

## سیمانهای گلاس اینومر

(Glass-Ionomer cement)

دکتر اسماعیل یاسینی \*

### مقدمه

برآمدن موادی را تهیه نمایند که بدندان چسبندگی شیمیائی داشته باشد از این نظر در سال ۱۹۶۸ Smith سیمانهای پلی کربوکسیلات را معرفی و در سال ۱۹۷۲ Wilson & Kent سیمانهای گلاس اینومر را عرضه نمودند.

سیمانهای گلاس اینومر از نظر ظاهر و طرز کارشی به سیمانهای سیلیکات و از نظر چسبندگی شبیه سیمانهای پلی کربوکسیلات میباشند. سیمانهای گلاس اینومر برخلاف کامپازیتها که با استفاده از اسید فسفریک در سطح میناباند میکانیکی ایجاد میکنند، این سیمانها با نسج دندان ایجاد باند شیمیائی مینمایند.

ترکیب سیمان: سیمان گلاس اینومر شامل پودر و مایع است. مایع سیمان محلول آبکی اسید پلی اکریلیک و یا کوپلی مری \*\* (co-polymer) از اسید اکریلیک (itaconic) (حدود ۵۰ درصد وزنی) و اسید ایتاکونیک (حدود ۵ درصد) و مقدار کمی اسید تار تاریک (حدود ۵ درصد). چون مایع

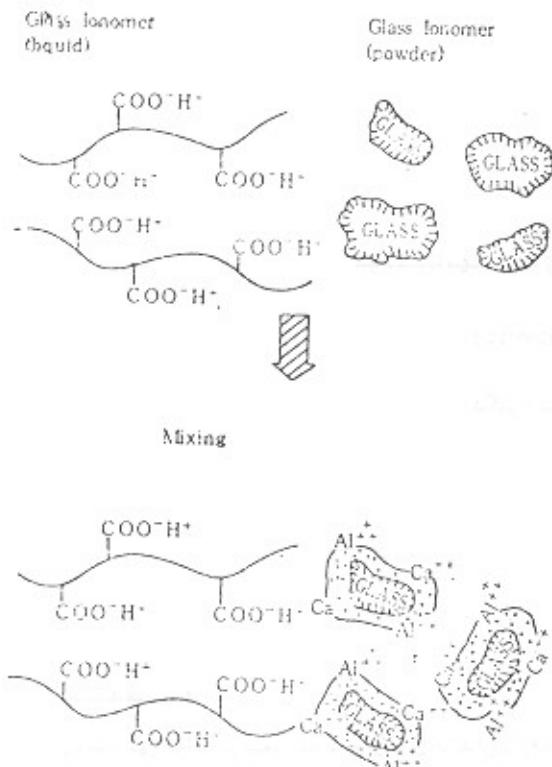
چسبندگی مواد ترمیمی به دیوارهای دندان از قدمی مورد توجه محققین بوده است. بمنظور ایجاد چسبندگی مواد ترمیمی به نسوج دندان متدهای مختلف بکار برده شده است که یکی از این روشها استفاده از روش اسید اج میباشد که اولین بار Buonocore در سال ۱۹۵۵ ارائه داده است. در واقع با استفاده از اسید فسفریک سطح مینایی که "خنثی" است به سطحی با انرژی زیاد که آماده قبول مواد رزینی است تبدیل میشود و درنتیجه کشش سطحی زیادی که مواد رزینی دارند به نفوذ این مواد در سطح اج شده کمک خواهد شد. اسید فسفریک در سطح مینا سبب اضافه شدن باند بین کامپازیت و مینا بعلت ایجاد خلل و فرج شده و این اسید باعث ایجاد فضای میکروسکوپیک در سطح مینا میگردد و درنتیجه رزین در این نواحی بعلت خاصیت فلو نفوذ کرده و درنتیجه باعث باند میکانیکی بین کامپازیت و دندان میشود (۳۱ و ۳۲).

در سالهای اخیر نیز عده‌ای از محققین درصد

\* استادیار گروه دندانپزشکی ترمیمی و مواد دندانی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران

\*\* - کوپلی مر: یکی از راههای افزایش خواص پلی مرها مخلوط کردن دو یا چند مونومر مختلف است که نتیجه این اختلاط کوپلی مر میباشد (۲).

