

علم و هنر

در دندانپزشکی ترمیمی ۲۰۲۶ (جلد اول)

زیر نظر:

دکتر سارا قلیزاده

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

سرپرست مترجمین:

دکتر سارا قلیزاده

(متخصص ترمیمی و زیبایی عضو هیات علمی دانشگاه آزاد خراسان 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 بوردا تخصصی کشور)

مترجمین:

دکتر مونا ربیعی

دکتر ماندانا جعفری

دکتر ندا السادات طاوسی

دکتر شلاله نورشاد

دکتر محمدجواد هادی

دکتر فاطمه زارعی

دکتر نگار مرادی

دکتر فرزانه محمدی

رژیدنت های ترمیمی دانشگاه آزاد خراسان (عضو مرکز تحقیقات سلامت و جامعه واحد اصفهان خوارسگان))

مقدمه

کتاب پیش روی شما ترجمه ی ویرایش هشتم کتاب مرجع Sturdevant's Art and Science of Operative Dentistry است. این اثر از دیرباز به عنوان یکی از منابع پایه و کلاسیک در آموزش دندان پزشکی ترمیمی مطرح بوده و در تربیت دندان پزشکان عمومی و متخصصان این حوزه نقش بسزایی ایفا نموده است. بیش از نیم قرن از انتشار نخستین ویرایش این کتاب می گذرد و در این مدت، این مرجع ارزشمند با به روزرسانی های مستمر و همگام سازی محتوا با پیشرفت های علم دندان پزشکی، 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 دندان پزشکی ترمیمی را منعکس می نماید. این ویرایش گستره وسیعی از مباحث را پوشش می دهد؛ از تأکید بر رویکردهای پیشگیرانه، درمان های کم تهاجمی و پرداختن به علل زمینه ای ضایعات گرفته تا بهره گیری از فناوری های نوین دیجیتال در درمان های ترمیمی. همچنین در این ویرایش برای نخستین بار اصول درمان ریشه (اندودانتیکس) با مباحث ترمیمی ادغام شده است که نشان دهنده نگاه میان رشته ای و جامع مؤلفان است. یکی دیگر از ویژگی های بارز این ویرایش، تأکید بر تقویت مهارت تصمیم گیری بالینی مبتنی بر شواهد علمی است. همچنین ساختار آموزشی منسجم و گام به گام کتاب، همراه با تصاویر رنگی و نمودارهای متعدد، فرایند یادگیری اصول و تکنیک های درمان های ترمیمی و پیشگیرانه را برای دانشجویان و رزیدنتها و دندان پزشکان تسهیل می کند.

ترجمه ی این اثر با توجه به اهمیت و جایگاه علمی آن در آموزش دندان پزشکی و با هدف دسترسی بیشتر به این منبع ارزشمند انجام شده و در این فرآیند کوشش شده است امانت داری کامل نسبت به متن اصلی حفظ شده و مفاهیم علمی و اصطلاحات تخصصی با دقت و وضوح به زبان فارسی منتقل گردد؛ به گونه ای که ترجمه حاضر از لحاظ غنای علمی و روانی متن، همسنگ متن اصلی باشد.

بدین وسیله از تلاش های علمی و متعهدانه تمامی همکاران صمیمانه تشکر و قدردانی می کنم. بی شک دقت نظر، پشتکار و مشارکت ارزنده این عزیزان نقش کلیدی در کیفیت نهایی ترجمه داشته است و بدون همکاری صمیمانه ایشان به ثمر رسیدن این پروژه میسر نمی گردید. 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، دندان پزشکان و استادان ارجمند قرار گرفته و گامی مؤثر در جهت ارتقای آموزش و خدمات درمانی ترمیمی باشد. بی تردید، محتوای روزآمد و نگرش علمی این مرجع می تواند به بهبود فرآیند یادگیری و تصمیم گیری های بالینی در حوزه دندان پزشکی ترمیمی کمک شایانی نماید. این کتاب به عنوان پلی میان تازه ترین دانش جهانی و جامعه دندان پزشکی کشور، بهره گیری از علم نوین در آموزش و درمان را تسهیل خواهد کرد.

با تقدیم احترام

دکتر سارا قلیزاده

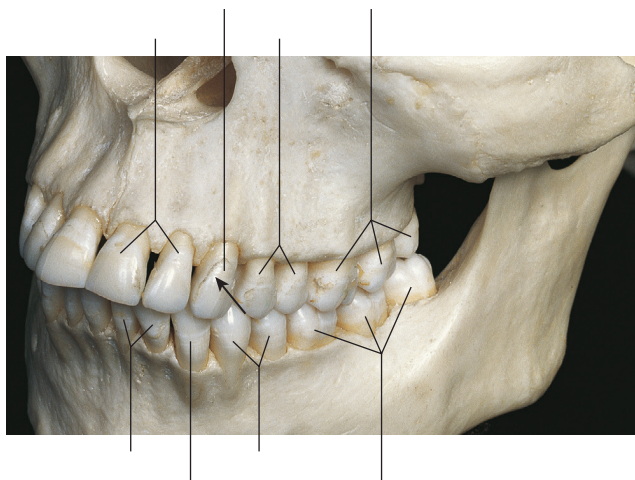
فهرست مندرجات

فصل اول: اهمیت بالینی آناتومی دندان، بافت شناسی، فیزیولوژی و اکلوزن.....	۵
فصل دوم: پوسیدگی دندان: 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 شوونده با نور مواد ترمیمی.....	۲۳۴
فصل هشتم: رنگ و انتخاب رنگ در دندانپزشکی ترمیمی.....	۲۶۹

اهمیت بالینی آناتومی دندان، بافت شناسی، فیزیولوژی و اکلوژن

دکتر فاطمه زارعی

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



شکل ۱-۱: دندان‌های ماگزیلا و مندیبل در موقعیت حداکثر تماس کاسپی. طبقه‌بندی دندان‌ها عبارت‌اند از اینسایزورها، کانین‌ها، پره مولرها و مولرها. کاسپ‌های دندان‌های مندیبل به اندازه‌ی نصف کاسپ قدامی تراز کاسپ‌های دندان‌های همانند خود در قوس ماگزیلا قرار می‌گیرند. منبع: (از Logan BM, Reynolds P, Hutchings RT: McMin's color atlas of human anatomy, ۲۰۱۰, Mosby).

اینسایزورها

اینسایزورها در نزدیکی ورودی حفره‌ی دهان قرار گرفته‌اند و به‌عنوان ابزاری برای بریدن و پاره کردن غذا عمل می‌کنند (شکل ۱-۱ را ببینید). در یک سیستم دندان‌های 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

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 جویده، 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 دندان‌های مکمل مجموعه‌ی زیبایی صورت است. ارتباطات فرم با فانکشن به‌خصوص هنگام بررسی شکل قوس دندان‌ها، تماس‌های بین‌دندانی، تماس‌های اکلوژال و حرکات مندیبل قابل توجه 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 دسته‌هایی تقسیم می‌شوند. دندان‌های شیری و دائمی شامل دسته‌های اینسایزور، کانین و مولر می‌باشند. دسته‌ی چهارم، پره مولرها، تنها در سیستم دندان‌های دائمی یافت می‌شوند (شکل ۱-۱).

