

محمد شمس‌الدینی

بیژن حیاتی

میلاد پرویزی



میلاد امیری

مازیار غنی

امیر بنایی

V₁

۴

۹۹/۱/۳۱

دکتر باقری

مواد دندانی

Principle of adhesion and Surface phenomena

معرفی جلسه:

در جلسات دوم و سوم پیرامون خواص مکانیکی مواد صحبت شد. در ادامه بحث دو جلسه پیشین ما موضوعی را بررسی می‌کنیم که مقداری با مطالب این جلسات متفاوت است. بحث ما پیرامون اصول Adhesion و پدیده سطح است.

مثل همیشه سعی کرده‌ایم تا مطالب را به صورت کاملاً واضح و قابل فهم بیان کنیم؛ به علاوه، جملاتی را تحت عنوان حاشیه به جزوه اضافه نموده‌ایم؛ این مطالب توسط استاد ذکر نشده‌اند و فقط برای فهم بیشتر شما آورده شده‌اند. همچنین نیم نگاهی به جزوه ورودی ۹۶ انداخته‌ایم و قسمت‌هایی را با نام V96 برای شما آورده‌ایم که توجه به آن‌ها خالی از لطف نیست. بریم که شروع کنیم... ☺

:Adhesion & Bonding

ابتدا بیاید Adhesion را تعریف کنیم. Adhesion به معنای باند شدن دو ماده غیر مشابه است. این پیوند از طریق جاذبه میان اتم‌ها یا مولکولهای دو ماده ایجاد می‌شود.

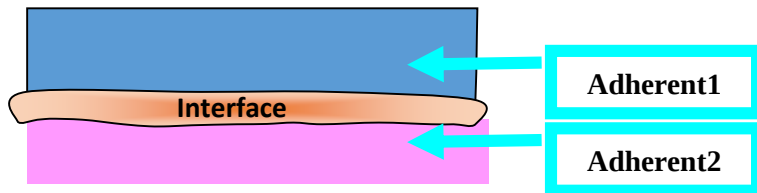
V96: به اتصال دو Structure مشابه به یکدیگر Cohesion گفته می‌شود.

ممکن است آن چیزی که باعث خلق واژه‌های Adhesive و Adherent شده پدیده چسبندگی سطحی باشد. حتماً می‌پرسید که Adhesive و Adherent چیست؟ هریک از دو جسمی که قرار است به یکدیگر متصل شوند را Adherent می‌نامیم. Adhesive ماده‌ایست که دو Adherent را به یکدیگر وصل می‌نماید. Adhesive ها و Adherent ها کاربرد بسیار زیادی در دندانپزشکی و به ویژه Restorative ها دارند. کاربردی از این موضوع در دندانپزشکی، چسباندن روکش بر روی دندان است. حتماً می‌دانید که روکش و دندان دو Adherent ما هستند و سیمانی که این دو را به یکدیگر متصل می‌کند نقش Adhesive را ایفا می‌کند. زمانی که قصد داریم کامپوزیت را به Structure دندان (چه

Dentin، چه Enamel) بچسبانیم ساختار دندان و کامپوزیت

Adherent های ما هستند و ماده‌ای که برای Bonding به کار

می‌رود Adhesive می‌باشد. به تصویر ۱ نگاه کنید.



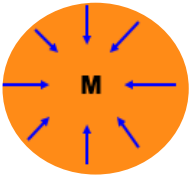
تصویر ۱

همانطور که می‌بینید دو Adherent و یک Interface (رابط) دیده می‌شود که همان

Adhesive است. Adhesive زمانی تعریف می‌شود که حتماً دو Adherent وجود داشته باشند.

۸ نسل از Adhesive ها در حوزه کار ما مشاهده می‌شود. البته ظاهراً استاد در بازار یک نسل جدید رو مشاهده کردن. پس ۹ تا میشه!

قاعداً باید بدانیم که در اتصالات کدام Adhesive را به کار ببریم تا نتیجه مفیدتری را مشاهده کنیم. باید از طریقی متوجه شویم که آیا Adhesive عملکرد خوبی داشته است؟ همچنین لازم است تشخیص دهیم که عدم موفقیت در درمان به دلیل Adhesive بوده یا خیر؟ یک سری فاکتورهای فیزیکی وجود دارند که اثربخشی Adhesive را برای ما نمایان می کنند. بیایید این فاکتورها را با یکدیگر بخوانیم و در آخر آنها را به Adherent و Adhesive تعمیم دهیم.