میشود (۲۲ و ۲۱ و ۷) شکل شماره ۱.



شکل شماره ۱ - ترکیب پودر و مایع و اختلاط ایندو را نشان میدهد.

**میکانیسم چسبندگی:** چسبندگی سیمانهای گلاس اینومر به مینا و عاج و سمنتوم مشابه سیمانهای پلی کربوکسیلات است (۳۲ و ۲۲ و ۱۵ و ۲ و ۶ و ۳).

همچنین در مورد فلزات قیمتی (Precious metal) نظیر طلا و پلاتینیوم که با قلع بمقدار  $1\text{--}2\text{ }\mu\text{m}$  اکسید شده باشد، باید گفت که سیمانهای گلاس اینومر با اکسید قلع باند یونی و قطبی (Polar and bond) ایجاد میکند (۱۵).

چسبندگی سیمان بدندا درنتیجه تداخل مولکولی یونها حاصل میشود و یا در واقع بعلت فعل و اتفاقات بین گروه آنیون کربوکسیل (COOH<sup>-</sup>) مایع و یونهای کاتیون کلسیم (Ca<sup>+</sup>) افزاده از هیدروکسی اپاتیت دندان است (۳۱ و ۱۳ و ۷). هرچند که نیروی چسبندگی بین سیمان و مینا و عاج خوب توصیف شده ولی بعلت اینکه مینا کلسیم بیشتری نسبت به عاج دارد بنابراین باند چسبندگی بین

به خشک و یا ژله شدن تعایل دارد بنابراین برای جلوگیری از این عیب از اسید ایتاکونیک استفاده میشود و چنانچه مایع به ژل تبدیل شود غیر قابل استفاده میگردد. اضافه کردن اسید تارتاریک موجب افزایش زمان کارکردن (Working time) میشود.

پودر شامل همراه با فلوراید میباشد و فرمول کامل آن در جدول زیرآمده است (۲۲):

#### درصد وزنی

SiO <sub>2</sub>	۲۹
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	۱۶/۶
CaF <sub>2</sub>	۳۴/۳
AlF <sub>3</sub>	۷/۳
NaF	۳
AlPO <sub>4</sub>	۹/۹

#### ترکیب پودر در سیمان گلاس اینومر

واکنش گرفتن سیمان گلاس اینومر مشابه سیمان سیلیکات است احتمالاً این واکنش بشكل کمپلکس است (۲۲) زمانیکه پودر و مایع را باهم مخلوط کرده اند اذرات شیشهای (Glass) تحت تاثیر اسید قرار گرفته و در نتیجه یونهای Al<sup>3+</sup> و Ca<sup>2+</sup> و Na<sup>+</sup> و فلوراید آزاد شده سپس نمکهای کلسیم و سرانجام نمکهای الومینیوم تشکیل میشوند، این نمکها آب جذب کرده و تشکیل ماتریکس ژل مانند میدهند و مشابه سیمانهای سیلیکات، ذرات شیشهای غیرفعال که در واکنش شرکت نکرده اند بوسیله غلافی از سیلیکا احاطه میشوند.

بدین ترتیب سیمان سخت شده شامل توده‌ای از ذرات پودر غیرفعال (Unreacted) است که با غلافی از ژل سیلیکا احاطه شده و بوسیله ماتریکسی شکل از هیدرات کلسیم و نمکهای الومینیوم در برگرفته شده است. و یا در واقع نتیجه اختلاط پودر Aluminosilicate Glass (Aluminosilicate Glass) با اسید پلی اکریلیک تشکیل ماتریکس ژل مانندی از Calcium Polysalt Aluminum Polysalt با نامیده Alumino-Silicate Polyacrylic (Asp A)

**خواص بیولوژیکی سیمان:** در مورد سازگاری سیمان‌های

گلاس اینومر با نسوج بدن بخصوص پالپ تحقیقات زیادی شده است. این تحقیقات نشان میدهد که سیمان‌های گلاس اینومریک ماده سازگار (Biocompatible) با انساج بدن بخصوص پالپ میباشدند (۳۰ و ۳۲ و ۲۲ و ۱۵ و ۹ و ۸ و ۱). چون تحقیق باند بین سیمان و نسج دندان در صورتی است که سیمان در تماس مستقیم با مینا و عاج باشد بنابراین هرگونه کف بندی باعث عدم تماس سیمان و کلسیم دندان و درنتیجه کاهش چسبندگی میشود لذا توصیه میشود فقط در قسمت‌های خیلی عمیق حفره از کلسیم هیدروکساید بعنوان کف بندی استفاده شود، زیرا هرچند تحقیقات نشان میدهدند که این سیمان ناشیروزه زیادی بر روی پالپ ندارد ولی در حفره‌های عمیق تحریک مختصری بر روی پالپ متصور میباشد (۲۱ و ۱۵ و ۶).

