

علیرضا میشیان - بردیا محمدپور

رضا ابراهیمی

فاطمه بوساک

زهرا برنداف



V1

دکتر ترابی

۲

۱۳۹۸/۱۲/۴

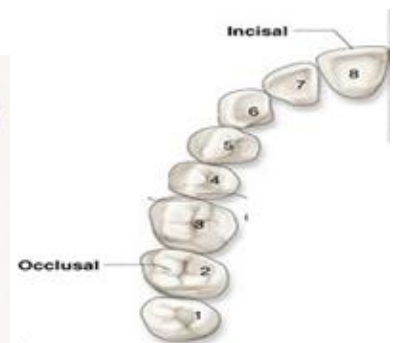
بافت دندان در سلامت و بیماری

مینا و میناسازی

مینا (Enamel):

در بدن چندین ماتریکس سخت وجود دارد؛ مثل مینا، استخوان، غضروف، سمان، عاج و... که تا میزانی محتوای کلسیفیه دارند ولی از همه بیشتر مینا دارای ماتریکس کلسیفیه است. مینا دارای سخت‌ترین ماتریکس کلسیفیه در بدن است. آمیلوبلاست‌ها سلول‌های سازنده مینا هستند که از زمان پایان میناسازی تا رویدن (Eruption) دندان روی سطح دندان هستند ولی هنگام Erupt از بین می‌روند و روی سطح دندان آمیلوبلاست وجود ندارند. پس به علت از بین رفتن آمیلوبلاست‌ها اگر مینا دچار آسیب شود، امکان بازسازی ندارد. به همین علت باید به میزان زیاد مینرالیزه شود (۹۶ درصد)، تا نسبت به فشارهای جویدن در حفره دهان بسیار مقاوم شود.

مینا بافتی نسبتاً Translucent است (قابلیت عبور نور را دارد و شفاف است). رنگ آن در دندان‌های مختلف از زرد روشن تا سفید خاکستری متغیر است که باعث می‌شود رنگ دندان‌های مختلف در افراد متفاوت باشد. ضخامت مینا در قسمت‌های مختلف یک دندان و در دندان‌های مختلف متفاوت است. معمولاً بیشترین ضخامت مینا (۲,۵ Mm) در سطوح Working مثل سطح Occlusal و Incisal است که بیشترین نیاز را دارند برای تحمل فشار جویدن. و در قسمت Cervical (ناحیه گردنی یا طوق دندان) ضخامت کمتری دارند و اصطلاحاً Feather Edge گفته می‌شوند و بین ۰,۵ Mm تا ۱ Mm ضخامت دارند.



خارج از تدریس: سطح انسیزال یا اینسایزال نوک برنده چهار دندان جلو (بالا و پایین) است.

سطح اکلوژال بخش جویده دندان‌های خلفی است.

در واقع این ضخامت در قسمت های مختلف دندان و در دندان های مختلف تا حدودی روی رنگ دندان اثر می گذارد (ضخامت بیشتر = رنگ مینا بیشتر). رنگ عاج زیرین از مینا زردتر است و به علت Translucent بودن مینا، در نواحی کم ضخامت تر بیشتر نمایان می شود (در صورت کم بودن ضخامت مینا دندان زردتر دیده میشود).

ترکیب شیمیایی مینا:

شامل ۹۶ درصد مواد معدنی و فقط ۴ درصد آب و مواد آلی (Organic) است. ماتریکس آلی مینا از انواع مختلفی پروتئین های مینایی تشکیل شده است. ماتریکس معدنی از یون های کلسیم و فسفر تشکیل شده به این صورت که بلور های کلسیم فسفات (Hydroxyapatite Crystal) در مواد آلی رسوب کرده و ماتریکس معدنی را تشکیل می دهند.

یون های مختلفی که در محیط وجود دارند در طول تشکیل مینا می توانند وارد بلورهای هیدروکسی آپاتیت شده و به آن ها الحاق پیدا کنند؛ مثلاً ورود فلوراید مقاومت دندان به پوسیدگی را بیشتر می کند. در اشخاصی که حین تشکیل مینا (در دوران جنینی) در محیط دهانی فلوراید وجود داشته باشد، نسبت به دیگران مقاومت بیشتری به پوسیدگی دندان دارند و علت آن ورود فلوراید در بلور های هیدروکسی آپاتیت است. پس از تشکیل کامل دندان هم بدون توجه به وضعیت Eruption (رویش دندان) (چه دندان جوانه زده باشد چه خیر) سطحی ترین لایه هنوز می تواند با یون های اطراف تبادل یونی داشته باشد. ولی در حین تشکیل دندان، وجود فلوراید باعث ایجاد مقاومت در کل ضخامت مینا نسبت به اسید و پوسیدگی می شود.

سختی مینا باعث مقاومت در برابر فشار های جویدن می شود؛ اما از سوی دیگر این سختی بالا دلیل شکنندگی (Brittle) آن نیز هست. بافت زیرین مینا، Dentin، خاصیت ارتجاعی دارد (Resilient Layer) و Integrity دندان را حفظ می کند و از شکستن دندان جلوگیری می کند.

- در تراش دندان باید مواظب باشیم مینا بدون عاج (Unsupported Enamel) ایجاد نکنیم (تنظیم درست زاویه فرز).

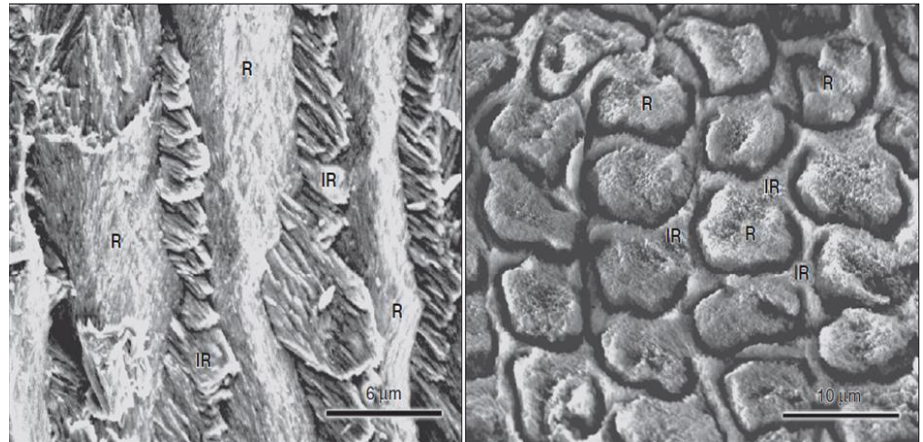
واحد ساختاری مینا Enamel Rod یا مینای میله ای است که در بین آن ها Interrod Enamel قرار دارد. مینای میله ای ابتدا به شکل منشور های ۶ وجهی بسیار منظم (Prism) است و سپس تبدیل به میله Rod می شود. Rod ها به شکل میله های ظریف و باریک و طولی هستند که از Dentin-Enamel Junction تا سطح دندان کشیده می شوند.

