرف پلاستیکی دربسته به مدت ۳ روز نگهداری شد.

در روزهای اندازه گیری ابتدا دستگاه یون سنج pH & Ion-Meter (GLP22+, CRISON, Spain) با روش پتانسیومتری با محلول استاندارد فلوراید (Merck. KGaA, Germany) با غلظت‌های ۱، ۱۰ و ۱۰۰ PPM کالیبره شده و نقاط حاصل به برنامه اکسل منتقل شد و فرمول خطی (Y=AX+B) به دست آمد که مقادیر A و B در هر نوبت متفاوت بود. غلظت فلوراید از روی ترکیب آب دیونیزه موجود در نمونه و ۰/۳ میلی لیتر (۱۰ درصد حجمی آب دیونیزه نمونه‌ها) محلول Tisab-3 (Merck. KGaA, Germany) توسط الکترود سلکتیو pH & Ion-Meter (GLP22+, CRISON, Spain) پس از ۷۲ ساعت (هر ۳ روز) اندازه گیری شد (اشکال ۱ و ۲).

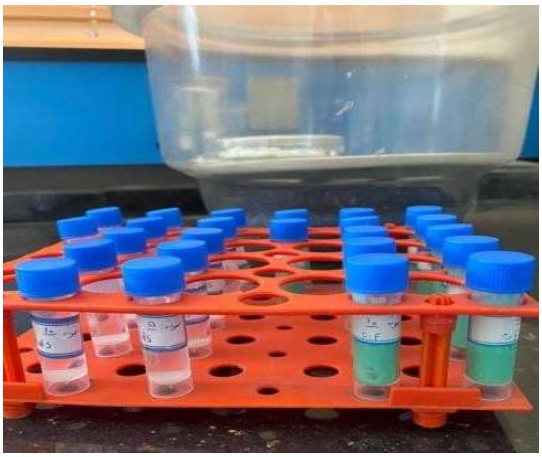
شکل ۱- نمونه‌های دیسکی شکل فیشور سیلانت

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]



شکل ۲- الکترود فلوراید جهت سنجش میزان آزاد سازی و ریشارژ فلوراید

پس از هر بار اندازه گیری، نمونه‌ها شسته شده و در ۳ میلی لیتر آب دیونیزه در ظرف جدید قرار داده شدند. در روزهای ۹ و ۱۸، به منظور شارژ مجدد فلوراید، نمونه‌ها به مدت ۴ دقیقه در APF (Acidulated Phosphate Fluoride) 23/1 درصد (ADS, USA) قرار داده شد. سپس نمونه‌ها به طور کامل شسته شده و به مدت ۱ دقیقه در تمیز کننده اولتراسونیک حاوی آب قرار گرفته و به مطالعه برگردانده شدند (شکل ۳).



شکل ۳- مرحله افزودن فلوراید در روزهای ۹ و ۱۸ به فیشور سیلانت

آنالیز داده‌ها از نرم افزار SPSS version 23 با در نظر گرفتن فاکتور مستقل گروه‌های مورد مطالعه و فاکتور مستقل میزان رها سازی فلوراید استفاده شد. آزمون آنالیز واریانس یک طرفه (One-way ANOVA) برای مقایسه گروه‌های مورد مطالعه در دزهای مختلف و پس آزمون توکی (Tukey) انجام شد. همچنین برای مقایسه معنی داری در روزهای مختلف در هر گروه، آزمون آماری Repeated measures test انجام شد. میزان خطای نوع اول (a برابر ۰/۰۵) و سطح اطمینان ۹۵٪ در نظر گرفته شد. در صورتی که میزان خطای نوع اول کمتر از ۰/۰۵ به دست می‌آید، تفاوت موجود از نظر آماری معنی دار فرض شده است. نرمال بودن توزیع داده‌ها توسط آزمون شاپیرو- ویلک مورد آزمون قرار گرفت.