تصویر ۲

Surface energy (انرژی سطحی):

نیروهای جاذبه میان مولکولهای یک جامد را Surface energy می نامیم (تعریف دقیق تری را جلوتر ارائه می کنیم). این نیرو همواره به سمت داخل جسم است و در سطح جسم اندازه بیشتری دارد. توجه کنید که Surface energy تنها برای جامدات تعریف می شود. چنین نیرویی در مایعات هم دیده می شود که با نام Surface tension شناخته می شود.

Surface tension (کشش سطحی):

کشش سطحی در واقع نیروی جاذبه میان اتمها یا مولکولهای سطحی مایع می باشد. این نیرو از نیروی جاذبه ای که در عمق مایع وجود دارد قویتر می باشد. برای مثال یک توده مایع را در نظر بگیرید. نیروی جاذبه همواره در مولکولها یا اتمهای سطحی بیشتر از مرکز توده است.

Wetting (خیس شدن):

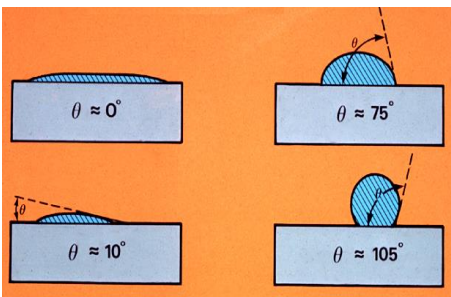
خاصیت یک مایع برای جریان یافتن و پخش شدن بر سطح یک جامد را خیس شدن می نامیم. هرچه مایع بهتر پخش شود Wetting بهتری رخ می دهد. در اینجا ماده جامد همان Adherent است.

اکنون می خواهیم ببینیم که در چه صورت Wetting بالاتری داریم. خیس شدن با اصطلاح Contact angel رابطه عکس دارد. یعنی چی؟ یعنی هرچه زاویه بین قطره مایع و سطح جامد بیشتر باشد (Contact angel بزرگتری داشته باشیم) Wetting کمتری دیده می شود و بالعکس! اکنون به شکل ۳ نگاه کنید. در قسمت سمت راست اصطلاح Perfect wetting نوشته شده است. قطره کاملاً بر روی سطح پخش شده و زاویه



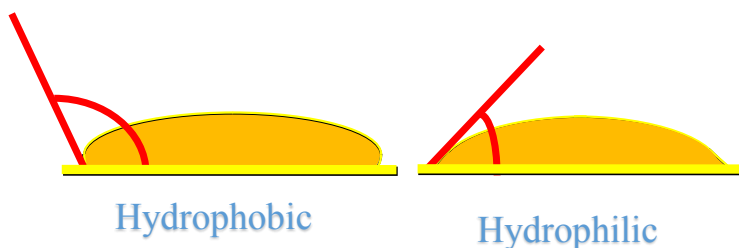
تصویر ۳

نزدیک به صفر با سطح ساخته است. به توانایی یک Adhesive برای پخش شدن بر روی سطح و خیس کردن آن Wettability گفته می شود. در قسمت وسط، سطح به صورت نیمه، خیس شده است و در بخش سمت چپ اصطلاح Wetting اتفاق نیفتاده است.



تصویر ۴

به تصویر شماره ۴ دقت کنید تا به خوبی متوجه شوید که برای تشخیص Contact angel چه زاویه ای را در نظر می گیریم. همانطور که پیش از این گفتیم هرچه Contact angel بزرگتری داشته باشیم Wetting کمتری مشاهده می گردد.



تصویر ۵

حال می‌خواهیم به بحث Hydrophilic و Hydrophobic بودن

مواد دندانپزشکی بپردازیم. این خواص هم در مواد دندانپزشکی و هم

در ساختمان دندان مشاهده می‌شود. برای پی بردن به اینکه یک

Adherent آب دوست است یا آب گریز، باید به زاویه تماس

Adhesive و Adherent توجه کنیم. به تصویر ۵ دقت کنید. اگر

Adhesive، Adherent را دوست داشته باشد Contact angle کم است و Wetting بهتری رخ می‌دهد! در رابطه با مواد

Hydrophobic عکس این قضیه صادق است.

بچه‌ها استادیه مثال برای ما میزنه ولی مثال جزوه ۹۶ کامل تر و متفاوت. پس دوتا مثال رو ترکیب کردیم و اینجا آوردیم.

مثال: اگر یک قطره آب، یک قطره جیوه و یک قطره روغن را به صورت جداگانه بر روی شیشه بریزیم مشاهده می‌کنیم که آب بیشتر سطح را خیس می‌کند. در مقابل اگر یک قطره آب را بر روی موم قرار بدهیم می‌بینیم که آب توانایی خیس کردن سطح را ندارد. همچنین اگر یک قطره آب و یک قطره جیوه را به صورت جداگانه در آلیاژ آمالگام بریزیم، مشاهده می‌کنیم جیوه آلیاژ را بیشتر خیس می‌کند. پس wetting بستگی به این دارد که چه adhesive و ساختاری را مورد استفاده قرار دهیم.

