علم و هنر
در دندانپزشکی ترمیمی ۲۰۲۶ (جلد اول)

زیرنظر:

دکتر سارا قلیزاده

(متخصص ترمیمی و زیبایی - عضو هیات علمی دانشگاه آزاد خوراسگان مرکز تحقیقات سلامت جامعه واحد اصفهان خوارسگان))

سرپرست مترجمین:

دکتر سارا قلیزاده

(متخصص ترمیمی و زیبایی عضو هیات علمی دانشگاه آزاد خوراسگان اصفهان)

دکتر مینا احمدی

(متخصص ترمیمی و زیبایی، عضو هیئت علمی دانشگاه علوم پزشکی اصفهان)

دکتر محبوبه محمود

(متخصص ترمیمی و زیبایی، عضو هیات علمی دانشگاه تهران، رتبه دوم بورد تخصصی کشور)

مترجمین:

دکتر ماندانا جعفری

دکتر مونا ربیعی

دکتر شلاله نورشاد

دکتر ندا السادات طاوسی

دکتر فاطمه زارعی

دکتر محمدجواد هادی

دکتر فرزانه محمدی

دکتر نگار مرادی

رزیدنت های ترمیمی دانشگاه آزاد خوراسگان (عضو مرکز تحقیقات سلامت و جامعه واحد اصفهان (خوراسگان))

مقدمه

کتاب پیش روی شما ترجمه ی ویرایش هشتم کتاب مرجع Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry است. این اثر از دیرباز به‌عنوان یکی از منابع پایه و کلاسیک در آموزش دندان‌پزشکی ترمیمی مطرح بوده و در تربیت دندان‌پزشکان عمومی و متخصصان این حوزه نقش بسزایی ایفا نموده است. بیش از نیم قرن از انتشار نخستین ویرایش این کتاب می‌گذرد و در این مدت، این مرجع ارزشمند با به‌روزرسانی‌های مستمر و همگام‌سازی محتوا با پیشرفت‌های علم دندان‌پزشکی، همچنان جایگاه والای خود را در آموزش حفظ کرده است.

ویرایش هشتم این کتاب با رویکردی جامع، جدیدترین دستاوردهای علمی و رویکردهای نوین درمانی در حوزه دندان‌پزشکی ترمیمی را منعکس می‌نماید. این ویرایش گستره وسیعی از مباحث را پوشش می‌دهد؛ از تأکید بر رویکردهای پیشگیرانه، درمان‌های کم‌تهاجمی و پرداختن به علل زمینه‌ای ضایعات گرفته تا بهره‌گیری از فناوری‌های نوین دیجیتال در درمان‌های ترمیمی. همچنین در این ویرایش برای نخستین بار اصول درمان ریشه (اندودانتیکس) با مباحث ترمیمی ادغام شده است که نشان‌دهنده نگاه میان‌رشته‌ای و جامع مؤلفان است. یکی دیگر از ویژگی‌های بارز این ویرایش، تأکید بر تقویت مهارت تصمیم‌گیری بالینی مبتنی بر شواهد علمی است. همچنین ساختار آموزشی منسجم و گام‌به‌گام کتاب، همراه با تصاویر رنگی و نمودارهای متعدد، فرایند یادگیری اصول و تکنیک‌های درمان‌های ترمیمی و پیشگیرانه را برای دانشجویان و رزیدنتها و دندان‌پزشکان تسهیل می‌کند.

ترجمه‌ی این اثر با توجه به اهمیت و جایگاه علمی آن در آموزش دندان‌پزشکی و با هدف دسترسی بیشتر به این منبع ارزشمند انجام شده و در این فرآیند کوشش شده است امانت‌داری کامل نسبت به متن اصلی حفظ شده و مفاهیم علمی و اصطلاحات تخصصی با دقت و وضوح به زبان فارسی منتقل گردد؛ به‌گونه‌ای که ترجمهٔ حاضر از لحاظ غنای علمی و روانی متن، هم‌سنگ متن اصلی باشد.

بدین‌وسیله از تلاش‌های علمی و متعهدانه تمامی همکاران صمیمانه تشکر و قدردانی می‌کنم. بی‌شک دقت‌نظر، پشتکار و مشارکت ارزندهٔ این عزیزان نقش کلیدی در کیفیت نهایی ترجمه داشته است و بدون همکاری صمیمانه ایشان به‌ثمر رسیدن این پروژه میسر نمی‌گردید.همچنین از انتشارات شایان نمودار بابت چاپ و انتشار این کتاب ارزشمند نهایت قدردانی و تشکر را دارم.

در پایان، امیدوارم این ترجمه مورد توجه و استفاده دانشجویان، دندان‌پزشکان و استادان ارجمند قرار گرفته و گامی مؤثر در جهت ارتقای آموزش و خدمات درمانی ترمیمی باشد. بی‌تردید، محتوای روزآمد و نگرش علمی این مرجع می‌تواند به بهبود فرآیند یادگیری و تصمیم‌گیری‌های بالینی در حوزه دندان‌پزشکی ترمیمی کمک شایانی نماید. این کتاب به‌عنوان پلی میان تازه‌ترین دانش جهانی و جامعهٔ دندان‌پزشکی کشور، بهره‌گیری از علم نوین در آموزش و درمان را تسهیل خواهد کرد.

با تقدیم احترام

دکتر سارا قلیزاده

فهرست مندرجات

فصل اول: اهمیت بالینی آناتومی دندان، بافت شناسی، فیزیولوژی و اکلوژن ۵

فصل دوم: پوسیدگی دندانی: اتیولوژی، مشخصات کلینیکی، ارزیابی ریسک و مدیریت ۴۹

فصل سوم: ملاحظات اولیه در دندانپزشکی کاربردی ۱۰۸

فصل چهارم: ارزیابی بیمار، معاینه، تشخیص و طرح درمان ۱۳۷

فصل پنجم: تراش دندان: مفاهیم، ابزار و مراحل ۱۷۰

فصل ششم: مقوله های بنیادین ادهیژن به مینا و عاج ۲۰۵

فصل هفتم: پلیمریزاسیون فعال شونده با نور مواد ترمیمی ۲۳۴

فصل هشتم: رنگ و انتخاب رنگ در دندانپزشکی ترمیمی ۲۶۹

۱

اهمیت بالینی آناتومی دندان، بافت شناسی، فیزیولوژی و اکلوژن

دکتر فاطمه زارعی

فهم کلی از بافت‌شناسی، فیزیولوژی، آناتومی و تعاملات اکلوژن دندان‌ها و بافت‌های حمایت‌کننده‌ی آن‌ها برای دندان‌پزشک ترمیمی ضروری است. شناخت ساختار دندان‌ها (مینا، عاج، سمان و پالپ) و ارتباط آن‌ها با یکدیگر و ساختارهای حمایت‌کننده به‌خصوص در زمان درمان پوسیدگی‌ها ضروری است. عملکرد حفاظتی ترکیب و آناتومی دندان با تأثیر آن بر فعالیت عضلات جونده، بافت‌های پشتیبان (استخوان و مخاط) و پالپ مشخص میشود. فرم آناتومیک صحیح دندان به‌سلامتی بافت‌های حمایت‌کننده کمک می‌کند. کانتور دندان و ارتباطات آن در نقطه‌ی تماس با دندان‌های مجاور و مقابل، تعیین‌کننده‌های اصلی عملکرد عضله در هنگام جویدن، زیبایی، صحبت کردن، و حفاظت است. فرم زیبایی سیستم دندانی مکمل مجموعه ی زیبایی صورت است. ارتباطات فرم با فانکشن به‌خصوص هنگام بررسی شکل قوس دندانی، تماس‌های بین‌دندانی، تماس‌های اکلوزال و حرکات مندیبل قابل‌توجه است.

دندان‌ها و بافت‌های حمایت‌کننده

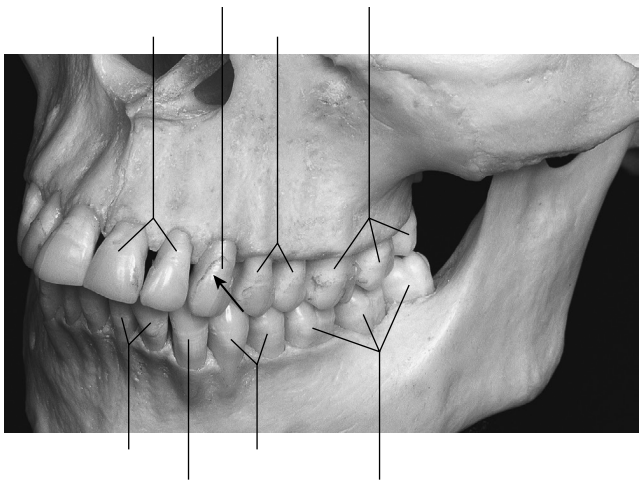
سیستم‌های دندانی

انسان‌ها دارای دندان‌های شیری و دائمی هستند. دندان‌های شیری شامل ۱۰ دندان ماگزیلاری و ۱۰ دندان مندیبولار است. دندان‌های شیری می‌افتند و توسط دندان‌های دائمی جایگزین می‌شوند که شامل ۱۶ دندان ماگزیلاری و ۱۶ دندان مندیبولار است.

طبقه‌بندی دندان‌های انسان: شکل و عملکرد

دندان‌های انسان بر اساس شکل و عملکرد به دسته هایی تقسیم می‌شوند. دندان‌های شیری و دائمی شامل دسته‌های اینسایزور، کانین و مولر می‌باشند. دسته‌ی چهارم، پره مولرها، تنها در سیستم دندان‌های دائمی یافت می‌شوند (شکل۱-۱).

شکل دندان‌های پیش‌بینی کننده‌ی عملکرد است و ویژگی‌های هر دسته مشخصه‌ای است که دندان‌ها را درون دسته‌های عملکردی قرار می‌دهد. ازآنجاکه رژیم غذایی انسان شامل غذاهای حیوانی و گیاهی است، سیستم دندان‌های انسان همه‌چیزخوار (Omnivorous) نام‌گرفته است.

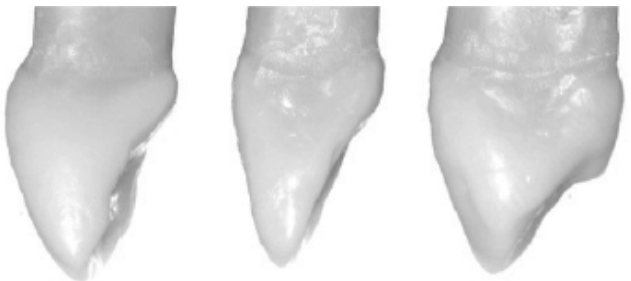


شکل ۱-۱: دندان‌های ماگزیلا و مندیبل در موقعیت حداکثر تماس کاسپی. طبقه‌بندی دندان‌ها عبارت‌اند از اینسایزورها، کانین ها، پره مولرها و مولرها. کاسپ های دندان‌های مندیبل به‌اندازه‌ی نصف کاسپ قدامی تر از کاسپ های دندان‌های همانند خود در قوس ماگزیلا قرار می‌گیرند.منبع: (از Logan BM، Reynolds P، Hutchings RT: McMinn's color اطلس آناتومی سر و گردن، ویرایش ٤، ادینبورگ، ۲۰۱۰، Mosby.

اینسایزورها

اینسایزورها در نزدیکی ورودی حفره‌ی دهان قرارگرفته‌اند و به‌عنوان ابزاری برای بریدن و پاره کردن غذا عمل می‌کنند (شکل۱-۱ را ببینید). در یک سیستم دندانی طبیعی، دو دندان ثنایای مرکزی و دودندان ثنایای لترال در هر قوس وجود دارد. هر نیم قوس دارای یک ثنایای مرکزی و یک ثنایای لترال است. در نمای پروگزیمال، تاج این دندان‌ها دارای شکل نسبتاً مثلثی، با سطح انسیزال باریک و پایه سرویکالی

پهن است. (شکل ۱-۲) در طول جویدن، از دندان های ثنایا برای بریدن (برش دادن) غذا استفاده می شود. دندانهای ثنایای مرکزی فک پایین کوچکترین دندانهای سیستم دندانی انسان هستند. دندان های ثنایای لترال فک بالا بیشتر از هر دندان دیگری در دهان از نظر شکل متغیر هستند و بعد از مولر سوم در رده دوم قرار دارند. یک تنوع مورفولوژیکی رایج دندانهای ثنایای جانبی فک بالا، دندانهای ثنایای لترال پگ شکل هستند (شکل ۳-۱). دندانهای ثنایای لترال فک بالا ممکن است دارای یک شیار پالاتو رادیکولار (PAG) باشند که ممکن است به عنوان یک عامل پیش بینی کننده برای بیماری پریودنتال موضعی (PD) باشد. انسیزورها برای کانتورهای مناسب بافت نرم صورت (به عنوان مثال، حمایت لب)، گفتار (فونتیک)، و زیبایی لبخند ضروری هستند. ویژگی‌های آناتومیکی کلیدی دندان‌های ثنایا که نقش مهمی در زیبایی لبخند بازی می‌کنند عبارتند از: لبه‌های انسیزال، زوایای مزیو و دیستوانسیزال، زوایای خط(لاین انگل های) مزیو و دیستوفاسیال، فضاهای امبراژور مرتبط، و برجستگی کانتور سرویکال. موقعیت، جهت گیری و برجستگی این ویژگی های فرمی به طور همزمان به عملکرد فک پایین مرتبط هستند.



شکل۲-۱: نمای مزیوپروگزیمال قدامی های فک بالا. از چپ به راست: ثنایای مرکزی، ثنایای لترال و نیش.

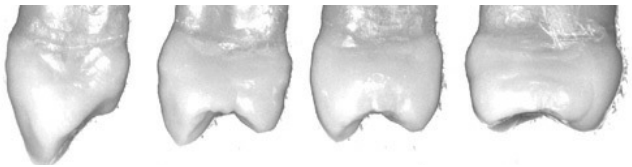
شکل۳-۱: ثنایای لترال فک بالا به شکل peg.

کانینها

کانینها دارای بلندترین ریشه در بین تمامی دندان‌ها بوده و در گوشه‌های قوس دندانی قرارگرفته‌اند. در یک دنتیشن نرمال، دو دندان کانین در هر قوس وجود دارد. (در فایل کتاب بین این دو جمله نقطه قرار نگرفته است لطفا علامتها عینا منتقل شود) هر نیم قوس یک کانین دارد. فانکشن آنها برای گاز گرفتن، سوراخ کردن، پاره کردن و بریدن غذا میباشد. از یک نمای پروگزیمال، تاج همچنان دارای شکل مثلثی با یک لبه ی انسیزال پهن است (شکل ۲-۱). شکل آناتومیک تاج و طول ریشه دندان سبب میشود دندانهای نیش پایه های باثبات و قوی برای پروتزهای ثابت یا متحرک باشند. دندانهای نیش نه تنها به دلیل تکیه گاه (انکوریج) و موقعیت خود در قوس های دندانی به عنوان راهنمای مهم در اکلوژن عمل می کند، بلکه نقش حیاتی (همراه با دندان های ثنایا) در زیبایی لبخند و حمایت از لب دارد. پشتیبانی اضافی لب با وجود یک برجستگی استخوانی بر روی قسمت فشیال نیش ها، که به آن برجستگی نیش گفته می شود، ارائه می شود (شکل ۱-۱). فلش در شکل ۱-۱ به برجستگی کانین (canine eminence)اشاره دارد

پره مولرها

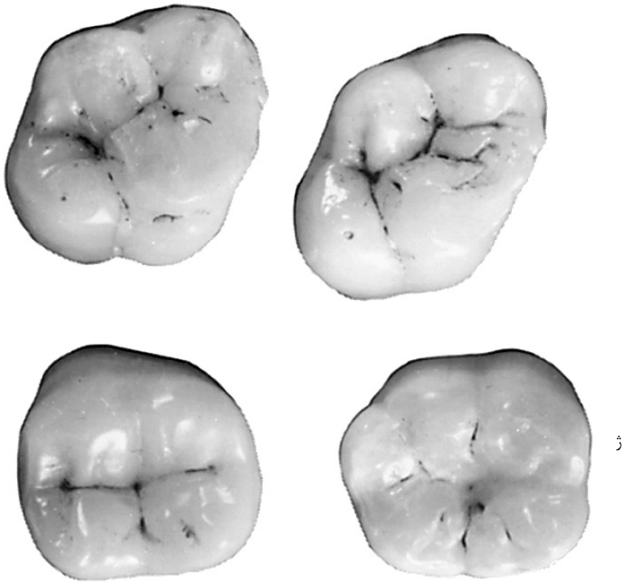
پره مولرها نقشی دوجانبه ایفا می‌کنند: (۱) در پاره کردن غذا مشابه کانین ها هستند (۲) در آسیاب کردن غذا مشابه مولرها هستند.در یک سیستم دندانی نرمال چهار پرمولار در هر قوس دندانی وجود دارد.هر نیم قوس یک پرمولار اول و یک پرمولار دوم دارد.اگرچه دندان‌های پره مولر اول با کاسپ‌های فاسیالزاویه‌دارشان همانند کانین ها هستند، ولی کاسپهای لینگوال (یا پالاتال) پره مولرها و مولرهای ماگزیلا شکل آناتومیک گردتری دارند (شکل۴-۱). سطح اکلوزال یک سری منحنی ها به شکل تحدب و تقعرهایی نشان می‌دهد که برای عملکرد و تماس اکلوزالی صحیح باید در طول عمر حفظ شود. پره مولرها نیز می‌توانند نقشی مهم در زیبایی داشته باشند، اگرچه این نقش نسبت به اینسایزورها و کانین ها کمرنگ‌تر است. پرمولر اول فک بالا اغلب دارای یک فرورفتگی رشدی مزیال مشخص است که به طور معمول در تمام مسیر از ناحیه اپیکال بلافاصله تا ناحیه تماس پروگزیمال تا انشعاب ریشه گسترش می یابد. گیر بیوفیلم در این ناحیه ممکن است خطر ابتلا به پوسیدگی و PD را افزایش دهد. وجود این تقعر همچنین تلاش‌ها برای بازگرداندن کانتورهای دندان پس از ایجاد حفره ناشی از پوسیدگی را پیچیده می‌کند.



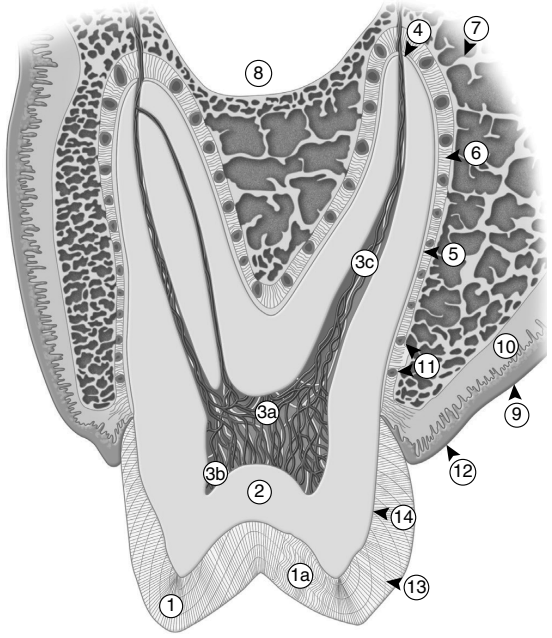
شکل ٤-۱: نمای مزیوپروگزیمال دندان نیش فک بالا، پرمولرها و مولر اول که تغییرات آناتومی کاسپ فاسیال و لینگوال را نشان می دهد.