همچنین تحقیقات نشان میدهدند که حداقل تحریک (تحریک مختصر) سیمان در زمان سخت شدن (Setting) بوده و سیمان سخت شده اثر تحریکی کمتری بر روی پالپ دارد (۱۱ و ۹).

**خاصیت ضد پوسیدگی** – تحقیقات طولانی بر روی

این ماده نشان میدهد که سیمان‌های گلاس اینومر مشابه سیمان‌های سیلیکات دارای خاصیت ضد پوسیدگی بوده‌اند. خاصیت بعلت آزاد شدن فلوراید از سیمان در مجاورت مینا میباشد که این عمل باعث مقاومت مینا در برابر اسید شده و در نتیجه موجب پیدایش خاصیت ضد پوسیدگی (Caries Resistant) میشود (۲۲ و ۱۵ و ۱۴ و ۱۲ و ۱۰).

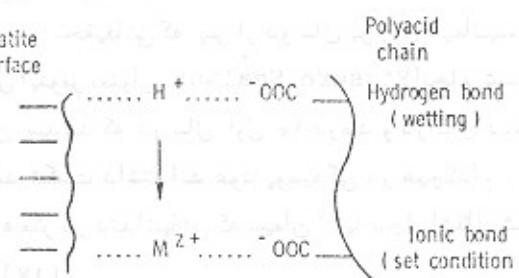
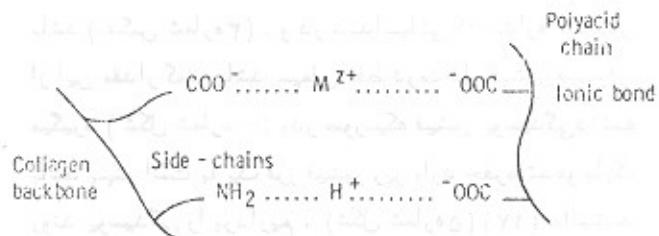
بیشترین فلوراید آزاد شده از سیمان در دو یا سه روز اولیه پرکردگی است ولی بتدريج آزاد شدن فلوراید کاهش یافته ولی همچنان ادامه میباشد (۲۹). تحقیقات هیستولوژیکی نشان میدهد که وجود استانوس فلوراید در سیمان حتی بمقدار ۱۰ درصد اثر سرمی بر روی پالپ نداشته ولی آسیب احتمالی مختصر را نباید از نظر دورداشت (۲۰).

**مورد استفاده کلینیکی** – این سیمان‌ها جهت ارزش‌های ناحیه طوق دندان همچنین پرکردن حفره‌های C1V و C1L کوچک و پرکردن دندان‌های شیری و Pit & Fissures مناسب هستند (۲۲ و ۲۱ و ۱۷ و ۱۵ و ۱۰ و ۱۲ و ۴).

سیمان با مینا بیشتر از سیمان و عاج است (۳۱ و ۳۲ و ۱۹ و ۱۵ و ۱۴ و ۱۳ و ۱۲ و ۳).

باند بین سیمان و دندان در ابتدا که خمیر کامل "COOH" سخت نشده، باند هیدرژنی است که بعلت وجود آزاد مایع است ولی بتدريج که سیمان سخت میشود اتصال هیدرژنی بین سیمان و دندان بوسیله اتصال یونی فلزی جانشین میشود (۲۴ و ۲۲ و ۱۶).

سیمان‌های گلاس اینومر برخلاف کامپاریت به عاج نیز چسبندگی شیمیائی دارند بدین ترتیب که کلارن موجود در عاج دارای زنجیرهای معلق  $\text{NH}_2$  و  $\text{COOH}$  میباشد که این زنجیرها محلهای (Sites) برای چسبندگی یونی محسوب میشوند (۲۲ و ۱۵ و ۷) شکل شماره ۲.