: Adsorption

جذب سطحی که مایع در سطح جامد ایجاد می‌کند را Adsorption می‌نامیم. تا به حال فکر کرده‌اید که دست دندان چگونه در دهان بیمار به خوبی قرار می‌گیرد؟ جدا از اینکه دست دندان در ناحیه اندرکات‌ها گیر می‌کند خاصیت مهم دیگری نیز دنچر را سرچایش محکم نگه می‌دارد. این خاصیت، خاصیت آکریلی است. رزین آکریلی جذب سطحی بالایی دارد و به راحتی می‌تواند بزاق را در سطح خود جذب کند (در نتیجه مثل بچه آدم سرچایش می‌شینه)

حاشیه: بیاید تعریف واضح تری از جذب سطحی را بیان کنیم. جذب سطحی عبارت است از چسبندگی اتم‌ها، یون‌ها یا مولکول‌های یک گاز، مایع یا یک جامد حل شده به یک سطح. این فرآیند یک فیلم از ماده جاذب را بر روی سطح ایجاد می‌کند.

: Absorption

در Adsorption تغییری در ابعاد ماده با جذب آب ایجاد نمی‌شود و لایه آب فقط در سطح تشکیل می‌شود؛ در حالی که در Absorption

Dimension ماده دچار تغییر می‌گردد. در واقع Absorption نوعی خاصیت جذب بالکی (Bulk) می‌باشد (درست مثل ژله)

مثال: ماده قالبگیری آلزینات نوعی ماده هیدروکلوئید است. این ماده با جذب آب پف می‌کند و Dimensional change می‌دهد. در مقابل با از دست دادن آب این ماده کاملاً Shrink می‌شود.

: Sorption

به مجموع دو پدیده Absorption و Adsorption Sorption گفته می‌شود. در واقع اگر در یک ماده هم جذب سطحی و هم جذب بالکی

رخ دهد می‌گوییم که Solubility یا Water sorption رخ داده است. برای اندازه‌گیری Sorption یک نوع تست فیزیکی را برای مواد به

کار می‌بریم. هرچه ماده ترمیمی به کار برده شده در دندانپزشکی آب کمتری را در سطح و Bulk جذب کند (Sorption پایین‌تری داشته باشد) اثربخشی بهتری دارد. چرا؟ چون جذب آب در بسیاری از مواقع باعث می‌شود که استحکام و پیوند میان ماتریکس و فیلر از بین برود. اکنون یک سوال را مطرح می‌کنیم. به نظر شما اگر بخواهیم آب یک ماده را تبخیر کنیم، اول آب سطح آن تبخیر می‌شود یا آب bulk آن؟ احتمالا فکر می‌کنید که آب سطحی زودتر بخار می‌شود اما سخت در اشتباهید. در صفحات قبل پیرامون Surface energy صحبت کردیم. انرژی سطحی در سطح ماده بسیار بیشتر از Bulk ماده می‌باشد و بنابراین آب از Bulk فرآیند تبخیر را به انجام می‌رساند. (به عنوان حاشیه اینو گوشه ذهنتون داشته باشید که اگر انرژی سطحی در سطح ماده بیشتر از عمق ماده نبود نیرو محرکه‌ای به وجود می‌اومد که حجم ماده رو تبدیل به سطح میکرد!! در ضمن اگر انرژی پیوند مولکول‌های سطحی بیشتر نباشد پدیده تصعید رخ می‌دهد).

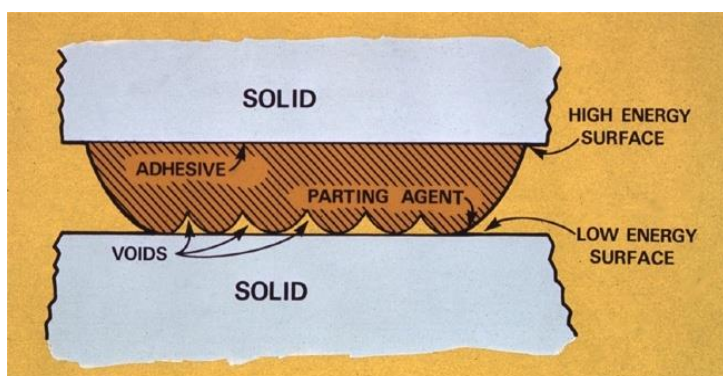
۱۹۹۰: در structure دندان‌ها هم همین اتفاق می‌افتد؛ در enamel، انرژی سطحی بیشتر است و هر چه به سمت پایین می‌رویم کمتر می‌شود.