مولرها

مولرها دندان‌هایی بزرگ، چند کاسپی با چند ریشه هستند که در نزدیک‌ترین محل به مفصل گیجگاهی فکی (TMJ) قرارگرفته‌اند، که در حین عملکرد نقش تکیه‌گاه را ایفا می‌کنند. در یک سیستم دندانی نرمال، شش دندان مولر در هر قوس وجود دارد، هر نیم قوس یک مولر اول، یک مولر دوم، و یک مولر سوم دارد. این دندان‌ها یک نقش اصلی در خرد کردن، آسیاب کردن و جویدن غذا به اندازه‌هایی که برای بلع مناسب باشد را دارند. ازآنجایی‌که سطوح اکلوزالی و تکیه گاهی (انکوریجی) وسیعی دارند، به‌خوبی برای این وظیفه مناسب‌اند (شکل ۶-۱ و ۵-۱). پره مولرها و مولرها در حفظ ارتفاع عمودی صورت نقش مهمی دارند (شکل ۱-۱). دندانهای مولر سوم (که به دلیل زمان رویش آنها در ابتدای دهه سوم زندگی به عنوان "دندان عقل" شناخته می‌شود) بیشترین میزان تغییر در اندازه و شکل را در مقایسه با تمام دندان‌های دیگر در سیستم دندانی انسان نشان میدهند.



شکل۵-۱: سطوح اکلوزال دندان های مولر اول و دوم فک بالا و فک پایین پس از چندین سال استفاده که سطوح منحنی گرد و حداقل سایش را نشان می دهد



شکل ۶-۱: مقطع عرضی مولر ماگزیلا و ساختارهای پشتیبان آن: ۱، مینا؛ 1a، مینای گره‌دار؛ ۲، عاج؛3a، اتاقک پالپ؛3b، شاخک پالپی؛3c، کانال پالپ؛ ٤، فورامن اپیکال؛ ٥، سمان؛ ٦، فیبرهای پریودنتال در لیگمان پریودنتال؛ ۷، استخوان آلوئول؛ ۸، سینوس ماگزیلاری؛ ۹، مخاط؛ ۱۰، زیر مخاط؛ ۱۱، عروق خونی؛ ۱۲، لثه؛ ۱۳، خطوط رتزیوس؛ ١٤، اتصال عاج – مینا (DEJ).

ساختارهای دندان‌ها

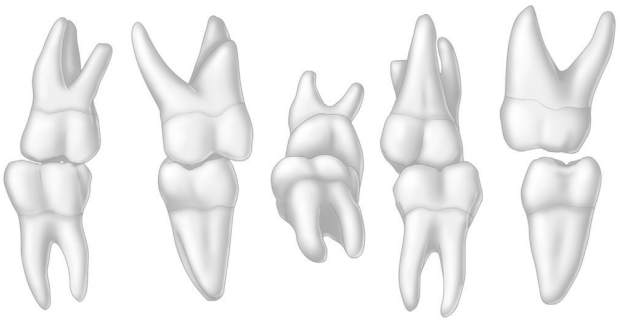
دندان‌ها از مینا، کمپلکس عاج- پالپ(PDC) و سمان تشکیل شده‌اند (شکل ۶-۱ را ببینید). هرکدام از این ساختارها به‌طور جداگانه توضیح داده می‌شوند.

مینا

تشکیل مینا، طی فرآیندی با نام آملوژنزیس، توسط سلول‌های به نام آملوبلاست انجام می‌شود. آملوبلاستها از لایه‌ی زاینده‌ی جنینی تحت عنوان اکتودرم منشأ می‌گیرند. مینا تاج آناتومیک دندان را پوشانده، در نواحی مختلف ضخامت متفاوتی دارد، و به‌وسیله‌ی اتصال عاج مینا (DEJ) کاملاً با آن متصل می‌شود (شکل ۶-۱را ببینید). در نواحی انسیزال و اکلوزال تاج دندان ضخیم‌تر است و تدریجاً تا محل اتصال مینا و سمان (CES) نازک شده و کاملاً ناپدید می‌شود. همچنین ضخامت آن در هر دسته از دندان‌ها نسبت به دیگری متفاوت است، میانگین mm ۲ در لبه‌ی انسیزال اینسایزورها، ۲/۳ تا ۲/۵ mm در کاسپ‌های پره مولرها و ۲/۵ تا mm ۳ در کاسپ های مولرهاست.

کاسپ های روی سطح اکلوزال دندان‌های خلفی از مراکز استخوانی شدن جداگانه‌ای پدیدار می‌شود که لوب‌های تکاملی را شکل می‌دهند. اندازه‌ی لوب‌های تکاملی مجاور افزایش پیدا می‌کند تا جایی که به هم می‌پیوندند. درحالی‌که تشکیل کاسپ به اتمام نزدیک می‌شود، شیارها (groove) و فرورفتگی‌ها (fossa) در مناطق به هم آمیختگی (در اتصال

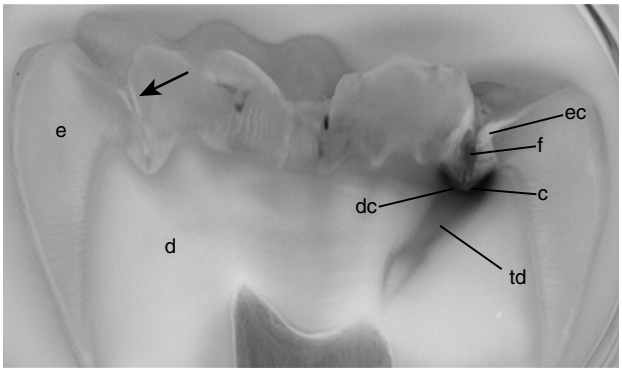
به لوب‌های تکاملی مینا) ایجاد می‌شود. موقعیت استراتژیک شیارها و فرورفتگی‌ها، نقش موقعیت کاسپ‌های مقابل را تکمیل می‌کند تا غذا بتواند در طول جویدن به سطوح لینگوال و فیشیال حرکت کند. کاسپ فانکشنالی که در مقابل یک گروو (groove) یا(fossa) قرار می‌گیرد، روی شیب‌های مینایی هر طرف گروو قرار می‌گیرد (بسته می‌شود)، نه در عمق گروو. این آرایش یک‌راه فرار V شکل بین کاسپ و شیار مقابلش برای حرکت غذا در طول جویدن، باقی می‌گذارد (شکل۷-۱).



شکل ۷-۱: مولرهای اول ماگزیلا و مندیبل در حداکثر تماس کاسپی. به شیارهای فرار غذا توجه کنید.

ضخامت مینا در ناحیه‌ی این خطوط تکاملی متغیر است و ممکن است بسته به میزان تأثیر درهم‌آمیختگی کاسپ های مجاور به صفر برسد. درهم‌آمیختگی ناکامل و به هم نرسیدن لوبهای تکاملی مینا، باعث ایجاد یک فرورفتگی عمیق در ناحیه‌ی شیار (groove) سطح مینا می‌شود که فیشور نامیده می‌شود. به هم نرسیدن مینا در عمیق ترین نقطه ی یک فوسا، پیت نامیده می‌شود.

پیت ها و یا فیشورها مناطق غیر خود تمیز شونده ای هستند که تجمع بیوفیلم اسیدوژن ممکن است دندان ها را مستعد پوسیدگی های دندانی سازد (شکل۸-۱).



شکل۸-۱: فیشور (f) در اتصال دو لوب به تجمع غذا و باکتری که دندان را مستعد پوسیدگی دندانی (c) می‌کند، کمک می‌کند. مینا (e): عاج (d)، ضایعه‌ی پوسیدگی عاج (dc)، عاج شفاف شده (td)، دمینرالیزاسیون اولیه‌ی مینا (پیکان).

از لحاظ شیمیایی، مینا ساختاری کریستالی دارد و دارای مقادیر زیاد مواد معدنی است. هیدروکسی آپاتیت به شکل یک شبکه ی کریستالی، بزرگترین جزء معدنی است (۹۰٪ تا ۹۲٪ حجمی). سایر مواد معدنی و عناصر کمیاب در مقادیر کمتری وجود دارند. اجزای باقی مانده ی مینای دندان شامل ماتریکس پروتئین‌های آلی (۱٪ تا ۲٪) که کریستالهای آپاتیت را به هم میچسباند و آب (۴٪ تا ۱۲٪حجمی) می‌باشد.

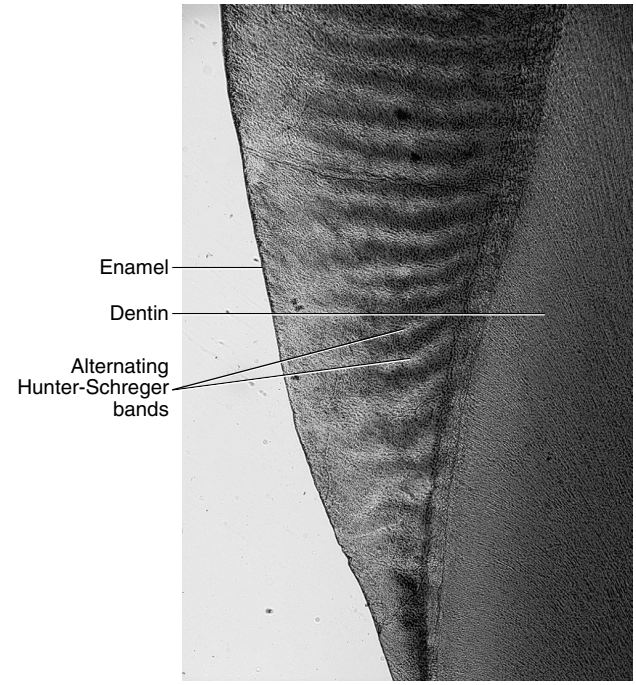
از لحاظ ساختاری، مینا از میلیونها راد مینایی (یا منشور)، غلاف راد و ماده ی بین رادی سمان کننده تشکیل شده است. رادهای مینایی، که بزرگ‌ترین اجزای ساختاری هستند، به صورت خطی با تجمع (opposition) پی در پی مینا در قطعات افزایشی و مجزا شکل می‌گیرند. نتیجه ی تنوع ایجاد شده در ساختار و معدنی شدن، خطوط افزایشی رتزیوس (SR) نام دارد و می‌تواند به عنوان *حلقه های رشدی* که در طی آملوژنزیس شکل می‌گیرند، در نظر گرفته شود (شکل ۶-۱ را ببینید). از نظر بافت شناسی، در مقاطع عرضی دندان، خطوط رتزیوس به صورت دایره های متحدالمرکز دیده می شوند. در مقاطع طولی، SR به صورت عرضی در نواحی کاسپال و انسیزال در یک الگوی متقارن قرار میگیرند، و به صورت مایل به سمت ناحیه ی سرویکال پایین آمده و در DEJ خاتمه می‌یابند. وقتی این دایره ها در سطح مینا ناکامل هستند، یکسری شیارهای متناوب به نام خطوط ایمبریکیشن پیکرل (imbrications lines of Pickerill) را شکل می دهند. برجستگی های بین شیارها پریکایماتا (perikymata) نام دارد ؛که به طور پیوسته اطراف دندان و معمولا موازی CEJ و یکدیگر قرار گرفته اند. تعداد رادها تقریباً از ۵ میلیون در یک اینسایزور مندیبل تا ۱۲ میلیون در یک مولر ماگزیلا متفاوت است. به طور کلی، رادها در دندان‌های شیری و دائمی، هم نسبت به DEJ و هم نسبت به سطح دندان حالت عمودی دارند، به جزء درناحیه سرویکال دندان‌های دائمی که رادها هنگام امتداد به سمت خارج اندکی جهت اپیکالی پیدا می‌کنند. از لحاظ میکروسکوپی، سطح مینا در ابتدا فرورفتگی های دایره ای شکل دارد که بیانگر انتهای رادهای مینایی است. این تقعرها در شکل و عمق متنوع بوده و بتدریج با افزایش سن و سایش صاف میشوند. در ضمن یک لایه خارجی بدون ساختار مینایی با حدود ۳۰ mμ ضخامت موجود است که معمولاً در نواحی سرویکال و با شیوع کمتر در نوک کاسپ ها دیده می‌شود. در این نواحی هیچ گونه حدود خارجی واضح در راد (منشور) دیده نمیشود و تمام کریستال‌های آپاتیت موازی با هم و عمود بر خطوط رتزیوس هستند. این لایه تحت عنوان مینای بدون منشور، ممکن است بیشتر معدنی شده باشد.

هر آملوبلاست یک راد مینایی منفرد را با یک طول خاص بر اساس نوع خاص دندان و موقعیت تاجی خاص، درون آن دندان شکل می‌دهد. رادهای مینایی مسیری موج‌دار، مارپیچی را دنبال می‌کنند، که آرایش ساعت‌گرد و پادساعت‌گرد متناوبی را برای هر گروه یا لایه از رادها حین پیش رفتن شعاعی آن‌ها از عاج به سمت سطح مینا، ایجاد می‌کند. آن‌ها در ابتدا یک سوم مسیر را به طور منحنی در مینا در مجاورت DEJ می‌پیمایند. پس‌ازآن، رادها معمولاً مسیر مستقیم‌تری را در دو سوم باقی‌مانده‌ی مسیر به سمت سطح مینا طی می‌کنند. گروه‌هایی از رادهای مینایی ممکن است با گروه‌های مجاور در هم پیچند و مسیری نامنظم و پیچیده را به سمت سطح دنبال کنند. این امر باعث شکل‌گیری مینای گره‌دار، که در نزدیکی نواحی سرویکال و همچنین در نواحی انسیزال و اکلوزال است ,میشود. (شکل۹-۱). به طور شهودی، ممکن است مینای گره دار به‌اندازه‌ی مینای معمولی دچار شکستگی نشود، اگرچه هیچ مطالعه تحقیقاتی این ادعا را ارزیابی نکرده است. این نوع از شکل‌گیری مینا در تراش دندان به‌آسانی تسلیم فشار وسایل برش دستی و تیغه دار نمی‌شود. جهت‌گیری سر و دم رادهای مینایی و گره خوردن آن‌ها، با مقاومت، توزیع و پراکنده کردن نیروهای ضربه ای، موجب استحکام می‌شود.

شکل ۹-۱ مینای گره‌دار (gnarled)منبع: (از,Berkovitz BKB, Holland GR Moxham BJ: Oral anatomy, Histology and Embryology, ed ٤, Edinburgh, ٢٠٠٩, Mosby.)

تغییر جهت رادهای مینایی که پتانسیل شکستگی را در جهت آگزیال به حداقل می‌رساند، (که ممکن است پتانسیل اتریشن، ابریژن و شکستگی را به حداقل برساند) ظاهری اپیتیکال به نام نوارهای هانتر-شرگر (Hunter-schreger bands) را می‌سازد (شکل ۱۰-۱). این نوارها در نواحی متفاوتی از هر دسته از دندانها دیده میشوندو به نظر از نواحی متناوب تیره و روشن با پهنای متفاوت و تفاوت اندک در نفوذپذیری و محتوای آلی ساخته‌شده‌اند. ازآنجایی‌که جهت‌گیری رادهای مینایی در هر دندان متفاوت است، نوارهای هانتر-شرگر نیز تفاوت‌هایی را ازنظر تعداد در هر دندان نشان می‌دهند.

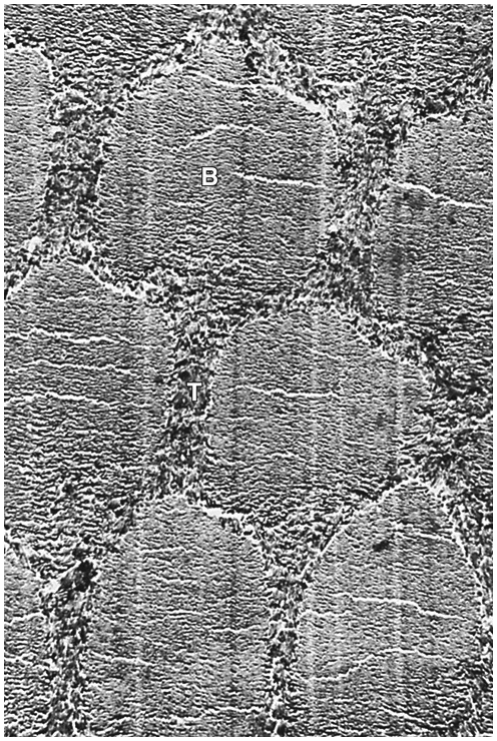
در دندانهای قدامی آن‌ها نزدیک سطح انسیزال قرارگرفته‌اند. تعداد و نواحی آن‌ها در دندان‌ها از کانین ها به پره مولرها افزایش می‌یابد. در مولرها، نوارها از نزدیکی ناحیه‌ی سرویکال تا نوک کاسپ ها دیده می‌شوند. در دندان‌های شیری، رادهای مینایی در قسمت‌های سرویکال و مرکزی تاج نسبت به محور طولی دندان تقریباً عمود قرارگرفته‌اند و مشابه جهت رادها در دوسوم اکلوزالی تاج در دندان‌های دائمی می‌باشند.



شکل۱۰-۱: فتومیکروگراف خطوط هانتر – شرگر مینا. تصویر با استفاده از نور بازتابی به‌دست‌آمده است. منبع: (اصلاح شده از Chiego DJ Jr: Es-sentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical، ویرایش ٤، سنت لوئیس، ٢٠١٤، Mosby.)

