

مقایسه آزادسازی فلوراید از ۳ نوع گلاس آینومر پس از قرارگیری در محلول NaF ۲٪ خنثی و اسیدی

دکتر علی کوثری* - دکتر ژاله محمودیان** - دکتر علی رشیدیان***

* استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

** دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

*** استادیار گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی یزد

Title: Fluoride Release From Three Different Types of Glass- Ionomer Cements After Exposure to Acidic and Neutral NaF Solution

Authors: Kousari A. Assistant Professor*, Mahmoodian J. Associate Professor*, , Rashidian A. Assistant Professor**

Address: *Dept of Pedodontics. Faculty of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences.

** Dept of Pedodontics. Faculty of Dentistry. Yazd University of Medical Sciences.

Abstract: The purpose of this study was to assess the fluoride release of three fluoride- containing materials exposed to fluoride solutions. This study compared the initial fluoride release and release following re-fluoridation (neutral or acidic 2% NaF) of three different filling materials, conventional glass ionomer cement (CGIC), resin- modified glass ionomer cement (RMGIC), polyacid- modified composite resin (PAMCR). Twenty discs of each material, measuring 2mm height and 6mm diameter, were suspended in separate vials of 2^{cc} laboratory artificial saliva. The amount of fluoride release was measured over two periods of 28 days each. Fluoride release was determined at 1,3,7,14 and 28 days of each period. Fluoride was measured with a fluoride ion- specific electrode and an ion analyzer previously calibrated with standard solution .T- test and ANOVA were used to evaluate the data. Fluoride release for all products at days 1 and 3 was significantly greater than the rest of the time intervals. Then, the fluoride release decreased significantly. CGIC released significantly more fluoride than the other products. This was followed by RMGIC, which exhibited significantly more fluoride release than PAMCR. In second period of experiment, the specimens were assigned to two subgroups of ten each. The samples exposed to two different solution of NaF (neutral or acidic). All groups showed the capacity of re-fluoridation and fluoride uptake. The specimens exposed to acidic NaF solution showed statistically more significant rechargeability than the neutral NaF solution. It may be concluded that glass ionomer cements act as a rechargeable slow fluoride release systems and as an effective caries preventive material in caries preventing programs for caries susceptible children.

Key Word: Conventional Glass Ionomer Cement Resin- Modified Glass Ionomer- Compomer- Fluoride Release- Refluoridation

Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciences (Vol. 13, No:3-4, 2001)

چکیده

هدف از این مطالعه ارزیابی میزان فلوراید آزادشده از سه نوع ترکیب گلاس آینومر ترمیمی حاوی فلوراید پس از قرارگیری در محلولهای حاوی فلوراید می باشد. در این مطالعه میزان آزادسازی اولیه فلوراید و آزادسازی متعاقب ری فلورایداسیون