**ENAMEL****COLLAGEN (Dentin)**

شکل شماره ۲ – نشان دهنده میکانیزم چسبندگی سیمان‌های گلاس اینومر با مینا و عاج است.

بررسی‌های کلینیکی نشان میدهد که چسبندگی این ماده با نسج دندان ۹۰–۷۰ درصد بوده و در تحقیقی دیگر این چسبندگی را پس از شش سال حدود ۹۵ درصد بیان کرده‌اند (۲۲).

- ۳- سازگاری با نسوج دهان  
۴- خاصیت ضد پوسیدگی

هر نوع لیچ سبب عود پوسیدگی و رشد باکتریها میشود بنابراین ماده‌ای برای Seal کردن باید بکار رود که دارای خاصیت ضد پوسیدگی باشد.

Made ای که امروزه بطور معمول جهت Fissure sealant بکار می‌رود رزین های آلتی هستند که بوسیله کاتالیست و یا اشعه، پلی مریزه می‌شوند که بیشتر از همه Polyurethane و BiS-GMA هستند همان‌طوری که گفته شده ماده‌ای که برای Sealant بکار می‌رود باید محکم بدندان چسبندگی داشته باشد ولی رزین های اکریلی فاقد این خاصیت بوده چون بطور واقعی خاصیت چسبندگی نداشتمو گیر آنها بطور میکانیکی و از طریق اج کردن مینما با اسید فسفوریک تامین می‌شود.

تحقیقاتی که پس از دو سال بر روی سیمانهای گلاس اینومر بعنوان Fissure Sealant انجام شده نشان میدهد که در سال اول ۱۵ درصد و در سال دوم ۴ درصد شکست داشته اند عود پوسیدگی در هیچ‌کدام دیده نشده مگر در دندانهایی که سیمان آنها دچار اشکال شده بود (۱۲).

از نظر کلینیکی در دندانهایی که از گلاس اینومر بعنوان Fissure sealant استفاده می‌کنیم باید عرض فیشور دندان حدود ۳۵۰µm یا باندازه نوک سوند تیز باشد ( عکس شماره ۳۵ه). و در دندانهایی که اندازه فیشور از این مقدار کمتر باشد سیمان فقط در مدخل فیشور قرار می‌گیرد ( شکل شماره ۴) و در صورتیکه فیشور پوسیدگی داشته باشد بهتر است با یک فرز فیشور ریز وارد حفره شده با یک روند پوسیدگی را برداریم . (شکل شماره ۵) . البته سیمانهای جدید بعلت داشتن ذرات ریز قادرند در داخل فیشورهایی که عرض آنها کمتر از ۱۰۰µm نیز باشند براحتی نفوذ کنند.

۱- ایجاد باند با نسج دندان  
۲- مقاومت در مقابل اسیدهای دهانی

۱- ترمیم اروزانها بدون تهیه حفره - با توجه باینکه سیمانهای گلاس اینومر دارای خاصیت چسبندگی به نسج دندان هستند بنابراین بهترین ماده برای پر کردن این نوع ضایعات سیمانهای گلاس اینومر می‌باشد . در صورتیکه اروزان بدون پوسیدگی باشد میتوان سیمان را بدون تهیه حفره و یا گیر اضافی پس از تمیز و ایزوله کردن دندان ، با سیمان پر نمود . البته در حفره های خیلی عمیق بهتر است از کلسیم هیدروکساید بعنوان کف بندی نیز استفاده شود. در یک بررسی بر روی اروزانها پس از سه سال مشاهده شد که از ۲۷۶ مورد پرشده فقط ۹ درصد دچار شکست شده که بیشتر این شکست در ماههای اولیه پر کردن دندان صورت گرفته است (۱۵) .

۲- ترمیم حفره های C1V و C1 ۱۱۱ کوچک - با توجه باینکه سیمانهای گلاس اینومر نسبت به کامپازیت اوپاسیتی بیشتر داشته و کمتر ترانسلوست هستند بنابراین از نظر زیبائی محدودیتی در کاربرد این ماده وجود دارد . در حفره های C1V و C1 ۱۱۱ وسیع که در معرض دید هستند چندان مناسب نیستند هرچند از نظر بهبود ترانسلوستنسی "اخیرا" در این ماده تغییراتی شده ولی هنوز در مقایسه با کامپازیت ها رضایت بخش نیستند ( ۱۵ و ۲۲ ) . بنابراین توصیه شده که سیمانهای گلاس اینومر را فقط در حفره های C1V و C1 ۱۱۱ کوچک و یا در محل هایی از دندان که زیاد در معرض دید نیستند بکار برد شود .