مینای Rod و Interrod از نظر ساختاری (۹۶ درصد مواد معدنی و ۴ درصد مواد آلی) کاملاً مشابه اند و ضخامت بلورهای هیدروکسی آپاتیت یکسان دارند. تفاوت آن ها در جهت قرار گیری کریستال های هیدروکسی آپاتیت است (Crystal Orientation). جهت کریستال های هیدروکسی آپاتیت در دو نوع مینا متفاوت است.

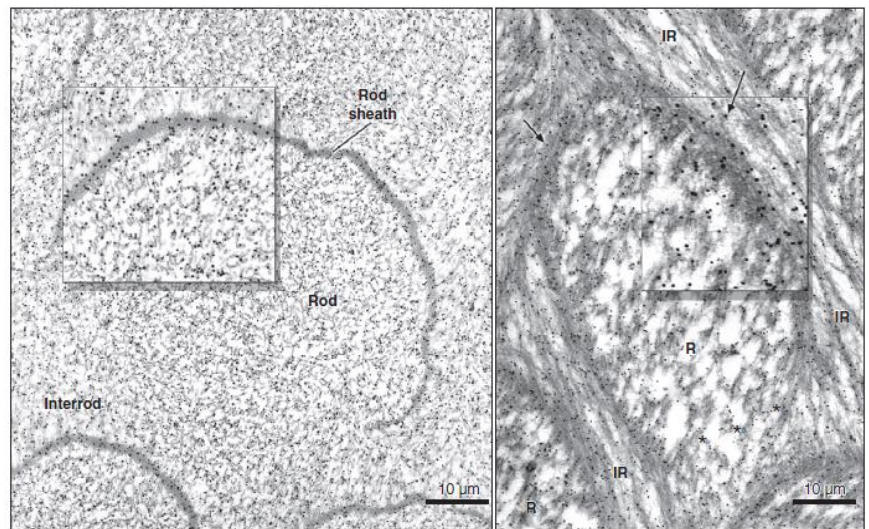
در Rod، محور طولی یک دسته کریستال های هیدروکسی آپاتیت، در یک جهت قرار گرفته است و یک میله مینایی می سازند. در Interrod، در دسته ای دیگر از کریستال های هیدروکسی آپاتیت، محور طولی، در جهت متفاوت با دسته Rod قرار گرفته است. این تفاوت باعث استحکام مینا در برابر فشار می شود.

تفاوت در جهت کریستال های هیدروکسی آپاتیت در مینای Rod و Interrod در ۷۵ درصد محیط مینا اتفاق می افتد و در بقیه آن، جهت کریستال ها یکسان اند. در این ۷۵ درصد که جهت کریستال های هیدروکسی آپاتیت در Rod و Interrod متفاوت است مرز بسیار باریک بین این دو وجود دارد که با مواد آلی پر شده است، معدنی نمی شود و Rod Sheath یا غلاف رادی نامیده می شود.

مقطع عرضی (شکل راست) و مقطع طولی (شکل چپ) Rods و Interrods



در واقع غلاف رادی ۷۵ درصد محیط رادی را احاطه می کند و تفاوت در جهت قرار گیری کریستال های هیدروکسی آپاتیت بین Rod و Interrod است که غلاف را ایجاد می کند. در ۲۵ درصد محیط رادها، کریستال های هیدروکسی آپاتیت در Rod و Interrod در یک جهت هستند که باعث می شود در این ناحیه Rod Sheath نداشته باشیم.



میناسازی (Amelogenesis):

در کل دو مرحله کلی دارد:

۱. کل ضخامت مینا تشکیل شده و بلافاصله ۳۰ درصد آن معدنی می شود (که شامل ۲ مرحله پیش ترشچی و ترشچی است).

۲. فاز بلوغ: کریستال های هیدروکسی آپاتیت شروع به رشد می کنند و در این رشد ماتریکس آلی و آب برداشته می شود و با رشد کریستال های هیدروکسی آپاتیت محتوای معدنی مینا به ۹۶ درصد می رسد.

مینا سازی به سه مرحله عملکردی تقسیم می شود:

۱. پیش ترشحی (Presecretory)

۲. ترشحی (Secretory)

۳. بلوغ (Maturation)

در مرحله پیش ترشحی سلول های IEE (Inner Enamel Epithelium) به سلول های Ameloblast تبدیل می شوند. در مرحله ترشح سلول های Ameloblast مینا را از خود ترشح می کنند؛ که در همان زمان ۳۰ درصد بلور هیدروکسی آپاتیت روی آن ترشح می شود. کل ضخامت مینا در مرحله ترشحی توسط سلول های Ameloblast ترشح و همان موقع ۳۰٪ معدنی می شود. در مرحله بلوغ سلول های Ameloblast از لحاظ مورفولوژی دچار تغییراتی می شوند و توانایی نقل و انتقال یون ها در آن ها افزایش پیدا می کند. در این فاز این سلول ها شروع به برداشتن محتوای آلی (که در فاز ترشحی ترشح شده بود) می کنند و محتوای هیدروکسی آپاتیت آن ها رشد پیدا می کند و مقدار بیشتری کلسیم و فسفات به آن اضافه می شود و به ۹۶٪ محتوای معدنی و ۴٪ محتوای آلی می رسد.