(محلول NaF ۲٪ اسیدی و خنثی) ۳ نوع ماده ترمیمی گلاس آینومر معمولی، گلاس آینومر تغییر یافته با رزین و کامپومر مورد بررسی قرار گرفت. ۲۰ دیسک از هر ترکیب با ارتفاع ۲ میلی‌متر و قطر ۶ میلی‌متر تهیه شد و در ظروف جداگانه در ۲cc محلول بزاق مصنوعی قرار گرفت. میزان فلوراید آزاد شده در دو دوره ۲۸ روزه (در روزهای اول، سوم، هفتم، چهاردهم و بیست‌وهشتم) اندازه‌گیری شد؛ هر دوره اندازه‌گیری یون فلوراید آزاد شده در محلول بزاق مصنوعی توسط پتانسیومتری و الکتروود اختصاصی و تحلیل آماری با استفاده از آنالیز واریانس و t-test انجام شد. میزان آزادسازی فلوراید در تمام نمونه‌ها در روزهای اول و سوم به نحو بارزی بیشتر از دیگر دوره‌های اندازه‌گیری بود و سپس فلوراید آزاد شده به میزان قابل توجهی کاهش می‌یافت. گلاس آینومر معمولی دارای بیشترین میزان آزادسازی فلوراید بود و در مرحله بعد به ترتیب نمونه‌های گلاس آینومر تغییر یافته با رزین و کامپومر قرار داشتند. در دوره دوم آزمایش نمونه‌های هر دسته به دو گروه ۱۰ عددی تقسیم شدند؛ در این مرحله هر گروه ۱۰ عددی به طور جداگانه در محلول NaF خنثی یا اسیدی قرار گرفت. تمام گروه‌ها توانایی ری‌فلوریداسیون نمونه‌ها و بازجذب فلوراید را از خود نشان دادند؛ نمونه‌هایی که در محلول NaF اسیدی قرار گرفته بودند، خاصیت بازجذب بیشتری نسبت به NaF خنثی داشتند. نتایج نشان داد که سمان‌های گلاس آینومر می‌توانند به عنوان سیستم قابل شارژ با آزادسازی آهسته فلوراید عمل نمایند و بخصوص در کودکان با فعالیت پوسیدگی بالا، ترمیم با سمان‌های گلاس آینومر و استفاده از ترکیبات موضعی NaF به عنوان یک روش پیشگیری قابل توصیه می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: سمان گلاس آینومر معمولی- سمان گلاس آینومر تغییر یافته با رزین- کامپومر- آزادسازی فلوراید- بازجذب فلوراید

مجله دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران (دوره ۱۳، شماره ۳-۴، سال ۱۳۷۹)

مقدمه

آزادسازی فلوراید از این ترکیب را در مدت طولانی‌تری فراهم ساخت و به عبارت دیگر آن را به عنوان مخزن برای فلوراید قرار داد، مسلماً می‌توان به نحو مؤثرتری از آن در ترمیم دندانهای افراد حساس به پوسیدگی، بخصوص کودکان استفاده نمود. دیده شده است اگر ترکیبات حاوی فلوراید در مجاورت ترمیم‌های گلاس آینومر قرار داده شود، سبب افزایش آزادسازی فلوراید از این ترمیم‌ها خواهد شد؛ مسلماً فلوراید آزاد شده در رمینرالیزاسیون ضایعات پوسیدگی اولیه در محیط دهان مؤثر خواهد بود و از بروز پوسیدگی ثانویه نیز پیشگیری خواهد کرد. از طرفی میکروارگانیزم‌های مولد پوسیدگی در اثر فلوراید مهار می‌شوند و از این طریق نیز از بروز پوسیدگی پیشگیری خواهد شد.

گلاس آینومر، ترکیبی هیدروفلیک است که مهمترین خواص آن عبارتند از (۱):

- ۱- چسبندگی به ساختمان دندان
- ۲- انقباض ناشی از سخت شدن در حداقل میزان
- ۳- ضریب انبساط حرارتی پایین
- ۴- توانایی در آزادسازی فلوراید و در نتیجه دارا بودن خاصیت ضدپوسیدگی

آزادسازی فلوراید نمونه‌های مختلف گلاس آینومر در روز اول پس از تهیه در بیشترین میزان می‌باشد و در طی روزهای سوم و هفتم کاهش می‌یابد و پس از حداکثر ۲ تا ۳ ماه به حدی ثابت و ناچیز می‌رسد؛ حال اگر بتوان به نحوی

عوض می‌شد؛ همچنین هر روز هر نمونه پس از خروج از لوله ابتدا به مدت ۲ دقیقه بر روی کاغذ صافی خشک می‌شد و سپس در لوله‌ای جدید حاوی 2^{cc} محلول تازه بزاق مصنوعی قرار می‌گرفت. محلول بزاق مصنوعی پس از خارج کردن قرصهای گلاس اینومر از نظر غلظت فلوراید به روش پتانسیومتری و با استفاده از الکتروود اختصاصی یون فلوراید مورد بررسی قرار گرفت.