قطر رادهای مینایی در نزدیکی سطح خارجی حدود ۸µm و نزدیک مرز DEJحدود ۴µm است. این اختلاف قطر، سطح خارجی بزرگتر مینای تاجی در مقایسه با سطح عاجی در DEJ میسازد. رادهای مینایی، در مقطع عرضی، سری گرد (یا همان قسمت بدنه) و یک قسمت دم دارند، که امکان اتصال با رادهای مجاور را فراهم میکند. ارزیابی میکروسکوپی (×۵۰۰۰~) مقطع عرضی مینا نشان می‌دهد که قسمت سرگرد هر راد مابین بخش باریک دم دو منشور مجاور قرار می‌گیرد (شکل۱-۱۱). عموماً، قسمت سر گرد در جهت انسیزال یا اکلوزال؛ قسمت دم سرویکالی قرارگرفته‌اند. آخرین عمل آملوبلاست‌ها، پس از تکمیل تشکیل راد مینایی، ترشح غشایی است که روی انتهای رادهای مینایی را می‌پوشاند. این لایه غشای ناسمیت (Nasmyth membrane)(REE) یا کوتیکول مینایی اولیه نام دارد. آملوبلاست های به‌محض کامل شدن غشای ناسمیت دژنره می‌شوند که این غشا دندان

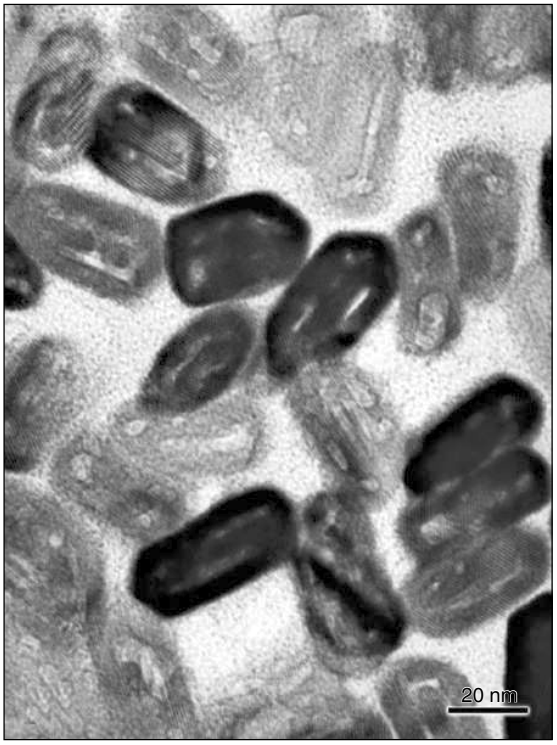
تازه رویش یافته را پوشانده و با جویدن و شست‌وشو سایش می‌یابد. این غشا با یک لایه نازک از پروتئین‌های بزاقی ارگانیک، که پلیکل نام دارد و روی مینا رسوب میکند، جایگزین می‌شود. میکروارگانیسم‌ها ممکن است به پلیکل چسبیده و بیوفیلم (پلاک باکتریایی) را به وجود آورند که در صورت داشتن ماهیت اسیدساز ممکن است آغازگر بیماری دندان شود.



شکل۱-۱۱: الکترومیکروگراف مقطع عرضی رادها در مینای بالغ انسان. جهت کریستال‌ها در "تنه " (B) نسبت به " دم ها " (T) متفاوت است. بزرگنمایی تقریبی ۵۰۰۰ برابرمنبع: (از Neal RJ: ،Griebstein WJ ، Meckel AH ساختار مینای دندان بالغ انسان همانطور که توسط میکروسکوپ الکترونی مشاهده شده است، Arch Oral Biol ۱۰(۷۷۵):۷۸۳-۵، ۱۹۶۵

هر راد مینایی شامل میلیون‌ها کریستالیت آپاتیت کوچک و کشیده است که ازنظر شکل و اندازه متفاوت‌اند. کریستالت‌ها در یک الگوی مشخص جهت‌گیری بطور محکم درهم فشرده شده‌اند که استحکام و تطابق ساختاری به رادهای مینایی می‌دهد. محور طولی کریستالیت های آپاتیت در درون ناحیه مرکزی سر (بدنه) تقریباً موازی محور طولی رادها جهت گرفته‌اند و با نزدیک شدن به ناحیه‌ی دم رفته‌رفته زاویه‌ی آن‌ها (۶۵ درجه) نسبت به محور طولی راد افزایش می‌یابد.

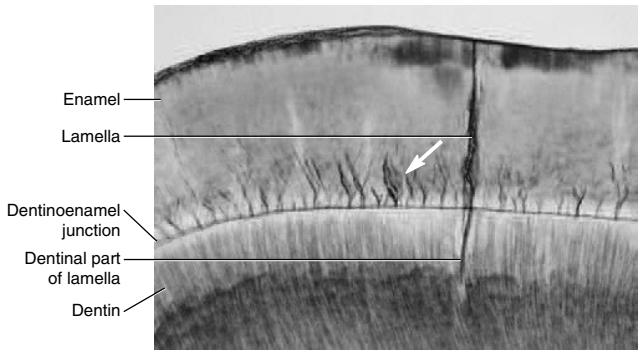
آسیب‌پذیری این کریستالیت ها به شرایط اسیدی، در پروسه‌ی پوسیدگی‌ها یا درنتیجه‌ی روند اچینگ، ممکن است با جهت‌گیری آن‌ها مرتبط باشد. انحلال معدنی ناشی از اسید (دمینرالیزاسیون) بیشتر در نواحی سر رخ می‌دهد. نواحی دمی و نواحی اطراف سر نسبتاً در برابر دمینرالیزاسیون اسیدی مقاوم‌اند. کریستالیت ها شکل نامنظمی دارند، به‌طور میانگین nm۱۶۰ طول و ۲۰ تا nm۴۰ عرض دارند. هر کریستالیت آپاتیت از هزاران واحد سلولی با اتم‌های بسیار منظم تشکیل‌شده است. یک کریستالیت ممکن است ۳۰۰ واحد سلولی طول، ۴۰ سلول عرض و ۲۰ سلول ضخامت در یک شکل ۶ گوش داشته باشد (شکل۱۲-۱). یک ماتریکس آلی هر کریستال را احاطه کرده است که از ساختار پشتیبانی میکند که مینای دندان را قادر میسازد تا بارهای مکانیکی را در طول عملکرد جویدن تحمل کند.



شکل ۱۲-۱: الکترومیکروگراف کریستالیت های مینایی ٦ ضلعی و بالغ منبع: (از Nanci A: Ten Cate's oral histology: development, structure, and function, ed ۷, St Louis, ۲۰۰۸, Mosby.)

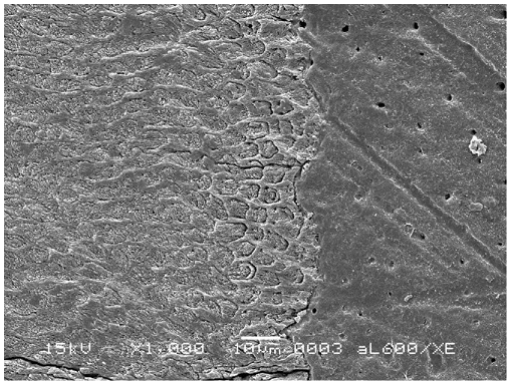
اگرچه مینا ساختاری سخت و فشرده است، نسبت به یون‌ها و مولکول‌های خاص نفوذپذیر است. این مسیر عبور ممکن است از طریق واحدهای ساختاری مانند: غلاف رادها، ترک‌های مینایی و سایر نواقصی باشد که کمتر معدنی شده‌اند و غنی از محتوی آلی‌اند. آب نقش مهمی به‌عنوان واسطه‌ی انتقالی از طریق فضاهای کوچک بین کریستالی ایفا می‌کند. تافت ها مینایی ساختارهای کم معدنی شده از ماده‌ی بین رادی میان گروه‌های از رادهای مینایی هستند که از DEJ شروع می‌شوند (شکل ۱۳-۱).

این استطاله‌ها از عاج بوجود آمده، در جهت محور طولی تاج به مینا گسترش یافته و ممکن است در گسترش پوسیدگی‌های دندانی نقش داشته باشند. لاملاهای مینایی نقایص نازک برگ شکلی بین گروه‌های رادهای مینایی هستند که از سطح مینا به سمت DEJ شکل گرفته‌اند، گاهی درون عاج امتداد می‌یابند (شکل۱۳-۱). آن‌ها بیشتر شامل مواد آلی بوده و ممکن است که دندان را نسبت به ورود باکتری‌ها و گسترش متعاقب پوسیدگی مستعد سازد. نفوذپذیری مینا با افزایش سن به علت تغییرات ماتریکس مینا که به‌عنوان بلوغ مینا شناخته می‌شود، کاهش می‌یابد.

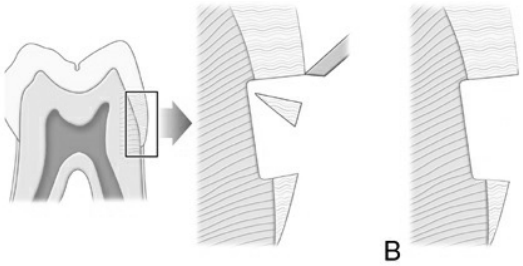


شکل ۱۳-۱: نمای میکروسکوپی لاملا که از سطح مینا به درون عاج می‌رود. به بافت مینایی (فلش) توجه کنید.منبع: (از Fehrenbach MJ, Popowics T: Illustrated dental Embryology, Histology, and Anatomy, ed ٤, St. Louis, Saunders ,٢٠١٦. با احترام جیمز مکینتاش, دکترا, استادیار بازنشسته, گروه علوم زیستی پزشکی, BaylorX, کالج دایلا)

مینا وقتی در شرایط اسیدی قرار می‌گیرد حل می‌شود، اما این حلالیت یکنواخت نیست. انحلال پذیری مینا از سطح به DEJ افزایش می‌یابد. وقتی یون‌های فلوراید در زمان شکل‌گیری مینا حضورداشته باشند یا به‌صورت موضعی روی سطح مینا اعمال شوند، انحلال‌پذیری سطح مینا کاهش می‌یابد. غلظت فلوراید به سمت DEJ کم می‌شود. مقادیر کمی از فلوراید می‌تواند بر سختی سطح تاثیر بگذارد و کریستالهای مینا را با کاهش حلالیت اسیدی، کاهش سرعت دمینرالیزاسیون و افزایش سرعت معدنی سازی مجدد تثبیت کند.مینا سخت‌ترین ماده‌ی بدن انسان است. سختی، یعنی مقاومت سطح یک ماده در برابر تغییر شکل پلاستیک، ممکن است بر روی سطح خارجی دندان با توجه به محل متفاوت باشد. همچنین، به سمت داخل کاهش‌یافته و حداقل سختی را در ناحیه‌ی DEJ نشان می‌دهد. دانسیته مینا نیز از سطح تا DEJ کاهش می‌یابد. مینا ساختار سختی است که هم قوی (ضریب الاستیک بالا، استحکام فشاری بالا) وهم شکننده(ناتوانی در تغییر شکل پلاستیک تحت استرس کششی)است. توانایی مینا برای تحمل کردن نیروهای جویدن به یک اتصال محکم و باثبات مینا به عاج با کمک DEJ بستگی دارد.عاج یک بیوکامپوزیت است. در مقایسه با مینا، عاج ماده‌ای قابل‌انعطاف‌تری (ضریب الاستیک پایین) است که هم قوی (استحکام فشاری بالا) و هم قابل ارتجاع (استحکام کششی بالا) می‌باشد. این ویژگیها چقرمگی شکست (به عنوان مثال، مقاومت در برابر شکست یک ماده شکننده در برابر انتشار فاجعه بار عیوب تحت تنش اعمالی) مینای سطحی تر را در صورت سالم بودن DEJ افزایش میدهد. اتصال بین مینا و عاج (DEJ) حاشیه‌ای اسکلوپ یا موج‌دار داشته و ستیغ موج‌ها به سمت میناست (شکل ۱۴-۱). برجستگی‌های گرد مینا درون فرورفتگی‌های کم‌عمق عاج قرار می‌گیرد. ممکن است این درهم‌رفتگی به اتصال بادوام مینا به عاج نقش داشته باشد.DEJ تقریباً ۲ µm ضخامت دارد و شامل یک کمپلکس معدنی شده از عاج درهم‌آمیخته، کریستالهای آپاتیت و پروتئین‌های ماتریکس مینایی می‌باشد. علاوه بر ارتباط فیزیکی، اسکلوب بین مینا و عاج، یک لایه ماتریکس اینترفاز(که عمدتا از یک شبکه کلاژن فیبریلی ساخته شده است)۱۰۰تا ۴۰۰ میکرومتر از DEJبه داخل مینای دندان گسترش میابد. این لایه‌ی ماتریکس اصلاح‌شده‌ی اینترفاز، خاصیت محدودکنندگی گسترش شکست را برای اینترفیس بین مینا و DEJ فراهم می‌کند و همچنین ثبات ساختاری کلی اتصال مینا به عاج را تأمین می‌نماید. رادهای مینایی که درنتیجه‌ی پوسیدگی یا طراحی نادرست تراش، فاقد حمایت عاجی شده‌اند به‌راحتی از رادهای مجاور شکسته می‌شوند. برای حداکثر استحکام در تراش دندان، تمام رادهای مینایی باید توسط عاج حمایت شوند (شکل ۱۵-۱).



شکل ۱۴-۱: نمای میکروسکوپی DEJ کنگره‌ای.(پیکان؛E(DEJ، مینا؛D، عاج.



شکل ۱۵-۱: A، منشورهای مینایی بدون ساپورت تکیه‌گاه عاجی به‌آسانی تحت‌فشار ابزار دستی شکسته می‌شوند. B، ناحیه‌ی طوق نشان‌دهنده‌ی رادهای مینایی ساپورت شده توسط تکیه‌گاه عاجی است.

کمپلکس پالپ - عاج

بافت‌های پالپ و عاج، بافت همبند تخصص‌یافته‌ای با منشأ مزودرمی هستند که از پاپیلای جوانه‌ی دندان تشکیل‌شده است. محققین بسیاری این دو بافت را به‌عنوان یک بافت واحد در نظر می‌گیرند، که مجموعه‌ی پالپ-عاج (DPC) را می‌سازند و عاج معدنی محصول نهایی تمایز و بلوغ سلولی می‌باشد.

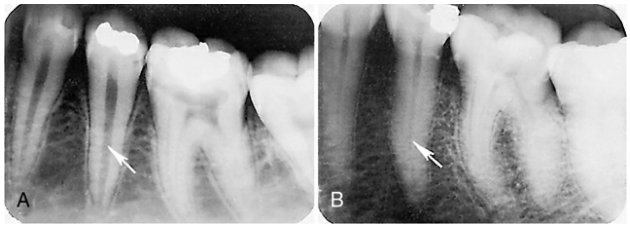
پالپ دندان حفره‌ی پالپ درون دندان را اشغال کرده است و یک ارگان تخصصی بی‌همتا در بدن انسان است که چهار وظیفه را انجام می‌دهد: (۱) سازندگی (تکامل)، (۲) تغذیه، (۳) حسی (حفاظتی) و (۴) ترمیمی (دفاعی). عملکرد سازندگی تولید عاج اولیه و ثانویه

توسط ادنتوبلاستهاست. عملکرد تغذیه‌ای فراهم کردن یون‌های معدنی، پروتئین‌ها و آب برای عاج از طریق عروق خونی تأمین‌کننده‌ی ادنتوبلاست‌ها و زوائد آن‌هاست (که مایع توبولار عاجی را ایجاد می‌کند {DTF}). عملکرد حسی، فیبرهای عصبی را درون پالپ برای انتقال حس درد فراهم می‌کند. گیرنده‌های عصبی درد عاج بی‌همتا هستند زیرا تحریک با هر محرکی تنها به‌صورت درد مشخص می‌شود. پالپ معمولاً بین گرما، لمس، فشار یا مواد شیمیایی تمایز قائل نمی‌شود. فیبرهای عصب حرکتی پاسخ‌هایی در عضلات دیواره‌ی عروق خونی جهت کنترل گردش خون پالپ ایجاد می‌کند. عملکرد دفاعی/ترمیمی در قسمت بعد در کمپلکس پالپ - عاج: پاسخ به چالش پاتولوژیک موردبحث قرارگرفته است.

پالپ با عاج احاطه‌شده و به‌طور محیطی با یک لایه‌ای سلولی از ادنتوبلاست‌ها (که عاج را ایجاد میکند)، منطقه بدون سلول(cell free zone) و منطقه غنی از سلول (cell rich zone)پوشیده شده است. پالپ حاوی اعصاب، شریانها، ونولها، مویرگها، کانالهای لنفاوی، سلولهای بافت همبند، مواد بین سلولی، ادونتوبلاستها، فیبروبلاستها، ماکروفاژها، کلاژن و فیبرهای ظریف است.

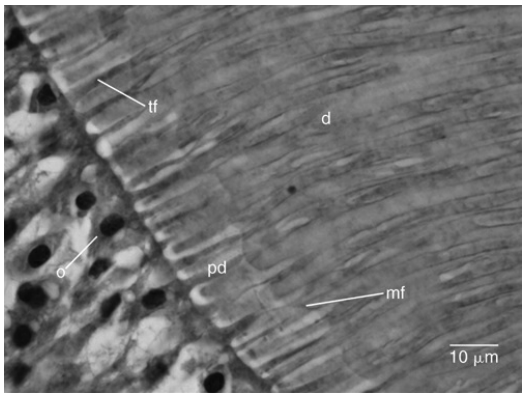
ازلحاظ آناتومیک، پالپ به دو قسمت تقسیم می‌شود: (۱) پالپ تاجی درون اتاقک پالپی واقع در تاج دندان که شامل شاخک‌های پالپی است که زیر لبه‌ی انسیزال و نوک کاسپ ها قرارگرفته‌اند و (۲) پالپ ریشه‌ای که درون کانال پالپ واقع در ریشه‌ی دندان قرارگرفته است. پالپ ریشه‌ای از طریق فورامن اپیکال یا فورامن ریشه، در امتداد بافت‌های محیطی(پری اپیکال) قرار می‌گیرد. کانال‌های فرعی ممکن است به‌طور جانبی از پالپ از طریق عاج ریشه به بافت‌های پریودنتال امتداد یابد.

آگاهی از کانتور و اندازه حفره پالپ در هنگام آماده سازی دندان ضروری است. شکل هر پالپ عموماً از شکل سطح خارجی دندان تبعیت می‌کند (شکل ۶-۱).سایز حفره‌ی پالپ بین دندان‌ها مختلف یک فرد و بین افراد مختلف متفاوت است. با افزایش سن، معمولاً اندازه‌ی حفره‌ی پالپ کاهش می‌یابد. رادیوگرافی‌ها در تعیین اندازه‌ی پالپ و شرایط پاتولوژیک فوق‌العاده مفید هستند (شکل ۱۶-۱). معاینه‌ی اولیه طی روندهای درمانی جهت حفظ حیات پالپ باید صورت گیرد.



شکل ۱۶-۱: اندازه‌ی حفره‌ی پالپ. A، رادیوگرافی پره مولر فردی جوان.B، رادیوگرافی پره مولر فردی مسن‌تر. به تفاوت سایز حفره‌ی پالپ توجه کنید (فلش‌ها).

شکل‌گیری عاج، دنتینوژنزیس، توسط ادنتوبلاست‌ها صورت میگیرد. این سلولها به‌عنوان قسمتی از بافت پالپ و عاج در نظر گرفته می‌شوند زیرا بدنه‌ی آن‌ها درون حفره‌ی پالپ قرار دارد، و زائده‌های سلولی سیتوپلاسمی بلند و باریک آن‌ها (فیبرهای تومز) درون توبول‌هایی در عاج مینرالیزه به میزان زیادی (۱۰۰-۲۰۰ mμ) گسترش می‌یابند (شکل ۱۷-۱).