سلول های IEE سلول های مکعبی یا استوانه ای کوتاه، دارای توانایی تقسیم هستند که در مرحله Presecretory به سلول های Ameloblast تبدیل می شوند. تغییراتی که در سلول های IEE برای تبدیل شدن به سلول های Ameloblast انجام می شود به شرح زیر است:

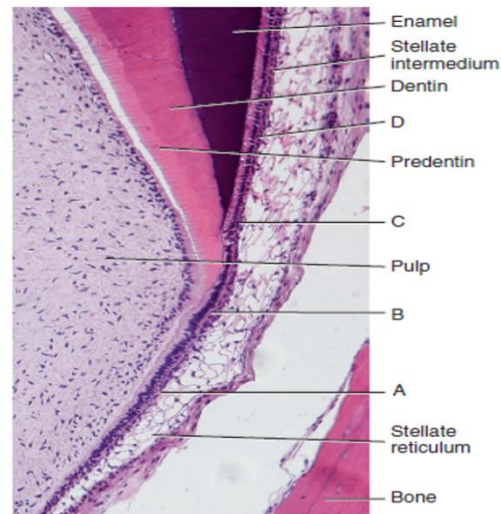
- توانایی تقسیم شان را از دست می دهند.
- طویل می شوند و به سلول های استوانه ای بلند تبدیل می شوند.
- دچار Reverse Polarity می شوند و پلاریته آنها معکوس سلول های نرمال می شود؛ یعنی هسته آن ها دور از غشای پایه، سمت لایه SI در Enamel Organ قرار می گیرد. دستگاه های مسئول ساخت پروتئین (مثل دستگاه گلژی شبکه آندوپلاسمی خشن و...) سمت Dental Papilla (سمت ترشح پروتئین های مینایی) قرار می گیرد.
- در نهایت یک سری Junctional Complex ثانویه در درون سلول ایجاد می شود، که عملکرد زیادی دارد. بیشترین نقش آن در مرحله بلوغ، در نقل و انتقال یون ها و برداشت مواد آلی می باشد. Junctional Complex ثانویه را از لحاظ اسمی به دو قسمت تقسیم می کنیم:

۱. قسمت بالا: Cell Body

۲. قسمت Distal یا قسمت Distal Papilla: که سمت ترشح پروتئین‌های مینایی می‌باشد. به آن Distal Extension یا زائده Tomes می‌گویند که زائده‌ای از سلول‌های آملوبلاست است که در ترشح پروتئین‌های مینایی و مواد معدنی نقش دارد.

مراحل میناسازی

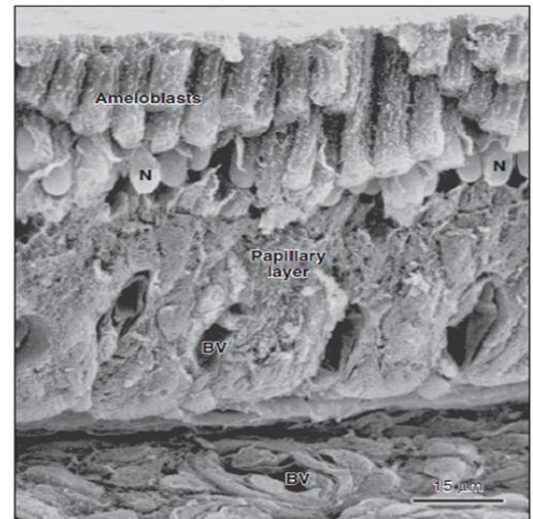
(در رنگ آمیزی هماتوکسیلین ائوزین در زیر میکروسکوپ نوری Enamel به خاطر داشتن محتوای معدنی بیشتر به رنگ بنفش و Dentin به رنگ صورتی دیده می‌شود).



مرحله بلوغ بعد از اینکه ضخامت کل مینا تشکیل شد، آغاز می‌شود. سلول‌های آملوبلاست تغییراتی پیدا می‌کنند. مرحله Transitional بین مرحله Secretory و Maturation قرار دارد و مورفولوژی سلول‌ها در این مرحله تغییر می‌کند؛ طولشان کوتاه‌تر می‌شود و به سلول استوانه‌ای کوتاه تبدیل می‌شوند و خصوصیتی را به منظور جذب مواد آلی و ترشح مواد معدنی پیدا می‌کنند. جذب و ترشح در مرحله بلوغ صورت می‌گیرد و در نهایت مینا ۹۶٪ معدنی و ۴٪ آلی می‌شود و مرحله بلوغ کامل می‌شود.

در زمانی تشکیل سلول‌های آملوبلاست، چون این سلول‌ها ترشح دارند و میناسازی انجام می‌دهند به خون رسانی زیادی نیاز دارند (می‌دانیم اپیتلیوم فاقد رگ خونی می‌باشد و خون رسانی آن از طریق انتشار از بافت همبند اطرافش انجام می‌گیرد). بافت‌های همبند اطراف Enamel Organ، Dental Papilla و Dental Follicle هستند، که هر دو خون‌رسانی به Enamel Organ را به عهده دارند. زمانی که Enamel و Dentin ترشح می‌شوند، فرایند انتشار از Dental Papilla (که در این مرحله نام آن Pulp است) به Enamel Organ متوقف می‌شود. در این فاز Enamel Organ بیشترین نیاز به خون‌رسانی را نیز دارد؛ زیرا فعال و در حال ترشح می‌باشد و خون رسانی آن‌ها فقط از Dental Follicle انجام می‌شود. بدین منظور باید سلول‌های بقیه لایه‌های Enamel Organ یعنی SI، SR و OEE روی هم Collapse کنند، نازک شوند و به یک لایه واحد و درهم پیچیده تبدیل شوند. عروق خونی موجود در Dental Follicle نیز در لایه‌های این لایه قرار می‌گیرد و به کل مجموعه Papillary Layer می‌گویند که روی سطح Ameloblast قرار می‌گیرد. زمانی که سلول‌های Ameloblast بیشترین نیاز را به خون‌رسانی دارند و همچنین خون‌رسانی‌شان از Dental Papilla قطع شده است، Papillary Layer خون‌رسانی را به عهده می‌گیرد.

Enamel Organ را وارونه تصور کنید.



زمانی که فاز بلوغ در میناسازی کامل شد، Ameloblast ها فعالیت خودشان را از دست می‌دهند. این سلول ها دیگر ترشح ماده آلی و ترشح ماده معدنی ندارند. در این فاز به سلول‌های Ameloblast غیر فعال به همراه Papillary Layer که روی سطح آن بود، REE (Reduced Enamel Epithelium) می‌گویند که فقط نقش محافظتی دارد و دور تا دور Enamel قرار می‌گیرد تا Enamel در تماس با بافت همبند حفره دهان قرار نگیرد، تا زمانی که erupt شود و وارد حفره دهان شود. به این فاز، فاز Protective می‌گوییم که لایه REE (که همان Enamel Organ کپس شده به همراه رگ های خونی کوچک در آن است) نقش محافظتی دارد؛ ولی سطحی ترین لایه Enamel می‌تواند همچنان یون هایش را با محیط مبادله کند.