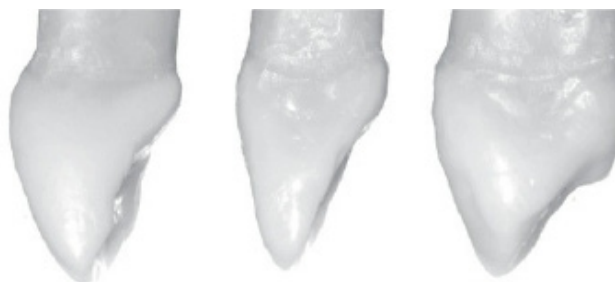
کانینها

کانینها دارای بلندترین ریشه در بین تمامی دندانها بوده و در گوشه‌های قوس دندانی قرار گرفته‌اند. در یک دنتیشن نرمال، دو دندان کانین در هر قوس وجود دارد. (در فایل کتاب بین این دو جمله نقطه قرار نگرفته است لطفاً علامتها عیناً 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 مثلی با یک لبه ی انسیزال پهن است (شکل ۱-۲). 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 (انکوريج) و موقعیت خود در قوس های دندانی به عنوان راهنمای مهم در اکلوزن 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 می کنند: (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 دندان های پره مولر اول با کاسپ های فاسیال زاویه دارشان همانند کانین ها هستند، ولی کاسپهای لینگوآل (با پالاتال) پره مولرها و مولرهای ماگزینال شکل آناتومیک گردتری دارند (شکل ۱-۴). سطح اکلوزال یک سری منحنی ها به شکل تحدب و تقعرهایی نشان می دهد که برای عملکرد و تماس اکلوزالی صحیح باید در طول عمر حفظ شود. پره مولرها نیز می توانند نقشی مهم در زیبایی داشته باشند، اگرچه این نقش نسبت به اینسایزورها و کانین ها کم رنگ تر است. پرمولر اول فک بالا اغلب دارای یک فرورفتگی رشدی مزایل مشخص است که به طور معمول در تمام مسیر از ناحیه اپیکال بلافاصله تا ناحیه تماس پروگزیمال تا انشعاب ریشه گسترش می یابد. گیر بیوفیلیم در این ناحیه ممکن است خطر ابتلا به پوسیدگی و PD را افزایش دهد. وجود این تقعر همچنین تلاش ها برای بازگرداندن کانتورهای دندان پس از ایجاد حفره ناشی از پوسیدگی را پیچیده می کند.

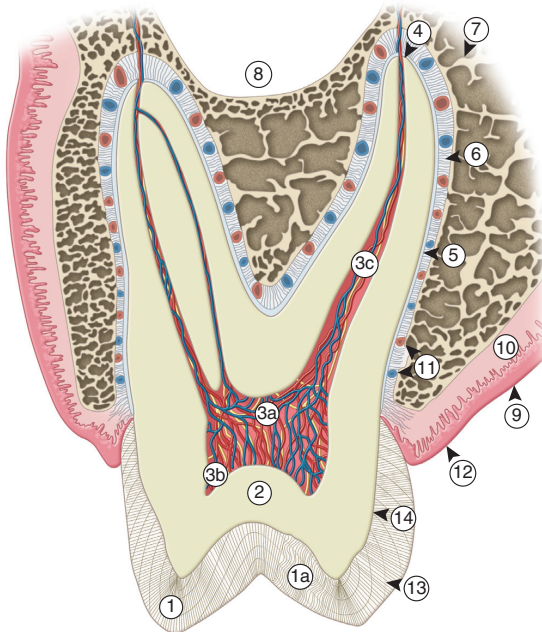
پهن است. (شکل ۱-۲) در طول جویدن، از دندان های ثنایا برای بریدن (برش دادن) غذا استفاده می شود. دندانهای ثنایای مرکزی فک پایین کوچکترین دندانهای سیستم دندانی انسان هستند. دندان های ثنایای لترال فک بالا بیشتر از هر دندان دیگری در دهان از نظر شکل متغیر هستند و بعد از مولر سوم در رده دوم قرار دارند. یک تنوع مورفولوژیکی رایج دندانهای ثنایای جانبی فک بالا، دندانهای ثنایای لترال پگ شکل هستند (شکل ۱-۳). 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 پریدونتال موضعی (PD) باشد. انسایزورها برای کانتورهای مناسب بافت نرم صورت (به عنوان مثال، حمایت لب)، گفتار (فونتیک)، و زیبایی لبخند ضروری هستند. ویژگی های آناتومیک کلیدی دندان های ثنایا که نقش مهمی در زیبایی لبخند بازی می کنند عبارتند از: لبه های انسیزال، زوایای مزو و دیستوانسیزال، زوایای خط (لاین انگل های) مزو و دیستوفاسیال، فضا های امبرازور مرتبط، و برجستگی کانتور سرویکال. موقعیت، جهت گیری و برجستگی این ویژگی های فرمی به طور همزمان به عملکرد فک پایین مرتبط هستند.



شکل ۱-۲: نمای مزوپروگزیمال قدامی های فک بالا. از چپ به راست: ثنایای مرکزی، ثنایای لترال و نیش.



شکل ۱-۳: ثنایای لترال فک بالا به شکل peg.



شکل ۱-۶: مقطع عرضی مولر ماگزایلا و ساختارهای پشتیبان آن: ۱، مینا؛ ۲، عاج؛ ۳a، اتاقک پالپ؛ ۳b، شاخک پالپی؛ ۳c، کانال پالپ؛ ۴، فورامن اپیکال؛ ۵، سمان؛ ۶، فیبرهای پریودنتال در لیگمان پریودنتال؛ ۷، استخوان آلوئول؛ ۸، سینوس ماگزایلا؛ ۹، مخاط؛ ۱۰، زیر مخاط؛ ۱۱، عروق خونی؛ ۱۲، لثه؛ ۱۳، خطوط رتریوس؛ ۱۴، اتصال عاج - مینا (DEJ).

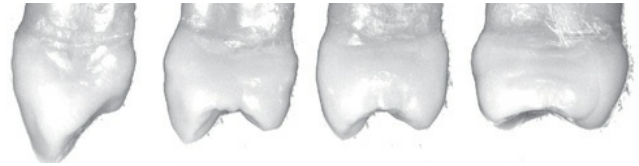
ساختارهای دندان‌ها

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

مینا

تشکیل مینا، طی فرآیندی با نام آملوژنیزس، 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 ۱-۶ را ببینید). در نواحی انسيزال و اکلوژال 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 ۲ mm در لبه‌ی انسيزال اینسایزورها، ۲/۳ تا ۲/۵ mm در کاسپ‌های پره مولرها و ۲/۵ تا ۳ mm در کاسپ‌های مولرهاست.

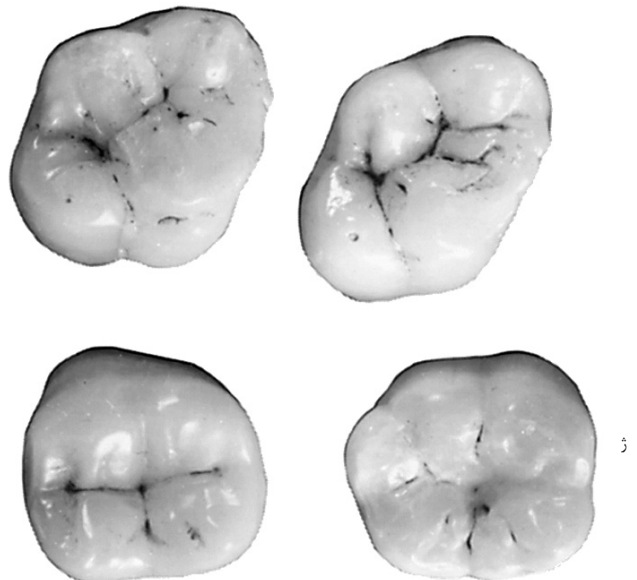
کاسپ‌های روی سطح اکلوژال دندان‌های خلفی از مراکز استخوانی شدن جداگانه‌ای پدیدار می‌شود که لوب‌های تکاملی را شکل می‌دهند. اندازه‌ی لوب‌های تکاملی مجاور افزایش پیدا می‌کند تا جایی که به هم می‌پیوندند. در حالی که تشکیل کاسپ به اتمام نزدیک می‌شود، شیارها (groove) و فرورفتگی‌ها (fossa) در مناطق به هم آمیختگی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



شکل ۱-۴: نمای مزیوپروگزیمال دندان نیش فک بالا، پرمولرها و مولر اول که تغییرات آناتومی کاسپ فاسیال و لینگوال را نشان می‌دهد.