پس از اتمام دوره اول، ۲۰ دیسک هر ماده گلاس اینومر مورد آزمایش، به صورت تصادفی به دو گروه ۱۰ عددی (در لوله‌های مجزای حاوی بزاق مصنوعی) تقسیم شدند و در طی دوره ۲۸ روزه جدید، هر نمونه جداگانه و هر روز پس از خروج از لوله و خشک شدن ۲ دقیقه بر روی کاغذ صافی تحت تأثیر محلول 2^{NaF} خنثی یا اسیدی (به مدت ۲ دقیقه) قرار می‌گرفت (این عمل در ظرف مخصوص و با غوطه‌ور ساختن قرص گلاس اینومر در محلول صورت گرفته است)؛ سپس نمونه‌ها بر روی کاغذ صافی به مدت ۲ دقیقه خشک می‌شدند و در 2^{cc} محلول بزاق مصنوعی جدید قرار می‌گرفتند. این روش هر روز تکرار می‌شد و نمونه‌ها در روزهای اندازه‌گیری مورد بررسی قرار می‌گرفتند.

یافته‌ها

در جدول شماره ۲ میزان آزادسازی فلوراید از ۳ ترکیب مورد بررسی در طی ۲۸ روز اول نشان داده شده است. نمونه گلاس اینومر معمولی دارای بیشترین میزان آزادسازی فلوراید نسبت به ۳ گروه دیگر بود. این مسأله در تمام دوره‌های اندازه‌گیری بین ۳ گروه معنی‌دار بود ($P < 0.001$) و سمان گلاس اینومر تغییر یافته با رزین و کامپومر (به غیر از روز سوم اندازه‌گیری) در مرتبه‌های بعدی قرار داشتند. بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در ۳ گروه

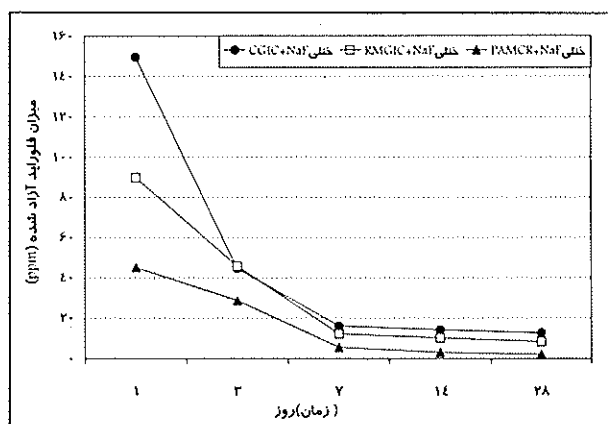
نکته دیگر این که با پیشرفت روزافزون مواد دندانپزشکی، انواع مختلفی از سمان‌های گلاس اینومر به عرصه دندانپزشکی وارد شده است که هر یک از این ترکیبات از جایگاه خاصی برخوردار می‌باشند. بر این اساس در این مطالعه از سه گروه از این ترکیبات جهت بررسی استفاده شده است و با استفاده از محلول‌های 2^{NaF} خنثی و اسیدی تلاش شده است خاصیت بازجذب فلوراید ترکیبات مختلف گلاس اینومر مورد بررسی قرار گیرد.