:Characteristics of adhesive-adherent combinations

در اینجا می‌خواهیم ببینیم که یک Adherent و Adhesive خوب چه ویژگی‌هایی باید داشته باشد؟ مسلما هردوی این عوامل باید ویژگی‌هایی را دارا باشند تا یک اتصال مطلوب رخ دهد. اگر هریک از این دو کارایی لازم را نداشته باشد اتصال ما با کیفیت نخواهد بود.

۱) Wettability: هرچه قدرت Wettability یک ماده بیشتر باشد چسبندگی بالاتری نیز دارد.

۲) Adherent roughness: هرچه Adherent سطح خشن‌تری داشته باشد Attachment بهتری اتفاق می‌افتد و در مقابل، سطوح Smooth اتصالات را برای ما دشوار می‌کنند. یک Cavity را در دندان در نظر بگیرید که به Dentin رسیده است. برای اینکه مواد ما به سطح این حفره بهتر بچسبد باید کمی Roughness در سطح آن وجود داشته باشد. دقت کنید که منظور ما از Roughness در حد میکروسکوپی است؛ چرا که ما قبل از هرکاری سطح حفره بیمار را صاف می‌کنیم اما مقدار خیلی کمی Roughness توسط فرز ایجاد می‌شود که برای ما بسیار مطلوب است.



تصویر ۶

۳) Adherent surface energy: هرچه انرژی سطحی بالاتر

باشد اتصال بهتری را خواهیم داشت و هرچه انرژی سطحی

کمتر باشد اتصال ضعیف‌تر خواهد بود.

یکی از مواردی که باعث کاهش Surface energy می‌شود

آلودگی‌ها می‌باشد. این آلودگی می‌تواند چربی، روغن، Debris

و... باشد که باعث کاهش انرژی سطحی می‌شود. پس عزیزان

قبل از هر اتصال سطوح دندان را تمیز کنید!

حاشیه: پلاک‌ها تجمع باکتری‌ها به صورت بیوفیلم بر روی سطوح

دندانی هستند اما دبری‌ها بقایای مواد خارجی نرم بر روی سطوح دندانی می‌باشند.



شفاف سازی: احتمالا الان خیلی از شما دارین به رابطه چسبندگی و انرژی سطحی فکر می کنید. حقیقت اینه که تعریف استاد از انرژی سطحی خیلی کلی و ساده هست. پس بیاین با همدیگه یکم علمی تر انرژی سطحی رو تعریف کنیم. توجه کنید که هیچ یک از این مطالب توسط استاد ذکر نشده. پس اگه دلتون خواست می تونین اصلا شفاف نشین!

در Bulk مواد، اتم ها به طور کلی دارای ثبات هستند و بین Interaction و پیوند میان آن ها تعادل برقرار است. در مقابل، در سطح مواد اتم ها دارای Interaction هایی ناکامل و نامتعادل و در نتیجه انرژی پیوند آزاد نشده هستند. انرژی سطحی معیاری نسبی است از میزان انرژی ای که در سطح ماده وجود داشته و در اثر همین پیوندهای ناقص پدید می آید. مقدار این انرژی با (۱) میزان واکنش های درونی ماده (۲) سطحی از ماده که با محیط اطراف در تماس است، رابطه مستقیم دارد. پس اگر Interaction های Bulk ماده قوی تر باشد و یا ماده سطح بیشتری داشته باشد انرژی سطحی بیشتری خواهیم داشت. ماده تمایل دارد انرژی سطحی اش را کاهش دهد. این کاهش می تواند با جذب ماده ای دیگر در سطح باشد. فرض کنید قطره ای آب را بر روی سطح جسمی با انرژی سطحی بالا بریزیم. سطح انرژی اش را صرف غلبه بر کشش سطحی آب می کند تا آن را بر روی خود پخش کند. در مقابل، اگر ماده انرژی سطحی کمی داشته باشد قادر به مقابله با کشش سطحی مایع نخواهد بود. در اینجا به یک ارتباط پی میبریم:

انرژی سطحی بالا ← Contact angel کم ← Wetting بالا ← چسبندگی بالا

۴) Continuity of adhesive layers: هر چه در سطوح لایه ها Continuous تر باشند چسبندگی بهتری خواهیم داشت. در مقابل، در

سطوح Discontinuous چسبندگی ضعیف تر خواهد بود.

دندان شماره ۶ بالا را در نظر بگیرید. این دندان Oblique

ridge دارد. بیماری به ما مراجعه کرده که دو حفره پوسیده در

دو سمت این Ridge دارد. مسلما اگر این Ridge را برداریم و

دو حفره را باهم پر کنیم گیر بهتری خواهیم داشت تا اینکه هر

حفره را جداگانه پر کنیم. ولی ما چنین کاری را نمی کنیم.

