اصول دندان پزشکی ترمیمی

(سامیت ۲۰۱۳)

گردآوری:

دکتر لیلا صفیاری

متخصص ترمیمی

فصل۱

ملاحظات پالپی(Pulpal consideration) / فصل ۶ سامیت

سطح اهمیت:A

پوسیدگی یک نوع عفونت باکتریال است که می تواند اثرات مخربی از التهاب خفیف تا مرگ پالپی داشته باشد. به علاوه **تمامی** اعمال ترمیمی هم باعث تحریک پالپ می‌شوند. افزون بر اینکه پالپ مکانیسم‌های دفاعی ذاتی برای محدود کردن آسیب محرک‌ها دارد، یک سری درمان‌های دندانپزشکی محافظت از پالپ هم وجود دارند که بیشترشان (سیلر، لاینر و...) **سدی** در برابر تحریکات خارجی فراهم می‌کنند. قبل از ترمیم یک حفره باید تصمیم‌گیری در مورد استقرار بیس، لاینر یا سیلر انجام گیرد.

ملاحظات فیزیولوژیک:

عوامل مختلفی که روی فیزیولوژی پالپ مؤثرند، اساس تصمیم‌گیری برای انتخاب لاینر، بیس و سیلر می‌باشند.

ضخامت عاج باقی‌مانده (Remaining Dental thickness: RDT):

نکته مهم: هیچ ماده‌ای بهتر از عاج از پالپ محافظت نمی‌کند.

مکانیسمهای محافظت عاج از پالپ:

۱) توانایی بافرینگ عالی جهت خنثی کردن اسیدهای پوسیدگی‌زا

۲) محافظت پالپ در برابر افزایش دما حین تراش حفره

***نکته مهم:**

مهمترین عامل منفرد (single most important factor) در حفاظت پالپی، RDT یا ضخامت عاج باقی‌مانده از عمق حفره تا پالپ می‌باشد.

RDT

۰/۲۵-۰/۳ میلی‌متر	بیشترین اثر بر پالپ زمانی است که ضخامت عاج باقی مانده بیشتر از ۰/۲۵ تا ۰/۳ میلی‌متر نباشد.
۰/۵ mm	تا ۷۵ درصد اثر مواد سمی بر پالپ را می‌کاهد.
۱ mm	تا ۹۰ درصد اثرات سمی را می‌کاهد.
۲ mm یا بیشتر	واکنش پالپی ناچیزی بروز می‌کند.

سوال: تحقیقات نشان داده است که چنان چه ضخامت عاج باقی مانده تا پالپ فقط نیم‌میلی‌متر باشد، اثرات سمی مواد بر روی پالپ تا چند درصد کاهش می‌یابد؟ (بورد۹۱)

الف) ۹۰ ب) ۷۵ ج) ۵۰ د) ۳۵

پاسخ: گزینه "ب" صحیح است.

علل التهاب پالپ:

مشابه سایر انساج نرم، عکس‌العمل پالپ در برابر محرک، پاسخ التهابی است. واکنش التهابی پالپ در برابر مواد دندانی ملایم و گذرا(Mild & Transitory) است. واکنش‌های پالپی نامطلوب قابل ملاحظه، در نتیجه هجوم باکتری‌ها و توکسین آنها به پالپ روی می‌دهد.

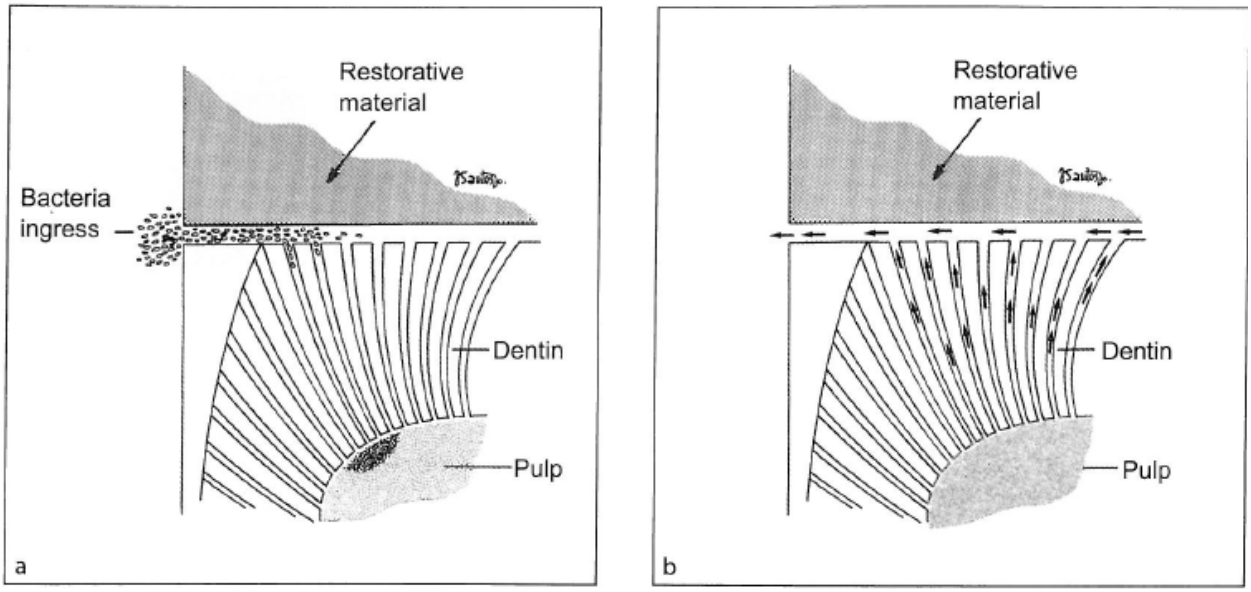
نکته مهم: **حتی** ضایعات **پوسیدگی اولیه مینایی که کمتر از** $\frac{۱}{۴}$ **مسیر تا DEJ** را پیموده‌اند، القا کننده واکنش پالپی **اندک** می‌باشند. به خصوص در مواردی که **پیشرفت سریع** دارند.