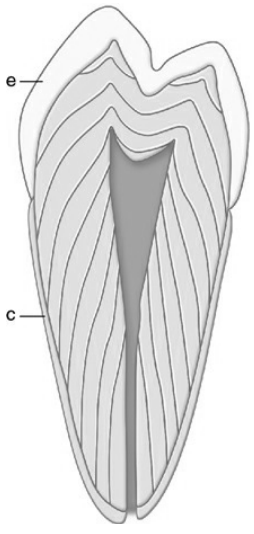
شکل۱۷-۱: ادونتوبلاست‌ها (O) زوائد سلولی (فیبرهای تومز] tf [) دارند که از میان پره دنتین (pd) به درون عاج (d) کشیده شده‌اند. mf، جبهه‌ی مینرالیزاسیون

به علت وجود این زوائد سلولی ادونتوبلاست ها، عاج- یک بافت زنده با توانایی واکنش به محرک‌های فیزیولوژیک و پاتولوژیک در نظر گرفته می‌شود. زوائد ادنتوبلاستیک گاهی از DEJ به درون مینا عبور می‌کنند و وقتی انتهای آن‌ها ضخیم می‌شود، دوک‌های مینایی (enamel spindles) نام می‌گیرند (شکل ۱۸-۱). دوک‌های مینایی ممکن است به‌عنوان گیرنده‌های درد عمل کنند، که حساسیت تجربه‌شده توسط بعضی بیماران در طول تراش دندان که فقط محدود به مینا است را توجیه می‌کند.

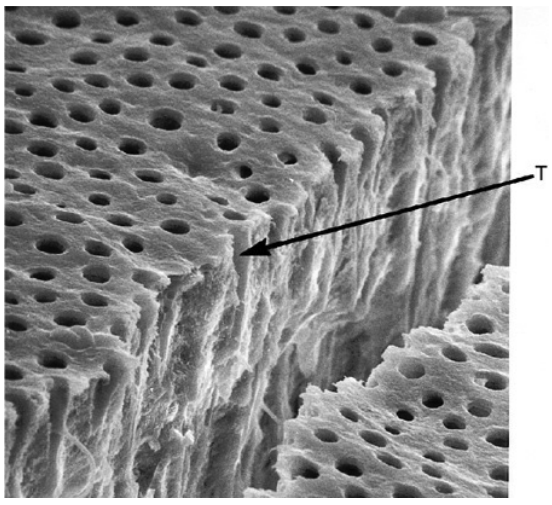
شکل۱۸-۱: مقطع طولی مینا. زوائد ادونتوبلاستیک تحت عنوان دوک‌های مینایی تا مینا کشیده شده‌اند(A)منبع: (از Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ: Oral anatomy, Histology and Embryology, ed ٤, Edinburgh, Mosby, ۲۰۰۹. با احترام دکتر R. Sprin

عاج بزرگ‌ترین قسمت دندان را می‌سازد و تقریباً در تمام طول دندان گسترش می‌یابد. عاج از خارج، در قسمت تاج آناتومیک با مینا و در قسمت ریشه‌ی آناتومیک با سمان پوشیده شده است. از داخل عاج، دیواره‌های حفره‌ای پالپ را می‌سازد (پالپ چمبر و کانال‌های پالپی) (شکل-۱۹-۱). تشکیل عاج درست قبل از تشکیل مینا آغاز می‌شود. ادنتوبلاست ها با آغاز دور شدن از آملوبلاست های مجاور یک ماتریکس کلاژنی خارج سلولی(ECM) را می‌سازند. معدنی شدن ماتریکس با تغییرات آن توسط پروتئین‌های غیر کلاژنی مختلفی به‌تدریج در طی ترشح، خودآرایی /سازماندهی تسهیل می‌شود. جدیدترین لایه‌ی شکل‌گرفته‌ی عاج همیشه روی سطح پالپی است. این ناحیه‌ی معدنی نشده درست در کنار جسم سلولی ادنتوبلاستهاست و پره دنتین نام دارد (شکل ۱۷-۱). شکل‌گیری عاج از نواحی مجاور نوک کاسپ یا لبه‌ی انسیزال شروع‌شده و به تدریج به میزان ۴ µm~ در روز به سمت نوک ریشه گسترش می‌یابد (شکل۱۹-۱). برخلاف تشکیل مینا، تشکیل عاج پس از رویش دندان و در طول حیات پالپ ادامه دارد. عاجی که شکل اولیه‌ی دندان را می‌سازد عاج اولیه نام دارد و معمولاً ۳ سال بعد از رویش دندان کامل می‌شود (در مورد دندان‌های دائمی).

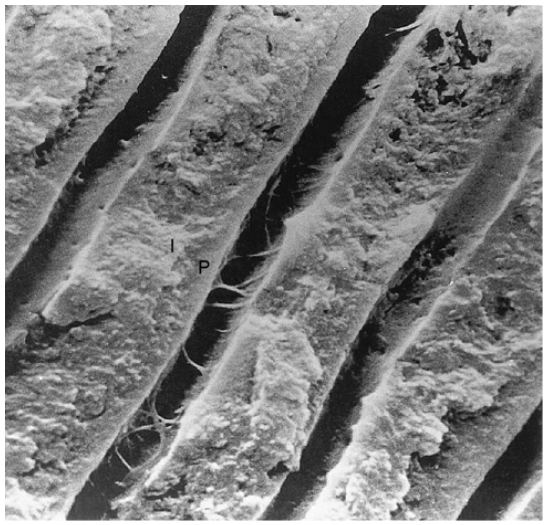
توبول های عاجی کانال‌های کوچکی هستند که از پروسه‌ی تشکیل عاج باقی‌مانده‌اند و در کل پهنای عاج از پالپ تاDEJگسترش می‌یابند (شکل‌های ۲۰-۱و۲۱-۱). هر توبول شامل زوائد سیتوپلاسمیک سلولی یک ادنتوبلاست (فیبر تومز) است و با لایه ای از عاج اطراف توبولی احاطه‌شده که نسبت به عاج بین توبولی اطراف بیشتر معدنی شده است (شکل۲۱-۱).



شکل ۱۹-۱: الگوی شکل‌گیری عاج اولیه. این شکل همچنین مینا (e) پوشاننده‌ی تاج آناتومیک و سمان (c) پوشاننده‌ی ریشه‌ی آناتومیک را نشان می‌دهد.

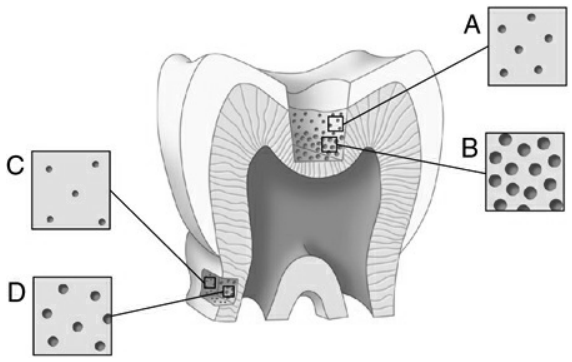


شکل ۲۰-۱: سطح عاج زمینه‌ای اسید اچ شده با اسید فسفریک ۳۷٪. ترک مصنوعی قسمتی از توبول های عاجی (T) را نشان می‌دهد. منافذ توبول ها باز شده و با کاربرد اسید پهن‌تر شده‌اند. منبع: (از Brännström M: Dentin and pulp in restorative دندانپزشکی، لندن، ۱۹۸۲، Wolfe Medical.)



شکل ۲۱-۱: توبول های عاجی در مقطع عرضی، ۱/۲ mm از پالپ. عاج دور توبولی (p) نسبت به عاج درون توبولی (I) معدنی‌تر است. منبع: (از Brän-nström M: Dentin and pulp in restorative دندانپزشکی، لندن، ۱۹۸۲، Wolfe Medical.)

ناحیه‌ی سطحی عاج در DEJ و اتصال عاج سمان (DCJ)نسبت به حفره‌ی پالپ بسیار وسیع‌تر است. ازآنجایی‌که ادونتوبلاست ها عاج را طی روندی روبه‌داخل پالپ شکل می‌دهند، توبول ها در نزدیکی پالپ به هم فشرده شده‌اند. تعداد توبول‌ها از ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰/ mm^2 درDEJ افزایش می‌یابد. به ۴۵۰۰۰تا ۶۵۰۰۰/ mm^2 در پالپ افزایش می‌یابد. مجرای توبول ها نیز از DEJ به سطح پالپ متفاوت است. در عاج تاجی، میانگین قطر توبول‌ها در DEJ ۰/۵ µm تا ۰/۹ µm است، اما در نزدیکی پالپ به ۲ تا ۳ µm افزایش می‌یابد (شکل۲۲-۱).

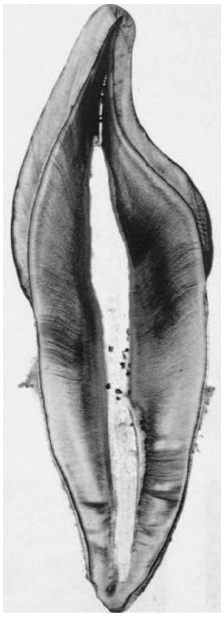


شکل ۲۲-۱: توبول ها در عاج سطحی نزدیک DEJ (A) در قیاس با عاج عمقی (B) کوچک‌تر بوده و با تراکم کمتری پراکنده شده‌اند. توبول ها در عاج سطحی ریشه (C) و عاج عمقی ریشه (D) در مقایسه با عمق مشابه در عاج تاجی، کوچک‌تر و با تعداد کمتری می‌باشند.

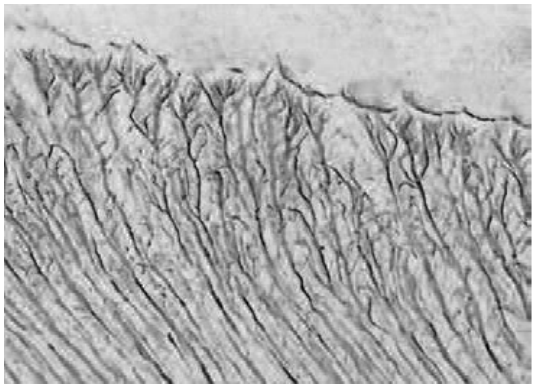
مسیر توبولهای عاجی در تاج دندان خمیدگی S شکل ملایمی می‌باشد، اما توبول ها در لبه‌ی انسیزال، کاسپ ها و نواحی ریشه‌ای مستقیم‌ترند (شکل ۲۳-۱). توبول ها معمولاً عمود بر DEJ جهت‌گیری کرده‌اند. در طول دیواره‌ی توبول ها بازشدگی‌های جانبی کوچکی به نام کانالیکول یا کانال‌های جانبی وجود دارد. کانال‌های جانبی درنتیجه‌ی وجود شاخه‌های ثانویه (جانبی) زوائد ادونتوبلاستیک مجاور در طول دنتینوژنزیس تشکیل می‌شوند. نزدیک DEJ، توبول ها به چند انشعاب انتهایی تقسیم می‌شوند و یک شبکه‌ی درون ارتباطی و آناستوموز دهنده را میسازند (شکل۲۴-۱).

پس از شکل‌گیری عاج اولیه، رسوب عاج با سرعت کمتری (۰/۴ ~ mμ در روز) ادامه می‌یابد، حتی اگر هیچ‌گونه محرکی وجود نداشته باشد، اگرچه که سرعت و مقدار این عاج فیزیولوژیک ثانویه به‌طور قابل‌ملاحظه‌ای بین افراد مختلف متفاوت است. در عاج ثانویه، توبول‌ها الگوی جهتی اندکی متفاوت با عاج اولیه را نشان می‌دهند (شکل ۲۵-۱). عاج ثانویه تمام سطوح داخلی حفره‌ی پالپ را می‌سازد، اما در حفره‌ی پالپی در دندان‌های چند ریشه تمایل دارد که در سقف و کف از دیواره‌های کناری ضخیم‌تر باشد.

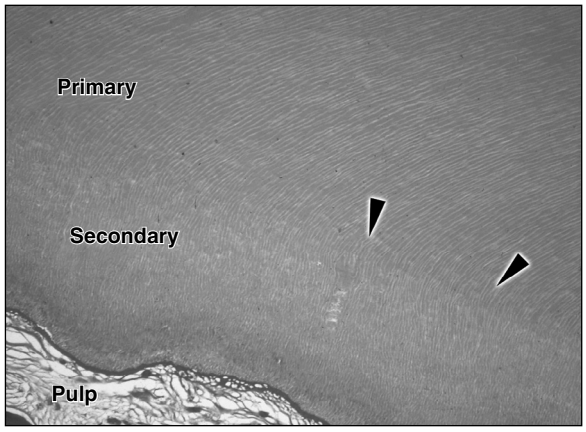
با افزایش سن دیواره‌های توبول های عاجی (عاج پری توبولار) در عاج اولیه به‌تدریج از طریق رسوب مداوم مواد معدنی ضخیم‌تر می‌شود، درنتیجه عاج سخت‌تر و متراکم‌تر می‌شود و از حساسیت آن کاسته می‌شود چون با کوچک‌تر شدن فضای مجاری ترشح ماده‌ی توبولار محدودتر می‌شود. این افزایش مقدار مواد معدنی در عاج اولیه، تحت عنوان اسکلروز عاج تعریف می‌شود(DS). اسکلروزی که درنتیجه سن ایجاد می‌شود، اسکلروز فیزیولوژیک عاج نامیده می‌شود.



شکل ۲۳-۱: مقطع زمینه‌ای (groundsection) اینسایزور انسان. مسیر توبول‌های عاجی خمیدگی S شکل خفیفی در تاج دارند، اما در نوک انسیزال و ریشه مستقیم‌اند.منبع: (از Young B, Lowe JS, Stevens A, Heath JW: Wheater's functional hisistology: a text and color atlas, ed ۵, Edinburgh, Churchill Livingston ,۲۰۰۶



شکل۲۴-۱: مقطع زمینه‌ای نشان‌دهنده‌ی توبول های عاجی و انشعابات جانبی آن‌ها نزدیک DEJ.منبع: (از Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ: Oral anatomy, Histology, and Embryology, ed ٤, Edinburgh, ۲۰۱۰, Mosby.)



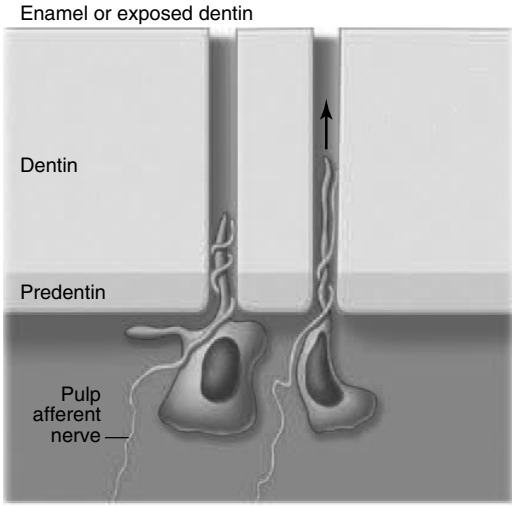
شکل ۲۵-۱: مقطع زمینه‌ای عاج با سطح پالپی در راست. خمیدگی توبول‌های عاجی از عاج اولیه به ثانویه مشخصاً تغییر می‌کند. توبول های عاجی در عاج ثانویه شکل نامنظم‌تری دارند.منبع: (از Nanci A: Ten Cate's oral histology: development, structure, and function, ed ۸, St. Louis, ۲۰۱۳, Mosby

عاج انسان تقریباً ٪۵۰ حجمی از مواد غیر آلی و ٪۳۰ حجمی مواد آلی تشکیل‌شده است. مواد آلی شامل تقریباً ٪۹۰ کلاژن نوع ۱ و ٪۱۰ از پروتئین‌های غیر کلاژنی است. عاج نسبت به مینا کمتر، اما از سمان و استخوان بیشتر معدنی شده است. محتوای معدنی عاج با افزایش سن بالا می‌رود. فاز معدنی عمدتا از بلورهای (HA)تشکیل شده است که به شیوه ای سیستماتیک کمتر از کریستالیتهایی مینا مرتب شده اند. کریستالیت های عاج از کریستالیت های مینا کوچک‌تر و طولی معادل ۲۰ تا ۱۰۰ mμ و عرضی معادل ۳ nm دارند که مشابه آن اندازه‌ای است که در استخوان و سمان دیده می‌شود. عاج به‌وضوح از مینا نرم‌تر است اما از سمان و استخوان سخت‌تر می‌باشد. سختی عاج به‌طور میانگین یک‌پنجم میناست و سختی آن در نزدیکی DEJ سه برابر بیشتر از ناحیه‌ی نزدیک پالپ است. اگرچه عاج بافتی سخت و معدنی است، اما قابل‌انعطاف بوده و ضریب کشسانی حدود ۱۸ گیگا پاسکال (Gpa) دارد. این انعطاف‌پذیری به حمایت از مینایی شکننده‌تر و کمتر منعطف کمک می‌کند. عاج به‌اندازه‌ی ساختار رادی مینا مستعد شکستن نیست. اغلب "خطوط ترک" کوچکی روی مینا دیده می‌شود، که نمایانگر شکستگی‌های خفیف ساختاری است. خطوط ترک معمولاً ازلحاظ بالینی حائز اهمیت نیست مگر آن‌که همراه با شکستگی عاج زیرین باشد (شکل۲۶-۱). استحکام کششی نهایی عاج تقریباً ۹۸ مگا پاسکال (mpa) است، درحالی‌که استحکام کششی نهایی مینا تقریباً ۱۰ mpa است. استحکام فشاری عاج و مینا به ترتیب ۲۹۷ و ۳۸۴ mpa می‌باشد.

شکل۲۶-۱: خطوط ترک مینایی که ثانویه به بارگذاری اکلوزالی شدید در طول جویدن و یا فعالیت پارافانکشنال ایجاد میشود.

طی تراش دندان، عاج معمولاً توسط (۱) رنگ واپسیته، (۲) بازتاب و(۳) سختی از مینا افتراق داده می‌شود. عاج معمولاً زرد- سفید و اندکی تیره‌تر از مینا است. در بیماران مسن‌تر، عاج تیره‌تر بوده و در مواجهه با مایعات دهانی، مواد ترمیمی قدیمی یا پوسیدگی‌های آهسته پیش‌رونده قهوه‌ای یا سیاه شود. سطح عاج متخلخل تر هست، که باعث میشود در مقایسه با سطوح مینای دندان که شفاف و براق به نظر میرسد، اپک تر و مات تر(بازتاب کمتری نسبت به نور) به نظر برسد. عاج از مینا نرم‌تر است و تغییرات بیشتری در اثر فشار نوک تیز سوند در آن ایجاد می‌شود، اما این وابسته به ناحیه است.عاج در نزدیکی پالپ نرمتر از نواحی محیطی است.