(بنده خدا ریچش رو که از سر راه نیاورده. این فقط یه مثال بود)

به عنوان یک مثال دیگر، سطح اکلوزال دندان ۶ یا ۷ را در نظر

بگیرید. به نظر شما اگر حفره های کوچکی در آن ایجاد کرده و پر کنیم گیر بهتری خواهیم داشت یا اینکه حفره ها را به یکدیگر وصل

کنیم؟ مسلما مورد دوم گیر بهتری را به همراه دارد.

۵) Thickness of adhesive layers: موضوع را با یک مثال ساده آغاز می کنیم. فرض کنید می خواهیم دو تکه چوب را با چسب به

یکدیگر بچسبانیم. اهالی فن می دانند که چسب به کار برده شده نباید ضخیم باشد بلکه باید لایه چسب نازک باشد و به خوبی پخش شده

باشد. در واقع چسب زیاد و ضخیم نه تنها استحکام اتصال را افزایش نمی دهد بلکه آن را می کاهد.

به این مثال دقت کنید. فرض کنید می‌خواهیم بر روی دندان‌های جلو Restoration انجام دهیم. بدانید و آگاه باشید که نمی‌توانیم در اینجا از آمالگام استفاده کنیم بلکه باید از کامپوزیت بهره ببریم. کامپوزیت برای اتصال به دندان به Adhesive نیاز دارد. ما به عنوان دندانپزشک به هیچ وجه نباید لایه ضخیمی از Adhesive را به کار ببریم؛ بلکه در ابتدا لایه‌ای بسیار نازک از Adhesive را به کار می‌بریم؛ سپس با پوآر هوا آن را به خوبی پخش می‌کنیم و دوباره یک لایه نازک دیگر از چسب مورد نظر را استفاده می‌کنیم. ممکن است لازم باشد چندین لایه از Adhesive را استفاده کنیم (به قول استاد سعی کنید در کارتون Generous باشید) نکته‌ای که مهم است این است که در هر مرتبه به خوبی چسب را پخش کنیم تا در نهایت لایه نازکی از Adhesive داشته باشیم. نتیجه تمام این صحبت‌ها دو عبارت زیر است:

Thick layer=weak joint

Thin layer=Strong joint

تا اکنون فاکتورهای لازم برای یک اتصال خوب را مشاهده کردیم. به عنوان حسن ختام بحث استاد یک خلاصه از این فاکتورها را بیان کردند که در اینجا ارائه می‌کنیم (بهش دقت کنید مطلب جدید داره)

- Clean surfaces: همانطور که توضیح دادیم سطح Adherent باید عاری از هرگونه آلودگی باشد.
- Microscopically irregular surfaces: سطح ما باید دارای Roughness میکروسکوپی باشد.
- Good wetting of substrate by adhesive: فاکتورهای بالا و عوامل دیگر موجب افزایش Wetting و در نتیجه چسبندگی بهتر می‌گردد.
- Physical or chemical attraction: به جنس مواد، هیدروفیل و هیدروفوب بودن آن‌ها بستگی دارد.
- Minimal dimensional change during adhesive setting
- Compatible thermal expansion between adhesive and adherents: دو ماده Adhesive و Adherent باید با یکدیگر Math باشند؛ به این صورت که ضریب انبساط حرارتی آن‌ها باید به یکدیگر نزدیک باشد تا اتصال با دوام‌تری داشته باشیم.