۳- ترمیم دندانهای شیری - این سیمان برای دندانهای شیری مناسب است بطوریکه با حداقل گیر و تهیه حفره از این ماده جهت پر کردن دندانهای شیری استفاده می‌شود ( ۲۱ و ۱۵ ) . منتها چون سیمان مقداری از نظر نیروی کششی ضعیف است بنابراین در Isthmus کم عمق بکار برده نمی‌شود . تنها اشکال این ماده برای پر کردن دندانهای شیری طولانی بودن زمان سخت شدن آن است .

۴- Pit & Fissure sealant - سیمانهای گلاس اینومر بعنوان یک ماده برای دندانپزشکی پیشگیری بخاطر چسبندگی شیمیایی با دندان که نتیجه آن Seal Marginal کاهش دهنده پوسیدگی می‌باشد بکار برد شود .

ماده‌ای که برای sealant بکار برد شود باید دارای خواص زیر باشد :

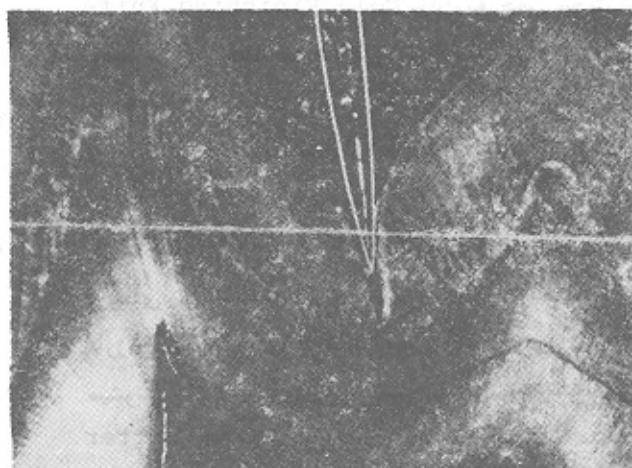
- ۱- ایجاد باند با نسج دندان  
۲- مقاومت در مقابل اسیدهای دهانی

انواع سیمانهای گلاس اینومر - سیمانهای گلاس اینومر  
بدو گروه تقسیم میشوند : گروه اول ، که در مقایسه با سیمان  
های فسفات روی ، چسبندگی و گیر بیشتری دارند و دستهای  
هستندگه جهت سمنت کردن کرون و بریج و بطور کلی کارهای  
ریختگی بکار برده میشوند . (۲۳) گروه دوم سیمانهای  
هستند که جهت پرکردن دندان بکار برده میشوند و اخیراً  
نیز گروه سومی به بازار عرضه شده که منحصراً "عنوان  
مورد استفاده قرار  
میگیرند .

طرز کار و قرار دادن سیمان در حفره - با توجه  
باپنکه سیمان قدرت چسبندگی به میناو عاج را دارد بنابراین  
احتیاج به تهیه حفره گیردار نبوده و از برداشتن نسج  
اضافی خودداری میکیم ولی برای چسبندگی بیشتر ،  
باایستی حفره تمیز و بدون بقاپای پروتئین باشد بدین منظور  
ابتدا حفره را بارابر کپ و پامیس تمیز کرده سپس از اسید  
سیتریک ۵۵ درصد به مدت ۳۵ ثانیه استفاده میشود ( منظور  
استفاده از اسید سیتریک بخاطر خاصیت تمیز کنندگی است  
که دارد و برای اج کردن بکار نمیروند ) سپس حفره شسته و  
خشک میشود در صورتیکه ناحیه عاج تراش خورده باشد  
( بعلت تهیه حفره ) بخاطر باز بودن کانالیکولها از بکار  
بردن اسید در این نواحی بعلت تحریک پالپ و گشادشدن  
کانالیکولها خودداری میکیم ( ۲۵ و ۲۲ و ۱۵ و ۲۷ و ۶ )  
ضمناً اسید فسفریک بهمیج عنوان نبایستی بکار برده شود  
چون این اسید باعث میکروپروزیتی و دکلیسیفیه شدن سنج  
شده و این مسئله مغایر با اصل باند شدن این سیمان است  
باند باند بیشتر است و بهمین دلیل چسبندگی بین سیمان  
و مینا بیشتر از سیمان و عاج است .