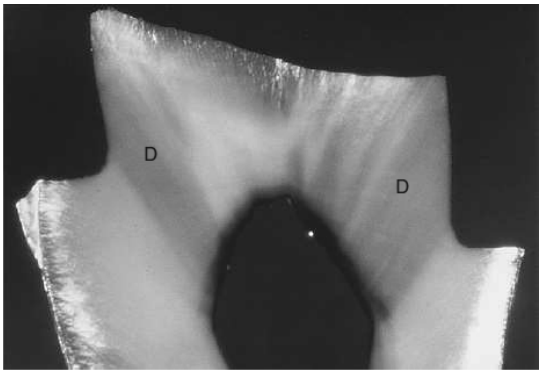
حساسیت عاجی زمانی درک می‌شود که پایانه‌های آوران گیرنده‌های عصبی درد، در مجاورت نزدیک زوائد ادونتوبلاستیک درون توبول‌های عاجی، دپلاریزه می‌شود. این هدایت عصبی اغلب اوقات توسط سیستم اعصاب مرکزی (CNS) به‌عنوان درد تفسیر می‌شود. تحریکات فیزیکی، دمایی، شیمیایی، باکتریایی و تروماتیک به‌وسیله‌ی فیبرهای عصبی کنترل می‌شوند و از طریق توبول های عاجی پر از مایع (به عبارتی دیگرمایع عاجی) تشخیص داده می‌شوند، اگرچه مکانیسم دقیق تشخیص هنوز به‌طور قطعی تعیین نشده است. قابل‌قبول‌ترین تئوری برای تشخیص تحریکات تئوری هیدرودینامیک می‌باشد که اظهار می‌کند که آغاز تحریک با حرکت سریع مایع توبولار درون توبول‌های عاجی به دپلاریزه شدن عصب می‌انجامد. اعمال ترمیمی شامل بریدن، خشک کردن، تغییرات فشار اسمزی یا تغییرات دما منجر به حرکت سریع مایع توبولار می‌شود که به‌صورت درد درک می‌گردد.(شکل۲۷-۱)



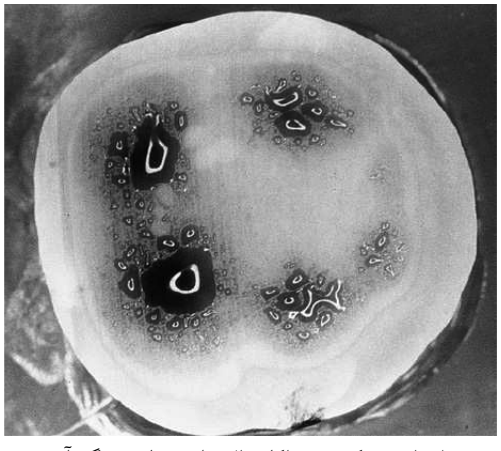
شکل۲۷-۱: تحریکی که حرکت سریع مایع درون توبول های عاجی را القا کند، ادونتوبلاست ها و اعصاب آوران (فلش‌ها) را از شکل طبیعی انداخته و به حس درد منتهی می‌شود. بسیاری از پروسه های ترمیمی مثل برش یا خشک کردن با هوا، حرکت سریع مایع را القا می‌کنند.

توبول های عاجی با مایع عاجی، ترانسودایی از پلاسما که محتوای تمام اجزای ضروری برای انجام منیرالیزاسیون و پاسخهای محافظتی است، پرشده‌اند. این اجزا شامل آب، پروتئین‌های ماتریکس، پروتئین‌های اصلاح کننده ی ماتریکس و یون‌های معدنی و ایمونوگلوبولینها است. پالپ زنده‌ی دندان یک فشار مثبت ملایم دارد که منجر به ترشح مداوم مایعات عاجی به سمت سطح خارجی دندان می‌شود. مینا و

سمان هرچند نیمه‌تراوا، یک‌لایه‌ی مؤثر ایجاد می‌کنند که از عاج زیرین محافظت می‌کند و ترشح مایع توبولار را محدود می‌سازد. وقتی مینا یا سمان طی تراش دندان حذف می‌شوند، سیل خارجی از بین می‌رود و به مایع توبولی اجازه حرکت بیشتری به سمت سطح برش خورده را می‌دهد. مطالعات نفوذپذیری عاج نشان داده‌اند که توبول‌ها ازنظر عملکردی بسیار کوچک‌تر از ابعاد اندازه‌گیری شده به طریق میکروسکوپی‌اند، زیرا در طول آن‌ها تنگ‌شدگی‌های زیادی وجود دارد (شکل۲۱-۱). نفوذپذیری عاج در تمام دندانها یکسان نیست. عاج تاجی نسبت به عاج ریشه‌ای بسیار نفوذپذیرتر است. همچنین تفاوت‌هایی در خود عاج تاجی دیده می‌شود (شکل۲۲-۱و۲۸-۱). نفوذپذیری عاج به‌طور اولیه به ضخامت عاج باقی‌مانده (به عبارتی دیگر طول توبول ها) و قطر توبول ها بستگی دارد. ازآنجایی‌که توبول ها در نزدیکی پالپ کوتاه تر و بیشترند و قطر بزرگتری دارند، عاج عمقی در مقایسه با عاج سطحی، سد پالپی کم اثرتری است (شکل۲۲-۱و۲۹-۱).



شکل۲۸-۱: مقطع زمینه‌ای از اماده سازی MOD (مزیو اکلوزو دیستال) دندان مولر سوم. رنگ آبی تیره درون حفره‌ی پالپ تحت فشار پس از آماده سازی دندان قرار داده شد.نواحی تیره از نفوذ رنگ (D) نشان داد که توبولهای عاجی در دیواره های آگزیال نسبت به آنهایی که در کف پالپال آماده سازی قرار دارند، بسیار نفوذ پذیر تر هستند.

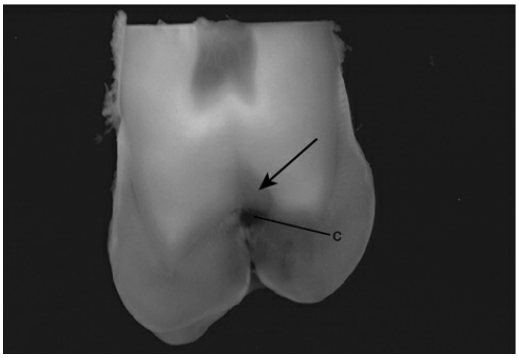


شکل۲۹-۱:مقطع افقی یک‌سوم اکلوزال تاج مولر. رنگ آبی تیره درون حفره‌ی پالپ تحت‌فشار قرار داده شد. نواحی عمقی عاج (روی شاخک‌های پالپی) نسبت به عاج سطحی بسیار نفوذپذیرترند.منبع: (از Pashley DH, Andringa HJ, Derkson GD, Derkson ME, Kalathoor SR: Regional variability in the permeability of human dentin, Arch Oral Biol ۱۹۸۷;۳۲:۵۱۹-۵۲۳, با اجازه از Pergamon, Oxford, UK.)

کمپلکس پالپ- عاج: پاسخ به چالش پاتولوژیک

کمپلکس پالپ عاج از طریق سیستم‌های ایمنی-التهابی پالپی و ترمیم/تشکیل عاج، به پاتولوژی دندان پاسخ می‌دهد. عملکردهای دفاعی و ترمیمی پالپ به‌واسطه‌ی یک پاسخ بسیار پیچیده‌ی دفاع میزبان به تحریکات باکتریایی، شیمیایی، مکانیکی و یا حرارتی انجام می‌شود. در ابتدا ادنتوبلاست‌های اولیه به تشکیل ضایعه پاسخ می‌دهد و با بافت پالپی عمیق‌تر ارتباط برقرار می‌کنند (از طریق سیتوکینز و کموکینز) مانند زمانی که یک واکنش التهابی تطابقی و ذاتی شروع می‌شود. صدمات خفیف تا متوسط معمولاً یک پاسخ التهابی برگشت‌پذیر تحت عنوان پالپیت برگشت‌پذیر در پالپ ایجاد می‌کنند، که با حذف پاتولوژی برطرف می‌گردد. صدمات متوسط تا شدید (مانند پوسیدگی‌های عمیق) ممکن است منجر به تخریب زوائد ادونتوبلاستی تحت تأثیر قرارگرفته و مرگ ادونتوبلاست‌های اولیه مربوطه، گردد. محصولات سمی باکتری‌ها، مولکول‌های آزادشده از ماتریکس عاج دمینرالیزه شده، و یا غلظت و تمرکز بالای واسطه‌های پاسخ التهابی ممکن است سیگنالی برای مرگ ادونتوبلاست‌های اولیه باشد. در موارد صدمه‌ی شدید، یک پاسخ التهابی برگشت‌ناپذیر پالپ (پالپیت برگشت‌ناپذیر) درنهایت منجر به اتساع مویرگ، ادم ناحیه‌ای، بند آمدن جریان خون، کمبود اکسیژن و نهایتاً نکروز پالپی خواهد شد (فصل ۲ را ببینید).

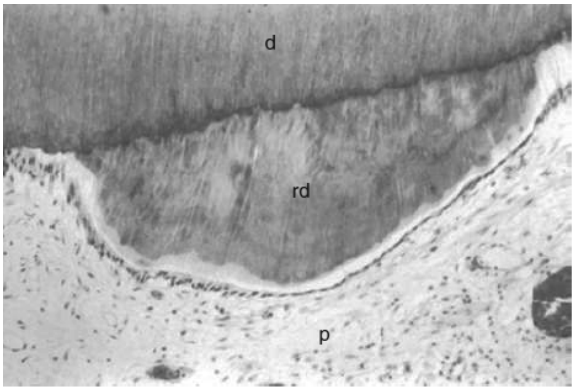
فرایندهای بسیار ابتدایی دفاع میزبان در عاج اولیه، به دنبال توقف پیشرفت ضایعه‌ی پوسیدگی، به‌وسیله‌ی رسوب مواد معدنی در مجراهای توبول‌های عاجی ناحیه‌ی تحت تأثیر قرارگرفته میباشد. انسداد فیزیکی مجراهای توبولی، توانایی نور را برای عبور از این منطقه افزایش می‌دهد (یعنی شفافیت آنرا افزایش می‌دهد). این عاج، عاج شفاف (transparent dentin) نامیده می‌شود (شکل ۳۰-۱). عاج در این منطقه به دلیل از دست رفتن عاج بین توبولی، به‌اندازه‌ی عاج نرمال اولیه سخت نیست (فصل ۲ را ببینید). پروسه ترمیمی موفق دفاع میزبان منجر به رمینزالیزه شدن عاج بین توبولی، علاوه بر انسداد معدنی توبول‌های عاجی می‌شود. که سبب افزایش مینرالیزاسیون کلی این عاج اولیه‌ی تحت تأثیر پوسیدگی میگردد، که اسکلروزیس عاج واکنشی نامیده می‌شود.



شکل ۳۰-۱: عاج شفاف (فلش) زیر یک ضایعه‌ی پوسیدگی (C).

پروسه‌ی تشکیل عاج عمقی همزمان با پاسخ التهابی پالپی اتفاق می‌افتد و منجر به تشکیل عاج ثانویه در اینترفیس پالپ–عاج می‌گردد. اثر اصلی این پروسه‌ها، افزایش ضخامت/کارایی عاج به‌عنوان یک سد محافظتی برای بافت پالپ، می‌باشد. دو نوع عاج ثالثیه در پاسخ به تشکیل ضایعه ایجاد می‌شود. در مورد صدمه‌ی خفیف (برای مثال یک ضایعه‌ی پوسیدگی کم‌عمق)، ادونتوبلاست‌های اولیه شروع به افزایش تشکیل عاج در طول نواحی داخلی عاج زیر ناحیه‌ی تحت تأثیر قرارگرفته، به‌وسیله‌ی ترشح عاج واکنشی ثالثیه (با "عاج واکنشی")، می کنند. عاج واکنشی ماهیت توبولار دارد و با عاج اولیه و ثانویه، پیوسته است.

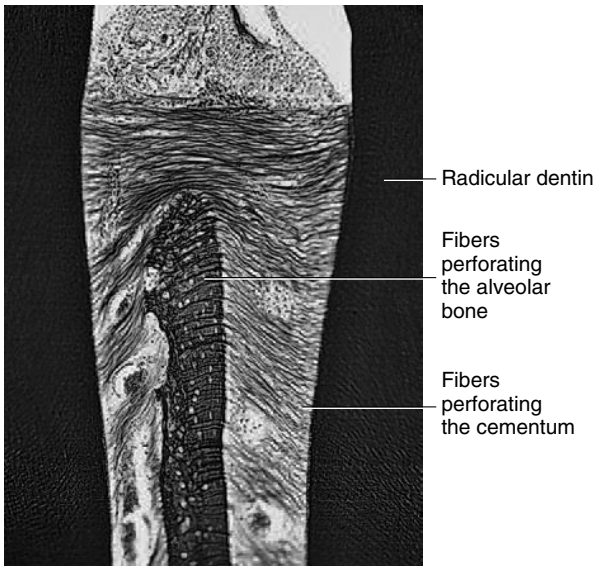
صدمه‌ی شدیدتر (برای مثال ضایعه پوسیدگی عمیق) منجر به مرگ ادونتوبلاست‌های اولیه می‌شود. هنگامی‌که مراحل درمانی با موفقیت صدمه را برطرف می‌کنند، سلول‌های جایگزین (به نام‌های گوناگون ادنتوبلاست‌های ثانویه، سلول‌های شبه ادنتوبلاست، یا سلول‌های ادنتوبلاستوئید) از سلول‌های مزانشیم زاینده ی پالپی(MSCs) تمایز پیدا می‌کنند. ادنتوبلاست‌های ثانویه بعداً عاج ترمیمی ثالثیه (یا "عاج ترمیمی") را به‌عنوان بخشی از دفاع مداوم میزبان، می‌سازند. عاج ترمیمی معمولاً به‌صورت عاج ناحیه‌ای ظاهر می‌شود که روی دیوار حفره‌ی پالپ، دقیقاً زیر ناحیه‌ای از دندان که آسیب‌دیده، رسوب می‌کند (شکل ۳۱-۱). عاج ترمیمی معمولاً غیرتوبولار است و درنتیجه ازنظر ساختاری با عاج اولیه و ثانویه متفاوت است.



شکل ۳۱-۱: عاج ترمیمی در پاسخ به یک ضایعه‌ی پوسیدگی. d، عاج؛rd، عاج ترمیمی؛p، پالپ. منبع: (از Trowbridge HO: Pulp biology: Progress در طول ۲۵ سال گذشته، Aust Endo J ۲۹(۱):۵-۱۲، ۲۰۰۳

سمان

سمان لایه‌نازکی از بافت سخت دندانی است که ریشه‌ی آناتومیک دندان را می‌پوشاند و توسط سلول‌هایی به نام سمنتوبلاست که از سلول‌های مزانشیمی تمایز نیافته(MSCs) داخل بافت همبند فولیکول دندانی ایجاد می‌شوند، ساخته می‌شود. سمان اندکی از عاج نرم‌تر بوده و شامل حدود ۴۵٪ تا ۵۰٪ وزنی مواد معدنی (هیدورکسی آپاتیت) و ۵۰٪ تا ۵۵٪ وزنی مواد آلی و آب می‌باشد. قسمت آلی به‌طور عمده از کلاژن و پلی ساکاریدهای پروتئینی(pc) تشکیل‌شده است. الیاف شارپی قسمتی از فیبرهای کلاژن اصلی لیگامان پریودنتال(PDL) هستند که در سمان و استخوان آلوئول فرورفته و اتصال دندان به آلوئول را می‌سازند (شکل ۳۲-۱). سمان بدون عروق است.



شکل ۳۲-۱: فیبرهای اصلی لیگامان پریودنتال به درون لایه‌ی سطحی سمان به نام الیاف شارپی ادامه پیدا می‌کنند.منبع: (اصلاح شده از Chiego DJ Jr: Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical رویکرد، ویرایش ٤، سنت لوئیس، ۲۰۱٤، Mosby

سمان زرد است و در رنگ اندکی روشن‌تر از عاج است. در طول زندگی دائماً تشکیل می‌شود: زیرا با افزایش سن لایه‌ی سطحی سمان، یک‌لایه‌ی جدید رسوب می‌کند تا اتصالات دست‌نخورده باقی بمانند. سمان بدون سلول (یعنی هیچ سمنتوبلاستی وجود ندارد) عمدتاً با نیمه‌ی تاجی ریشه در ارتباط است. سمان سلول دار غالباً با نیمه‌ی اپیکال ریشه در ارتباط است. سمان در انتهای ریشه فورامن اپیکال را احاطه کرده و گاهی اندک درون کانال پالپ گسترش می‌یابد. ضخامت سمان ممکن است در انتهای ریشه جهت جبران سایش اتریشنال سطح اکلوزال یا انسیزال و رویش غیرفعال دندان، افزایش یابد.

اتصال سمان و عاج در دندان دائمی نسبتاً صاف است. اتصال سمان به عاج گرچه کاملاً شناخته‌نشده، بسیار بادوام است. سمان به مینا اتصال می‌یابد تا CEJ را بسازد. در حدود ۱۰٪ از دندان‌ها، مینا و سمان به هم نمی‌رسند و این امر می‌تواند منجر به ایجاد نواحی حساس شود زیرا دهانه‌ی توبول‌های عاجی پوشیده نشده‌اند.abrasion، erosion، پوسیدگی‌ها، جرم‌گیری و پروسه‌های پرداخت نهایی ترمیم و پالیش ممکن است عاج را از پوشش سمانی خود برهنه سازد. این امر ممکن است منجر به حساسیت به محرک‌های مختلف شود (برای مثال، گرما، سرما، مواد شیرین، مواد ترش). قابلیت بازسازی محدود

سمان(turnover) ممکن است هرچند درک آن ضعیف است. مقداری تحلیل در سمان و عاج قسمت اپیکال ریشه ممکن است رخ دهد، اما درصورتی که فشارهای ارتودنیک شدید منجر به حرکت دندانی، خیلی سریع تر از ریمادلینگ استخوان آلوِولار شود (شکل۳۳-۱).

شکل۳۳-۱: رادیوگرافی تحلیل ریشه در اینسایزور لترال پس از حرکات ارتودنسی دندان را نشان می‌دهد.

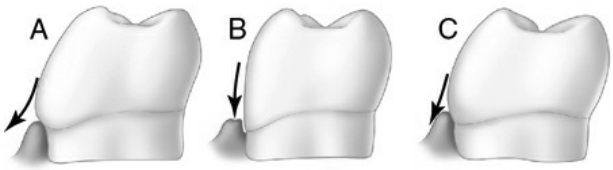
فیزیولوژی شکل دندان

عملکرد

دندان‌ها چهار عملکرد اصلی دارند : ۱) جویدن، ۲) زیبایی، ۳) تکلم و ۴) محافظت از بافت پشتیبان. شکل نرمال دندان و قرارگیری مناسب، کارایی را در برش و خرد کردن غذا تضمین می‌کند. دسته‌های مختلف دندان – اینسایزورها، کانین‌ها، پره مولرها و مولرها - عملکردهای خاصی را در پروسه‌ی جویدن و در هماهنگی با ماهیچه‌های مختلف جویدن انجام می‌دهند. شکل و نحوه‌ی قرارگیری دندان‌های قدامی به زیبایی ظاهر فیزیکی فرد کمک می‌کند. شکل و قرارگیری دندان‌های قدامی و خلفی به تلفظ بعضی صداهای کمک می‌کند به‌طوری‌که برای تکلم موثر باشد. درنهایت، شکل و نحوه‌ی قرارگیری دندان‌هابه تکامل و حفظ بافت لثه‌ای پشتیبان و استخوان آلوئولار کمک می‌کند.