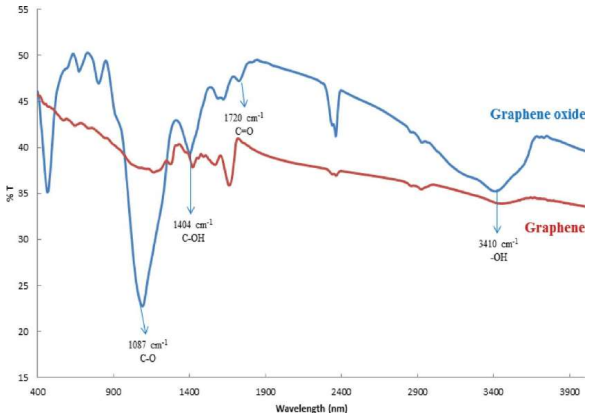
با توجه به اینکه این مطالعه آزمایشگاهی بوده و آزمایش بر روی نمونه‌های فیشور سیلانتی انجام شده است، انجام این تحقیق مغایرتی با موازین اخلاقی نداشت. این طرح در کمیته اخلاق پژوهشی دانشکده دندانپزشکی مطرح گردید و با کد اخلاق IR.SBMU.DRC.REC.1400.037 مورد تأیید این معاونت قرار گرفت.

یافته‌ها

بررسی پروسه فلوئورینه شدن گرافن اکساید

آنالیز FTIR در راستای بررسی تغییرات ترکیب و ساختار شیمیایی قبل و بعد از انجام فلوئوریداسیون

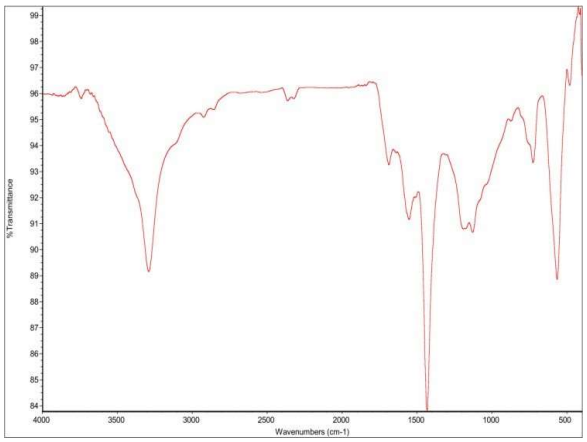
گرافن اکساید انجام شد. در نمودار ۱ طیف FTIR گرافن و گرافن اکساید نشان داده شده است.



نمودار ۱- نمودار FTIR گرافن و گرافن اکساید بدون فلوراید

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]

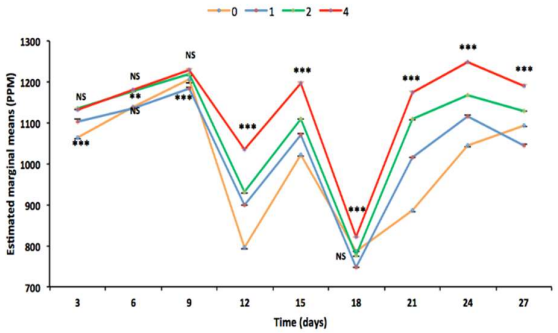
در نمودار ۲ در طیف FTIR گرافن اکساید فلوئورینه نشان داده شده است که پیک‌های ویژه آن را نشان می‌دهد. باند گسترده + عبوری OH در بازه ۳۱۰۰ تا ۳۴۰۰ cm-1 مشاهده می‌شود. اگرچه پس از فلوئوریداسیون گرافن اکساید، تمامی نمونه‌ها یک باند جدید داشتند که ماکزیمم آن از ۱۱۵۰ تا ۱۲۲۰ بود، که نشان دهنده تغییر C-F bond از Semi ionic bond به Covalent bond می‌باشد. گرافن اکساید پس از فلوئورینه شدن، به دلیل وجود گروه عاملی C-F دارای پیک در بازه ۱۰۰۰ تا ۱۵۰۰ می‌باشد (۲۱).