علت: افزایش تراوایی مینا و اجازه انتقال عوامل محرک در مسیر رادهای مینایی.

با پیشرفت عمق ضایعه، واکنش پالپی افزایش می‌یابد. تجاوز واقعی به پالپ توسط باکتری یا توکسین آن باعث التهاب شدید یا نکروز می‌شود. **جریان رو به خارج** مایع داخل توبولی از ورود باکتری یا توکسین آن به پالپ و آغاز التهابی جلوگیری **نمی‌کند**.

پوسیدگی القا کننده تشکیل عاج ترمیمی(Reparative) و عاج اسکلروزه واکنشی(Reactive) نیز می‌باشد که اثرات حفاظتی عاج باقی مانده را افزایش می‌دهد.

*** اسیداچ روی عاج مدت‌ها به عنوان تهدید پالپ درنظرگرفته می‌شد، ولی در صورتی که جلوی هجوم باکتری‌ها و عبور اجزا رزین از توبول‌های عاجی و ورود به پالپ گرفته شود، پالپ به راحتی می‌تواند اثرات PH پایین را تحمل کند.**



a باکتری های بزاق که وارد گپ های مارجینال و توبول های عاجی می شوند،می توانند باعث آزردگی و التهاب پالپی، نکروز و عود پوسیدگی شوند. b) اگر ترمیم به خوبی سیل نشود، مایع توبولی به سمت گپ بین ترمیم و دندان جریان می‌یابد (جهت فلش ها). تحریکاتی از قبیل گرما یا سرما باعث تغییر در سرعت جریان مایع شده که این تغییر توسط مکانورسپتورها به صورت درد احساس می شود.

نکات اثر کاربرد وسایل بر واکنش پالپی:

- میزان واکنش پالپی به میزان اصطکاک و خشک شدن دندان بستگی دارد ← کنترل این دو عامل: با کاربرد اسپری آب در محل تماس فرز و دندان.
- در صورت تراش با هندپیس با سرعت بالا / نیروی کم (۱-۳ oz) / فرز نو / استفاده متناوب (Intermittent) از اسپری خنک کننده هوا و آب / سرنگ آب ـ هوا / به ندرت به درمان اندودنتیک بعداز ترمیم نیاز خواهد شد.
- بعضی مطالعات: کاربرد اسپری آب در محل تماس فرز با دندان نسبت به میزان آب پاشیده شده روی فرز اهمیت بیشتری دارد.
- مطالعه ای دیگر: افزایش حجم اسپری آب به صورت معناداری، افزایش دمای ناشی از اصطکاک را کاهش می‌دهد.

نکته مهم: حرارت اصطکاکی ایجاد شده در تهیه حفره می‌تواند باعث ایجاد ضایعات **سوختگی در پالپ** و شکل‌گیری **آبسه** شود.

- اصلاح جزئیات حفره برای دید بهتر ، ممکن است به صورت خشک انجام شود: پالپ تهیه حفره خشک در ناحیه محدودی را تحمل می‌کند ولی با افزایش ناحیه‌ای از عاج که در معرض تهیه حفره خشک قرار دارد، شدت واکنش پالپی افزایش می‌یابد. خشک شدن عاج حین تراش حفره ← خروج مایع عاجی از توبول‌ها ← جایگزین شدن مایع از دست رفته با مواد شیمیایی که قادر به القای واکنش‌های پالپی مضرند.
- **افزایش حرارت** حین تراش **مینا به تنهایی** یا مجموعه **مینا و عاج** به میزان قابل ملاحظه بیشتر از تراش عاج به تنهایی است.
- **فشار** اعمال شده حین کار با وسایل روتاری نسبت به سرعت **تأثیر بیشتری بر افزایش دما** دارد. به همین دلیل تراش با وسایل چرخنده **کم سرعت** نسبت به تراش با سرعت بالا **اثرات مخرب بیشتری** بر پالپ دارد.
- **فرز الماسی** نسبت به کار باید تمایل به ایجاد افزایش **حرارت بیشتری** در پالپ دارند. به علاوه با افزایش عمق تراش (کاهش ضخامت عاج باقیمانده) واکنش پالپی افزایش می‌یابد.
- یکی از عواقبی که گاهاً به دنبال ترمیم‌های با پوشش کامل تاجی رخ می‌دهد، **نکروز پالپ** است. ۲۲-۳ درصد دندان‌هایی با روکش Full Coverage نیازمند درمان ریشه‌اند.
- ترکیبی از کاهش خنک کننده آب، کاهش ضخامت عاجی باقیمانده، افزایش سرعت فرز و فشار می‌تواند به صورت معناداری دما را حین تهیه حفره افزایش دهد.

نکته مهم: کلیدهای به حداقل رساندن واکنش پالپی ناشی از وسایل روتاری:

۱. استفاده کافی از اسپری خنک کننده آب ـ هوا

۲. فشار Light

۳. وسایل روتاری برنده تیز و شارپ

۴. محافظت از ساختار دندان

دو روش تقریباً جدید برای تراش حفره:

۱) لیزرها

۲) Kinetic Cavity Preparation←ایر ابریژن

سه نکته مهم:

۱- ایر ابریژن نسبت به وسایل روتاری اثر مضر بیشتری روی پالپ ندارد.

۲- **لیزرها** نسبت به وسایل روتاری **حداقل واکنش پالپی** دارند.

۳- کلید به حداقل رساندن آسیب حرارتی پالپی در حین استفاده از **لیزر** در تراش حفره، همانند وسایل روتاری استفاده از **خنک‌کننده آب** است.