اگر REE در ناحیه‌ای بشکند و یا تخریب شود، سلول های همبند اطراف Enamel در اثر تماس Enamel با بافت همبند اطرافش، به Cementoblast تبدیل می‌شوند و موادی شبیه Cementum روی Enamel ترشح می‌کنند (که در جای غلطی است و نباید روی Enamel، Cementum داشته باشیم).

* تبادل یون ها با یونهای هیدروکسی آپاتیت در درون Enamel فرآیندی همیشگی می‌باشد. با این تفاوت که وقتی در حال ترشح Enamel هستیم، در کل Enamel تبادل یون ها اتفاق می افتد در حالی که وقتی ضخامت مینا کامل شد، فقط در سطحی ترین لایه آن تبادل یون ها اتفاق می‌افتد. در این زمان استفاده از فلوراید باعث می‌شود مقاومت دندان در مقابل پوسیدگی افزایش یابد. قسمت آلی مینا از یک سری پروتئین‌های غیر کلاژنه به نام Enamel Protein تشکیل شده که به دو دسته کلی تقسیم می‌شوند:

۱. پروتئین‌های Amelogenin که ۹۰٪ از محتوای آلی مینا را تشکیل می‌دهند.

۲. پروتئین‌های NonAmelogenin که مهمترین آن‌ها Enamelin و Ameloblastin هستند که ۱۰ درصد از مواد آلی مینا را تشکیل می‌دهند.

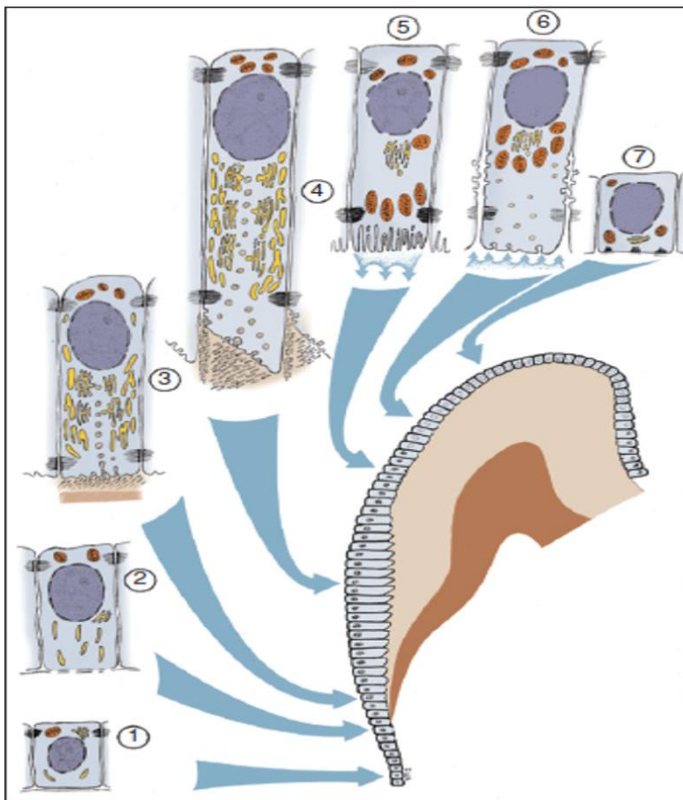
شکل ۱: سلول های IEE با شکل استوانه‌ای، هسته‌ی مرکزی، اندامک‌های ساخت پروتئین کم و یک عدد Junctional Complex

شکل ۲ و اوایل شکل ۳: سلول ها طویل می شوند، شکل استوانه‌ای بلند پیدا می‌کنند، اندامک‌های ساخت پروتئین بیشتر می شوند، دچار Reverse Polarity می شوند و Junctional Complex ثانویه پدید می آید (فاز Presecretory).

شکل ۴: سلول ها شروع به ترشح مینا می کنند (که همان موقع ۳۰ درصد معدنی می شود) (فاز Secretory).

شکل ۵ و ۶: سلول ها کمی کوتاه تر می شوند، اندامک‌های ساخت پروتئین آن ها کمتر می شوند و تغییراتی متناسب با ترشح بیشتر مواد معدنی و برداشتن مواد آلی پیدا می کنند (فاز Maturation).

شکل ۷: سلول ها کوتاه می شوند، خاصیت ترشحي خود را از دست می دهند و نقش حفاظتي پیدا می کنند (فاز Protective).



در ادامه، ساختارهایی را بررسی می‌کنیم که از لحاظ کلینیکی اهمیت خاصی ندارند و برای کلاس عملی اهمیت بیشتری دارند.

۱) رابطه Rod ها با همدیگر

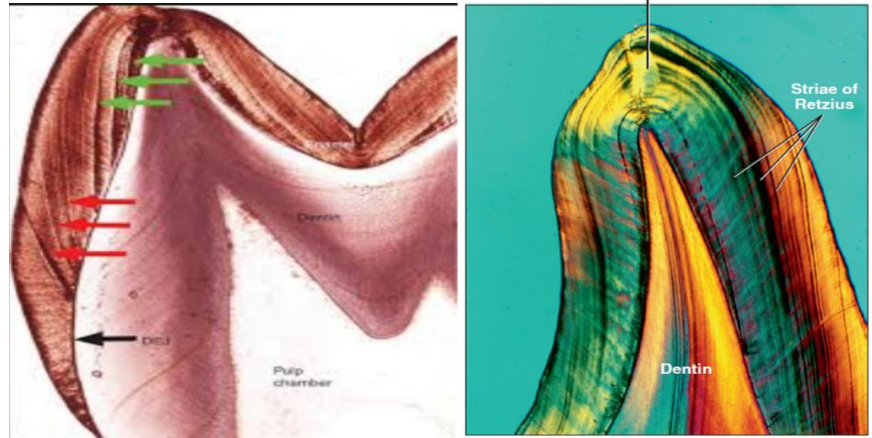
Rod ها میله‌هایی هستند که از Dentinoenamel Junction یا DEJ تا سطح مینا کشیده می شوند. معمولاً به صورت تقریباً عمود بر DEJ تا سطح مینا (با کمی شیب به سمت کاسپ دندان) قرار می‌گیرند. دقیقاً در نوک کاسپ به صورت عمودی و در ناحیه Cervical به صورت کاملاً افقی قرار دارند. Rod ها در زیر میکروسکوپ به صورت میله های مستقیمی که از DEJ تا سطح مینا کشیده شده است دیده می شوند؛ ولی در زیر میکروسکوپ الکترونی اسکینینگ (با بزرگنمایی بیشتر و تصویر سه بعدی) دارای مقداری انحنای به چپ و راست یا بالا و پایین هستند. این انحنایها باعث افزایش استحکام مینا در مقابل فشارهای جویدن می‌شود.