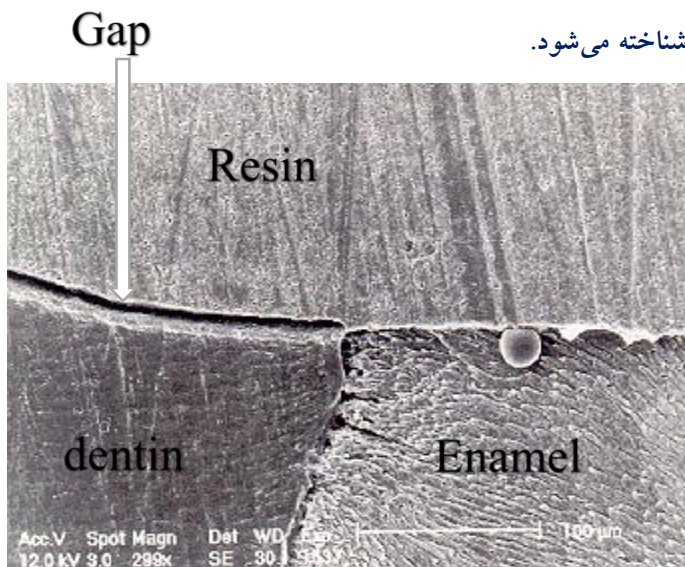
Rationale for Adhesive

بحث را با یک سوال پایه‌ای آغاز می‌کنیم. چرا اصلاً Adhesive برای ما اهمیت دارد؟ چرا از Adhesive استفاده می‌کنیم؟ مساله مهمی که در ارتباط با مواد ترمیمی مخصوصاً کامپوزیت مطرح می‌باشد مساله Polymerization shrinkage است. این فرآیند به معنای جمع شدن ماده پس از فرآیند Polymerization می‌باشد. این پروسه در کامپوزیت‌ها به خصوص کامپوزیت‌های قدیمی به فراوانی دیده می‌شود اما این مطلب به این معنا نیست که در کامپوزیت‌های جدید Shrinkage رخ نمی‌دهد. کامپوزیت‌های جدید Low shrinkage هستند اما با این حال مقدار کمی Shrinkage را تجربه می‌کنند. در کامپوزیت‌های مختلف میزان Polymerization stress بین ۱۳ تا ۱۸ MPa می‌تواند باشد. Shrinkage منتهی به Micro leakage می‌شود و سرانجام Secondary caries به وجود می‌آید. بیشترین میزان Shrinkage در ناحیه Marginal gap ها اتفاق می‌افتد. اگر دندانپزشک ناحیه Margin را با Adhesive پر کند می‌تواند از Shrinkage به میزان زیادی بکاهد. بنابراین مهم‌ترین علتی که باعث شد Adhesive ها پا به دنیای ما دندانپزشکان بگذارند این است که این

مواد می‌توانند Marginal gap ها را پر کنند و میزان Shrinkage را به حداقل برسانند. برای خاتمه باید بگوییم در به کار بردن کامپوزیت‌ها عوامل مختلفی می‌توانند Shrinkage را کاهش دهند که یکی از مهم‌ترین آن‌ها Adhesive مناسب می‌باشد. سایر عوامل در مبحث کامپوزیت بررسی می‌شوند.

۱۹۹۵: یک دلیل واضح استفاده از Adhesive چسباندن Adherent ها به یکدیگر است. یکی دیگر از دلایل استفاده از Adhesive این است که کامپوزیت حالت خمیری دارد و نمی‌تواند تمام خلل و فرج‌های سطح دندان را پر کند اما Adhesive مایع است و به خوبی تمام شیارهای میکروسکوپی را پر می‌کند. همچنین Adhesive استرسی که به پالپ و Dentinal tubule وارد می‌شود را می‌گیرد. حاشیه: یکی از نتایج مهم پلیمریزاسیون در کامپوزیت این است که رزین به جامد تبدیل می‌شود و در نتیجه باعث افزایش چگالی و کاهش حجم کلی رزین می‌شود. این پدیده می‌تواند به استرس‌های درونی و استرس حاشیه‌های ترمیم منجر شود. این استرس‌ها در طول زمان می‌تواند منجر به Marginal leakage و Secondary caries شود.

حاشیه: میکرولیکیج به عنوان انتشار باکتری‌ها، مایعات و یون‌ها به درون دندان شناخته می‌شود.



تصویر ۸

حال به تصویر شماره ۸ نگاه کنید. همانطور که می‌بینید Adhesive در ناحیه Enamel اتصال بهتری دارد و در ناحیه Dentin یک Gap دیده می‌شود. علت به وجود آمدن این گپ عدم تطابق Adhesive با Dentin است. این موضوع را مطرح کردیم تا به شما بگوییم که نباید Adhesive یکسانی را برای Enamel و Dentin به کار برد. چرا که مینا و عاج ساختاری متفاوت دارند. پیرامون ساختمان مینا و عاج در آخر جزوه بیشتر صحبت می‌کنیم.

Dental adhesion:

اصلاً این قصه Adhesion از کجا شروع شد؟ این داستان به سال ۱۹۵۵ برمی‌گردد. در آن زمان نخستین کسی که چسبندگی‌های دندانی و کامپوزیت را وارد دنیای ما دندانپزشکان کرد شخصی به نام Buonocore بود. Buonocore سعی کرد که Gap موجود بین کامپوزیت و دندان را با استفاده از یک باند میکرومکانیکی (Adhesion) پر کند. از سال ۱۹۵۵ به بعد روز به روز Adhesive ها پیشرفت فراوانی پیدا کردند به طوری که Adhesive های کنونی اصلاً قابل مقایسه با نمونه‌های اولیه نیستند. با این وجود Adhesive ها از ابتدا مزیت‌های فراوانی را برای ما به ارمغان آوردند.