الکتروسرجری:

یک درمان جانبی است که در کنار درمان‌های ترمیمی ممکن است، انجام شود که به کمک آن نسوج لثه‌ای برای افزایش دسترسی حین تهیه حفره و قالبگیری برداشته می‌شود.

- تا زمانی که نوک پروب دستگاه الکتروسرجری با مینای سالم در تماس است، **حداقل** واکنش پالپی را به دنبال دارد یا **اصلاً** واکنش ایجاد **نمی‌گردد.**
- اگر پروب با ترمیم فلزی تماس پیدا کند، غالباً واکنش پالپی adverse & severe ایجاد خواهدشد. این واکنش منفی، صرف‌نظر از حضور یا عدم حضور یک **بیس** در حفره روی می‌دهد.

شدت واکنش با **افزایش زمان تماس بیشتر از ۰/۴ ثانیه** و کاهش ضخامت عاج بین ترمیم و پالپ افزایش خواهد یافت.

علل درد پالپی:

افزایش فشار داخل پالپی بر انتهاهای عصبی که به شکل **ثانویه** به دنبال واکنش التهابی رخ می‌دهد یکی از مکانیسم‌هایی است که درد را به عنوان نتیجه تهاجم باکتریایی توصیف می‌کند. البته این تفسیر در توضیح علت حساسیتی که در غیاب التهاب رخ می‌دهد، با شکست روبه‌رو می‌شود.

توضیحی که برای درد پالپی در غیاب التهاب، بیشتر را همه پذیرفته شده است، **تئوری هیدرودینامیک** است.

علل Thermal sensitivity:

مدت‌ها دلیل قرارگیری بیس زیر ترمیم‌های فلزی جلوگیری از حساسیت حرارتی پس از درمان بود.

نکات مهم:

۱) اکثریت قابل توجهی از بیماران دارای ترمیم آمالگام، حساسیت حرارتی پس از درمان را، بدون ارتباط با عمق ضایعه و حضور یا عدم حضور نوع خاصی از سیلر یا لاینر تجربه **نمی‌کنند.**

۲) از میان مبتلایان به ناراحتی‌های پس از درمان، **تقریباً تمامی** افراد ناراحتی را به میزان **اندک** توصیف کرده و تقریباً در همه موارد ظرف حدود ۳۰ روز برطرف شده است.

۳) بنابراین،ممکن است شدت و شیوع این مشکل در گذشته بیش از اندازه تخمین زده شده باشد.

تئوری Thermal shock:

براساس این تئوری، حساسیت نتیجه اعمال شوک مستقیم حرارتی به پالپ است با انتقال تغییرات حرارتی حفره دهان از طریق ماده ترمیمی، به ویژه زمانی که RDT کم باشد.

بنابراین برای حفاظت در برابر آن **ضخامت کافی** از یک ماده **عایق** با انتقال حرارتی **پایین** باید قرار داد.

بر این اساس، چون کامپوزیت انتقال حرارتی پایینی دارد، نیازی به بیس عایق حرارتی زیر ترمیم‌های کامپوزیتی **نیست!** و کاربر بیس عایق زیر مواد ترمیمی **فلزی** محدود می‌شود.

نکته در مورد بیس زیر ترمیم‌های آمالگام:

۱) **ضخامت ماده بیس در ناحیه زیر لودهای اکلوزالی باید حداقل باشد.**

۲) اگر از بیس استفاده می‌شود ضخامت آن **نباید بیش از ۰/۷۵ میلی متر** باشد، انتشار حرارتی از مسیر آمالگام به کف حفره در ضخامت ۰/۷۵-۰/۵ میلی‌متر به شکل مؤثری کاهش می‌یابد. **افزایش ضخامت بیس، باعث کاهش Fracture resistance آمالگام فوقانی می‌شود.**

۳) **MOE یا ضریب الاستیک** بیس، کلید تعیین مؤثر بودن **ساپورت** آمالگام توسط یک بیس یا لاینر است.

بالا بودن MOE بیانگر stiffness یا سفتی
و پایین بودن آن نشانگر Flexibility یا انعطاف پذیری یک ماده است.
با کاهش MOE ماده بیس، مقاومت در برابر شکست آمالگام فوقانی کاهش می‌یابد.

تئوری هیدرودینامیک پالپ:

این تئوری مقبولیت بیشتری دارد، در اکثر ترمیم‌ها بین دیواره تهیه حفره و ماده ترمیمی گپ وجود دارد، که اجازه حرکت **آرام** رو به **خارج** مایع عاجی را می‌دهد.

سرما ← انقباض ناگهانی این مایع ← افزایش سریع جریان ← درک احساس درد توسط بیمار

*چرا ترمیم‌های **عمیق‌تر**، گاهی اوقات با مشکلات حساسیت بیشتری همراه‌اند؟
در عاج نزدیک پالپ:
۱. تراکم و قطر توبول‌ها بیشتر است.
۲. تراوایی توبول‌ها بیشتر است.
۳. حجم و شدت جریان مایع پالپی بیشتر است.
⇐ افزایش استعداد به اثرات هیدرودینامیک در برابر سرما

پس اگر توبول‌های عاجی مسدود شوند ← از جریان مایع جلوگیری می‌شود ← سرما منجر به القا درد نمی‌شود.

نکته مهم: عامل ترمیمی مؤثر در کاهش حساسیت به حرارت، کفایت سیل توبول‌های عاجی است. تا اینکه ضخامت مشخصی از ماده عایق باشد. مشاهدات SEM، تعداد بیشتری دهانه‌های توبولی باز را در عاج ازدیاد حساسیت یافته نشان داده است که تأییدی بر این تئوری می‌باشد.