۲) برای دیدن بافت های سخت در زیر میکروسکوپ از روش Ground Section (یا تهیه اسلاید خشک) استفاده می‌کنیم. به این صورت که از بافت یک برش نازک تهیه می‌کنیم و بدون رنگ آمیزی زیر دستگاه مخصوص قرار می‌دهیم. در زیر میکروسکوپ Enamel ساختار خطی دارد که نشان دهنده واحدهای تشکیل دهنده آن یعنی Rod ها می باشد.

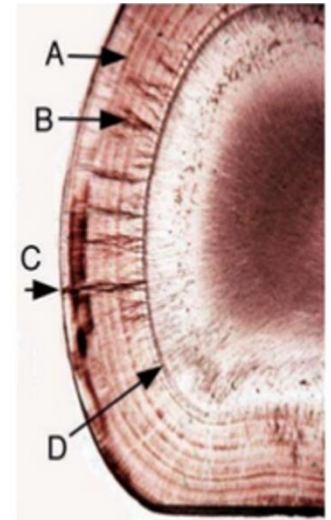
۳) یکی دیگر از خطوطی که در زیر میکروسکوپ نوری در برش Ground Section دیده می‌شود خطوط Retzius می باشد. این خطوط خطوط رشدی هستند که در ساختار های سخت از جمله مینا امکان دارد دیده شوند که احتمالاً ناشی از ریتم هفتگی تولید مینا می باشند. مینا سازی در یک هفته نسبت به هفته بعد در میزان ترشح، سرعت ترشح و جهت کریستال هایش مقداری تفاوت دارد. این تغییر جهت کریستال ها از یک هفته به هفته بعد باعث ایجاد یکسری خطوط رشدی می شود که به آن خطوط Retzius گویند که در واقع نشان‌دهنده رشد مقطعی مینا می باشد. گفته می‌شود احتمالاً این ریتم هفتگی است (مانند تنه درخت که در آن خطوط رشدی سالیانه،

دایره وار حول محور مرکزی می چرخند و نشان دهنده ی افزایش سن درخت به صورت سالیانه می باشند. در مورد مینا تشکیل خطوط به صورت هفتگی است). این خطوط در مقطع طولی به صورت تعدادی خط که از DEJ به سمت سطح دندان و به سمت کاسپ کشیده شده‌اند، دیده می شوند. در مقطع عرضی یا Cross Section به صورت دایره های متحدالمرکز (مانند تنه درخت) دیده می شوند.

این شکل خطوط Retzius را به صورت شماتیک نشان می دهد که از DEJ شروع می شوند و تا سطح کشیده می شوند و در قسمت های فوقانی هم دور زدن آن به دور دندان خیلی واضح دیده می شود.



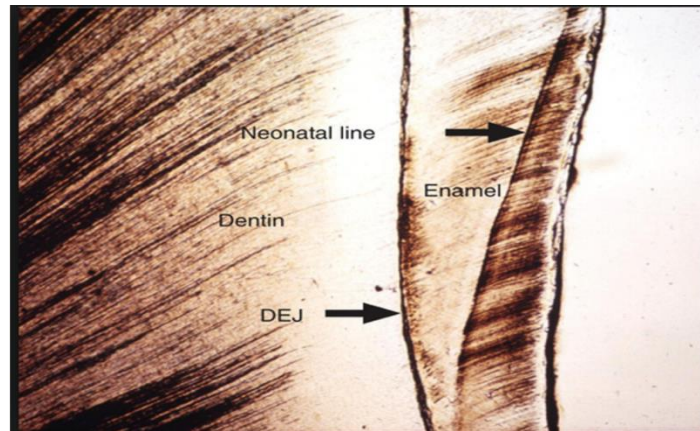
این شکل هم مقطع عرضی دندان را نشان می دهد که خطوط Retzius دایره وار حول محور طولی دندان می چرخند و در واقع همان خطوط رشدی ناشی از ترشح مقطعی مینا در زمان های مختلف هستند.



۴) خط جنینی (Neonatal Line): خط Retzius ای که به صورت خیلی تیره زیر میکروسکوپ دیده می شود و یا به صورت کلینیکی روی دندان به صورت خط قهوه ای دیده می شود Neonatal Line (خط جنینی) نام دارد و نشان دهنده ی یک تغییر فیزیولوژیک بزرگ حین تولد است. زمان تولد مینا سازی متوقف می شود و پس از آن باز هم ادامه می یابد. این توقف در مینا سازی به صورت خط رشدی قهوه ای زیر میکروسکوپ و یا بعضی مواقع به صورت کلینیکی دیده می شود.

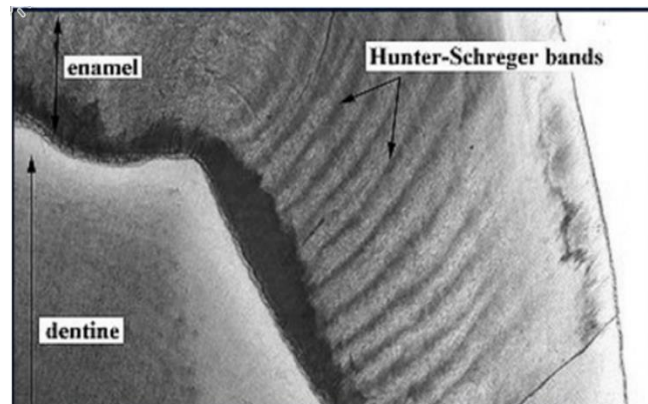
البته این را در نظر داشته باشید که هر توقفی در مینا سازی می تواند یک خط رشدی ایجاد کند. حال می تواند به خاطر موارد زیر باشد:

- (a) به خاطر تغییرات فیزیولوژیکی عمده باشد. (مانند تولد)
- (b) ریتم هفتگی مینا سازی باشد که همان خطوط Retzius را ایجاد می کند.
- (c) به خاطر تغییرات پاتولوژیکی مانند تب مادر و یا نوزاد باشد که مینا سازی را متوقف می کند.