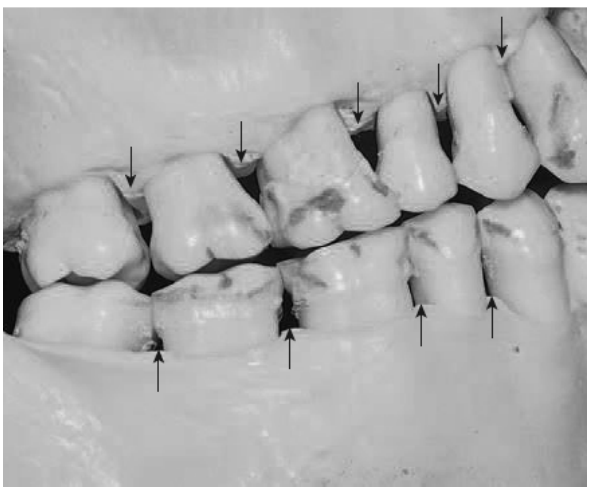
کانتورها

سطوح فیشیال و لینگول درجاتی از تحدب را نشان می‌دهند که محافظت و تحریک بافت‌های پشتیبان را طی جویدن فراهم می‌کند. تحدب عموماً در یک‌سوم سرویکال تاج سطوح فیشیال تمام دندان‌ها و سطوح لینگوال اینسایزورها و کانین‌ها قرارگرفته است. سطوح لینگوال دندان‌های خلفی عموماً بیشترین برجستگی خود را در یک‌سوم میانی تاج دارند. کانتورهای نرمال دندان غذا را تنها تا حدی منحرف می‌کند که عبور غذا بافت‌های نرم پشتیبان را تحریک کند (با ماساژ ملایم) و آزار ندهد (خراشیدن). اگر این خمیدگی‌ها بیش‌ازحد باشد، بافت معمولاً تحریک کافی از عبور غذا دریافت نمی‌کند.کانتور بیش‌ازحد اندک ممکن است باعث آسیب به اجزاء اتصالی شود. کانتور نرمال دندان باید در اجرای روندهای ترمیمی دندانی بازسازی شود. موقعیت و میزان نامناسب تحدب‌های فیشیال و لینگوال ممکن است منجر به مشکلات ناخواسته شود، همانطور که در (شکل۳۴-۱) نشان داده شده، که در آن کانتور فاسیال مناسب در ترمیم سطح سرویکال مولر مندیبل نادیده گرفته شده است. کانتور بیش‌ازحد بدترین آسیب‌رسان است، معمولاً موجب افزایش گیرپلاک می‌شود که منجر به وضعیت التهابی مزمن لثه می‌گردد.شواهد نشان میدهند که ترمیمهای دارای اورهنگ سبب تغییر میکروفلورای زیر لثه‌ای به سمتی میشود که به طور معمول در پریودنتیت مزمن یافت میشود.



شکل ۳۴-۱: کانتورها. فلش‌ها مسیر عبور غذا از روی سطوح فیشیال مولرهای مندیبل طی جویدن را نشان می‌دهند. A، کانتور بیش‌ازحد، غذا را از روی لثه منحرف کرده و باعث کاهش تحریک بافت پشتیبان می‌شود.B، کانتور کم دندان ممکن است منجر به آسیب بافت نرم شود.C، کانتور صحیح تحریک و نگه‌داری کافی بافت پشتیبان را فراهم می‌کند.

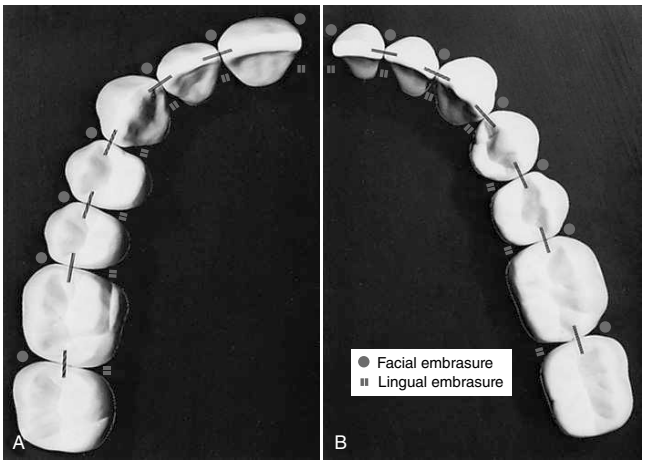
شکل متناسب سطوح پروگزیمال دندان در حفظ سلامت بافت‌های پرودنتال به‌اندازه شکل سطوح فیشیال و لینگوال اهمیت دارد. حداکثر برجستگی پروگزیمال موارد زیر را ممکن می‌سازد: ۱)تماس با سطوح پروگزیمال دندان مجاور، بنابراین از پک شدن غذا ممانعت میکند و ۲) فضای امبراژور کافی(بلافاصله در اپیکال نقطه‌ی تماس) برای بافت لثه‌ای، استخوان پشتیبان، عروق خونی و اعصابی که ساختارهای پشتیبان را حفاظت می‌کنند (شکل ۳۵-۱).



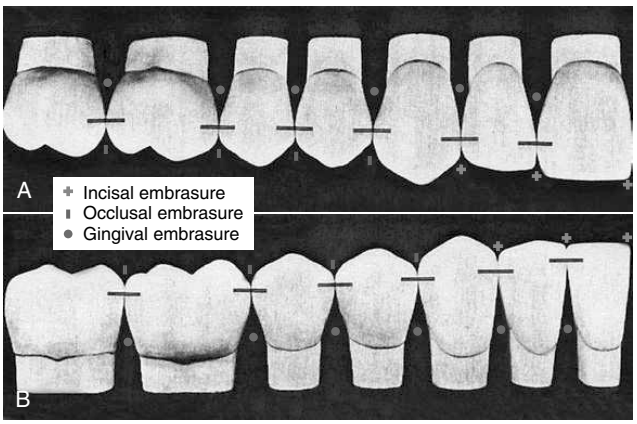
شکل۳۵-۱: قسمتی از جمجمه نشان‌دهنده‌ی فضاهای مثلثی زیر نواحی تماس پروگزیمالی است که معمولا با بافت نرم پرشده است.شکل ۳۸-۱ را ببینید.

ناحیه‌ی تماس پروگزیمال

در ابتدا وقتی دندان‌ها رویش می‌کنند برای برقراری تماس پروگزیمالی با دندان‌های مجاور که قبلاً روییده، یک نقطه تماس وجود دارد. با سایش سطوح در دندان مجاور طی حرکات فیزیولوژیک اندازه‌ی نقطه‌ی تماس افزایش یافته و تبدیل به ناحیه‌ی تماس می‌شود(شکل‌های ۳۶-۱ و ۳۷-۱).



شکل ۳۶-۱: نواحی تماس پروگزیمالی. خطوط مشکی موقعیت تماس را از نمای فیشیو لینگوالی نشان می‌دهد. A، دندان‌های ماگزیلا.B، دندان‌های مندیبل. امبراژورهای فیشیال و لینگوال مشخص‌شده‌اند.



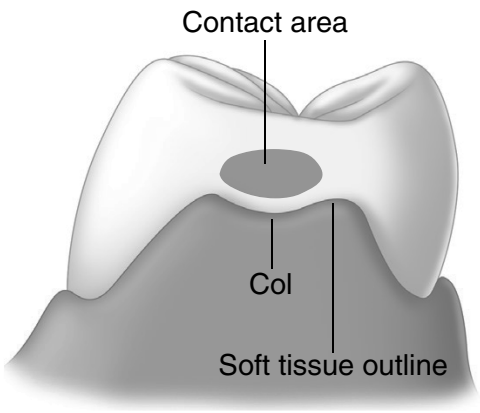
شکل ۳۷-۱: نواحی تماس پروگزیمالی. خطوط سیاه مکان اینسایزو جینجیوالی و اکلوزو جینجیوالی تماس را نشان می‌دهند. امبراژورهای اینسایزال، اکلوزال و جینجیوال مشخص‌شده‌اند. A، دندان‌های ماگزیلاری.B، دندان‌های مندیبولار.

بیش از این نمیتوان بر اهمیت شکل و ناحیه صحیح تماسها و امبراژورهای همراه آنها تاکید کرد، آن‌ها پاپیلاهای بین دندانی سالم و نرمال را تشکیل می‌دهند که فضاهای اینترپروگزیمال را پر می‌کند. تماس‌های نامناسب ممکن است منجر به پک شدن غذا بین دندان‌ها، افزایش ریسک بالقوه‌ی بیماری‌های پریودنتال، پوسیدگی‌ها و حرکت دندان‌ها شود. علاوه بر این گیر غذایی به علت حضور فیزیکی آن و ایجاد بوی بد دهان ناشی از تجزیه‌ی آن مورد بحث است. تماس‌های پروگزیمال و در هم رفتن دندان‌های ماگزیلا و مندیبل، از طریق تماس اکلوزالی، تمامیت قوس‌های دندانی را حفظ و باثبات می‌کند.

ناحیه‌ی تماس پروگزیمال در یک‌سوم انسیزال سانترال‌های ماگزیلا و مندیبل قرارگرفته است (شکل۳۷-۱). در بعد فیشیولینگوال اندکی نزدیک به سطح فیشیال واقع‌شده است (شکل۳۶-۱). از ناحیه ی قدام به سمت خلف در تمامی دندان‌ها ناحیه تماس نزدیک به اتصال یک‌سوم انسیزال (یا اکلوزال) و یک‌سوم میانی است. ناحیه‌ی تماس پروگزیمال در مولرها معمولاً بزرگ‌تر است که این امر به ممانعت از پک شدن غذا در لثه طی جویدن کمک می‌کند. سطح مجاور تماس‌های پروگزیمال (امبراژورها) معمولاً تقارن قابل‌توجهی دارد.

امبراژورها

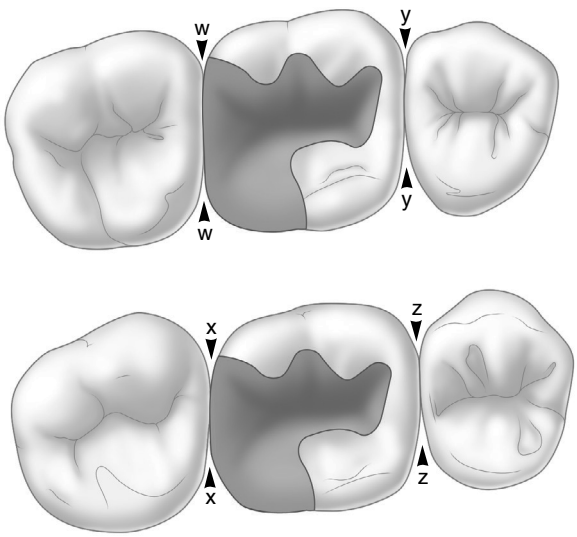
امبراژورها فضاهای V شکلی هستند که در نواحی تماس پروگزیمال بین دو دندان مجاور ایجاد می‌شوند و بر اساس جهتی که به سمت آن قرار می‌گیرند نام‌گذاری می‌شوند. این امبراژورها (۱) فیشیال، (۲) لینگوال، (۳) انسیزال یا اکلوزال و (۴) جینجیوال هستند (شکل‌های۳۶-۱ و ۳۷-۱). در ابتدا پاپیلای بین دندانی امبراژور جینجیول را پر می‌کند. وقتی شکل و عملکرد دندان‌ها ایده آل بوده و بهداشت مطلوب دهان حفظ شود، ممکن است پاپیلای بین دندانی طی زندگی در موقعیت خود باقی بماند. وقتی امبراژور جینجیوال توسط پاپیلا پرشده است، از به دام افتادن غذا در این ناحیه پیشگیری می‌شود. در مقطع فیشیولینگوال عمودی، پاپیلا بین دندان‌های قدامی به شکل مثلثی دیده می‌شود، درحالی‌که در دندان‌های خلفی ممکن است شبیه دامنه‌ی کوه باشد که قسمت فیشیال و لینگوال قله بوده و دره (col) زیر نقطه‌ی تماس قرار می‌گیرد (شکل۳۸-۱). این col، یک ناحیه تقعر مرکزی فیشیولینگوال زیر تماس است و چون با اپیتلیوم غیر کراتینیزه پوشانده شده است، در اثرشکل نادرست تماس و امبراژور نسبت به بیماری پریودنتال مستعدتر است.



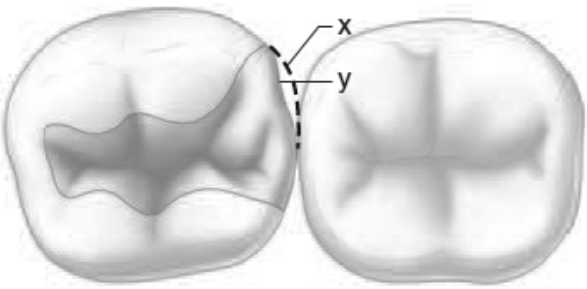
شکل ۳۸-۱: رابطه‌ی پاپیلای بین دندانی ایده آل و ناحیه‌ی تماس مولر.

رابطه‌ی صحیح امبراژورها، کاسپ‌ها با سالکوس، مارژینال ریج و شیارهای دندان‌های مجاور و مقابل به فرار غذا طی جویدن کمک

می‌کند. وقتی اندازه‌ی یک امبراژور کاهش‌یافته یا وجود ندارد، فشار اضافی بر روی دندانها و ساختارهای نگه دارنده در طول جویدن ایجاد میشود. امبراژور بیش‌ازحد بزرگ محافظت کمتری از ساختارهای پشتیبان به عمل می‌آورند زیرا غذا توسط کاسپ‌های مقابل به فضای بین دندانی فشرده می‌شود (شکل ۳۹-۱). بهترین مثال عدم توانایی ترمیم کاسپ دیستال اولین مولر مندیبل در زمان جای گذاری ترمیم است (شکل۴۰-۱). امبراژورهای لینگوال معمولاً از امبراژورهای فیشیال بزرگ‌تر هستند و این امر امکان می‌دهد غذای بیشتری در سمت لینگوال قرار گیرد زیرا زبان، نسبت به زمانیکه غذا به وستیبول باکال رانده میشود، راحت تر غذا را به سطح اکلوزال برمی گرداند (شکل ۳۶-۱ را ببینید). مارژینال ریج‌های دندان‌های خلفی مجاور باید در ارتفاع یکسانی باشند تا فرم تماس و امبراژور متناسبی را داشته باشند. وقتی این رابطه وجود نداشته باشد، مشکلات همراه با تماس پروگزیمالی ناکافی و شکل نادرست امبراژور ممکن است افزایش یابد.

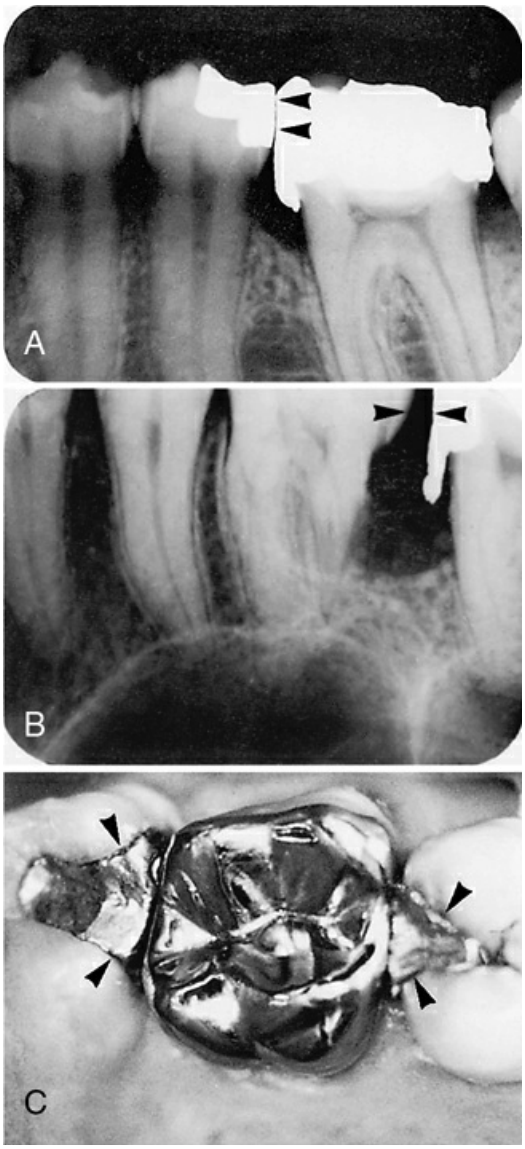


شکل۳۹-۱: شکل امبراژور. W، شکل نادرست امبراژور باعث برجستگی نادرست ترمیم و درنهایت لثه‌ی ناسالم براثر تحریک ناکافی می‌شود.x، شکل خوب امبراژور.y، سایش اصطکاکی نواحی تماس منجر به کاهش ابعاد امبراژور می‌شود. z، وقتی شکل امبراژور خوب است، بافت پشتیبان تحریک کافی از غذا طی جویدن دریافت می‌کند.



شکل ۴۰-۱: شکل امبراژور. x، قسمتی از دندان که طی جویدن از بافت پشتیبان محافظت می‌کند. y، عدم توانایی ترمیم در ایجاد یک کانتور مناسب برای شکل خوب امبراژور.

حفظ خمیدگی‌های کاسپ‌های مقابل و سطوح عملکردی مقابل کفایت جویدن طی زندگی را فراهم می‌سازد (شکل ۵-۱). شکل آناتومیک صحیح دندان‌ها باعث خود تمیز شوندگی بیشتر آن‌ها می‌شود زیرا کانتورهای گرد شده‌ی ملایم بیشتر در معرض عملکرد پاک‌کننده‌ی غذا و مایعات و حرکات اصطکاکی زبان، لب‌ها و گونه‌ها قرار می‌گیرند. ناتوانی در فهم و حفظ اشکال آناتومیک صحیح ممکن است در شکست سیستم بازسازی شده دخیل باشد (شکل ۴۱-۱).



شکل۴۱-۱: شکل آناتومیک ضعیف ترمیم. A، رادیوگرافی از تماس صاف/آمالگام در ناحیه‌ی جینجیوال و در نتیجه تحلیل عمودی استخوان.B، رادیوگرافی از ترمیم با آمالگام اضافی در ناحیه‌ی جینجیوال و عدم حضور تماس که منجر به تحلیل استخوان و پوسیدگی ریشه مجاور می‌شود.C، شکل ضعیف امبراژور و مارژین های ترمیم.