سیلرهای حفره

پوشش حفاظتی برای دیواره‌های حفره تراش داده شده و سدی در برابر لیکیج مواد حدفاصل ماده ترمیمی و دیواره‌ها تأمین می‌کند. اصطلاح سیلر بر ممانعت کلی از نشت دلالت دارد ولی در واقعیت، این سد درجات متنوعی از سیل را فراهم می‌کند. محل اتصال بین ماده ترمیمی و نسج دندان عامل بخش قابل توجهی از شکست درمان ترمیم است.

هدف از استفاده از سیلرهای حفره تأمین یک مرز انتقالی یکنواخت است.

**** سیلرها معمولاً تمامی دیواره‌های حفره تهیه شده را می‌پوشانند.****

سیلرها به دو گروه تقسیم می‌شوند:

۱) **وارنیش**: Rosin یا صمغ (gum) طبیعی و یا Resin مصنوعی که در حلال آلی مثل استون، کلروفرم یا اتر حل شده است.

۲)**سیلرهای ادهزیو**: سیستم‌های ادهزیو برای سیل و باندینگ در ناحیه اینترفیس بین رستوریشن و دیواره تراش.

هرگونه فاصله (Gap) اینترفاسیال حتی وقتی که به شکل آشکار زیر بزرگنمایی قابل رویت نباشد، اجازه میکرولیکیج می‌دهد. میکرولیکیج راه عبور باکتری‌ها، مایعات، مولکول‌ها و یا یونها در طول اینترفیس بین رستوریشن و دیواره‌های حفره تعریف می‌شود. این فرآیند عامل تغییر رنگ مارجینال، پوسیدگی‌های ثانویه و بیماری پالپ شناخته می‌شود.

Table 6-1 Tooth-restoration interface: Materials and clinical failures*

Study	Composite	Amalgam	Glass ionomer
Opdam et al[75]	43%	23.5%	NA
Bernardo et al[76]	88%	66%	NA
Soncini et al[77]	51.8%	43.6%	NA
Opdam et al[78]	38%	29%	NA
Forss and Widström[79]	38.6%	50%	42.4%

علم و هنر

گردآوری:

نیلوفر موسوی

فصل ۱

اهمیت بالینی آناتومی دندان، فیزیولوژی و اکلوژن/فصل ۱ کتاب علم و هنر

سطح اهمیت: A

دندان‌ها و بافت‌های نگهدارنده

دندان‌های شیری و دائمی شامل انسیزورها، کانین و مولر می‌باشد. دسته چهارم، پره‌مولرها، فقط در دندان‌های دائمی یافت می‌شوند. به دنتیشن انسان، همه چیزخوار (omnivorous) می‌گویند.

نقش دندان‌ها در دنتیشن دائمی	
انسیزورها	به‌عنوان **ابزار برش** غذا عمل می‌کنند، در نمای **پروگزیمال**، تاج این دندان‌ها شکل تقریباً **مثلثی** دارد که سطح برنده باریک و بیس سرویکال وسیعی دارد.
کانین‌ها	در گرفتن، **سوراخ کردن و بریدن** و پاره‌کردن غذا نقش ایفا می‌کنند. نمای **پروگزیمال** تاج این دندان نیز شکل **مثلثی** همراه با لبه انسیزال ضخیم دارد. این دندان‌ها به‌خاطر **anchorage** بودن و موقعیتشان در قوس دندانی به‌عنوان **راهنماهای مهم اکلوژن** عمل می‌کنند.
پره مولرها	دارای **نقش دوگانه** هستند: (۱) در بریدن غذا مثل کانین‌ها عمل می‌کنند و (۲) در آسیاب کردن غذا مانند مولرها عمل می‌کنند.
مولرها	نزدیکترین دندان‌ها به مفصل گیجگاهی فکی (TMJ) هستند. این دندان‌ها نقش عمده‌ای در له کردن، آسیاب کردن و جویدن غذا ایفا می‌نمایند.

ساختار دندان

دندان‌ها از مینا، کمپلکس پالپ- عاج و سمان تشکیل شده‌اند.

مینا

شکل‌گیری مینا یا **آملوژنزیس** توسط سلول‌هایی به نام **آملوبلاست** انجام می‌گیرد. این سلول‌ها از لایه‌ی جنینی که به نام **اکتوردم** شناخته می‌شود، منشاء می‌گیرند.

مینا تاج آناتومیک دندان را می‌پوشاند و از ناحیه DEJ به عاج اتصال دارد.

ضخامت آن در نواحی **انسیزال و اکلوزال** تاج **بیشتر** است، تدریجاً نازکتر شده و در نهایت **در CEJ تمام می‌شود.**

میانگین ضخامت مینا از حدود **۲mm** در **لبه انسیزال دندان‌های انسیزور**
تا حدود **۳mm- ۲/۵ mm** در **کاسپ مولرها** متغیر است.

کاسپ‌های دندان‌های خلفی از **مراکز استخوانی شدن جداگانه** پدیدار شده و لوب‌های تکاملی را شکل می‌دهند. اندازه‌ی لوب‌های تکاملی مجاور بزرگتر می‌شود تا اینکه با یکدیگر ادغام می‌شوند. در پایان فرآیند آملوژنز، groove ها (شیار) و fossa ها (حفره) در نواحی ادغام شده ایجاد می‌شوند.

ادغام ناقص یا ادغام نشدن مینای لوب‌های رشدی منجر به **انواژیناسیون عمیق** درون شیارهای سطوح مینایی شده که **فیشور** نام می‌گیرد. **مینای ادغام نشده در عمیق‌ترین نقطه یک حفره، پیت خوانده می‌شود.** پیت و فیشورها به‌عنوان نواحی که خودبخود تمیز نمی‌شوند معرفی می‌شوند.