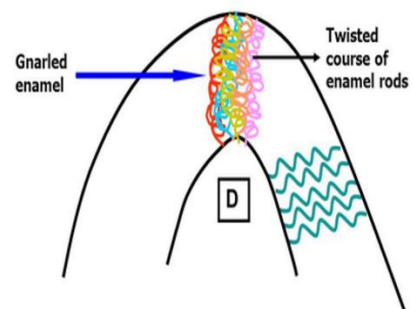
۵) خطوط Hunter & Schreger : به صورت خطوط تیره و روشنی که در Ground Section میکروسکوپ نوری به خاطر تغییر جهت نور میکروسکوپ توسط یک گروه از خطوط Retzius نسبت به خطوط مجاورشان است. در مقطع طولی یک گروه از Rod ها و Interrod ها در مقایسه با گروه کناری شان نور را اندکی با زاویه ی متفاوت بازتاب می دهند و این خطوط به وجود می آید. اگر جهت نور را عوض کنیم ترتیب تیره و روشنی این خطوط هم تغییر می کند چون این تیره و روشنی ماهیت مستقل نداره و ناشی از بازتاب متفاوت نور در دسته های Rod ها متفاوت است. این خطوط صرفا در دو سوم داخلی مینا دیده می شوند.

خطوط Hunter & Schreger



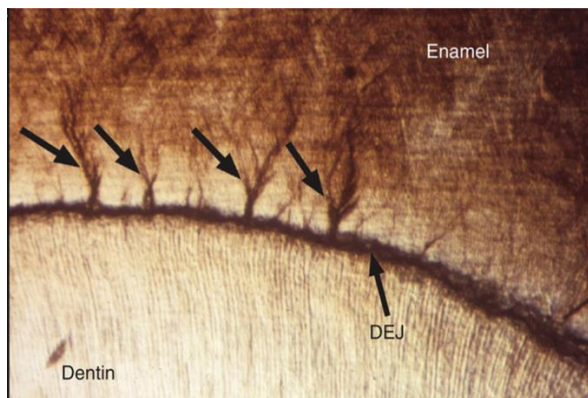
۶) یکی دیگر از مواردی که در میکروسکوپ نوری دیده می شود Gnarled Enamel است که دقیقا در نوک کاسپ ها دیده می شود. به خاطر این که نوک کاسپ باید فشار بیشتری ناشی از نیروی های Mastication (جویدن) تحمل کند این Enamel Rod ها در نوک کاسپ مانند یک زنجیره یا فنر دور خود پیچ می خورند و یک سری نواحی تیره را به وجود می آورند.

At the incisal edge or cusp tip the enamel rod has a twisted course and is called **gnarled enamel**

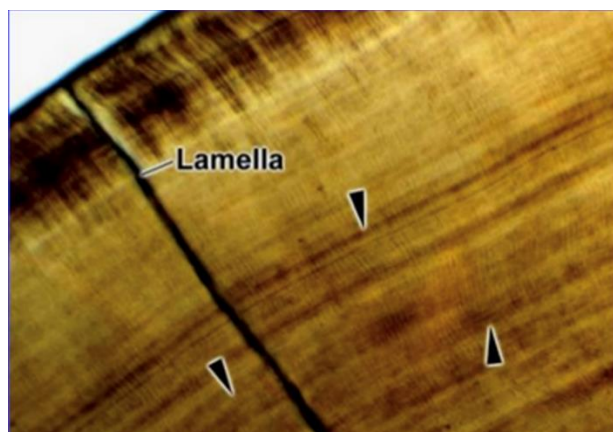


(۷) خطوط Tuft: زیر میکروسکوپ نوری یک سری خطوط دیگر می بینیم که از DEJ شروع می شوند و تا عمق کمی از Enamel ادامه دارند و معمولا شاخه شاخه می شوند و مواد آلی آنها از مواد معدنی شان بیشتر است. احتمالا به دلیل تغییر ناگهانی مسیر یک گروه از Rod ها ساخته می شوند که مواد معدنی کمی دارند.

خطوط Tuft

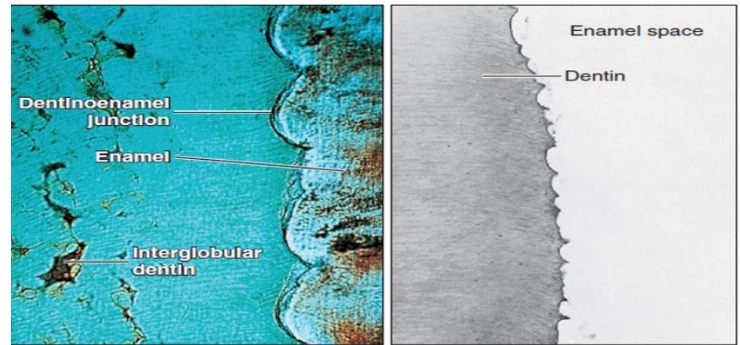


(۸) خطوط Lamellae: به صورت یک سری خطوط تیره از سطح Enamel شروع می شوند و تا عمق زیادی از Enamel وارد می شوند. حاوی مواد آلی اند و محتوای معدنی کمی دارند. ممکن است اجزای Enamel Organ باشند که در مینا باقی مانده یا صرفا مربوط به Connective Tissue باشند؛ مثلا Dental Follicle ای که در مینای در حال شکل گیری، گیر افتاده باشد.