عدهای نیز معتقدند که چنانچه بتوانیم غلظت  
یونهای کلسیم را در سطح عاج بیشتر کنیم باند بین سیمان  
و عاج بیشتر خواهد شد ( ۱۳ و ۳ ) .

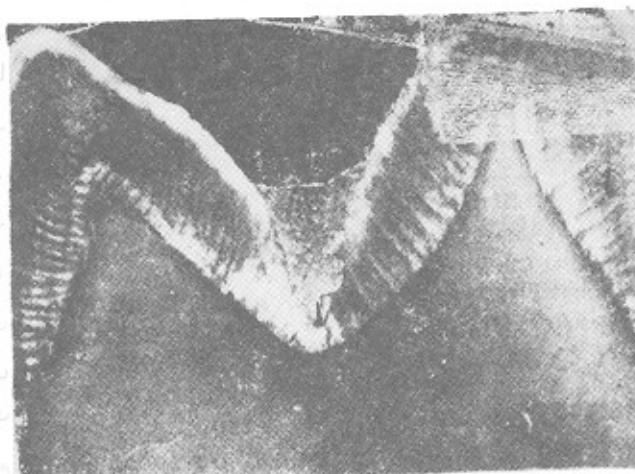
در سالهای اخیر عدهای از محققین براین عقیده  
هستند که برای چسبندگی بهتر سیمان و دندان فقط بیک  
سطح سالم و تمیز و بدون پوسیدگی احتیاج است و مصرف  
اسید سیتریک بعلت تحریک و باز کردن توبولهای عاجی و  
برداشتن کلسیم و فسفات دندان ماده مناسبی نبوده و برای  
بهبود باند بین سیمان و دندان موادی نظیر chloride  
Tannic acid , Ferric



شکل شماره ۳



شکل شماره ۴



شکل شماره ۵

اولیه سیمان مدت ۳۵ دقیقه طول میکشد برای جلوگیری از بوجود آمدن لکه در سطح سیمان و یا تغییر در ماهیت آن مجدداً پس از برداشتن اضافات از وارنیش استفاده میکنیم و Finishing نهایی پس از ۲۴ ساعت انجام میشود. جهت صاف کردن سطح پرکردگی از فرزهای الماسی و یا فرزهای Finishing ۱۲ شیار استفاده کرده و قسمت های مارژین پرکردگی نیز با دیسک های کاغذی نرم پرداخت میشوند و از خمیرهای چرب کننده (Lubricant) نظیر Coca-Butter نیز در مدت پرداخت میتوان استفاده کرد و در طول مدت پرداخت نیز بایستی از ایجاد حرارت زیاد و در نتیجه به آبی سیمان جلوگیری شود چون در غیر اینصورت باعث تغییر رنگ سیمان و در نتیجه بروز لکه در روی سیمان میگردد.

تحقیقات نیز نشان میدهند که حتی پس از خوب پرداخت کردن هم، بمرور زمان در سطح سیمان گلاس اینومر خشونت و ناهمواری ایجاد خواهد شد (۲۷).

خلاصه: سیمانهای گلاس اینومر شامل پودر Calcium aluminosilicate glass) و مایع آبکی از اسید اکریلیک است. یکی از خواص این سیمان چسبندگی شیمیائی به مینا و عاج بوده و بعلت آزاد کردن فلوراید خاصیت ضد پوسیدگی دارد.

مورد استفاده کلینیکی این سیمان برای پر کردن اروزنهای (بدون تهیه حفره) و دندانپزشکی پیشگیری و پر کردن حفره های C1V ۱۱۱, C1 میباشد.

از خواص خوب این سیمان سازگاری با نسج بدن بخصوص پالپ است.

است که این مواد میتواند با کلائز راکسیون نشان دهد و بطور کلی میتوان گفت که بهترین تمیز کننده Acid (Conditioning) (۲۴) Dodicin-Tannic acid-poly(Acrylic acid) بوده لذا توصیه میشود اسید سیتریک را فقط زمانی که کارخانه سازنده تجویز نموده ( مثل سیمان ASPA ) مصرف نمود.