یک **کاسپ فانکشنال** که **مقابل یک شیار (یا حفره) قرار می‌گیرد**، در **شیب مینایی دوطرف شیار** و نه در عمق آن قرار می‌گیرد. این نحوه‌ی قرارگیری یک راه **فرار V شکل** برای غذا بین کاسپ و شیار مقابل به جا می‌گذارد. ضخامت مینا به سمت اتصال لوب‌های رشدی کاسپ‌های دندان نازک می‌شود.

از لحاظ شیمیایی، مینا ساختاری بسیار معدنی و کریستالی است. هیدروکسی آپاتیت، بصورت شبکه‌های کریستالی، بیشترین **جزء معدنی** (۹۲ -۹۰ درصد حجمی) را دارا می‌باشند. بقیه اجزای مینای دندان عبارتند از ماتریکس پروتئینی **آلی** (۲-۱ درصد حجمی) و **آب** (۱۲-۴ درصد حجمی).

ویژگیهای ساختاری در مینا

خطوط رتزیوس Retzius lines

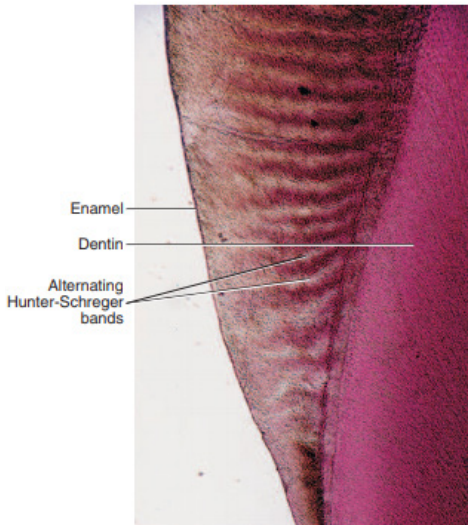
۱. به شکل **دایره‌های متحدالمرکز در مقطع عرضی دندان** دیده می‌شوند.
۲. به دلیل تنوع حاصل در ساختار و مینرالیزاسیون ایجاد می‌شوند.
۳. به‌عنوان **حلقه‌های رشدی حین آملوژنز** به شمار می‌روند.
۴. در مقطع طولی، خطوط عرضی نواحی کاسپی و انسیزال را قطع نموده و سپس به‌صورت مایل به سمت ناحیه سرویکال پایین آمده و در DEJ ناپدید می‌شوند.

نوارهای Hunter–Schreger

۱. **نمای اپتیکال ناشی از تغییر جهت منشورهای مینایی که پتانسیل ترک را در جهت اگزیال کاهش می‌دهد.**

۲. این نوارها به نظر از **نواحی تاریک و روشن متناوب** با عرض‌های گوناگون تشکیل شده‌اند که از نظر نفوذپذیری و محتوای آلی اندکی تفاوت دارند.

۳. این نوارها **در دندان‌های قدامی، نزدیک سطوح انسیزال** هستند. تعداد و نواحی آنها در دندان **از کانین به پره‌مولرها افزایش می‌یابد**. در مولرها، نوارها از نزدیک نواحی سرویکال تا نوک کاسپ‌ها وجود دارند.



شکل ۱-۱: فوتومیکروگراف نوارهای Hunter-Schreger.

Imbriction lines of pickerill

اگر دوایر ایجاد شده توسط خطوط رتزیوس در سطح مینا **کامل نباشند**، تعدادی شیار متناوب، تحت نام Imbrication lines of Pickerill شکل می‌گیرند.

پریکیماتا Perikymata

برآمدگی‌های بین شیارهای Pickerill، پریکیماتا نام دارد که به‌طور پیوسته دور دندان کشیده می‌شوند و **معمولاً موازی CEJ و یکدیگر** هستند.

کدام گزینه در مورد نوارهای هانتر شرگر صحیح می‌باشد؟ (دستیاری ۹۵)

الف) نوعی تظاهر نوری است که مربوط به تغییر جهت توبول‌های عاجی است.

ب) تعداد آنها از دندان‌های نیش تا دندان‌های آسیای کوچک کاهش می‌یابد.

ج) متشکل از نواحی متناوب تیره و روشن هستند که تفاوت اندکی در محتوای غیرآلی آنها دیده می‌شود.

د) متشکل از نواحی متناوب تیره و روشن هستند که تفاوت اندکی در تراوایی آنها دیده می‌شود.

پاسخ: گزینه د

از لحاظ ساختاری **مینا** از میلیون‌ها **منشور مینایی**، **غلاف‌های منشوری** و **ماده‌ی سمان‌کننده بین منشوری** تشکیل شده است. **منشورهای مینایی**، که **بزرگترین اجزای ساختاری** می‌باشند، بصورت **خطی** از **قرارگیری متداوم مینا به صورت افزایشی (apposition)** ایجاد می‌شوند.

درکل، **منشورها در دندان‌های شیری و دائمی عمود بر DEJ و سطح دندان هستند** به جزء در **نواحی سرویکال دندان‌های دائمی** که در آن **به طرف خارج با تمایل اندکی اپیکالی** هستند.