۱) اولین مزیتی که Adhesion ها به همراه داشتند Retention و Stability بیشتر بود.

۲) دومین مزیتی که می‌توان برای این دسته از مواد نام برد این است که Adhesive ها باعث کاهش Micro leakage ها می‌گردند.

موارد بعدی همگی به نوعی زیر مجموعه مورد ۲ هستند.

- قاعدتا با کاهش Micro leakage بروز Recurrent caries نیز کاهش می‌یابد.
- کاهش Micro leakage طبیعتا سبب می‌گردد که احتمال آسیب‌های پالپ کاهش پیدا کند.
- مزیت دیگر Adhesive ها که در نتیجه موارد گفته شده ایجاد می‌شود Reduce postoperative sensitivity است. یعنی چی؟ بعد از به کار بردن کامپوزیت بر روی دندان ممکن است نوعی حساسیت در بیمار بروز کند که Adhesive جلوی این عارضه را می‌گیرد.
- مورد بعدی کاهش Marginal staining می‌باشد. فرض کنید که بیماری با شکستگی بخشی از Enamel به ما مراجعه می‌کند. اگر بعد از ترمیم بین ساختمان دندان و کامپوزیت گپ وجود داشته باشد (اصطلاحا کامپوزیت کاملا با Structure دندان Merge نشده باشد) بعد از مدتی حداثا فصل کامپوزیت و ساختمان دندان رنگ می‌گیرد. به این پروسه Marginal staining گفته می‌شود.
- ۳ یکی از وظایف Adhesive ها Seal کردن Dentinal tubule هاست به طوری که فشار داخل و خارج توپول بایکدیگر متفاوت نشود. بنابراین Adhesive در اینجا نقش Desensitizer (حساسیت زدا) را دارد.
- ۴ آخرین مزیت این مواد گسترش دامنه امکانات دندانپزشکی esthetic restorative می‌باشد. این امکانات در جلسات آینده توضیح داده خواهد شد.

:Principal of adhesion

پس از بررسی تاریخچه و مزیت‌های Adhesive ها اکنون نوبت به بررسی اصول کاری Adhesive ها می‌رسد. به طور کلی Adhesion دو مکانیسم کلی دارد:

۱) شیمیایی: این مکانیسم در سطح اتم‌ها یا مولکول‌ها مطرح می‌شود. این ذرات با یکدیگر پیوند برقرار می‌کنند و در نتیجه گیر شیمیایی ایجاد می‌گردد.

۲) مکانیکی: مکانیسم گیر مکانیکی در واقع نوعی Interlocking (درهم گیر کردن) یک فاز در سطح فاز دیگر است. برای درک بهتر این گیر مکانیکی به تصویر ۹ نگاه کنید. با قرار دادن Adhesive در میان دو Adherent نوعی گیر مکانیکی ایجاد می‌شود.

حال که قرار است Adhesive به دو صورت شیمیایی و مکانیکی باعث

اتصال ساختارها به یکدیگر شود باید اولاً با Adherent حداقل فاصله را داشته باشد

(Close contact) و ثانياً Surface wettability خوبی داشته باشد. دو عامل Close contact و Surface wettability دو اصل کلی و اساسی یک Adhesive مناسب است. تا فراموش نکرده‌ایم این نکته تکراری را هم بگوییم که Surface wettability تحت تاثیر دو عامل Contact angle و Surface energy (۲) و Surface tension است.

Composition of enamel and dentin

یادتون هست که گفتیم ساختار Enamel و Dentin با همدیگه متفاوت پس نباید Adhesive یکسانی برای هر دوشون به کار برد؟ الان می‌خوایم ساختار این دو بزرگوار رو بررسی کنیم.

یک تفاوت عمده میان Structure مینا و عاج وجود دارد که باعث می‌شود نوع ماده Adhesive و طبیعتا فرآیند Adhesion در ارتباط با این

Composition	Enamel		Dentin	
	%wt	%vol	%wt	%vol
Water	۳	۱۱	۱۰	۲۱
Noncollagenous protein	۱	۲	۲	۵
Collagen	-	-	۱۸	۲۷
Hydroxyapatite	۹۵	۸۷	۷۰	۴۷

دو متفاوت باشد. ترکیبات Enamel و Dentin را در جدول

روبه‌رو مشاهده می‌کنید. همانطور که می‌بینید محتویات آب

Enamel چه از نظر حجمی و چه وزنی از Dentin کم‌تر است.