مولرها

مولرها دندان‌هایی بزرگ، چند کاسپی با چند ریشه هستند که در نزدیک‌ترین محل به مفصل گیجگاهی فکی (TMJ) قرار گرفته‌اند، 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. از آنجایی که سطوح اکلوژالی و تکیه گاهی (انکوريجی) وسیعی دارند، به‌خوبی برای این وظیفه مناسب‌اند (شکل ۱-۶ و ۱-۵). 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.

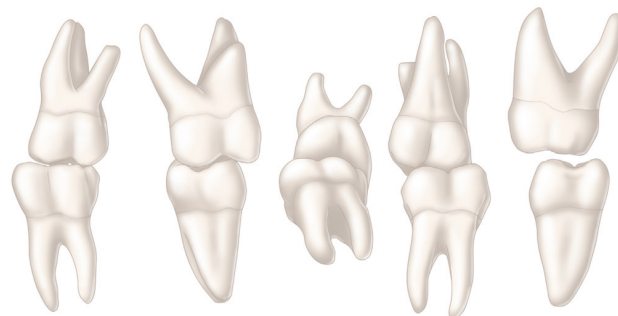


شکل ۱-۵: سطوح اکلوژال دندان‌های مولر اول و دوم فک بالا و فک پایین پس از چندین سال استفاده که سطوح منحنی گرد و حداقل سایش را نشان می‌دهد

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 پروتئین های آلی (۱٪ تا ۲٪) که کریستالهای آپاتیت را به هم میچسباند و آب (۴٪ تا ۱۲٪ حجمی) می باشد.

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 می گیرند. نتیجه ی تنوع ایجاد شده در ساختار و معدنی شدن، خطوط افزایشی رتزیوس (SR) نام دارد و می تواند به عنوان *حلقه های رشدی* که در طی آملوژنیزس شکل می گیرند، 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 می یابند. 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 معمولاً موازی CEJ و یکدیگر قرار گرفته اند. تعداد رادها تقریباً از ۵ میلیون در یک اینسایزور مندیبل تا ۱۲ میلیون در یک مولر ماگزینا متفاوت است. به طور کلی، رادها در دندان های شیری و دائمی، هم نسبت به DEJ و هم نسبت به سطح دندان حالت عمودی دارند، به جزء در ناحیه سرویکال دندان های دائمی که رادها هنگام امتداد به سمت خارج اندکی جهت اپیکالی پیدا می کنند. از لحاظ میکروسکوپی، سطح مینا در ابتدا فرورفتگی های دایره ای شکل دارد که بیانگر انتهای رادهای مینایی است. این تفرها 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 μm ضخامت موجود است که معمولاً در نواحی سرویکال و با شیوع کمتر در نوک کاسپ ها دیده می شود. در این نواحی هیچ گونه حدود خارجی واضح در راد (منشور) دیده نمیشود و تمام کریستال های آپاتیت موازی با هم و عمود بر خطوط رتزیوس هستند. این لایه تحت عنوان مینای بدون منشور، ممکن است بیشتر معدنی شده باشد.

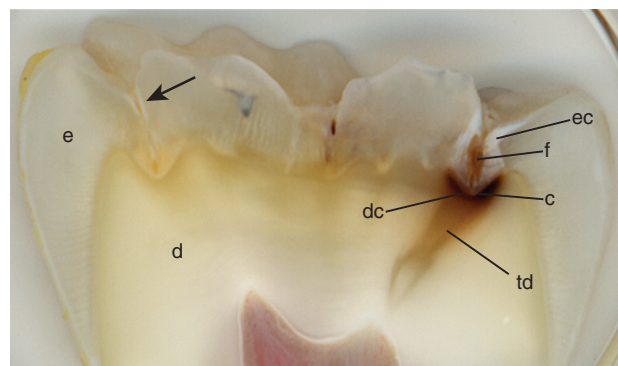
به لوب های تکاملی مینا) ایجاد می شود. موقعیت استراتژیک شیارها و فرورفتگی ها، نقش موقعیت کاسپ های مقابل را تکمیل می کند تا غذا بتواند در طول جویدن به سطوح لینگوال و فیشیال حرکت کند. کاسپ فانکشنالی که در مقابل یک گروو (groove) یا fossa قرار می گیرد، روی شیب های مینایی هر طرف گروو قرار می گیرد (بسته می شود)، نه در عمق گروو. این آرایش یک راه فرار V شکل بین کاسپ و شیار مقابلش برای حرکت غذا در طول جویدن، باقی می گذارد (شکل ۷-۱).



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

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

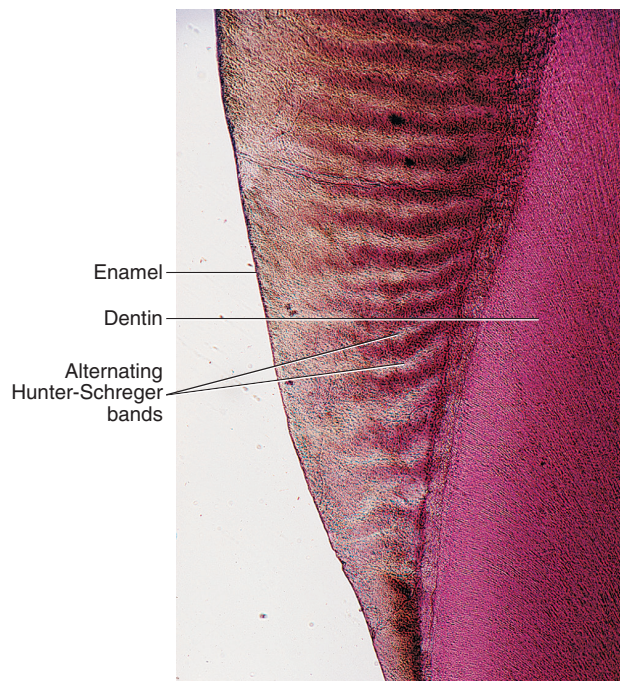
پیت ها و یا فیشورها مناطق غیر خود تمیز شونده ای هستند که تجمع بیوفیلم اسیدوژن ممکن است دندان ها را مستعد پوسیدگی های دندانی سازد (شکل ۸-۱).



شکل ۸-۱: فیشور (f) در اتصال دو لوب به تجمع غذا و باکتری که دندان را مستعد پوسیدگی دندانی (c) می کند، کمک می کند. مینا (e): عاج (d)، ضایعه ی پوسیدگی عاج (dc)، عاج شفاف شده (td)، دمنیرالیزاسیون اولیه ی مینا (پیکان).

رادهای مینایی در هر دندان متفاوت است، نوارهای هانتر-شرگر نیز تفاوت‌هایی را از نظر تعداد در هر دندان نشان می‌دهند.

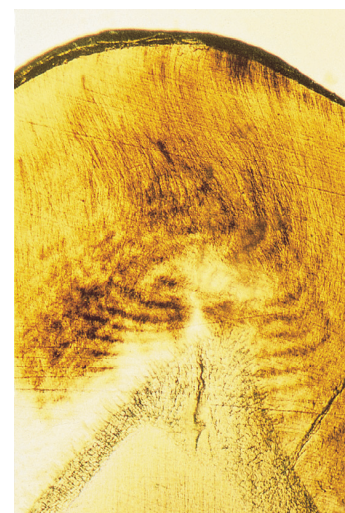
در دندانهای قدیمی آن‌ها نزدیک سطح انسیزال قرار گرفته‌اند. تعداد و نواحی آن‌ها در دندان‌ها از کانین‌ها به پره مولرها افزایش می‌یابد. در مولرها، نوارها از نزدیکی ناحیه‌ی سرویکال تا نوک کاسپ‌ها دیده می‌شوند. در دندان‌های شیری، رادهای مینایی در قسمت‌های سرویکال و مرکزی تاج نسبت به محور طولی دندان تقریباً عمود قرار گرفته‌اند و مشابه جهت رادها در دوسوم اکلوژالی تاج در دندان‌های دائمی می‌باشند.