کرونال اکسپوژر

میزان ساختار تاجی دندان که درمعرض محیط دهان قرارمیگیرد برزیبایی لبخند تأثیرمیگذارد (به فصل ۱۲ مراجعه کنید). تاج آناتومیک

قسمتی از تاج دندان است که توسط مینای دندان پوشیده شده است. رویش دندان معمولاً منجر به قرارگرفتن تاج کامل آناتومیک به ویژه در اوایل چرخه رویش دندان نمی شود. قسمت قابل مشاهده مینای دندان که پس از رویش وجوددارد، تاج بالینی نامیده میشود. مقدار قابل مشاهده تاج بالینی درطول زمان همچنان تغییر میکند. درابتدا تاج بالینی کمتراز تاج آناتومیک است. هنگامیکه اکسپوژر ریشه به دلیل تحلیل لثه یا به دلیل رویش جبرانی در پاسخ به سایش دندان رخ می دهد، تاج بالینی بزرگتر از تاج آناتومیک است. فرهنگ لغات پریودنتولوژی آکادمی آمریکا (AAP) رویش فعال را به عنوان فرآیندی تعریف می کند که طی آن دندان از موقعیت جوانه زنی به موقعیت فانکشنال خود در تماس با قوس مقابل قرار میگیرد و رویش غیرفعال به عنوان آشکارشدن دندان ثانویه به جابه جایی آپیکالی مارجین جینجیوال به موقعیت CEJیااندکی کرونالی تر نسبت به CEJتعریف میشود. اختلال درهریک ازاین فرآیندها به عنوان رویش فعال تغییریافته (AAE) و رویش غیرفعال تغییر یافته (APE) شناخته می شود. هر دو AAE و APE ممکن است منجر به یک تاج بالینی کوتاه شوند. هنگام ارزیابی بیماران برای پروسه های دندانپزشکی زیبایی، میزان نمایش لثه (یعنی مقدار تاج بالینی) ذکر می شود. نمایش بیش از حد لثه که به عنوان «لبخند لثه ای» توصیف می شود. سایر علل «لبخند لثه ای» عبارتند از: رویش بیش از حد فک بالا، اکستروژن دندانی-آلوئولار، حرکات زیاد لب و کوتاهی لب فوقانی.

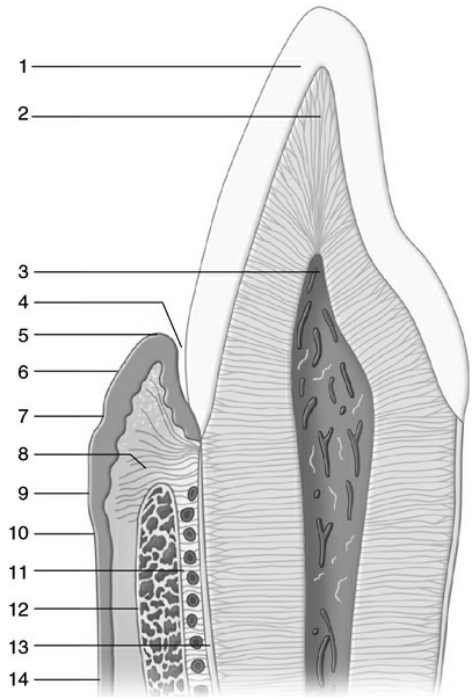
ماگزیلا و مندیبل

ماگزیلای انسان با دو استخوان شکل می‌گیرد، استخوان ماگزیلا پره و ماگزیلا. این دو استخوان حجم فک بالا و قسمت اصلی کام را ساخته و به شکل‌گیری کف کاسه‌ی چشم و طرفین و کف حفره‌ی بینی کمک می‌کنند. آن‌ها در ابتدا حاوی ۱۰ دندان شیری ماگزیلا و بعد ۱۶ دندان دائمی در زائده‌ی آلوئول می‌باشند (شکل ۱-۱ و ۶-۱ و جدول ۷ را ببینید).

مندیبل یا فک پایین به شکل نعل اسب بوده و از هر طرف توسط TMJ به جمجمه متصل می‌شود. بدنه‌ی مندیبل از دو قسمت افقی تشکیل‌شده است که در خط وسط سمفیزم مندیبولاری و راموس، قسمتهای عمودی به هم وصل شده اند. زائده‌ی کرونوئید و کندیل بوردر فوقانی هر راموس را می‌سازند. مندیبل در ابتدا حاوی ۱۰ دندان شیری مندیبل و بعد ۱۶ دندان دائمی در زائده‌ی آلوئل می‌باشد. استخوان‌های ماگزیلا و مندیبل تقریباً از ۳۸٪ تا ۴۳٪ حجمی مواد غیر آلی و ۳۴٪ حجمی مواد آلی تشکیل‌شده‌اند. ماد ه ی غیر آلی هیدروکسی آپاتیت است و ماده‌ی آلی به‌طور اولیه کلاژن نوع ۱ می‌باشد که توسط ماده‌ی زمینه- ای گلیکوپروتئین و پروتئوگلیکان احاطه می‌شود.حیات این ساختارها از طریق عروق و عصب حفظ میشود.

مخاط دهان

مخاط دهان غشاء مخاطی است که تمام ساختارها به‌جز تاج کلینیکی دندان‌ها را می‌پوشاند و از دولایه تشکیل شده است: (۱) اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق (SSE) (۲) بافت همبند پشتیبان به نام لامیناپروپریا (LP). (لامیناپروپریای لثه در شکل ۴۲-۱ را ببینید شاخص ۸). اپیتلیوم بر اساس محل آن ممکن است کراتینیزه، پاراکراتینیزه یا غیر کراتینیزه باشد. ضخامت لامینا پروپریای پشتیبان اپیتلیوم متفاوت است واپیتلیوم را ساپورت میکند. ممکن است به پریوستئوم استخوان آلوئول چسبیده باشد و یا ممکن است روی زیرمخاط قرارگرفته باشد که در نواحی مختلف دهان متفاوت است (برای مثال کف دهان، کام نرم). زیرمخاط، شامل بافت همبند با ضخامت و فشردگی متفاوت است، که به غشاء مخاطی استخوان‌های زیرین می‌چسبد. زیر مخاط حاوی غدد، عروق خونی، اعصاب و بافت چربی است.



شکل۴۲-۱: بخش عمودی یک ثنایای فک پایین که ساختارهای نگهدارنده را نشان می دهد: ۱، مینای دندان. ۲، عاج ۳، پالپ؛ ٤، شیار لثه؛ ٥، حاشیه آزاد لثه؛ ٦، لثه آزاد؛ ۷، شیار لثه آزاد؛ ۸، لامینا پروپریا لثه؛ ۹، لثه متصل. ۱۰، محل اتصال مخاط لثه؛ ۱۱، لیگامان پریودنتال؛ ۱۲، استخوان آلوئولار؛ ۱۳، سمان؛ ١٤، مخاط آلوئول.

مخاط دهان به سه دسته‌ی عملکردی اصلی تقسیم می‌شود: (۱) مخاط جونده، (۲) مخاط پوششی یا Reflectiveو (۳) مخاط اختصاصی. مخاط جونده شامل لثه‌ی آزاد و چسبنده (شکل۴۲-۱ و شاخص‌های ۶و ۹ را ببینید) و مخاط کام سخت می‌باشد. اپیتلیوم این بافت‌ها بافت همبند متراکم، ضخیم، باثبات و حاوی رشته‌های کلاژنی می‌باشد. کام سخت به‌جز در چند ناحیه ی باریک خاص زیر مخاط مشابهی دارد.

لامینا پروپریای متراکم لثه‌ی چسبنده به سمان و پریوستئوم استخوان زائده‌ی آلوئولار متصل می‌شود (شکل۴۲-۱، شاخص ۸ را ببینید).

مخاط پوششی یا reflective داخل لب‌ها، گونه و وستیبول، سطوح طرفی زائده‌ی آلوئول (به‌جز مخاط کام سخت)، کف دهان، کام نرم و سطح شکمی زبان را می‌پوشاند. این مخاط بافتی نازک و متحرک با اپیتلیوم نسبتاً ضخیم، غیر کرانینیزه و لامینا دورای نازک می‌باشد. زیرمخاط بیشتر از بافت همبند شل و نازک با عضلات و فیبرهای الاستیک کلاژنی تشکیل شده و نواحی مختلفی دارد که از نظر ساختارشان باهم متفاوت‌اند. اتصال مخاط پوششی با مخاط جونده، اتصال موکوجینجیوال (MGJ)نام دارد که در حاشیه‌ی اپیکال لثه‌ی چسبنده در قسمت فیشیال و لینگوال در قوس مندیبل و قسمت فیشیال در قوس ماگزیلا قرار می‌گیرد. (شکل۴۲-۱، شاخص ۱۰ را ببینید). مخاط اختصاصی سطح پشتی زبان و جوانه‌ها چشایی را می پوشاند. اپیتلیوم به جز در قسمت پوشش دهنده ی پاپی‌های نخی شکل، غیر کرانینیزه است.

پریودونشیوم

پریودونشیوم حاوی بافت نرم و سخت دهان است که دندان‌ها را در برگرفته و حمایت می‌کند. ممکن است به دو قسمت تقسیم شود (۱) واحد لثه‌ای، متشکل از لثه‌ی آزاد و چسبنده و مخاط آلوئولار و (۲) اجزاء اتصالی، متشکل از سمان، لیگامان پریودنتال و زائده ی آلوئولار (شکل ۴۲-۱).

واحد لثه‌ای

همان‌طور که اشاره شد، لثه آزاد و چسبنده باهم مخاط جونده را می‌سازند. لثه‌ی آزاد، لثه‌ای است از لبه ی کرست تا کف سالکوس لثه‌ای قرار دارد (شکل ۴۲-۱، شاخص‌های ۴ و ۶ را ببینید). سالکوس لثه‌ای فضای بین دندان و لثه‌ی آزاد است. دیواره‌ی خارجی سالکوس (دیواره داخلی لثه‌ی آزاد) با اپیتلیوم نازک غیرکراتینیزه پوشیده شده است. بخش خارجی لثه‌ی آزاد در هر امبراژور لثه‌ای، پاپیلای لثه‌ای یا بین دندانی نام دارد. شیار لثه‌ی آزاد شیار کم‌عمقی است که موازی لبه‌ی مارژینال لثه‌ی آزاد امتداد یافته و معمولاً نشان‌دهنده‌ی سطح کف سالکوس لثه است. (شکل ۴۲-۱، شاخص ۷)

لثه‌ی چسبنده بافت همبند فشرده‌ای با اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطبق کراتینیزه است که از عمق سالکوس لثه تا محل اتصال لثه و مخاط گسترده شده است. شبکه‌ی فشرده‌ای از رشته‌های کلاژن، لثه‌ی چسبنده را محکم به سمان و پریوستئوم زائده (استخوان) آلوئولار متصل می‌کند.

مخاط آلوئولار بافت نرم و نازکی است که با اتصالی سست به استخوان زیرین چسبیده است (شکل۴۲-۱، شاخص‌های ۱۲ و ۱۴). با یک لایه‌ی اپیتلیومی نازک غیر کراتینیزه پوشیده شده است. زیر مخاط زیرین حاوی رشته‌های کلاژن با آرایش شل، بافت الاستیک، چربی و بافت ماهیچه‌ای است. مخاط آلوئول از لثه‌ی چسبنده توسط خط اتصال موکوجینجوال جداشده و به‌صورت اپیکالی تا عمق وستیبول و داخل گونه امتداد می‌یابد.

ازلحاظ بالینی، سطح اتصال لثه و سالکوس لثه‌ای فاکتور مهمی در دندان‌پزشکی ترمیمی است. سلامت بافت نرم باید توسط شکل آناتومیک و موقعیت درست دندان حفظ شود تا از تحلیل لثه و ابریژن و اروژن احتمالی سطوح ریشه جلوگیری شود. لبه‌ی تراش دندان نباید زیر لثه قرار بگیرد (در سطح بین مارژین لثه‌ی آزاد و کف سالکوس) مگر زمانی که به‌واسطه‌ی پوسیدگی، ترمیم قبلی، مسائل زیبایی یا سایر موارد موردنیاز برای تراش، گسترده شده باشد.(فصل۱۲ را ببینید)

اجزای اتصالی

ریشه دندان به‌وسیله لیگامان پریودنتال به آلوِئول (ساکت استخوانی) متصل شده است (شکل ۴۲-۱، شاخص ۱۱ را ببینید)، که یک بافت همبند پیچیده‌ای شامل سلول‌های بسیار، عروق خونی، اعصاب و یک ماده‌ی خارج سلولی متشکل از فیبرها و ماده‌ی زمینه‌ای، می‌باشد. اکثر رشته‌ها کلاژن بوده و ماده‌ی زمینه‌ای از پروتئین‌ها و پلی ساکاریدهای متنوع تشکیل‌شده است. لیگامان پریودنتال این عملکردها را دارد: (۱) اتصال و نگه‌داری، (۲) حس، (۳) تغذیه و (۴) هموستاز. دسته‌های الیاف کلاژن که به نام الیاف اصلی لیگامان شناخته می‌شوند، ارتباط بین سمان و استخوان را مقدور می‌کند به‌طوری‌که دندان را متصل نگه‌داشته و حمایت می‌کند. هماهنگی عملکردی عضلات جونده از طریق یک مکانیسم پروپریوسپتیو باکفایت، توسط اعصاب حسی درون لیگامان پریودنتال فراهم می‌شود. رگ‌های خونی مواد تغذیه‌ای سیستم‌های اتصالی را فراهم می‌کنند. سلول‌های خاصی در لیگامان عملکرد جذب و جایگزینی سمان، لیگامان پریودنتال و استخوان آلوئول را انجام می‌دهند.

زائده‌ی آلوئول-قسمتی از ماگزیلا و مندیبل - ساکت‌هایی که ریشه دندان‌ها در آن قرار می‌گیرد را شکل داده، حمایت می‌کند و می‌پوشاند. ازلحاظ آناتومیکی مرز واضحی بین بدنه‌ی ماگزیلا و مندیبل و زائده‌ی آلوئولار وجود ندارد. زائده ی آلوئولار استخوانی است نازک و فشرده، با سوراخ‌های کوچک فراوان که از درون آن‌ها عروق خونی و لنفی و اعصاب عبور می‌کند. لایه‌ی داخلی ساکت استخوانی حاوی تیغه‌ی نازکی از استخوان است که ریشه‌ی دندان را احاطه می‌کند و alveolar bone proper نام دارد. قسمت دوم استخوان، استخوان آلوئولار پشتیبان نام دارد، که alveolar bone proper را احاطه و حمایت می‌کند. استخوان پشتیبان از دو قسمت تشکیل‌شده است: (۱) صفحه‌ی کورتیکال، که شامل استخوان متراکم است و ضخامت داخلی (لینگوال) و خارجی (فیشیال) زائده‌ی آلوئولار را می‌سازد و (۲)

استخوان اسفنجی که ناحیه‌ی بین این دو و alveolar bone proper را پر می‌کند.

اکلوژن

اکلوژن در لغت به معنای "بستن" است. در دندان‌پزشکی این واژه به معنی تماس دندان‌های دو قوس دندانی مقابل وقتی که فک بسته است (روابط اکلوزالی استاتیک) و طی حرکات مختلف فک (روابط اکلوزالی دینامیک) می‌باشد. اندازه‌ی فک و آرایش دندان‌ها درون فک عامل طیف گسترده‌ای از تنوع می‌باشد. موقعیت تماس بین دندان‌های مقابل (تماس‌های اکلوزال) درنتیجه‌ی تفاوت در اندازه و شکل دندان‌ها و فک‌ها و رابطه‌ی اکلوزالی فکین، متفاوت است. تنوع گسترده‌ای در طرح‌های اکلوزال در افراد سالم دیده می‌شود. درنتیجه، تعریف الگوی اکلوژن ایده آل پر از دشواری است. تلاش‌های مکرری برای توصیف اکلوژن ایده آل صورت گرفته، اما این توصیفات بسیار محدود بوده و افراد بسیار کمی پیدا می‌شوند که با این معیارها تطابق داشته باشند. عدم موفقیت در پیدا کردن یک تعریف واحد مناسب از الگوی اکلوژن ایده آل منجر به این نتیجه‌گیری شده است که: " در آنالیز نهایی، عملکرد بهینه و عدم حضور بیماری ویژگی اصلی یک اکلوژن خوب است." رابطه‌ی دندانی که در این قسمت توضیح داده می‌شود با مفهوم الگوهای اکلوژن نرمال و معمول هماهنگ بوده و شامل روابط مختلف دندانی- و – فک است. سیستم جونده (ماهیچه‌ها، TMJها و دندان‌ها) بسیار تطبیق‌پذیر بوده ومعمولا می‌تواند با موفقیت در طیف وسیعی از تنوع اندازه‌های فک و جهت گیری دندان، عمل کند. علیرغم تطبیق‌پذیری عالی، بعضی بیماران به‌شدت به تغییرات در تماس‌های دندان (که بر روی ماهیچه‌های جونده و TMJها مؤثر است)، که ممکن است با پروسه‌های دندانی ارتودنسی ویا/ ترمیمی ایجاد شود، حساس‌اند.

الگوهای تماس اکلوزال با موقعیت مندیبل تغییر می‌کند. اکلوژن استاتیک بیشتر با استفاده از موقعیت‌های مرجع تعریف می‌شود که شامل کاملاً بسته، بسته شدن لولایی انتهایی (TH)، حداکثر عقب‌رفته (retruded)، حداکثر جلوآمده (protruded) و حداکثر طرفی چپ و راست می‌باشد. تعداد موقعیت تماس‌های اکلوزال بین دندان‌های مقابل اثرات مهمی بر مقدار و جهت نیروی عضلانی که در طی جویدن و سایر فعالیت‌های پارافانکشنال مانند clenching مندیبل، ساییدن دندان‌های یا ترکیبی از هر دو (براکسیزم) اعمال می‌شود، دارد. در موارد شدید، این نیروها باعث آسیب به دندان‌ها و/ یا بافت‌ها پشتیبان آن‌ها می‌شوند. تماس پرفشار دندان‌ها معمولاً نزدیک انتها و مرزهای حرکات مندیبل رخ‌داده و نشان‌دهنده‌ی اهمیت این نقاط مرجع می‌باشد.

تماس دندان در طول حرکت مندیبل رابطه‌ی اکلوزال دینامیک نام دارد. تماس‌های سرخوردن و لغزشی طی جویدن و سایر حرکات مندیبل رخ می‌دهند. تماس‌های سرخوردن بسته به دندان‌های درگیر، موقعیت تماس‌ها و پاسخ حاصله‌ی عضلات جونده ممکن است مفید یا مضر باشد. طراحی سطح دندان ترمیم‌شده اثرات مهمی بر تعداد و موقعیت تماس‌های اکلوزالی دارد و هر دو رابطه‌ی استاتیک و دینامیک باید موردتوجه قرار گیرد. مباحث آنی در مورد آرایش‌های رایج و تنوع‌های دندان و سیستم جونده بحث می‌کند. جویدن و روابط تماسی دندان‌های قدامی و خلفی با توجه به نیازهای ترمیمی بالقوه‌ی دندان‌ها، شرح داده شده‌اند.