نمودار ۲- نتایج بررسی گرافن اکساید فلوئورینه با آنالیز FTIR

آزاد سازی فلوراید

در نمودار ۳ میزان آزاد سازی فلوراید برای گروه‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. این نمودار نشان دهنده روند تغییر معنادار میزان آزاد سازی فلوراید در هر گروه است. در روزهای ۹ و ۱۸ ریشارژ فلوراید صورت گرفته است.



نمودار ۳- نمودار روند آزاد سازی فلوراید در گروه‌های مورد مطالعه

بررسی آماری نشان داد که در روزهای سوم و ششم در گروه‌های ۲ و ۴ درصد گرافن اکساید فلوئورینه، میزان آزاد سازی فلوراید به یک اندازه و بیشتر از گروه‌های بدون گرافن اکساید فلوئورینه و ۱ درصد بود (P<۰/۰۰۱)، در حالیکه بین دو گروه ۲ و ۴ درصد در هر دو روز و نیز بین گروه‌های ۱ درصد و بدون گرافن اکساید فلوئورینه در روز ششم، تفاوت معنی داری دیده نشد.

در روز نهم (پیش از انجام نوبت اول ریشارژ فلوراید)، میزان فلوراید آزاد شده در گروه ۴ درصد از سایر گروه‌ها بیشتر بود و با سایر گروه‌ها تفاوت معنی داری داشت (P<۰/۰۰۱) بررسی آماری تفاوت معنادار بین سایر گروه‌ها (به جز گروه ۲ با گروه بدون گرافن اکساید فلوئورینه) را نیز نشان داد (P<۰/۰۰۱).

در روز دوازدهم و پانزدهم (۳ روز پس از شارژ اول فلوراید) میزان آزاد سازی فلوراید در گروه بدون گرافن اکساید فلوئورینه کمتر از گروه‌های حاوی گرافن اکساید فلوئورینه (P<۰/۰۰۱) و در بین گروه‌های دارای گرافن اکساید فلوئورینه، گروه حاوی گرافن اکساید فلوئورینه ۴ درصد بیش از گروه‌های دیگر بوده است (P<۰/۰۰۱).

در روز هجدهم (پیش از انجام نوبت دوم ریشارژ فلوراید)، میزان فلوراید آزاد شده در گروه ۴ درصد از سایر گروه‌ها بیشتر بود (P<۰/۰۰۱) و بررسی آماری تفاوت معنادار بین سایر گروه‌ها (به جز گروه ۲ با گروه بدون گرافن اکساید فلوئورینه) را نشان داد (P<۰/۰۰۱).

در روز بیست و یکم و بیست و چهارم، میزان آزاد سازی فلوراید در گروه بدون گرافن اکساید فلوئورینه کمتر از سه گروه دیگر (P<۰/۰۰۱) و در بین گروه‌های حاوی گرافن فلوئورینه اکساید نیز گروه ۴ درصد بیشترین رهایش فلوراید را نشان داد (P<۰/۰۰۱).

در روز بیست و هفتم گروه گرافن اکساید فلوئورینه ۴ درصد با بیشترین میزان رهایش فلوراید، با سایر گروه‌ها اختلاف معنی داری نشان داد (P<۰/۰۰۱). اختلاف بین سایر گروه‌ها نیز معنی دار بوده است (P<۰/۰۰۱).

بحث و نتیجه گیری

توجه به نرخ پوسیدگی بالا در اطفال و ضرورت استفاده از فیشور سیلانت‌ها بر ما پوشیده نیست. از طرفی توان آزاد سازی فلوراید در فیشور سیلانت‌ها می‌تواند خواص جدیدی به آن‌ها اضافه کند، که از نظر تامین

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]