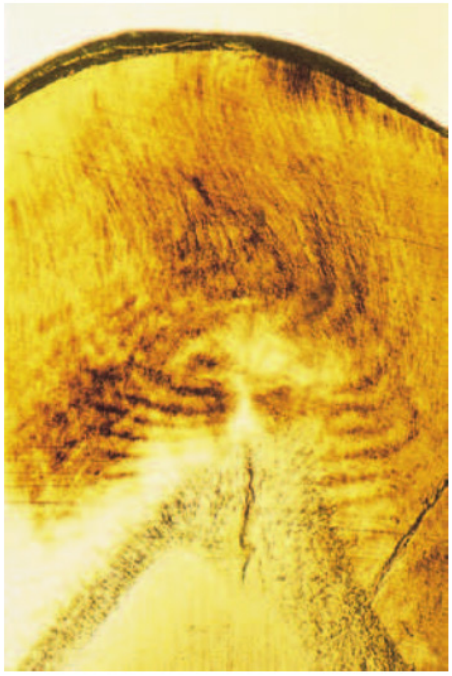
با دید **میکروسکوپی، سطح مینا** بطور اولیه دارای **فرورفتگی‌های دایره‌ای** است که نشانگر ناحیه‌ای است که منشورهای مینایی در آن تمام می‌شود. این تقعرها **با افزایش سن صاف می‌شوند**.

مینای بدون منشور (Prismless)

لایه‌ی خارجی بدون ساختار مینا ۳۰ میکرومتر ضخامت دارد و معمولاً در ناحیه **سرویکال تاج دندان** و کمتر در نوک کاسپ‌ها شناسایی می‌شود. هیچ اثری از منشورها در این ناحیه دیده نمی‌شود و **همه‌ی کریستال‌های آپاتیت موازی یکدیگر بوده** و **برخطوط Retzius عمود هستند**. این لایه که مینای بدون منشور (Prismless) نام دارد می‌تواند بسیار **مینرالیزه** باشد.

مینای Gnarled

منشورهای مینایی یک **مسیر موجدار و مارپیچ** را دنبال می‌کنند. نخست آنها یک مسیر **منحنی را از یک سوم مینا نزدیک DEJ** دنبال می‌کنند. **پس از آن**، منشورها معمولاً مسیری **مستقیم‌تر** را از درون دو سوم مینا به سطح دنبال می‌نمایند. **گروه‌های منشورهای مینایی می‌توانند** در **نزدیک ناحیه سرویکال و انسیزال و اکلوزال با گروه‌های مجاور در هم بپیچند و مسیری منحنی و نامنظم را طی کنند. این مینا Gnarled نام دارد** و کمتر از نوع منظم مینا مستعد ترک برداشتن است و **به آسانی تسلیم فشار لوازم دستی و چرخشی در حین آماده‌سازی دندان نمی‌شود.**



شکل۲-۱: مینای Gnarled

قطر منشورهای مینایی نزدیک DEJ حدود ۴ میکرومتر و نزدیک سطح حدود ۸ میکرومتر است. این تغییر قطر، سطح وسیع بزرگ خارجی را در مقایسه با سطح عاجی نزدیک DEJ می‌پوشاند. منشورهای مینایی در **مقطع عرضی** دارای **یک سر گرد** یا تنه و **یک بخش دم** هستند که مجموعه‌ای از **منشورهای قفل شونده** داخل هم را می‌سازند. سرگرد هر منشور مابین بخش باریک دم دو منشور مجاور قرار دارد، **بخش سر به سمت انسیزال** یا اکلوزال است؛ **بخش دمی در جهت سرویکال** است.

غشای Nasmyth

آخرین عمل آملوبلاست‌ها قبل از دژنره شدن به هنگام اتمام تشکیل منشورها، **ترشح یک لایه‌ی غشایی** است که **انتهای منشورهای مینایی را می‌پوشاند.** این لایه تحت نام **غشای Nasmyth یا کوتیکول اولیه مینا** نام می‌گیرد.

این غشا دندان تازه رویش پیدا کرده را می‌پوشاند و **با تمیز کردن و جویدن حذف می‌شود** و **توسط** مجموعه‌ای مواد آلی به نام **پلیکل جایگزین می‌شود** که **حاصل رسوب پروتئین‌های بزاق** است.

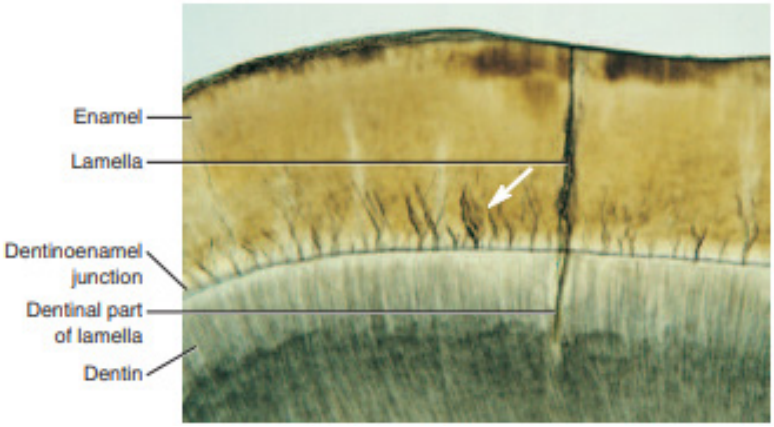
هر منشور مینایی شامل کریستالیت‌های کوچک و دراز (small, elongated) هیدروکسی آپاتیت می‌باشد. **محور طولی کریستالیت‌های آپاتیت در بخش مرکزی سر (یا تنه) تقریباً موازی محور طولی منشور است، در ناحیه دم کریستالیت‌ها با محور طولی منشور زاویه ۶۵ درجه می‌سازند.**

حساسیت این کریستالیت‌ها به شرایط اسیدی ناشی از اچینگ یا پوسیدگی می‌تواند مرتبط با جهت‌گیری آنها باشد. **ناحیه سر بیشترین استعداد را به دمینرالیزاسیون دارد. ناحیه دم و اطراف سر نسبتاً به دمینرالیزاسیون اسیدی مقاومند.**

کریستالیت‌ها اشکال متنوعی دارند و هر کریستالیت آپاتیت از هزاران واحد تشکیل می‌شود که آرایش اتمی بسیار منظمی دارند. یک ماتریکس آلی هر یک از کریستال‌ها را احاطه می‌کند.