شکل ۱۰-۱: فتومیکروگراف خطوط هانتر - شرگر مینا. تصویر با استفاده از نور بازتابی به‌دست آمده است. منبع: (اصلاح شده از Chiego DJ Jr: Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical Textbook, ۴th ed, Mosby, ۲۰۱۴).

قطر رادهای مینایی در نزدیکی سطح خارجی حدود $8\mu m$ و نزدیک مرز DEJ حدود $4\mu m$ 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 ($\times 500$) مقطع عرضی مینا نشان می‌دهد که قسمت سرگرد هر راد مابین بخش باریک دم دو منشور مجاور قرار می‌گیرد (شکل ۱-۱۱). عموماً، قسمت سرگرد در جهت انسیزال یا اکلوژال؛ قسمت دم سرویکالی قرار گرفته‌اند. 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) یا کوتیکول مینایی اولیه نام دارد. آملوبلاست‌های به‌محض کامل شدن غشای ناسمیت دژنره می‌شوند که این غشا دندان

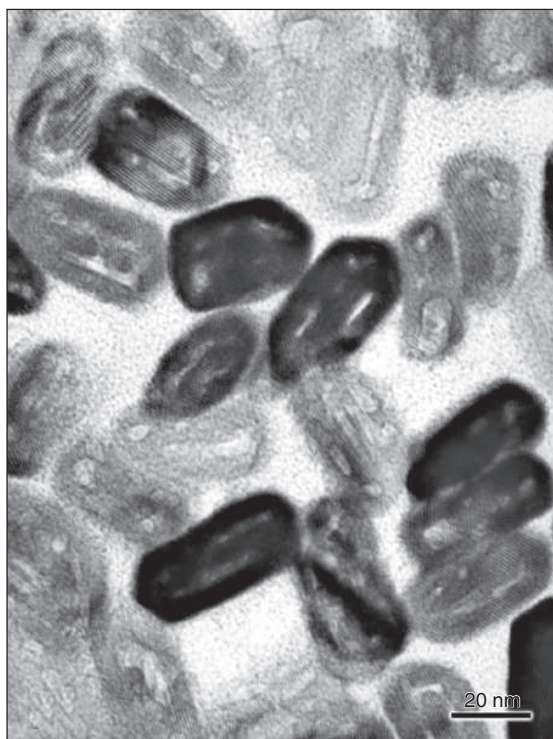
هر آملوبلاست یک راد مینایی منفرد را با یک طول خاص بر اساس نوع خاص دندان و موقعیت تاجی خاص، درون آن دندان شکل می‌دهد. رادهای مینایی مسیری موج‌دار، مارپیچی را دنبال می‌کنند، که آرایش ساعت‌گرد و پادساعت‌گرد متناوبی را برای هر گروه یا لایه از رادها حین پیش رفتن شعاعی آن‌ها از عاج به سمت سطح مینا، ایجاد می‌کند. آن‌ها در ابتدا یک سوم مسیر را به طور منحنی در مینا در مجاورت DEJ می‌پیمایند. پس از آن، 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 اکلوژال است، می‌شود. (شکل ۹-۱). 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 ضربه‌ای، موجب استحکام می‌شود.



شکل ۹-۱ مینای گره‌دار (gnarled) منبع: (از Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ: Oral anatomy, Histology and Embryology, ed ۴, Edinburgh, ۲۰۰۹, Mosby.)

تغییر جهت رادهای مینایی که پتانسیل شکستگی را در جهت آگزیمال 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 میشوند و به نظر از نواحی متناوب تیره و روشن با پهنای متفاوت و تفاوت اندک در نفوذپذیری و محتوای آلی ساخته شده‌اند. از آنجایی که جهت‌گیری

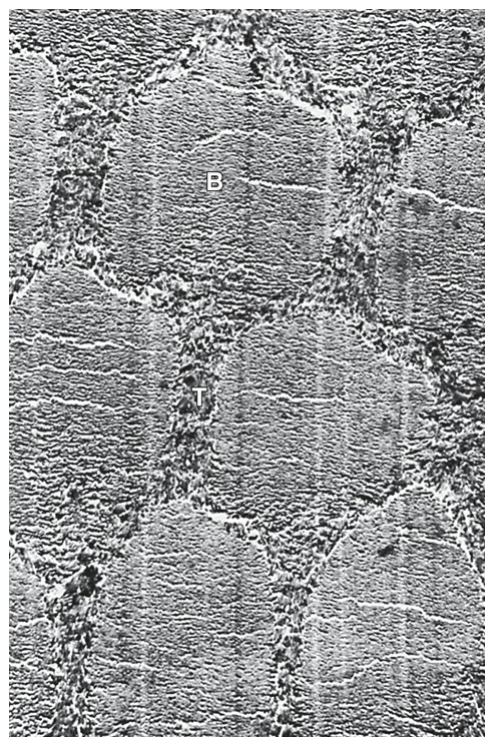
تشکیل شده است. یک کریستالیت ممکن است ۳۰۰ واحد سلولی طول، ۴۰ سلول عرض و ۲۰ سلول ضخامت در یک شکل ۶ گوش داشته باشد (شکل ۱۲-۱). یک ماتریکس آلی هر کریستال را احاطه کرده است که از ساختار پشتیبانی میکند که مینای دندان را قادر میسازد تا بارهای مکانیکی را در طول عملکرد جویدن تحمل کند.



شکل ۱۲-۱: الکترومیکروگراف کریستالیت های مینایی ۶ 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 مولکول های خاص نفوذپذیر است. این مسیر عبور ممکن است از طریق واحدهای ساختاری مانند: غلاف رادها، ترک های مینایی و سایر نواقصی باشد که کمتر معدنی شده اند و غنی از محتوی آلی اند. آب نقش مهمی به عنوان واسطه ای انتقالی از طریق فضاهای کوچک بین کریستالی ایفا می کند. تافت ها مینایی ساختارهای کم معدنی شده از ماده ای بین رادی میان گروه های از رادهای مینایی هستند که از DEJ شروع می شوند (شکل ۱۳-۱). این استاله ها از عاج بوجود آمده، در جهت محور طولی تاج به مینا گسترش یافته و ممکن است در گسترش پوسیدگی های دندانی نقش داشته باشند. لاملاهای مینایی نقایص نازک برگ شکلی بین گروه های رادهای مینایی هستند که از سطح مینا به سمت DEJ شکل گرفته اند، گاهی درون عاج امتداد می یابند (شکل ۱۳-۱). آن ها بیشتر شامل مواد آلی بوده و ممکن است که دندان را نسبت به ورود باکتری ها و گسترش متعاقب پوسیدگی مستعد سازد. نفوذپذیری مینا با افزایش سن به علت تغییرات ماتریکس مینا که به عنوان بلوغ مینا شناخته می شود، کاهش می یابد.

تازه رویش یافته را پوشانده و با جویدن و شست و شو سایش می یابد. این غشا با یک لایه نازک از پروتئین های بزاقی ارگانیک، که پلیکل نام دارد و روی مینا رسوب میکند، جایگزین می شود. میکروارگانیسیم ها 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.