نسبت پودر و مایع طبق دستور کارخانه بوده ولی بطور کلی ۱ به ۱ میباشد و برای طولانی شدن زمان کارکردن با این سیمان بهتر است پودر و بلوك شیشهای در یخچال نگهداشت چون مایع در یخچال تبدیل به ژل غیر قابل استفاده میشود (۲۲ و ۱۵).

برای مخلوط کردن پودر و مایع از اسپاتولهای نایلونی استفاده میشود. پودر را بد و قسمت تقسیم کرده ابتدا یک قسمت را با مایع مخلوط کرده سپس قسمت دیگر پودر را نیز اضافه و مخلوط میکنیم، حداقل زمان مخلوط کردن بطور متوسط ۴۵ ثانیه است چون وجود آب مانع چسبندگی کامل بین سیمان و دندان میشود بایستی دندان مورد نظر کاملاً "ایزوله و کاملاً" خشک باشد در صورتیکه بتوانیم از رابردم استفاده کنیم کار با موفقیت بیشتر انجام میشود (۱۸).

پس از مخلوط کردن بایستی ظاهر یا نمای سیمان شفاف (Glossy) باشد چنانچه تغییر در نسبت پودر و مایع داده شود و یا تاخیر در قرار دادن سیمان در حفره داشته باشیم سیمان کدر شده و بنابراین گروه کربوکسیل (-COOH) آزاد موجود در سیمان که عامل چسبندگی با کلسیم دندان است نمیتواند راکسیون را انجام داده درنتیجه سیمان با دندان چسبندگی نداشته و یا مقدار چسبندگی کمتر خواهد شد و چون سیمان قبل از Setting اولیه خود نسبت به آب و رطوبت هوا خیلی حساس است بنابراین بهتر است بلافاصله پس از قرار دادن سیمان در حفره از ماتریکس های سلولزی استفاده نموده و مدت ۵ دقیقه صبر کنیم، همچنین بلافاصله پس از برداشتن ماتریکس برای جلوگیری از تماس سیمان با پزاق از وارنیش مخصوص استفاده میکنیم و در صورت آلوده شدن سیمان با پزاق یا آب، با سیمانی مواجه خواهیم بود که شکننده و گچی و بدون شفافیت است (۲۹).

در این جلسه فقط مجاز هستیم که اضافات بزرگ سیمان را با یک بیست و نهاری تیز و یا

## REFERENCES

- 1) BEAGRIE, G.S., MAIN,J.H.P. and SMITH D.C.: Inflammatory reaction evoked by Zinc polyacrylate and Zinc eugenate cement. *Brit.Dent.J.* 132:351,1972.
- 2) BOYER, D.: Dental materials. Hand book of Iowa university. PP 2-6, 1976.
- 3) CAUSTON, B.F. and JOHNSON, N.W.: The role of diffusible ionic species in the bonding of polycarboxylate cement to dentine; An in vitro study. *J.Dent.Res.* 58: 1383, 1979.
- 4) FIYNN, M.: Clinical evaluation of cervident and ASPA in restoring teeth with cervical abrasions. *Gen. Dent.* 28: 74, 1980.
- 5) FORSTEN, L.: Fluoride release from a glass ionomer cement. *Scand. J. Dent. Res.* 85: 509, 1977.
- 6) GILMOR, L., BALES, V.: Operative dentidtry. The C.V.Mosby Co. PP 199,1982.
- 7) HOTZ, P., McLEAN, J.W., and WILSON, A.D.: The bonding of glass ionomer cement to metal and tooth substractes. *Brit. Dent. J.* 142:41, 1971.
- 8) JENDRESON, M.D., and TROWBRIDGE, H.O.: Biologic and phisical properties of a zinc polycarboxylete cement. *J. prosth. Dent.* 28: 264, 1972.
- 9) Kawakara, H., Imanishi Y., and oshima H.: Biological evaluation on glass ionomer cement. *J.Dent.Res.* 58: 1080, 1979.
- 10) KAWAKARA, H., IMANISHI,Y. and TOMIKA,K.: Dental application.of a glass ionomer cement. *Dental outlook* 50: 623, 1977.
- 11) Ramahara, H., Yamagami, A. and Nakamura, M.: Biological testing of dental materials by means of tissue culture. *Int. Dent.J.* 18: 443, 1968.
- 12) Lacefield, W.R; Reindl, M.C.: Tensile strength of a glass ionomer cement *J. Prosth. Dent.* 53: 194, 1985.
- 13) Levine, R.S., Beech, D.R. and Garton, B.: Improving the bond strength of poyacrylate cements to dentine. *Brit. Dent. J.* 143:275,1977.
- 14) Maldonada, A., Swartz, M.L., and Phillips R.W. An in vitro study of certain properties of a glass ionomer cement. *J.Am. Dent. Assoc.* 96: 785, 1978.
- 15) McLean, J.W.: Status report on the glass ionomer cements.*J.Am. Dent. Assoc.* 99: 221, 1979.
- 16) McLean,J.W.,Jones,P.A., and Wilson H.J.: Some properties of glass ionomer *Brit.Dent. J.* 146: 279, 1979.
- 17) McLean,J.W., and Wilson, A.D.: Fissure sealing and filling with an adhesive glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.* 136:269,1974.
- 18) Mount, G.J., and Makinson, O.F.: Clinical characteristic of glass ionomer cement. *Brit. Dent. J.* 145: 671, 1978.
- 19) Negm, M.M., Beech, D.R. and Grant A.A.: An evalution of mechanical and adhesive properties of polycarboxylate and glass ionomer cement. *J. Oral Rehabil.* 9: 161,1982.