روش بررسی

در جدول شماره ۱، سه نوع مختلف از سمان‌های گلاس اینومر مورد استفاده به صورت خلاصه معرفی شده است. این تحقیق در دو مرحله زمانی انجام شد؛ بدین ترتیب که در ۲۸ روز اول میزان آزادسازی فلوراید از سه ترکیب فوق در بزاق مصنوعی و در ۲۸ روز دوم پس از قرارگیری در محلول 2^{NaF} خنثی یا اسیدی ارزیابی شد. ابتدا ترکیبات انتخاب شده به صورت نمونه‌های دیسک مانند در قالب استینلس استیل (به قطر ۶ و ارتفاع ۱/۵ میلی‌متر) تهیه گردید. ۲۰ نمونه فوق از هر ترکیب با توجه به دستورالعمل کارخانه سازنده، تهیه شدند. سطح نمونه‌ها در حین پلیمریزاسیون، توسط ماتریکس شفاف و اسلاید شیشه‌ای زیر فشار دست، پوشانده شد. نمونه‌ها با Setting شیمیایی به مدت ۱۰ دقیقه در زیر ماتریکس باقی ماندند و نمونه‌های دیگر به مدت ۴۰ ثانیه با نور پلیمریزه شدند. جهت کسب اطمینان از پلیمریزاسیون نمونه‌ها با Setting تحت تأثیر نور، ۲۰ ثانیه دیگر از سمت مقابل Cure شدند. تمام نمونه‌ها در Humidor ۳۷ درجه به مدت یک ساعت نگهداری شدند؛ سپس هر نمونه در یک لوله مجزا حاوی 2^{cc} بزاق مصنوعی قرار داده شد و مجدداً در Humidor قرار گرفت. محلول بزاق مصنوعی در طول دوره آزمایش هر روز

^۱ هر دوره اندازه‌گیری در روزهای اول، سوم، هفتم، چهاردهم و بیست و هشتم انجام می‌گرفت که در متن مقاله تحت عنوان «روزهای اندازه‌گیری» اشاره شده است.

را در بازجذب از محلولها داشتند و نمونه‌های گلاس آینومر تغییر یافته با رزین و کامپومر در رتبه‌های بعدی قرار داشتند (تصویر شماره ۲).



تصویر شماره ۱- میزان میانگین آزادسازی فلوراید (ppm) در هر یک از زمانهای اندازه‌گیری شده برای ۳ ترکیب قبل از قرارگیری در محلولهای حاوی فلوراید

مورد بررسی در طی روز اول صورت می‌گرفت و در طی روزهای سوم و هفتم بشدت کاهش می‌یافت و در طی روزهای چهاردهم و بیست‌وهشتم به یک حد ثابت Platuو می‌رسید (تصویر شماره ۱).

در جدول شماره ۳ میزان آزادسازی فلوراید از ۳ ترکیب مورد بررسی در طی ۲۸ روز دوم نشان داده شده است. این میزان آزادسازی فلوراید پس از قرارگیری در محلولهای ۲٪ NaF یا اسیدی بشدت افزایش یافت. این افزایش آزادسازی فلوراید سیر صعودی خود را تا روز هفتم ادامه داد ولی پس از آن سیر نزولی داشت؛ اما همچنان در حد بسیار بالایی باقی ماند. در تمام گروههای مورد مطالعه خاصیت جذب مجدد پس از قرارگیری در محلول NaF اسیدی به‌طور معنی‌داری بالاتر از گروه قرار گرفته در معرض محلول NaF خنثی بود ($P < 0.0001$).

نمونه‌های سمان گلاس آینومر معمولی بیشترین توانایی

جدول شماره ۱- انواع سمان‌های گلاس آینومر مورد استفاده در مطالعه

Lot. No	نحوه سخت شدن	نوع ترکیب	کارخانه سازنده	نام تجاری	کد ماده
980000317	Self-Cure	CGIC*	Denspily-(Germany)	Chem Fil-Superior	۱
059815	Dual-Cure	RMGIC**	Dencure(UK)	Restolux-Fil	۲
906271	Light-Cure	PAMCR***	Vivadent(Liechtenstein)	Compoglass	۳