فلوراید برای دندان‌ها جالب توجه است، اما بایستی خواص دیگر مانند خواص آنتی باکتریال و رهایش فلوراید آن نیز مورد توجه قرار گیرد. نانوتکنولوژی رهیافتی در راستای ساخت موادی است که خواص مطلوب در دندانپزشکی و ضد پوسیدگی داشته باشند. بکارگیری فیلرهای با سایز نانو در فیشور سیلانت‌ها، رهیافتی جدید در رمنیرالیزاسیون دندان‌ها است و بکارگیری فیشور سیلانت‌های دارای فیلرهایی که یون‌های کمک کننده به رمینرالیزاسیون آزاد می‌کنند، قدمی مهم در دندانپزشکی پیشگیرانه به حساب می‌آید (۲۱). توانایی آزاد سازی فلوراید در فیشور سیلانت‌های رزینی به صورت ذاتی وجود ندارد، بلکه باید با افزودن فیلرهای به خصوصی این توانایی را در آنها ایجاد کرد. توانایی جذب، نگه داری و آزاد سازی فلوراید در فیشور سیلانت‌ها می‌تواند به صورت فیزیکی، شیمیایی یا هر دو باشد، که نیازمند حضور تخلخل می‌باشد که با وجود فیلر این امکان به وجود می‌آید (۵).

فیشور سیلانت حاوی فلوراید و فیشور سیلانت حاوی گرافن اکساید فلوئورینه در این مطالعه پیش از شارژ نیز، فلوراید آزاد می‌کردند و پس از اعمال ریشارژ، میزان آزاد سازی فلوراید در تمامی گروه‌ها به صورت افزایش یافته در یکسری مقاطع زمانی مشاهده شد. این امر نشان دهنده توان جذب و آزاد سازی فلوراید در فیشور سیلانت‌ها می‌باشد. اگرچه در کل، میزان آزاد سازی فلوراید در بین گروه‌های مختلف متفاوت بوده و به طور معنی داری در گروه‌های دارای گرافن اکساید فلوئورینه بیشتر از گروه بدون گرافن اکساید فلوئورینه بوده است ($P<۰/۰۰۱$) در گروه‌های حاوی گرافن اکساید فلوئورینه، به طور کلی گروه حاوی ۴ درصد گرافن اکساید فلوئورینه میزان بیشتری فلوراید آزاد کرده است. همچنین در تمامی گروه‌ها پس از ریشارژ فلوراید در روزهای ۹ و ۱۸، میزان باز پس دهی فلوراید با تأخیری در روز ۱۵ اتفاق افتاده است و این حالت همراه با عدم افت معنی دار آزاد سازی فلوراید در روز ۲۱ نسبت به روز ۱۸ که شارژ دوم صورت گرفته است، می‌باشد و می‌تواند نشان دهنده اثر گذاری شارژ فلوراید در گروه فیشور سیلانت فلوراید دار باشد، اما این اثر گذاری با یک تأخیر صورت گرفته است. همچنین در تمامی گروه‌ها در روزهای ۱۲ و ۱۸ شاهد افت شدید آزاد سازی فلوراید بودیم، که می‌تواند نشان از اتمام توان آزاد سازی فلوراید اولیه این نوع فیشور سیلانت باشد. میزان آزاد سازی کلی فلوراید به طور معنی داری در گروه‌های دارای گرافن اکساید فلوئورینه از گروه فیشور سیلانت فلوئورینه بدون گرافن اکساید فلوئورینه بیشتر بوده است.

در مطالعه Poggio و همکاران (۲۲) نیز فیشور سیلانت حاوی فلوراید قبل از ریشارژ فلوراید آزاد می‌کرده، که مطابق با نتایج ما می‌باشد. در مطالعه آنان تمامی فیشور سیلانت‌های به کار رفته از نوع فلوراید دار بود. یکی از فیشور سیلانت‌های استفاده شده در این مطالعه، فیشور سیلانت Fissurit بود که توسط وارنیش فلوراید شارژ شده بود.