Enamel tufts: تافت‌های مینایی ساختارهای هایپومینرالیزه‌ای از ماده interrod در بین منشورهای مینایی هستند که از **DEJ منتشر می‌شود.**
تافت‌های مینایی از عاج آغاز می‌شوند و به داخل مینا در جهت محور طولی تاج گسترش می‌یابند و می‌توانند نقشی در **گسترش پوسیدگی دندانی** داشته باشند.

Enamel lamellae: لاملاهای مینایی **نقایصی نازک و برگ مانند** بین منشورهای مینایی هستند که **از مینا به DEJ ادامه یافته** و گاهی وارد عاج نیز می‌شوند. آنها اکثراً از مواد آلی تشکیل شده‌اند و ممکن است دندان را **مستعد ورود باکتری** و متعاقباً پوسیدگی نمایند.



شکل۳-۱: نمای میکروسکوپی لاملا که از سطح مینا به عاج می‌رود. به تافت‌های مینایی توجه کنید. (فلش)

کدام گزینه در مورد جهت لاملاهای مینایی صحیح است؟ (دستیاری ۹۸)

الف) از درون عاج به طرف مینا
ب) از سطح مینا به درون عاج
ج) از DEJ به درون عاج
د) از DEJ به طرف سطح مینا

پاسخ: گزینه ب

نفوذپذیری مینا به دلیل تغییرات ماتریکس مینایی با افزایش سن کاهش می‌یابد، به این کاهش نفوذپذیری بلوغ مینا (Enamel maturation) می‌گویند. **انحلال پذیری مینا از سطح به سمت DEJ افزایش می‌یابد. یون‌های فلوراید انحلال‌پذیری سطح مینا را کاهش می‌دهند. غلظت فلوراید به سمت DEJ کاهش می‌یابد.** فلوراید قادر است ضمن حفظ ساختار آپاتیت بر خواص فیزیکی و شیمیایی و سختی، واکنش‌پذیری شیمیایی و ثبات مینا اثر گذارد.

مینا سخت‌ترین ماده بدن انسان است. **سختی و چگالی مینا از سطح به سمت DEJ کاهش می‌یابد.**

مینا ساختاری سخت و شکننده است (**ضریب کشسانی و استحکام فشاری بالا و استحکام کششی پایین**). قابلیت مینا برای مقاومت در برابر نیروهای جویدن وابسته به اتصال با ثبات به عاج توسط DEJ است.

عاج بافت منعطف‌تری است، (**ضریب کشسانی پایین، استحکام فشاری بالا، استحکام کششی بالا**)، که سبب افزایش Fracture toughness مینای سطحی می‌شود.

DEJ نمایی Scalloped و موجدار دارد که **نوک موج‌ها به مینا نفوذ می‌کنند. DEJ تقریباً ۲ میکرومتر عرض دارد** و از کمپلکس پروتئین‌های در هم آمیخته مینا و عاج تشکیل می‌شود.

	مینا	عاج
Elastic modulus	بالا	پایین
Compressive strength	بالا (384 Mpa)	بالا (297 Mpa)
Tensile strength	پایین (10 Mpa)	بالا (98 Mpa)

New, 7th edition

[**افزون بر اتصال قفل و کلیدی مینا و عاج، یک لایه ماتریکس بین فازی (به‌طور اولیه متشکل از شبکه فیبریلی کلاژن) به میزان ۱۰۰ تا ۴۰۰ میکرومتر از DEJ به درون مینا گسترش پیدا می‌کند.** این لایه matrix-modified interphase سبب **محدود شدن fracture propagation** به اینترفیس مینا و DEJ می‌شود و در نتیجه موجب **ثبات ساختاری اتصال مینا به عاج** می‌شود.]

کمپلکس پالپ– عاج

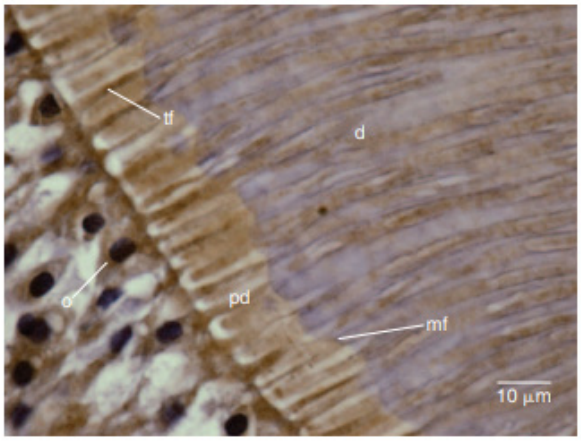
پالپ و عاج **بافت‌های همبند** تخصص یافته‌ای هستند که از لایه **مزودرم** منشاء می‌گیرند و شکل‌گیری آنها از **دنتال پاپیلای جوانه دندانی** است.

پالپ دندانی حفره پالپی دندان را اشغال می‌کند و چهار کارکرد دارد: (۱) سازندگی و تکامل (۲) تغذیه (۳) حسی و حفاظتی (۴) دفاعی یا ترمیمی.

پالپ از اطراف توسط ناحیه‌ی خاص ادنتوژنیکی متشکل از **ادنتوبلاست‌ها**، ناحیه بدون سلول (**Cell free zone**) و ناحیه سرشار از سلول (**Cell rich zone**) محدود شده است.

با بالا رفتن سن، حفره پالپی معمولاً کوچک می‌شود.

تشکیل عاج یا **دنتینوژنزیس** توسط سلول‌هایی به نام **ادنتوبلاست** انجام می‌گیرد. ادنتوبلاست‌ها بخشی از پالپ و عاج به شمار می‌روند زیرا جسم سلولی آنها در حفره پالپی واقع شده است، اما **زوائد سیتوپلاسمی بلند و باریک آنها (فیبرهای Tomes) به درون توبول‌های عاج معدنی امتداد می‌یابد (۲۰۰ µ –۱۰۰)**.