*CGIC: Conventional Glass Ionomer Cement

**RMGIC: Resin Modified Glass Ionomer Cement

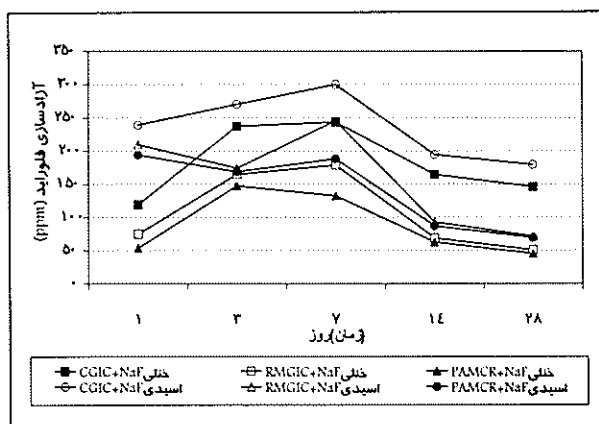
***PAMCR: Polyacid Modified Composite Resin or Compomer

جدول شماره ۲- میانگین آزادسازی فلوراید (ppm) از نمونه‌های مختلف مورد بررسی در روزهای اندازه‌گیری در ۲۸ روز اول تحقیق

روزهای اندازه‌گیری					تعداد نمونه‌ها	نوع ترکیب
۲۸	۱۴	۷	۳	۱		
۱۲/۷۰ SD=۰/۴۵	۱۴/۲۱ SD=۰/۴۷	۱۶/۰۹ SD=۰/۴۹	۴۴/۷۳ SD=۰/۴۱	۱۴۹/۶۲ SD=۰/۳۹	۲۰	گلاس آینومر معمولی
۸/۴۰ SD=۰/۴۰	۱۰/۲۳ SD=۰/۳۷	۱۲/۲۰ SD=۰/۴۵	۴۵/۸۰ SD=۰/۴۲	۸۹/۷۲ SD=۰/۵۳	۲۰	گلاس آینومر تغییر یافته با رزین
۲/۰۷ SD=۰/۲۵	۳/۰۸ SD=۰/۲۸	۵/۵۶ SD=۰/۴۸	۲۸/۷۳ SD=۰/۴۷	۴۵/۱۰ SD=۰/۴۰	۲۰	کامپومر

توانایی بازجذب و آزادسازی مجدد فلوراید وجود دارد؛ به طور ایده‌آل فلوراید باید به صورت آهسته و پیوسته آزاد شود (۳،۲). در این مطالعه مشاهده شد که هر ۳ ترکیب گلاس آینومر مورد استفاده، دارای خاصیت آزادسازی فلوراید بودند. بیشترین میزان آزادسازی فلوراید در روزهای اول تا سوم بود و پس از آن کاهش داشت. در مطالعات دیگر نیز روند آزادسازی فلوراید از ترکیبات مختلف گلاس آینومر به صورت فوق گزارش شده است (۷،۶،۵،۴).

از طرف دیگر نتایج این مطالعه نشان داد که میزان آزادسازی گلاس آینومر معمولی در مقایسه با دو ترکیب دیگر (به غیب از روز سوم اندازه‌گیری) بالاتر است. این تفاوت در تمام روزهای اندازه‌گیری بین گروه‌ها معنی‌دار بود. گلاس آینومر تغییر یافته با رزین و کامپومر به ترتیب در رتبه‌های بعدی آزادسازی فلوراید قرار داشتند. در سمان‌های گلاس آینومر معمولی میزان آزادسازی فلوراید به تشکیل کمپلکس فلوراید و واکنش آن با پلی‌آکرلیک اسید جدول شماره ۳- میانگین آزادسازی فلوراید (ppm) از نمونه‌های مختلف مورد بررسی در روزهای اندازه‌گیری در ۲۸ روز دوم تحقیق پس از قرارگیری در محلول ۲٪ NaF خنثی یا اسیدی



تصویر شماره ۲- میزان میانگین آزادسازی فلوراید (ppm) در هر یک از زمانهای اندازه‌گیری شده برای ۳ ترکیب بعد از قرارگیری در محلولهای ۲٪ NaF اسیدی و خنثی

بحث

مقدار و شدت آزادسازی فلوراید به عواملی نظیر میزان حلالیت ماده ترمیمی، محتوای فلوراید، تخلخل ماده، انرژی سطحی ترکیب، بستگی دارد. از طرفی رابطه مستقیمی بین میزان کمیت اولیه فلوراید موجود در سمان گلاس آینومر و