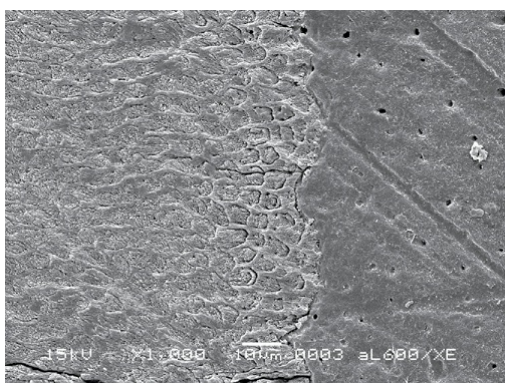


شکل ۱۱-۱: الکترومیکروگراف مقطع عرضی رادها در مینای بالغ انسان. جهت کریستال ها در "تنه" (B) نسبت به "دم ها" (T) متفاوت است. بزرگنمایی تقریبی ۵۰۰۰ برابر منبع: (از Neal RJ, Griebstein WJ, Meckel AH: ساختار مینای دندان بالغ انسان همانطور که توسط میکروسکوپ الکترونی مشاهده شده است، ۱۰ Arch Oral Biol ۷۷(۵):۷۸۳-۵، ۱۹۶۵)

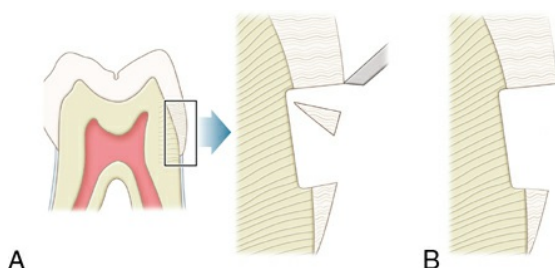
هر راد مینایی شامل میلیون ها کریستالیت آپاتیت کوچک و کشیده است که از نظر شکل و اندازه متفاوت اند. کریستالیت ها در یک الگوی مشخص جهت گیری بطور محکم درهم فشرده شده اند که استحکام و تطابق ساختاری به رادهای مینایی می دهد. محور طولی کریستالیت های آپاتیت در درون ناحیه مرکزی سر (بدنه) تقریباً موازی محور طولی رادها جهت گرفته اند و با نزدیک شدن به ناحیه ای دم رفته رفته زاویه ای آن ها (۶۵ درجه) نسبت به محور طولی راد افزایش می یابد.

آسیب پذیری این کریستالیت ها به شرایط اسیدی، در پروسه ای پوسیدگی ها یا در نتیجه ی روند اچینگ، ممکن است با جهت گیری آن ها مرتبط باشد. انحلال معدنی ناشی از اسید (دمینرالیزاسیون) بیشتر در نواحی سر رخ می دهد. نواحی دمی و نواحی اطراف سر نسبتاً در برابر دمینرالیزاسیون اسیدی مقاوم اند. کریستالیت ها شکل نامنظمی دارند، به طور میانگین ۱۶۰ nm طول و ۲۰ تا ۴۰ nm عرض دارند. هر کریستالیت آپاتیت از هزاران واحد سلولی با اتم های بسیار منظم

مینایی می‌باشد. علاوه بر ارتباط فیزیکی، اسکلوب بین مینا و عاج، یک لایه ماتریکس اینترفاز (که عمدتاً از یک شبکه کلاژن فیبریلی ساخته شده است) ۱۰۰ تا ۴۰۰ میکرومتر از DEJ به 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 در نتیجه‌ی پوسیدگی یا طراحی نادرست تراش، فاقد حمایت عاجی شده‌اند به راحتی 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.

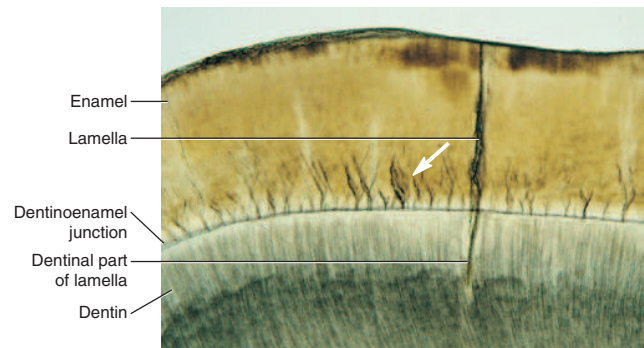


شکل ۱۵-۱: A، منشورهای مینایی بدون ساپورت تکیه‌گاه عاجی به آسانی تحت فشار ابزار دستی شکسته می‌شوند. B، ناحیه‌ی طوق نشان‌دهنده‌ی رادهای مینایی ساپورت شده توسط تکیه‌گاه عاجی است.

کمپلکس پالپ - عاج

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

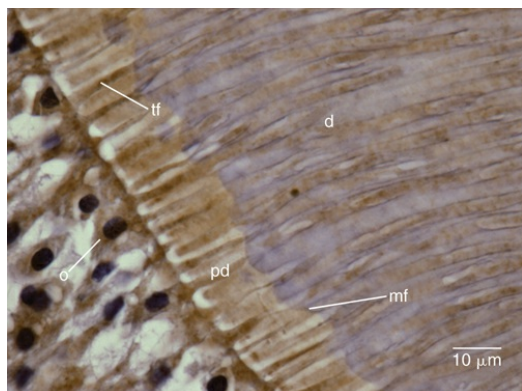
پالپ دندان حفره‌ی پالپ درون دندان را اشغال کرده است و یک ارگان تخصصی بی‌همتا در بدن انسان است که چهار وظیفه را انجام می‌دهد: (۱) سازندگی (تکامل)، (۲) تغذیه، (۳) حسی (حفاظتی) و (۴) ترمیمی (دفاعی). عملکرد سازندگی تولید عاج اولیه و ثانویه



شکل ۱۳-۱: نمای میکروسکوپی لاملا که از سطح مینا به درون عاج می‌رود. به بافت مینایی (فلش) توجه کنید. منبع: (از: Fehrenbach MJ, Popowicz T: Illustrated dental Embryology, Histology, and Anatomy, ed ۴, St. Louis, Saunders, ۲۰۱۶). با احترام جیمز مکینتاش، دکتر، 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 حضور داشته باشند یا به صورت موضعی روی سطح مینا اعمال شوند، انحلال پذیری 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 دیمینرالیزاسیون 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 کاهش یافته 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) و هم شکننده (نا توانی 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 قابل انعطاف‌تری (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 اسکلوب 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

شکل گیری عاج، دنتینوژنریس، 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 (۲۰۰-۱۰۰۰ μm) گسترش می‌یابند (شکل ۱۷-۱).



شکل ۱۷-۱: 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 ادونتوبلاست‌ها، 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.

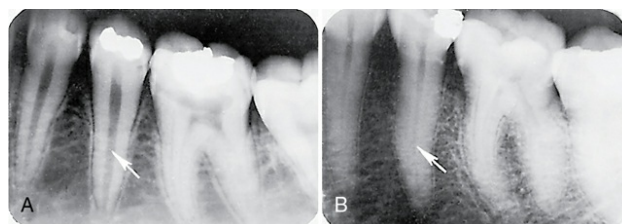


شکل ۱۸-۱: مقطع طولی مینا. زوائد ادونتوبلاستیک تحت عنوان دوک‌های مینایی تا مینا کشیده شده‌اند (A) منبع: (از Berkovitz BKB, Holland GR, Edinburg, Moxham BJ: Oral anatomy, Histology and Embryology, ed ۲۰۰۹, Mosby. با احترام دکتر R. Sprin

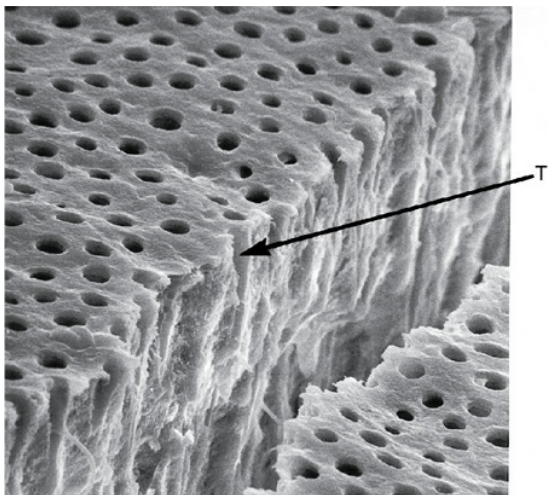
توسط ادنتوبلاست‌هاست. عملکرد تغذیه‌ای فراهم کردن یون‌های معدنی، پروتئین‌ها و آب برای عاج از طریق عروق خونی تأمین‌کننده‌ی ادنتوبلاست‌ها و زوائد آن‌هاست (که مایع توبولار عاجی را ایجاد می‌کند {DTF}). عملکرد حسی، فیبرهای عصبی را درون پالپ برای انتقال حس درد فراهم می‌کند. گیرنده‌های عصبی درد عاج بی‌همتا هستند 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 مورد بحث قرار گرفته 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.