مطالعه Bayrak و همکاران (۲۳) نیز تایید کننده توان ریشارژ در فیشور سیلانت‌های فلوراید دار است و طبق نتایج آنان، توان اولیه فیشور سیلانت در آزاد سازی فلوراید همگام با توان آن در ریشارژ خواهد بود که هم راستا با مطالعه ما است، چرا که الگوی آزاد سازی اولیه در مطالعه ما برای گروه‌های مختلف با الگوی چگونگی ریشارژ همسان بود. در این مطالعه هم از فیشور سیلانت Fissurit استفاده شده و با استفاده از ژل فلوراید اسیدی شارژ شده بود. Attar و همکاران (۲۴) نشان دادند که میزان آزاد سازی فلوراید در فیشور سیلانت‌های حاوی فلوراید در روز اول حداکثر بوده و سپس کاهش می‌یابد، که با نتایج مطالعه ما مغایرت دارد. این اختلاف می‌تواند به دلیل تفاوت در نوع فیشور سیلانت به کار رفته باشد (Wave, Heliomolar flow, Tetric flow) چرا که در فیشور سیلانت فلوئورینه به کار رفته در مطالعه Attar و همکاران (۲۴)، آزاد سازی فلوراید با ثبات نسبی همراه بود.

در بررسی میزان آزاد سازی فلوراید باید حتما به این نکته توجه داشت که آزاد سازی فلوراید در شرایط متغیر بزاق از نظر دما، اسیدیتی و غلظت یون‌های مختلف با میزان آزاد سازی فلوراید در شرایط آزمایشگاهی مانند مطالعه ما که نمونه‌ها در آب دیونیزه جهت نگه داری و تعیین میزان آزاد سازی فلوراید استفاده شد، متفاوت است.

افزودن گرافن اکساید فلوئورینه به فیشور سیلانت فلوئورینه باعث ایجاد خاصیت آزاد سازی فلوراید و امکان ریشارژ فلوراید در آن می‌شود. توان آزاد سازی فلوراید و توان ریشارژ آن در فیشور سیلانت داری گرافن اکساید فلوئورینه نسبت به فیشور سیلانت فلوئورینه بیشتر است، اما فلوراید آن با سرعت بالایی تخلیه می‌شود.

تشکر و قدردانی

این مقاله تحت پایان نامه دفاع شده شماره ۴۰۰۰ در دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی آماده گردیده است.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]

همچنین از کلیه زحمات بخش مواد دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی تقدیر و تشکر می‌شود. از حوزه معاونت پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی برای تامین هزینه این مطالعه سپاسگزاری می‌شود.

References:

1- Songpaisan Y, Bratthall D, Phantumvanit P, Somridhivej Y. Effects of glass ionomer cement, resin-based pit and fissure sealant and HF applications on occlusal caries in a developing country field trial. Community Dent Oral Epidemiol, 1995. 23(1):25-9.

2- Surintanasarn AK, Siralertmukul N. Thamronganankskul, synthesized mesoporous silica and calcium aluminate cement fillers increased the fluoride recharge and lactic acid neutralizing ability of a resin-based pit and fissure sealant. Dent Mater J. 2017;36(6):706-13.

3- Kuşgöz A, Tüzüner T, Ulker M, Kemer B, Saray O. Conversion degree, microhardness, microleakage and fluoride release of different fissure sealants. J Mech Behav Biomed Mater. 2010;3(8):594-9.

4- Khalili Sadrabad Z, Safari E, Alavi M, Shadkar MM, Hosseini Naghavi SH. Effect of a fluoride-releasing fissure sealant and a conventional fissure sealant on inhibition of primary carious lesions with or without exposure to fluoride-containing toothpaste. J Den Res, Dental Clinics, Dental Prospects. 2019;13(2):147.

5- Shimazu KK, Ogata H. Karibe, Evaluation of the ion-releasing and recharging abilities of a resin-based fissure sealant containing S-PRG filler. Dent Mater J. 2011;30(6):923-7.

6- Khudanov BO, Abdullaev JR, Bottenberg P, Schulte AG, Evaluation of the fluoride releasing and recharging abilities of various fissure sealants. Oral Health Prev Dent. 2018;16(2):96-103.