روزهای اندازه‌گیری					تعداد نمونه‌ها	محلول ۲٪ NaF	نوع ترکیب
۲۸	۱۴	۷	۳	۱			
۱۴۶/۲۴ SD=۰/۴۷	۱۶۴/۱۷ SD=۰/۴۶	۲۴۳/۹۱ SD=۰/۵۲	۲۳۷/۶۰ SD=۰/۴۷	۱۱۹/۸۴ SD=۰/۴۰	۱۰	خنثی	گلاس آینومر معمولی
۱۷۹/۶۴ SD=۰/۴۶	۱۹۴/۸۵ SD=۰/۴۶	۳۰۰/۲۴ SD=۰/۵۵	۲۷۰/۳۵ SD=۰/۵۰	۲۳۹/۴۷ SD=۰/۴۳	۱۰	اسیدی	
۵۰/۹۷ SD=۰/۳۷	۶۸/۹۰ SD=۰/۵۰	۱۷۹/۰۹ SD=۰/۵۴	۱۶۴/۹۸ SD=۰/۴۰	۷۴/۸۲ SD=۰/۴۳	۱۰	خنثی	گلاس آینومر تغییر یافته با رزین
۷۱/۸۷ SD=۰/۴۷	۹۲/۹۶ SD=۰/۴۴	۲۴۵/۸۱ SD=۰/۴۷	۱۷۴/۳۶ SD=۰/۵۴	۲۰۹/۹۳ SD=۰/۳۶	۱۰	اسیدی	
۴۵/۴۶ SD=۰/۴۸	۶۲/۸۹ SD=۰/۳۸	۱۳۲/۶۳ SD=۰/۴۵	۱۴۷/۵۵ SD=۰/۲۹	۵۳/۹۳ SD=۰/۳۲	۱۰	خنثی	کامپومر
۶۹/۶۳ SD=۰/۶۵	۸۷/۰۳ SD=۰/۳۵	۱۸۸/۵۷ SD=۰/۲۱	۱۶۸/۷۲ SD=۰/۵۳	۱۹۴/۳۳ SD=۰/۴۹	۱۰	اسیدی	

ترکیبات اسیدی حاوی فلوراید به‌طور روزمره استفاده نشود (۱۲). توانایی بیشتر سمان‌های گلاس آینومر معمولی در بازجذب و آزادسازی مجدد فلوراید نسبت به دو گروه دیگر با تخلخل بیشتر سطح ماده و محتوای اولیه بالای فلوراید آنها قابل توضیح است.

روند نزولی در بازجذب فلوراید نیز احتمالاً به دلیل اشباع یونی و تغییر در انرژی سطحی نمونه‌ها بود که مانع از جذب بیشتر فلوراید در سطح نمونه‌ها می‌شود؛ به نظر می‌رسد انتشار واقعی یون‌های فلوراید به داخل سمان‌های گلاس آینومر وجود ندارد و بیشتر به صورت جذب سطحی یون‌های فلوراید در خلل و فرج ترکیب می‌باشد که بتدریج Wash-Out می‌شود.

خلاصه و نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج حاصله می‌توان اذعان نمود سمان‌های گلاس آینومر می‌توانند به عنوان یک سیستم قابل شارژ آزادسازی آهسته فلوراید عمل نمایند که بر این اساس در کودکان با پوسیدگی فعال ترمیم و بازسازی دندانها با انواع سمان گلاس آینومر و استفاده موضعی از محلولهای NaF خنثی توصیه می‌شود. نتایج مطالعه فوق بهتر است با مطالعات In-vivo و طولانی مدت تأیید گردد.