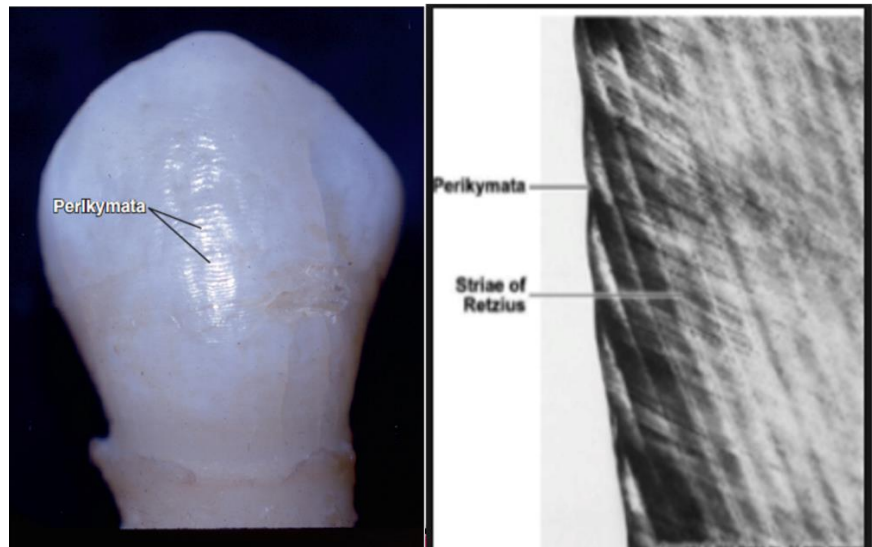
(۹) Crack: دقیقا مثل lamellae یک ساختار خطی تیره است که از سطح شروع می شوند و تا عمقی در Enamel فرو می روند. با این تفاوت که Crack محتوای آلی یا معدنی ندارد و صرفا یک ترک است که محتوی هواست.

۱۰. دوک های مینایی (Enamel Spindle): می دانیم که DEJ محل اتصال Dentin به Enamel است و معمولا به صورت Scalloped و کنگره دار است که اتصال Dentin را به Enamel محکم تر کند. زمانی که Enamel می خواهد تشکیل شوند، ممکن است یک سری زوائد Odontoblastic بین Ameloblast ها گیر کند. می دانیم که Odontoblast ها مسئول ترشح Dentin اند و یک زائده به نام Odontoblastic Process دارد که از سطح Dentin تا نزدیکی پالپ کشیده می شود. گاهی اوقات ممکن است این Odontoblast ها بین Ameloblast ها کشیده شود و در اولین لایه ی مینایی دیده شود. در این صورت Enamel Spindle نام دارد و نام فارسی آن دوک مینایی است.



۱) خطوط Perikymata: روی سطح دندان هم یک سری خطوط به نام Perikymata دیده می شود که به صورت عرضی اند و دور تا دور دندان را به صورت افقی احاطه می کنند و فقط در دندان هایی که تازه Erupt شده اند در بچه ها دیده می شوند. در صورتی که در بزرگسالان به دلیل سایش های متوالی، دیده نمی شوند. این خطوط به خاطر برخورد خطوط Retzius بر سطح مینا به وجود می آیند. خطوط Retzius از DEJ شروع می شوند و به سطح می رسند و یک سری فرو رفتگی ظریف به نام Perikymata به وجود می آورند که باید آنرا سه بعدی تصویری کنید. یعنی به صورت افقی دور تا دور دندان پیچیده شده و از انتها به سطح می رسد.

در شکل مشخص است که در دندانی که تازه Erupt شده، خطوط Perikymata به وضوح دیده می شود؛ ولی در دندان بزرگسالان این خطوط از بین می روند و سطحی صاف و صیقلی باقی می ماند.



تغییرات کلینیکی مینا بعد از Eruption:

۱) در اثر افزایش سن: همانطور که می دانید Enamel یک بافت Nonvital است که از پروتئین های مینایی و آب و مواد معدنی تشکیل شده است و سلول های تشکیل دهنده ی آن هم پس از Eruption دندان از بین می روند. بنابراین قدرت بازسازی خودش را ندارد و به مرور زمان در اثر گذشت زمان و Aging و... ساییده می شود.

۲) Discoloration: تغییر رنگ می تواند در اثر سایش یا مصرف مواد غذایی باشد. معمولاً در اثر افزایش سن رنگ دندان ها تیره تر و زرد تر می شود. تیره شدن دندان ها در اثر مصرف مواد غذایی و اضافه شدن یک سری مواد به آن است که رنگ آن را تیره می کند. همچنین چون مینا Translucent است، با سایش، رنگ عاج زیرین خود را بیشتر نشان می دهد و زرد تر می شود.

۳) نفوذ پذیری: نفوذ پذیری Enamel هم به مرور کم می شود. مینا متشکل از کریستال های هیدروکسی آپاتیت، یون های کلسیم و فسف، آب و مواد آلی است. این یون ها با محیط تبادل انجام می دهند و به مرور زمان کریستال ها بزرگ و بزرگتر می شوند و نفوذپذیری مینا کم می شود. نسبت مواد معدنی به مواد آلی افزایش می یابد و سطحی ترین لایه دچار یک سری تغییرات می شود.

۴) نقص در مینا سازی: در فرآیند مینا سازی ابتدا مینا به اندازه ی کل ضخامتش ساخته می شود و سپس وارد فاز Maturation می شود که کامل شدن مواد معدنی مینا است. حال اگر در فاز Secretory و Maturation به هر دلیلی تغییرات فیزیولوژیک یا پاتولوژیک به وجود بیاید، به دلیل اینکه سلول های Ameloblast خیلی حساس اند، مینا به خوبی معدنی نمی شود؛ یا ضخامت کافی پیدا نمی کند یا اصلا ساخته نمی شود. حال اگر این تغییرات فیزیولوژیک باشند به صورت میکروسکوپی دیده می شوند ولی اگر پاتولوژیک باشند به صورت خطوط واضح کلینیکی روی دندان دیده می شوند.

مواردی که باعث می شوند میناسازی دچار مشکل شود :

۱. بیماری های تب زا : اگر در فاز میناسازی تب ایجاد شود، تشکیل مینا مختل می شود و باعث می شود سلول ها در حین تب، مینایی Malformed تولید کنند و پس از اینکه تب رفع شد دوباره میناسازی به حالت استاندارد بر می گردد. حال بسته به اینکه دندان مورد نظر در چه مرحله ای از میناسازی باشد، خطوط Malformed را در مناطق مختلف می بینیم.

۲. اثر تترا سایکلین (به طور کلی مصرف آنتی بیوتیک ها): اگر آنتی بیوتیک و مخصوصا تتراسایکلین در مرحله ی میناسازی مصرف شود، به دلیل تمایل تتراسایکلین به بافت های معدنی مانند استخوان و دندان، به آن ها باند می شود و در آنها تغییراتی به وجود می آورد. اثر آن بر مینا می تواند به صورت خطوط قهوه ای بر روی مینا، Hypoplasia (یعنی ضخامت مینا کم شود) یا Aplasia (یعنی مینا اصلا ساخته نشود) باشد.