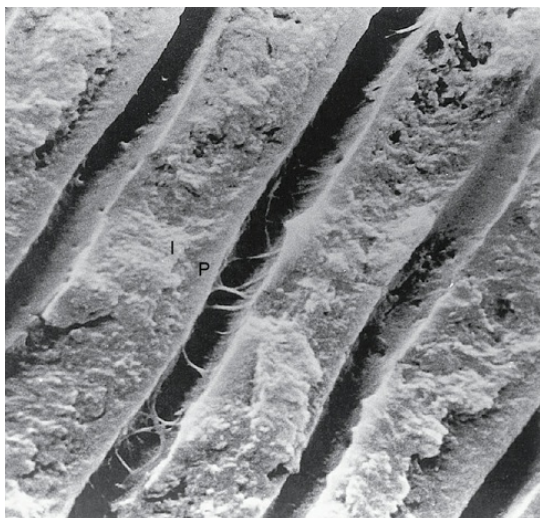
از لحاظ آناتومیک، پالپ به دو قسمت تقسیم می‌شود: (۱) پالپ تاجی درون اتاقک پالپی واقع در تاج دندان که شامل شاخک‌های پالپی است که زیر لبه‌ی انسیزال و نوک کاسپ‌ها قرار گرفته‌اند و (۲) پالپ ریشه‌ای که درون کانال پالپ واقع در ریشه‌ی دندان قرار گرفته است. پالپ ریشه‌ای از طریق فورامن اپیکال یا فورامن ریشه، در 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). ساینز 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 ساینز حفره‌ی پالپ توجه کنید (فلش‌ها).



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

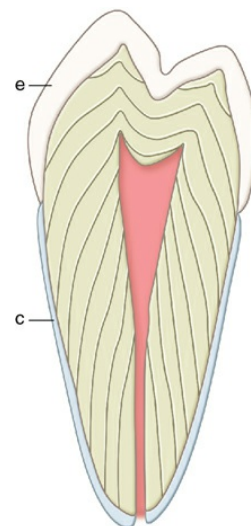


شکل ۲۱-۱: توبول‌های عاجی در مقطع عرضی، ۱/۲ mm از پالپ. عاج دور توبولی (p) نسبت به عاج درون توبولی (I) معدنی‌تر است. منبع: (از Brännström M: Dentin and pulp in restorative and دندانپزشکی، لندن، ۱۹۸۲، Wolfe Medical).

ناحیه‌ی سطحی عاج در DEJ و اتصال عاج سمان (DCJ) نسبت به حفره‌ی پالپ بسیار وسیع‌تر است. از آنجایی‌که ادونتوبلاست‌ها عاج را طی روندی روبه‌داخل پالپ شکل می‌دهند، توبول‌ها در نزدیکی پالپ به هم فشرده شده‌اند. تعداد توبول‌ها از ۱۵۰۰۰ تا ۶۵۰۰۰/ mm^۲ در DEJ افزایش می‌یابد. به ۴۵۰۰۰ تا ۶۵۰۰۰/ mm^۲ در پالپ افزایش می‌یابد. مجرای توبول‌ها نیز از DEJ به سطح پالپ متفاوت است. در عاج تاجی، میانگین قطر توبول‌ها در DEJ ۰/۵ mm تا ۰/۹ mm است، اما در نزدیکی پالپ به ۲ تا ۳ mm افزایش می‌یابد (شکل ۲۲-۱).

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. ادونتوبلاست‌ها با آغاز دور شدن از آملوبلاست‌های مجاور یک ماتریکس کلاژنی خارج سلولی (ECM) را می‌سازند. معدنی شدن ماتریکس با تغییرات آن توسط پروتئین‌های غیر کلاژنی مختلفی به تدریج 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 ادونتوبلاست‌هاست و پره دنتین نام دارد (شکل ۱۷-۱). شکل‌گیری عاج از نواحی مجاور نوک کاسپ یا لبه‌ی انسيزال شروع شده و به تدریج به میزان ۴ μm در روز به سمت نوک ریشه گسترش می‌یابد (شکل ۱۹-۱). 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).

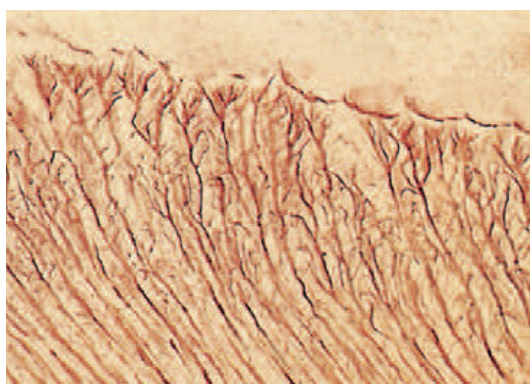
توبول‌های عاجی کانال‌های کوچکی هستند که از پروسه‌ی تشکیل عاج باقی‌مانده‌اند و در کل پهنای عاج از پالپ تا DEJ گسترش می‌یابند (شکل‌های ۲۰-۱ و ۲۱-۱). هر توبول شامل زوائد سیتوپلاسمیک سلولی یک ادونتوبلاست (فیبر تومز) است و با لایه‌ای از عاج اطراف توبولی احاطه شده که نسبت به عاج بین توبولی اطراف بیشتر معدنی شده است (شکل ۲۱-۱).



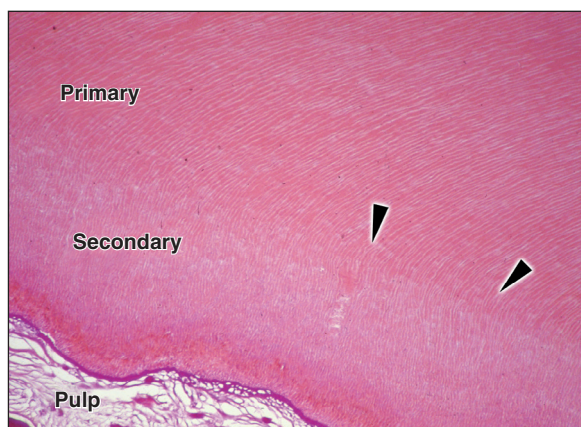
شکل ۱۹-۱: الگوی شکل‌گیری عاج اولیه. این شکل همچنین مینا (c) پوشاننده‌ی تاج آناتومیک و سمان (e) پوشاننده‌ی ریشه‌ی آناتومیک را نشان می‌دهد.