شکل۴-۱: ادنتوبلاست‌ها (O) زوائد سلولی دارند (فیبرهای تومز) که از داخل پره دنتین (pd) به درون عاج (d) گسترش می‌یابد. Mf، خط مقدم‌مینرالیزاسیون.

زوائد ادنتوبلاستی معمولاً از DEJ عبور می‌کنند و وارد مینا می‌شوند، هنگامی که انتهای این زوائد ضخیم می‌شود به آنها دوک‌های مینایی (Enamel- spindle) گفته می‌شود. دوک‌های مینایی می‌توانند به‌عنوان **گیرنده درد** به شمار روند که این موضوع را روشن می‌سازد که چرا به هنگام آماده‌سازی حفره محدود به مینا برخی بیماران دچار حساسیت هستند.

تشکیل عاج درست **پیش از تشکیل مینا** آغاز می‌گردد. ادنتوبلاست‌ها ماتریکس کلاژن خارج سلولی را همانطور که از آملوبلاست‌های مجاور دور می‌شوند ایجاد می‌کنند. معدنی شدن ماتریکس کلاژن، که توسط شمار زیادی از پروتئین‌های غیرکلاژنی صورت می‌پذیرد، پس از ترشح آن روی می‌دهد.

Predentin

آخرین لایه‌ی عاجی که تشکیل می‌شود همواره روی سطح پالپال است. این **لایه غیر معدنی عاج** درست **کنار جسم سلولی ادنتوبلاست‌ها** است و **پره دنتین** خوانده می‌شود.

Primary dentin

عاجی که شکل اولیه دندان را می‌سازد، عاج اولیه نام می‌گیرد و معمولاً ۳ سال پس از رویش دندان دائمی کامل می‌شود. برخلاف شکل‌گیری مینا، **تشکیل عاج پس از رویش دندان** و در طول حیات پالپ **نیز اتفاق می‌افتد.**

تشکیل عاج از زیر نوک کاسپ یا لبه انسیزال آغاز و به تدریج به سمت اپکس گسترش می‌یابد، سرعت آن حدود ۴ میکرومتر در هر روز است.

هر توبول عاجی حاوی **زوائد سیتوپلاسمی** سلولی (فیبرهای تومز) ادنتوبلاستی است که **توسط یک لایه عاج پری‌توبولار پوشیده می‌شود** که بسیار **معدنی**‌تر از عاج اینترتوبولار پیرامون است.

تعداد توبول‌های عاجی در هر میلی‌متر مربع در DEJ نسبت به پالپ کمتر است.

شکست بر اثر پوسیدگی ثانویه

GI > آمالگام آمالگام > کامپوزیت

وارنیش‌ها:

لایه بسیار نازک و در حدود μm ۵-۲ ضخامت دارد و هیچ‌گونه عایق سازی حرارتی را تأمین نمی‌کند.

نکته: معمولاً استقرار **دو لایه** از این مواد از قراردادن یک لایه آنها **مؤثرتر** است ولی زدن لایه **سوم** به طور معنی داری پوشش **سطح** دیواره‌های حفره را افزایش **نمی‌دهد**.

** وارنیش کوپال تراوایی عاج را تا حدود ۶۹٪ کاهش می‌دهد و میکورلیکیج را برای ۴ تا ۶ ماه به مقدار قابل توجهی کاهش می‌دهد.

وارنیش‌ها به شکل رایج زیر ترمیم‌های آمالگام و قبل از سمان کردن ترمیم‌های غیر مستقیم با سمان **زینک فسفات** استفاده می‌شوند.

استقرار وارنیش کوپال قبل از سمان کردن روکش با سمان زینک فسفات اثر مخربی بر گیر (Retention) ترمیم **ندارد**.

سیلرهای ادهزیو:

قابلیت اتصال به سوبستراهای متعدد دارند و به ماده ترمیمی امکان اتصال به نسج دندان می‌دهند.

مثال: سیستم‌های باندینگ ادهزیو، سمان‌های لوتینگ رزینی و سمان‌های لوتینگ گلاس اینومری.

۱) برخی مطالعات نشان داده‌اند که کاربرد وارنیش‌ها **میکرولیکیج** اطراف ترمیم‌های آمالگام را **کاهش** می‌دهد، اما آن را **حذف نمی‌کند**.

۲) مطالعات دیگر: عدم وجود مزیت و **حتی گاهی افزایش میکرولیکیج** با کاربرد وارنیش‌ها.

۳) وارنیش‌های کوپال از گذشته برای پرکردن گپ اینترفیس آمالگام ـ دندان تا زمانی که محصولات ناشی از کروژن شکل بگیرند و گپ را کاهش دهند، استفاده می‌شدند. در مورد آمالگام پرمس زمان کروژن طولانی‌تر است و بنابراین نیاز به استفاده از سیلرهای مؤثرتر و با دوام‌تر وجود دارد. این امر منجر به استفاده از رزین ادهزیو زیر ترمیم آمالگام شد.

۴) حداقل یک مطالعه نشان داده که رزین ادهزیو سیل کمتری نسبت به وارنیش دارد. اما بقیه مطالعات نشان داده‌اند وارنیش‌ها و رزین ادهزیوها میکرولیکیج **مشابهی** دارند.

۵) بعضی مطالعات گزارش کرده‌اند که رزین‌های ادهزیو نسبت به عدم استفاده از سیلر سیل بیشتری نمی دهند. اگر چه مطالعات بسیاری نشان داده‌اند که رزین ادهزیوها به میزان قابل ملاحظه‌ای میکرولیکیج را کاهش می‌دهند.