۳. وجود یون فلوئوراید بیش از حد نیاز: اگر یون فلوئوراید بیش از حد نیاز (بیشتر از ۵ ppm) وجود داشته باشد باعث می شود که لکه های سفیدی روی دندان داشته باشیم که Mottled Enamel نام دارد و به این حالت Flourosis می گویند. همچنین مقدار زیاد فلوئور می تواند سبب Hypomineralized شدن مینا شود. به این دلیل که اندازه ی کریستال های هیدروکسی آپاتیت به دلیل وجود یون فلوئور بزرگتر می شود و نسبت مواد معدنی به حجم این کریستال ها کاهش می یابد.

یون فلوئوراید:

گفتیم که یون فلوئوراید این توانایی را دارد که به کریستال های هیدروکسی آپاتیت متصل شود. و می تواند آن را نسبت به حل شدن در اسید مقاوم سازد. در پوسیدگی توسط باکتری های پوسیدگی زا اسید تولید می شود و این اسید می تواند مینا را در خود حل کند. هنگامی که در فاز Amelogenesis به هیدروکسی آپاتیت فلوئور اضافه شود، مقاومت آن نسبت به اسید خیلی بالا می رود. اگر بیش از حد یون فلوئور وجود داشته باشد همانطور که گفته شد می تواند باعث فلوئوروسیس شود و همچنین اثرات سیستمیک بدی برای بدن داشته باشد.

چون لایه ی سطحی مینا خاصیت نفوذ پذیری دارد، پس از Eruption با افزودن موضعی یون فلوئوراید به دندان - در هر سنی - می توانیم مقاومت دندان به پوسیدگی را بالا ببریم (البته در کودکان اثر آن بیشتر است).

در درون حفره ی دهان یون کلسیم و فسفر در بزاق وجود دارند. همچنین در کریستال های هیدروکسی آپاتیت یون کلسیم و فسفر داریم. لایه ی خارجی مینا نفوذ پذیر است و یون های درون بزاق (فاز مایع) می توانند با یون های درون کریستال هیدروکسی آپاتیت (فاز جامد) تبادل شوند. در حضور فلوئوراید این تبادل به سمت فاز جامد حرکت می کند. یعنی کریستال های هیدروکسی آپاتیت بیشتر، یون ها را به خود جذب می کنند. کریستال های هیدروکسی آپاتیت در صورت پوسیدگی به خاطر اسید، یون ها و مواد معدنی خود را از دست می دهند. در صورتی که پوسیدگی فقط در مینا باشد و هنوز به عاج نرسیده باشد، مینا این قدرت را دارد که مواد معدنی خود را دوباره به دست بیاورد و Remineralized شود و اصطلاحاً پوسیدگی قابل برگشت است. Remineralization در حضور یون فلوئوراید خیلی بیشتر اتفاق می افتد.

اثر اسید اچ (Acid Etching):

اسید اچ نوعی از اسید است که برای Fissure Sealant کردن دندان های کودکان و باند کردن (اتصال) برخی مواد ترمیمی مانند کامپوزیت به دندان و چسباندن پلاک های ارتودنسی به دندان استفاده می شود.

Enamel Conditioning همان مکانیسم اثر اسید اچ است که شامل دو مرحله می شود:

- (۱) پلاک و دبری ها را به همراه یک لایه نازک از خود مینا، از سطح مینا برداریم.
- (۲) اسید مقداری از کریستال های هیدروکسی آپاتیت را در خود حل می کند و تعدادی خلل و فرج میکروسکوپی را در سطح مینا ایجاد می کند که ماده ی ترمیمی بتواند در این تخلخل ها فرو برود و به سطح مینا بچسبد.

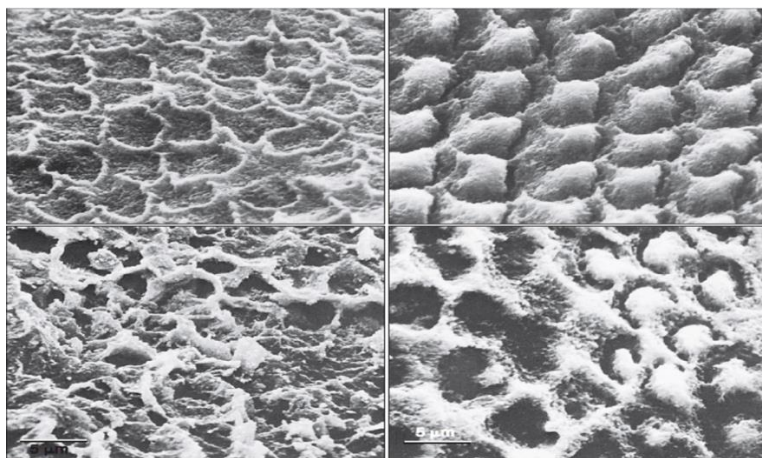
حل شدن کریستال ها سه الگو را می تواند دنبال کند :

۱- کریستال های Rod حذف شوند.

۲- کریستال های Interrod حذف شوند.

۳- حالت Irregular که در آن هم کریستال های Rod و هم Interrod حذف شوند و معمولاً همین حالت سوم اتفاق می افتد.

حذف شدن کریستال های Rod بالا سمت چپ، Interrod بالا سمت راست و Irregular دو شکل پایینی.



نحوه ی حل شدن کریستال ها توسط اسید به جهت گیری آنها بستگی دارد. معمولا قسمت های انتهایی نسبت به قسمت های کناری بیشتر حل می شوند. بنابراین کریستال هایی که به صورت عمودی به سطح می رسند بیشتر از کریستال هایی که به صورت مورب به سطح می رسند حل می شوند. اکثر مواقع چون کریستال ها به صورت نا منظم به سطح می رسند همان الگوی سوم (Irregular) اتفاق می افتد.

پس به صورت خلاصه Enamel Conditioning باعث افزایش سطح باندینگ و همچنین افزایش گیر میکرومکانیکال رزین (همان کاپوزیت و...) به Enamel می شود. و این کار با حل کردن مواد ارگانیک دندان ها و کریستال های هیدروکسی آپاتیت اتفاق می افتد.