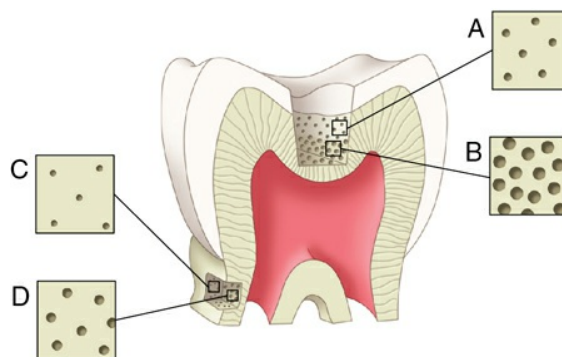
شکل ۲۳-۱: مقطع زمینه‌ای (groundsection) اینسایزور انسان. مسیر توبول‌های عاجی خمیدگی S شکل خفیفی در تاج دارند، اما در نوک انسیزال و ریشه مستقیم‌اند. منبع: (از: Young B, Lowe JS, Stevens A, Heath JW: ۵, Edinburgh, ۲۰۰۶, Wheeler's functional histology: a text and color atlas, ed Churchill Livingstone, ۲۰۰۶)



شکل ۲۴-۱: مقطع زمینه‌ای نشان‌دهنده توبول‌های عاجی و انشعابات جانبی آن‌ها نزدیک DEJ. منبع: (از: Berkovitz BKB, Holland GR, Moxham BJ: ۴, Edinburgh, ۲۰۱۰, Mosby, Oral anatomy, Histology, and Embryology, ed ۴)



شکل ۲۵-۱: مقطع زمینه‌ای عاج با سطح پالپی در راست. خمیدگی توبول‌های عاجی از عاج اولیه به ثانویه مشخصا تغییر می‌کند. توبول‌های 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)



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

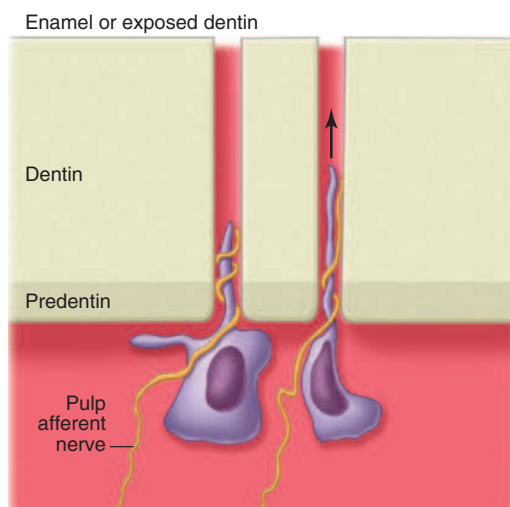
مسیر توبول‌های عاجی در تاج دندان خمیدگی S شکل ملایمی می‌باشد، اما توبول‌ها در لبه‌ی انسیزال، کاسپ‌ها و نواحی ریشه‌ای مستقیم‌ترند (شکل ۲۳-۱). توبول‌ها معمولاً عمود بر DEJ جهت‌گیری کرده‌اند. در طول دیواره‌ی توبول‌ها بازشدگی‌های جانبی کوچکی به نام کانالیکول یا کانال‌های جانبی وجود دارد. کانال‌های جانبی در نتیجه‌ی وجود شاخه‌های ثانویه (جانبی) زوائد ادونتوبلاستیک مجاور در طول دنتینوژنرئیس تشکیل می‌شوند. نزدیک DEJ، توبول‌ها به چند انشعاب انتهایی تقسیم می‌شوند و یک شبکه‌ی درون ارتباطی و آناستوموز دهنده را می‌سازند (شکل ۲۴-۱).

پس از شکل‌گیری عاج اولیه، رسوب عاج با سرعت کمتری ($m\mu$ ۴/۰ 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 توبول‌های عاجی (عاج پری توبولار) در عاج اولیه به‌تدریج از طریق رسوب مداوم مواد معدنی ضخیم‌تر می‌شود، در نتیجه 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 اسکروز عاج تعریف می‌شود (DS). اسکروزی که در نتیجه سن ایجاد می‌شود، اسکروز فیزیولوژیک عاج نامیده می‌شود.

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 نرم تر است و تغییرات بیشتری در اثر فشار نوک تیز سوند در آن ایجاد می شود، اما این وابسته به ناحیه است. عاج در نزدیکی پالپ نرم تر از نواحی محیطی است.

حساسیت عاجی زمانی درک می شود که پایانه های آوران گیرنده های عصبی درد، در مجاورت نزدیک زوائد ادونتوبلاستیک درون توبول های عاجی، دپلاریزه می شود. این هدایت عصبی اغلب اوقات توسط سیستم اعصاب مرکزی (CNS) به عنوان درد تفسیر می شود. تحریکات فیزیکی، دمایی، شیمیایی، باکتریایی و تروماتیک به وسیله ی فیبرهای عصبی کنترل می شوند و از طریق توبول های عاجی پر از مایع (به عبارتی دیگر مایع عاجی) تشخیص داده می شوند، اگرچه مکانیسم دقیق تشخیص هنوز به طور قطعی تعیین نشده است. قابل قبول ترین تئوری برای تشخیص تحریکات تئوری هیدرودینامیک می باشد که اظهار می کند که آغاز تحریک با حرکت سریع مایع توبولار درون توبول های عاجی به دپلاریزه شدن عصب می انجامد. اعمال ترمیمی شامل بریدن، خشک کردن، تغییرات فشار اسمزی یا تغییرات دما منجر به حرکت سریع مایع توبولار می شود که به صورت درد درک می گردد. (شکل ۲۷-۱)



شکل ۲۷-۱: تحریکی که حرکت سریع مایع درون توبول های عاجی را القا کند، ادونتوبلاست ها و اعصاب آوران (فلش ها) را از شکل طبیعی انداخته و به حس درد منتهی می شود. بسیاری از پروسه های ترمیمی مثل برش یا خشک کردن با هوا، حرکت سریع مایع را القا می کنند.

توبول های عاجی با مایع عاجی، ترانسودایی از پلاسما که محتوای تمام اجزای ضروری برای انجام منیرالیزاسیون و پاسخهای محافظتی است، پر شده اند. این اجزا شامل آب، پروتئین های ماتریکس، پروتئین های اصلاح کننده ی ماتریکس و یون های معدنی و ایمونوگلوبولینها است. پالپ زنده ی دندان یک فشار مثبت ملایم دارد که منجر به ترشح مداوم مایعات عاجی به سمت سطح خارجی دندان می شود. مینا و

عاج انسان تقریباً ۵۰٪ حجمی از مواد غیر آلی و ۳۰٪ حجمی مواد آلی تشکیل شده است. مواد آلی شامل تقریباً ۹۰٪ کلاژن نوع ۱ و ۱۰٪ از پروتئین های غیر کلاژنی است. عاج نسبت به مینا کمتر، اما از سمان و استخوان بیشتر معدنی شده است. محتوای معدنی عاج با افزایش سن بالا می رود. فاز معدنی عمدتاً از بلورهای (HA) تشکیل شده است که به شیوه ای سیستماتیک کمتر از کریستالیت هایی مینا مرتب شده اند. کریستالیت های عاج از کریستالیت های مینا کوچک تر و طولی معادل ۲۰ تا ۱۰۰ μm و عرضی معادل ۳ nm دارند که مشابه آن اندازه های است که در استخوان و سمان دیده می شود. عاج به وضوح از مینا نرم تر است اما از سمان و استخوان سخت تر می باشد. سختی عاج به طور میانگین یک پنجم میناست و سختی آن در نزدیکی DEJ سه برابر بیشتر از ناحیه ی نزدیک پالپ است. اگرچه عاج بافتی سخت و معدنی است، اما قابل انعطاف بوده و ضریب کشسانی حدود ۱۸ گیگا پاسکال (Gpa) دارد. این انعطاف پذیری به حمایت از مینایی شکننده تر و کمتر منعطف کمک می کند. عاج به اندازه ی ساختار رادی مینا مستعد شکستن نیست. اغلب "خطوط ترک" کوچکی روی مینا دیده می شود، که نمایانگر شکستگی های خفیف ساختاری است. خطوط ترک معمولاً از لحاظ بالینی حائز اهمیت نیست مگر آن که همراه با شکستگی عاج زیرین باشد (شکل ۲۶-۱). استحکام کششی نهایی عاج تقریباً ۹۸ مگا پاسکال (mpa) است، در حالی که استحکام کششی نهایی مینا تقریباً ۱۰ mpa است. استحکام فشاری عاج و مینا به ترتیب ۲۹۷ و ۳۸۴ mpa می باشد.