7- Pollick H. The role of fluoride in the prevention of tooth decay. Pediatric Clinics. 2018;65(5):923-40.

8- Marsh P. Sugar, fluoride, pH and microbial homeostasis in dental plaque. Proceedings of the Finnish Dental Society. Suomen Hammaslaakariseuran toimituksia. 1991;87(4):515-25.

9- Eichmiller FW. Marjenhoff, Fluoride-releasing dental restorative materials. Oper Dent. 1998;23:218-28.

10- Lobo MM, Pecharki GD, Tengan C, da Silva DD, da Tagliaferro EP, Napimoga MH. Fluoride-releasing capacity and cariostatic effect provided by sealants. J Oral Sci. 2005;47(1): 35-41.

11- Grande, R. Clinical evaluation of an adhesive used as a fissure sealant. Am J Dent. 2000;13(4):167-70.

12- Grande RH, de Lima AC, Rodrigues Filho LE, Witzel MF. Clinical comparison of Fuji VII and a resin sealant in children at high and low risk of caries. Dent Mater J. 2013. 32(3):512-8.

13- Garcia-Contreras R, Scougall-Vilchis RJ, Contreras-Bulnes R, Sakagami H, Morales-Luckie RA. Mechanical, antibacterial and bond strength properties of nano-titanium-enriched glass ionomer cement. J Appl Oral Sci. 2015;23:321-8.

14- Dowling AW, Schmitt G. Fleming, Modification of titanium dioxide particles to reinforce glass-ionomer restoratives. Dental Materials. 2014(30):e159-e160.

15- Petrochenko PE, Zhang Q, Bayati R, Skoog SA, Phillips KS, Kumar G, et al. Cytotoxic evaluation of nanostructured zinc oxide (ZnO) thin films and leachates. Toxicology in vitro. 2014;28(6):1144-52.

16- Hall S, Bradley T, Moore JT, Kuykindall T, Minella L. Acute and chronic toxicity of nano-scale TiO2 particles to freshwater fish, cladocerans, and green algae, and effects of organic and inorganic substrate on TiO2 toxicity. Nanotoxicology. 2009;3(2):91-7.

17- Tu Y, Lv M, Xiu P, Huynh T, Zhang M, Castelli M, et al. Destructive extraction of phospholipids from Escherichia coli membranes by graphene nanosheets. Nature nanotechnology. 2013;8(8):594-601.

18- Lee C, Wei X, Kysar JW, Hone J. Measurement of the elastic properties and intrinsic strength of monolayer graphene. Science. 2008;321(5887):385-388.

19- Al-Jumaili A, Alancherry S, Bazaka K, Jacob MV. Review on the antimicrobial properties of carbon nanostructures. Materials, 2017;10(9):1066.

20- Wu PC, Chen HH, Chen SY, Wang WL, Yang KL, Huang CH, et al. Graphene oxide conjugated with polymers: a study of culture condition to determine whether a bacterial growth stimulant or an antimicrobial agent? J nanobiotech. 2018; 16:1-20.

21- Utneja S, Talwar S, Nawal RR, Sapra S, Mittal M., et al., Evaluation of remineralization potential and mechanical properties of pit and fissure sealants fortified with nano-hydroxyapatite and nano-amorphous calcium phosphate fillers: An in vitro study. JCD. 2018;21(6):681.

22- Poggio C, Andenna G, Ceci M, Beltrami R, Colombo M, Cucca L. Fluoride release and uptake abilities of different fissure sealants. J Clin Exp Dent, 2016. 8(3): p. e284.

23- Bayrak S, Tunc ES, Aksoy A, Ertas E, Guvenc D, Ozer S. Fluoride release and recharge from different materials used as fissure sealants. EJoD. 2010;4(03):245-250.

24- Attar N, Turgut MD. Turgut, Fluoride release and uptake capacities of fluoride-releasing restorative materials. ODUOW. 2003;28(4):395-402.

[Downloaded from journals.tums.ac.ir on 2024-06-28]