مرتبط است. نوع رزین و مقدار آن نیز که در ساختمان گلاس آینومر هیبرید مورد استفاده قرار می‌گیرد و نیز احتمال پوشیده‌شدن یون‌های فلوراید توسط ماتریکس رزینی در میزان آزادسازی نمونه‌های RMGIC مؤثر می‌باشد. در مورد کامپومرها نیز احتمالاً به دلیل این که هیچ‌گونه واکنش فوری گلاس آینومر در ماده صورت نمی‌گیرد، میزان آزادسازی فلوراید در حد پایینی است و فلوراید فقط از گلاس مورد استفاده در کامپومر آزاد می‌شود (۹،۸،۷،۶،۵).

نتایج مرحله دوم مطالعه نشان داد که تمام مواد مورد بررسی توانایی جذب مجدد فلوراید و متعاقب آن آزادسازی فلوراید را دارا می‌باشند و در برخی مطالعات آمده است که غلظت فلوراید جذب‌شده توسط سمان‌های گلاس آینومر با محیط خارجی متناسب است؛ به عبارت دیگر هرچه غلظت فلوراید محیط بالاتر باشد، میزان و آزادسازی فلوراید توسط نمونه‌های گلاس آینومر بیشتر خواهد بود (۱۱،۱۰).

نمونه‌های قرارگرفته در محلول NaF اسیدی احتمالاً به علت حل‌شدن کاتیون‌های تشکیل‌دهنده ماتریکس دارای توانایی بیشتری در بازجذب و آزادسازی مجدد بودند؛ البته در بررسیهای Diaz Arnold دیده شده است که قرارگیری در ژل APF به نحو بارزی سختی سطحی ترمیم‌های گلاس آینومر را کاهش می‌دهد؛ بنابراین توصیه می‌شود از

منابع:

- 1- Katsuyama S, Ishikawa T, Fujii B. Glass Ionomer Cement. St. Louis: IEA; 1993.
- 2- Hatibovic- Kofman S, Koch G, Ekstrand J. Glass ionomer as a rechargeable fluoride release system. *Int J Pediatr Dent* 1997; 7(2): 65-73.
- 3- Wandera A, Spencer P, Bohaty B. In-vitro comparative fluoride release, and weight and volume change in light-curing and self-curing glass ionomer materials. *Pediatr Dent* 1996; 18 (3): 210-14.
- 4- de Araujo FB, Garcia – Gadoy F, Cury JA, Conceicao EN. Fluoride release form fluoride containing materials. *Oper Dent* 1996; 21(5): 185-90.
- 5- Friedl K, Schmalz G. Resin- modified glass ionomer cements: fluoride release and influence on streptococcus mutans growth. *Eur J Oral Scie* 1997; 105(1): 81-5.
- 6- Suljak JP, Hatibovic- Kofman SA. Fluoride release- adsorption- release system applied to fluoride releasing

restorative materials. *Quint* 1996; 27(9): 635-8.

7- Torabzadeh H, Aboush Y. Comparative assessment of long- term fluoride release from light curing glass ionomer cements. *J Dent Res* 1994; 73(4): 853 (Abstr 531).

8- Ashcraft SM, Goolnik JS, Millar BJ, Seddon RP. Caries inhibition by a resin- modified and conventional glass ionomer cement. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* 1997; 111(3): 260- 65.

9- Kan KC, Messer HH. Variability in cytotoxicity and fluoride release of resin modified glass ionomer cements. *J Dent Res* 1997; 76(8): 1502-507.

10- Alvarez AN, Burgess JD. Short- term fluoride release of six glass- ionomer recharged, coated and absorbed. *J Dent Res* 1994; 73: 134 (Abstr 250).

11- Creanor SL, Saunders WP, Carmuthers LMC, Strang R, Foye RH. Effect of extrinsic fluoride concentration on the uptake and release of fluoride from two glass ionomer. *Caries Res* 1995; 29(5): 424-26.

12- Diaz- Arnold AM, Holmes DC, Wistrom DW, Swift EJ. Short- term fluoride release/uptake of glass- ionomer restorations. *Dent Mater* 1995; 11(2): 96-101.