- 20) Plant, C.G.: The effect of polycarboxylate containing stannous fluoride on the pulp. Brit. Dent.J.135:317,1973.
- 21) Plant, C.G.,Shovelton, D.S., and Wartnaby, J.M.: The use a glass ionomer cement in deciduous teeth. Brith Dent.J. 143:271, 1977.
- 22) Philips, R.W.: Science of dental materials. W.B. saunders co.PP 471,472, 477, 486-489,1982.
- 23) Philips, R.W., Swartz, M.L., and Rhodes, B.: An evaluation of a carboxylate adhesive cement. JADA 81: 1353, 1970.
- 24) Powis, D.R., Folleras, T., Merson, S.A., and Wilson, A.D.: Improved adhesive of a glass ionomer cement to dentin and enamel. J.Dent.Res. 61:141, 1982.
- 25) Prodger, T.E., and Symonds, M.: ASPA adhesive study. Brit.Dent.J.143:266, 1977.
- 26) Retief, D.H.,:The mecahnical bond.Int. Dent. J. 49:18,1978.
- 27) Roulet, J.F., Walti, C.: Influence of oral fluid on composite resin and glass ionomer cement. 52: 182, 1984.
- 28) Saito, S.: Characteristic of glass ionomer cement and clinical application. J.Dent. Med. 10:1,1979.
- 29) Saito, S.: Clinical studies on glass ionomer. Int. J. of Dent. Med. 6:1,1977.
- 30)Truelove, E.L., Mitchell, D.F., and Philips, R.W.: Biologic evaluation of a caaboxylate cement. J.Dent. Res. 50:166, 1971.
- 31) Vougiouklakis G., Smith, D.C., and Lipton, S.: Evalution of the bonding of cervical restoration materials. J. Oral Rehabil. 9: 231, 1982.
- 32) Yakushiji, M., Kinumatsu, T., and Machida, Y.: Effect of glass ionomer cement on the dental pulp and its efficiency as a base materials. The Bulletion of Tokyo of dental collage. 20: 47, 1979.

**Summary:**

Glass ionomer cement for restorative purposes are based on the hardening reaction between ion-leachable glasses (fine calcium aluminosilicate glass powders prepared with a fluoride flux) and aqueous solutions of homopolymers and copolymers of acrylic acid.

Although clinical use and viability of the glass ionomer cements have not been fully established, they are of great interest for future research and development.

They can adhere to enamel and dentin by physicochemical bonding and may possess anticariogenic properties because of the ability to leach fluoride ions.

Most useful clinical applications of glass ionomer cements have been in the restoring of erosion lesion (without cavity preparation) and the restoring or sealing of occlusal fissures.

Further developments have enabled manufacturers to offer the cement as material for class 3 and class 5 restorations.

In view of this expanded clinical use, and clinical viability of the glass ionomer cements is timely.