توصیف کلی

نحوه‌ی استقرار دندان و قوس‌های دندانی

در شکل A ۴۳-۱ کاسپ‌ها به‌صورت برجستگی‌های کند، گرد یا نقطه‌ای از تاج دندان‌ها کشیده شده‌اند. دندان‌های خلفی یک، دو یا سه کاسپ نزدیک سطوح فیشیال و لینگوال هر دندان دارند. کاسپ‌ها با شیارهای تکاملی مشخصی از هم جداشده‌اند و گاهی شیارهای تکمیلی اضافی روی شیبهای کاسپ دارند. کاسپ‌های فیشیال از کاسپ‌های لینگوال توسط یک شیار عمیق به نام شیار مرکزی جدا می‌شوند. اگر دندانی دارای چند کاسپ فاشیال یا لینگوال باشد، کاسپها با شیارهای رشدی فشیال یا لینگوال از هم جدا میشوند.فرورفتگی‌های بین کاسپ‌ها فوسا (singular، fossa) نامیده می‌شود. کاسپ‌ها درهردو قوس در یک انحنای صاف استقرار یافته‌اند. معمولاً قوس ماگزیلا از قوس مندیبل بزرگ‌تر است، که درنتیجه در حداکثر تماس اکلوزالی، کاسپ‌های ماگزیلا کاسپ‌های مندیبل را می‌پوشانند (شکل راB۴۳-۱ ببینید). در شکل A ۴۳-۱، دو منحنی برای کمک به تجسم شکل قوس روی دندان‌ها کشیده شده است. خطوط منحنی، استقرار کاسپ‌ها یا فوساهایی با عملکرد مشابه را مشخص می‌کند. در سمت چپ قوسها، یک قوس فرضی ردیف کاسپ‌های فیشیال مندیبل را مرتبط کرده و خط اکلوزال فیشیال نام‌گرفته است. بالای آن، یک قوس فرضی فوساهای مرکزی ماگزیلا را به هم متصل کرده و خط فوسای مرکزی اکلوزال نام‌گرفته است. خط اکلوزال فیشیال مندیبولار و خط فوسای مرکزی ماگزیلای وقتی‌که قوس مندیبل روی قوس ماگزیلا کاملاً بسته می‌شود، دقیقاً روی‌هم منطبق می‌شوند. درسمت راست قوس‌های دندانی، خط اکلوزال لینگوال ماگزیلاری و فوسای مرکزی مندیبولار کشیده و نام‌گذاری شده‌اند. این خطوط نیز وقتی مندیبل کاملاً بسته شود بر هم منطبق می‌شوند.

در شکل B ۴۳-۱، قوس‌های دندانی کاملاً باهم جفت شده‌اند، و دندان‌های ماگزیلاری روی دندان‌های مندیبولار را پوشانده‌اند. هم‌پوشانی کاسپ‌های ماگزیلا ممکن است هنگامی‌که فک‌ها بسته‌اند مستقیماً قابل‌مشاهده باشد. حداکثر تماس کاسپی (MI) به موقعیتی از

مندیبل اشاره دارد که در آن دندان‌ها در جفت‌شدگی کامل با حداکثر تعداد دندان‌های در تماس، قرار دارند. مترادف‌های MI شامل تماس بین کاسپی، حداکثر بسته شدن و حداکثر تماس بین کاسپی عادتی (MIP) می‌باشد.

در شکل C ۴۳-۱(نمای جانبی)، خط اکلوزال فیشیال مندیبولار و خط اکلوزال شیار مرکزی ماگزیلاری دقیقاً منطبق شده‌اند. خط اکلوزال لینگوال ماگزیلاری و خط فوسای مرکزی مندیبولار که در شکل A۴۳-۱ رسم شده اند نیز بر هم منطبق‌اند کاسپ‌هایی که در طول خط اکلوزال فوسای مرکزی با دندان مقابل تماس دارند، کاسپ‌های فانکشنال (هم معنی‌های شامل کاسپ‌های حمایت‌کننده، نگه‌دارنده یا استامپ نام دارند)؛ کاسپ‌هایی که روی دندان مقابل قرار می‌گیرند کاسپ‌های غیر فانکشنال (هم‌معنی‌ها شامل کاسپ‌های غیر حمایت‌کننده یا غیر نگه‌دارنده) نام دارند. خط اکلوزال فیشیال مندیبولار کاسپ‌های فانکشنال مندیبل را مشخص می‌کند، درحالی‌که کاسپ‌های فیشیال ماگزیلا غیر فانکشنال هستند. این اصطلاح معمولاً تنها به دندان‌های خلفی اطلاق می‌شود تا بتوان بین عملکرد دو ردیف کاسپ‌ها تمایز قائل شد. در برخی شرایط، نقش عملکردی کاسپ‌ها می‌تواند برعکس شود، که در ۲C ۴۴-۱ نشان داده‌شده است. در دندان‌های خلفی به دلیل تماس متقابل کاسپ فوسا، برای خرد کردن غذا بسیار مناسب‌اند (شکل D ۴۵-۱)

در شکل D ۴۳-۱، دندان‌های قدامی درحالی‌که دارای روابط گوناگون در موقعیت MI هستند، نشان داده‌شده‌اند، اما اورلپ خاص ماگزیلا را نیز نشان می‌دهد. اینسایزورها به دلیل اورلپ و تماس لغزشی که روی سطح لینگوال دندان‌های فک بالا برقرار می‌کنند، مناسب‌ترین دندان برای بریدن غذا می‌باشند. در وضعیت MI، اینسایزورها و کانین‌های مندیبل با سطوح لینگوال دندان‌های مشابه در فک بالا تماس می‌یابند. میزان اورلپ افقی (over jet) و عمودی (over bite) (A- ۲ ۴۴-۱ را ببینید) می‌تواند به مقدار قابل‌توجهی بر حرکات فک پایین و طراحی کاسپ ترمیم‌های دندان‌های خلفی تأثیرگذار باشد. تفاوت‌های موجود در رشد و تکامل فکین و موقعیت دندان‌های قدامی، ممکن است منجر به open bite گردند که در آن نقایص بعد عمودی یا افقی از تماس دندان‌ها باهم پیشگیری می‌کند (شکل A ۳ ۴۴-۱ را ببینید).

رابطه بین فکی قدامی خلفی

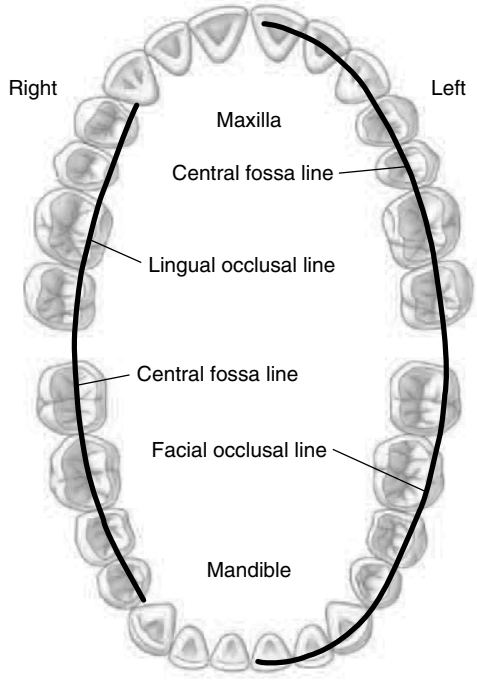
در شکلE ۴۳-۱، الگوی در هم قرارگرفتن کاسپ های دندانی مولر اول برای دسته‌بندی روابط قدامی خلفی قوس با استفاده از سیستمی که توسط انگل(Angle) ابداع‌شده است، مورداستفاده قرارگرفته است. همزمان با رویش دندان‌ها، کاسپ ها و فرورفتگی‌های دندان، دندان‌ها را به حداکثر تماس هدایت می‌کنند. عموماً سه مدل در قرارگیری در دندان‌های مولر اول قابل‌مشاهده است. شکلF ۴۳-۱ را برای مشاهده تماس‌های اکلوزالی مختلف که ناشی از موقعیت‌های مختلف مولر است، ببینید. موقعیت کاسپ مزیوفیشیال مولر اول ماگزیلا نسبت به مولر اول مندیبل، به‌عنوان یک عامل تعیین‌کننده در طبقه‌بندی انگل استفاده می‌شود. شایع‌ترین رابطه‌ی مولری در موقعیتی است که کاسپ مزیوفیشیال ماگزیلا در شیار تکاملی مزیوفیشیال مولر اول پایین قرار گیرد. این رابطه کلاسI انگل نامیده می‌شود. قرارگیری کمی عقب‌تر مولر اول مندیبل، منجر به قرارگیری کاسپ مزیوفیشیال مولر بالا در امبراژورفیشیال بین مولراول و پر مولر دوم پایین می‌شود. این رابطه کلاس II انگل نامیده شده و تقریباً در ٪ ۱۵جمعیت ایالات‌متحده آمریکا روی می‌دهد. قرارگیری قدامی تر مولر اول پایین نسبت به مولر اول بالا، کلاس III انگل خوانده‌شده و حداقل شیوع را دارد. در رابطه کلاسIII، کاسپ مزیوفیشیال مولر اول بالا داخل شیار دیستوفیشیال مولر اول پایین جای می‌گیرد؛ این حالت در تقریباً ٪ ۳ جمعیت آمریکا مشاهده میشود.درمیان مردم سایر کشورها و در گروه‌های قومی تفاوت‌های چشم‌گیری در این درصدها مشاهده می‌شود.

اگرچه طبقه بندی انگل بر اساس رابطه کاسپ ها است، شکل ۴۳-۱Gنشان می دهد که محل ریشه های دندان در استخوان آلوئول موقعیت نسبی تاج و کاسپ دندان ها را تعیین می کند. هنگامی که فک پایین از نظر اندازه به نسبت فک بالا شبیه باشد، یک رابطه مولری کلاس I تشکیل می شود؛ زمانی که فک پایین نسبتاً کوچکتر از فک بالا باشد، یک رابطه کلاس II تشکیل می شود. و زمانی که فک پایین نسبتاً بزرگتر از فک بالا باشد، یک رابطه کلاس III تشکیل می شود.

روابط دندانی بین فکی

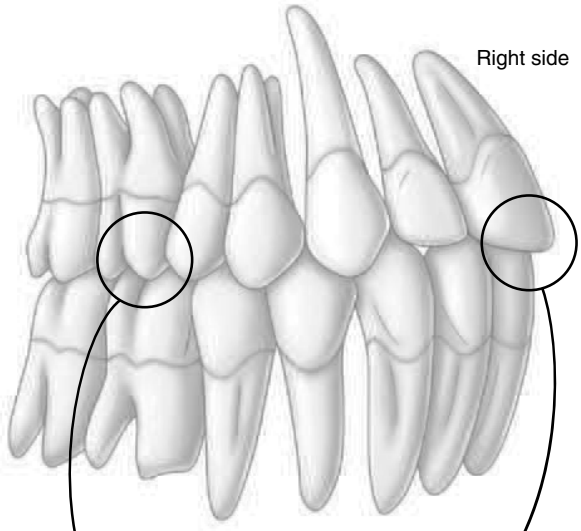
شکل ۴۴-۱ روابط تماس اکلوزال هر دندانی را با جزئیات نشان می‌دهد. در شکل ۲- A ۴۴-۱ اورلپ اینسایزورها نشان داده‌شده است. اورلپ در دو بعد مشخص می‌شود: پوشش افقی(overjet) و پوشش عمودی(overbite). تفاوت در اندازه فک بالا و پایین میتواند باعث تغییرات بالینی قابل‌توجه در روابط اینسایزورها گردد. این بایت که در اثر نقص مندیبل یا رویش بیش‌ازحد دندان‌های خلفی ایجاد می‌شود و کراس بایت که نتیجه رشد اضافی مندیبل است (شکل ۳ –A ۴۴-۱ را ببینید). کاهش اورجت و افزایش اوربایت ممکن است محدوده فانکشن دندانی را محدود کند. این تغییرات اثرات بالینی قابل توجهی برروابط تماسی دندان‌های خلفی ودرنتیجه فعالیت جویدنی درطی حرکات مختلف فک دارند، زیراندان‌های قدامی به هدایت فک پایین کمک نمی‌کنند. این تغییرات همچنین ممکن است چالش های قابل توجهی را در طول روش های دندانپزشکی ترمیمی ایجاد کند و ممکن است نیاز به مراقبت های چند رشته ای با ارتودنسی داشته باشد.

A. Dental arch cusp and fossa alignment

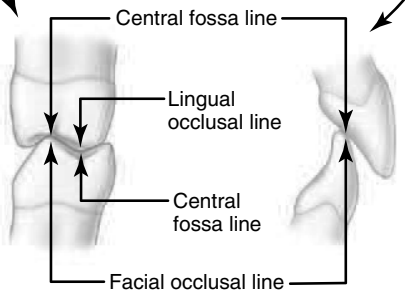


1. The maxillary lingual occlusal line and the mandibular central fossa line are coincident.
2. The mandibular facial occlusal line and the maxillary central fossa line are coincident.

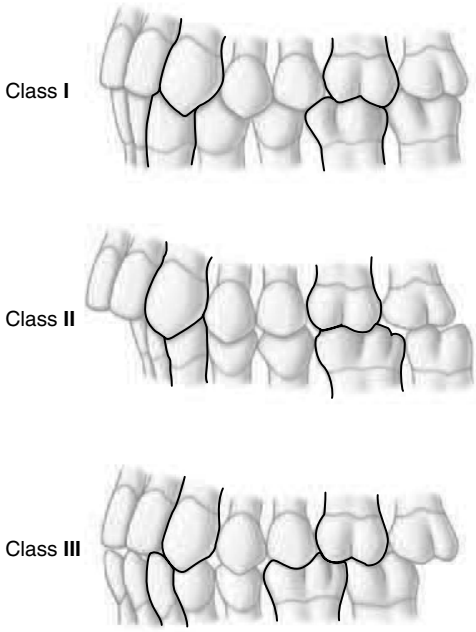
B. Maximum intercuspation (MI): the teeth in opposing arches are in maximal contact



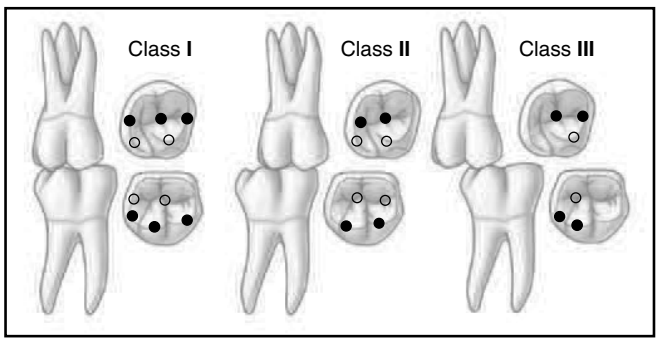
C. Molar view D. Incisor view

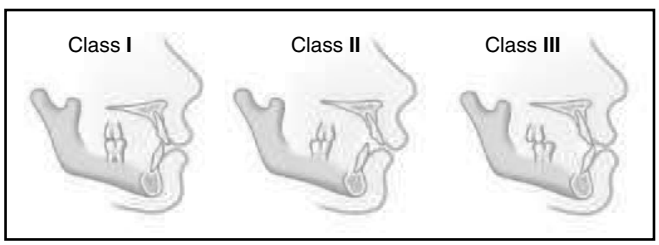


E. Facial view of anterior-posterior variations



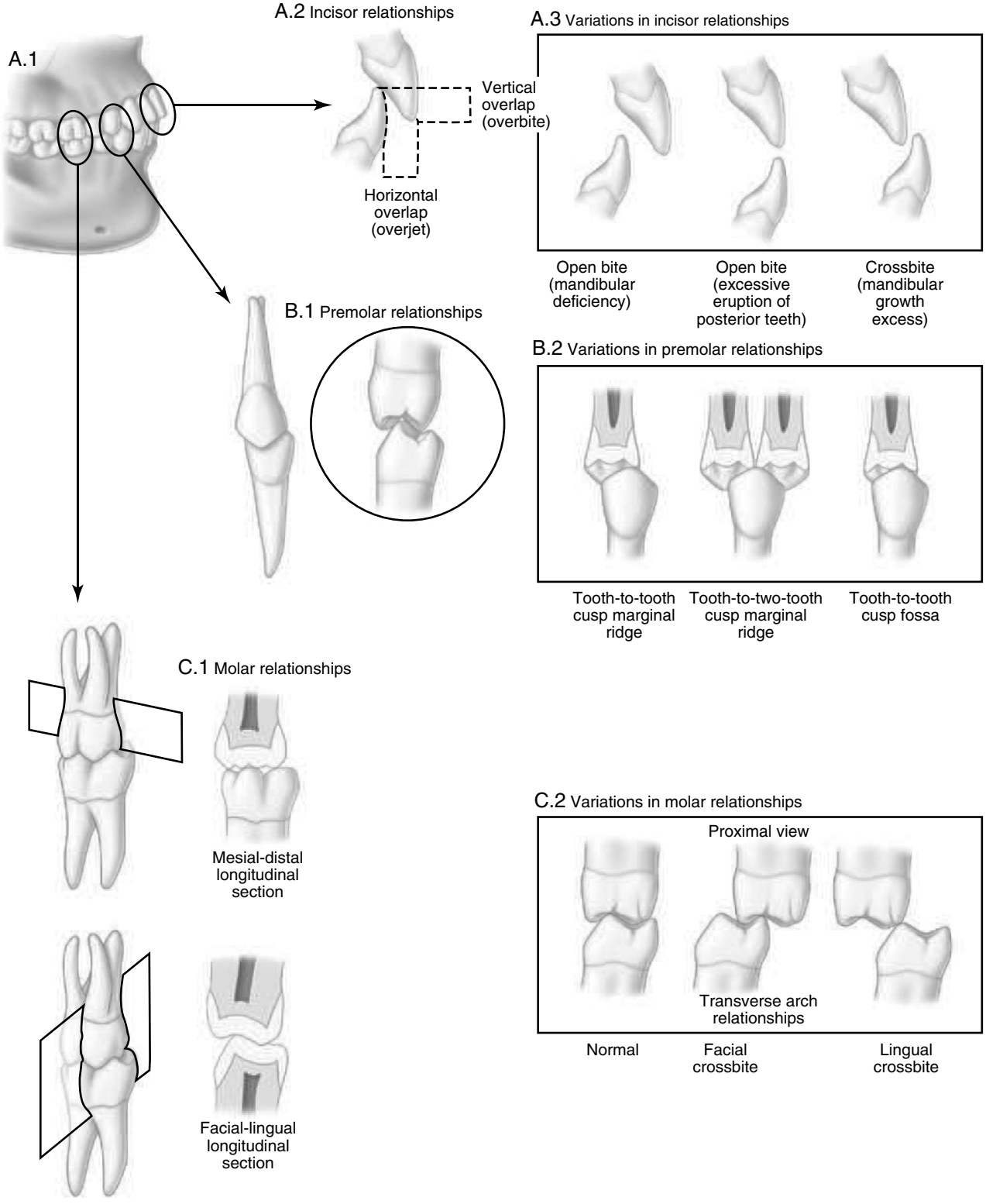
F. Molar Classes **I**, **II**, and **III** relationships





G. Skeletal Classes **I**, **II**, and **III** relationships

شکل۴۳-۱: روابط قوس دندانی



شکل۴۴-۱: روابط دندانی