پروتئین‌های غیر کلاژنی هم در Enamel مقدار کم‌تری دارد. نکته

جالب‌تر این است که Enamel اصلا کلاژن ندارد. بیشترین حجم

Enamel را بلورهای هیدروکسی آپاتیت تشکیل می‌دهد. این ماده

در Dentin در مقایسه با Enamel بسیار کم‌تر می‌باشد.

باید اکنون کمی جزئی‌تر به ساختمان مینا نگاه کنیم.

جدول ۱

Enamel ساختمانی Homogenous (همگن) دارد و مقدار آب آن بسیار کم

است. بنابراین Enamel یک ساختار Hydrophobic می‌باشد. همانطور که در درس بافت دندان خواندیم

Enamel از (Rod) Prism های مینایی تشکیل شده است. همچنین Enamel از تعداد زیادی کریستال‌های

هیدروکسی آپاتیت تشکیل شده است که شمای آن‌ها را در تصویر روبه‌رو می‌بینید. هیدروکسی آپاتیت ماده‌ای

هیدروفیل است و این باعث می‌شود که با جذب همان مقدار کم آب مینا به خوبی در مینا گیر کند.

اما برویم به سراغ Dentin. Dentin یک بافت زنده‌تر (Vital and dynamic) است. در درون

Dentin ، Dentinal tubule ها را مشاهده می‌کنیم که در نزدیکی پالپ بزرگ‌تراند و هرچه به سمت مینا حرکت می‌کنیم کوچک‌تر می‌شوند.

در Dentin مواد ارگانیک و آب بیشتر از Enamel مشاهده می‌گردد. بنابراین Dentin ماده‌ای هیدروفیل می‌باشد. در ضمن Dentin انرژی

سطحی پایین‌تری دارد. حتما می‌پرسید چرا؟ چون Dentin در عمق مینا قرار دارد و

Surface energy در عمق کم‌تر از سطح است. جالب است بدانید که تمام نسل‌های

باندینگ که ساخته شده است همگی Hydrophobic هستند. یعنی مطابق با Enamel که

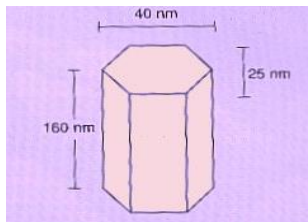
هیدروفوب است ساخته شده‌اند. پس برای Dentin چه تدبیری اندیشیده‌اند؟ به جزوه جلسه

بعد مراجعه کنید!

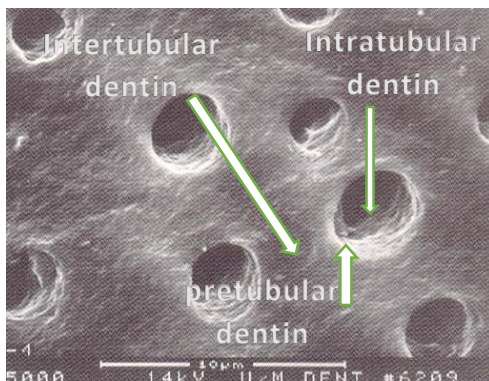
در تصویر ۱۱ ساختمان Dentin و توبول‌های آن را می‌بینید. زیاد وارد جزئیات نمی‌شویم. تنها

چیزی که اهمیت دارد این است که Dentin به دلیل داشتن توبول ساختمانی حساس‌تر و

پویاتر دارد و باید با احتیاط بیشتری با آن کار کنیم.



تصویر ۱۰



تصویر ۱۱

در ارتباط با Dentin با اصطلاحی به نام Smear layer مواجه می‌شویم. Smear layer لایه‌ای بسیار نازک با چسبندگی ضعیف است که در اثر تراشیدن Dentin به وجود می‌آید و به سطح آن می‌چسبد. ضخامت این لایه حدود ۰/۵ تا ۵ میکرومتر است. توجه کنیم که حتما باید قبل از پروسه Adhesion این لایه برداشته شود.

پس چیزهایی که برای پروسه Optimal bond بر روی Dentin اهمیت زیادی دارند (به این معنا نیست که در Enamel بی اهمیت هستند) عبارت‌اند از:

- سطح باید کاملاً تمیز باشد.
- Adhesive بتواند به خوبی سطح را Wet کند.
- Adhesive باید سازگاری خوبی نسبت به Substrate داشته باشد.
- Adhesive بتواند به خوبی با Light cure، Cure شود و پلیمریزاسیون کامل صورت پذیرد.
- مقاومت کامل در برابر نیروهایی که به آن اعمال می‌شود داشته باشد.



و قتر مرگویر نرو

لنز لایح گاه که مرگویر بیا

بیشتر دوست دلم

نمردانم و هرگز هم نخواستهم فهمید

"نرو"

لنز

"بیا"

چرا لایح گونه غمگین تر است!

حسن آزادی