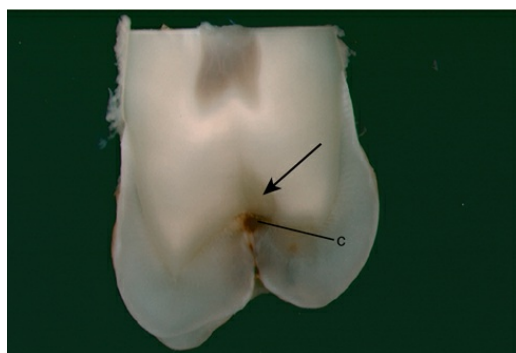


شکل ۲۶-۱: خطوط ترک مینایی که ثانویه به بارگذاری اکلوژالی شدید در طول جویدن و یا فعالیت پارافانکشنال ایجاد میشود.

طی تراش دندان، عاج معمولاً توسط (۱) رنگ واپسسته، (۲) بازتاب و (۳) سختی از مینا افتراق داده می شود. عاج معمولاً زرد-سفید و اندکی تیره تر از مینا است. در بیماران مسن تر، عاج تیره تر بوده و در مواجهه با مایعات دهانی، مواد ترمیمی قدیمی یا پوسیدگی های آهسته پیش رونده قهوه ای یا سیاه شود. سطح عاج متخلخل تر هست، که

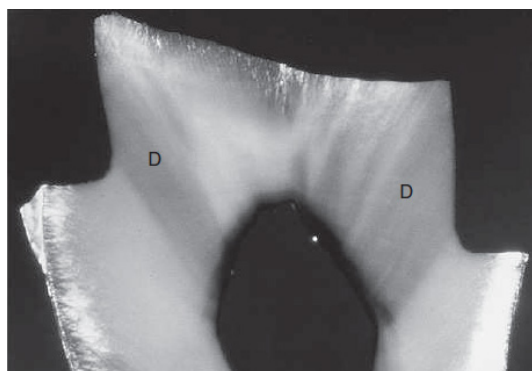
کمپلکس پالپ- عاج: پاسخ به چالش پاتولوژیک

کمپلکس پالپ عاج از طریق سیستم‌های ایمنی-التهابی پالپی و ترمیم/تشکیل عاج، به پاتولوژی دندان پاسخ می‌دهد. عملکردهای دفاعی و ترمیمی پالپ به واسطه‌ی یک پاسخ بسیار پیچیده‌ی دفاع میزبان به تحریکات باکتریایی، شیمیایی، مکانیکی و یا حرارتی انجام می‌شود. در ابتدا ادونتوبلاست‌های 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 قرار گرفته و مرگ ادونتوبلاست‌های اولیه مربوطه، گردد. محصولات سمی باکتری‌ها، مولکول‌های آزاد شده از ماتریکس عاج دیمینرالیزه 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) در نهایت 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، به وسیله‌ی رسوب مواد معدنی در مجراهای توبول‌های عاجی ناحیه‌ی تحت تأثیر قرار گرفته 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، به اندازه‌ی عاج نرمال اولیه سخت نیست (فصل ۲ را ببینید). پروسه ترمیمی موفق دفاع میزبان منجر به رمینرالیزه شدن عاج بین توبولی، علاوه بر انسداد معدنی توبول‌های عاجی می‌شود. که سبب افزایش مینرالیزاسیون کلی این عاج اولیه‌ی تحت تأثیر پوسیدگی می‌گردد، که اسکروزیس عاج واکنشی نامیده می‌شود.

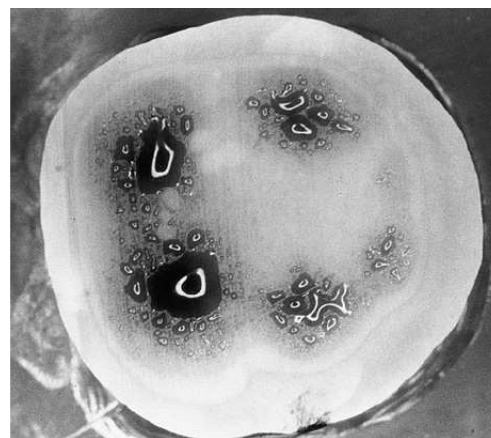


شکل ۳۰-۱: عاج شفاف (فلش) زیر یک ضایعه‌ی پوسیدگی (C).

سمان هرچند نیمه‌تراوا، یک لایه‌ی مؤثر ایجاد می‌کنند که از عاج زیرین محافظت می‌کند و تشریح 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 از نظر عملکردی بسیار کوچک‌تر از ابعاد اندازه‌گیری شده به طریق میکروسکوپی‌اند، زیرا در طول آن‌ها تنگ‌شدگی‌های زیادی وجود دارد (شکل ۲۱-۱). نفوذپذیری عاج در تمام دندانها یکسان نیست. عاج تاجی نسبت به عاج ریشه‌ای بسیار نفوذپذیرتر است. همچنین تفاوت‌هایی در خود عاج تاجی دیده می‌شود (شکل ۲۲-۱ و ۲۸-۱). نفوذپذیری عاج به‌طور اولیه به ضخامت عاج باقی‌مانده (به عبارتی دیگر طول توبول‌ها) و قطر توبول‌ها بستگی دارد. از آنجایی که توبول‌ها در نزدیکی پالپ کوتاه‌تر و بیشترند و قطر بزرگتری دارند، عاج عمقی در مقایسه با عاج سطحی، سد پالپی کم‌اثرتری است (شکل ۲۲-۱ و ۲۹-۱).

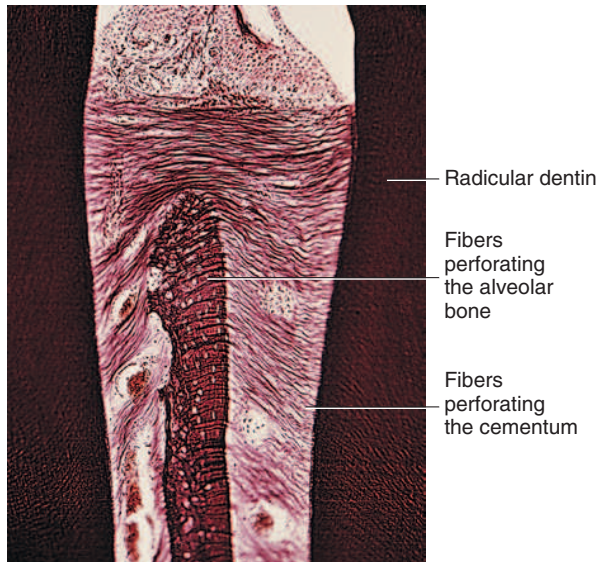


شکل ۲۸-۱: مقطع زمینه‌ای از آماده سازی MOD (مزیو اکلوزو دیستال) دندان مولر سوم. رنگ آبی تیره درون حفره‌ی پالپ تحت فشار پس از آماده سازی دندان قرار داده شد. نواحی تیره از نفوذ رنگ (D) نشان داد که توبول‌های عاجی در دیواره‌های آگزیمال نسبت به آنهایی که در کف پالپال آماده سازی قرار دارند، بسیار نفوذ پذیرتر هستند.



شکل ۲۹-۱: مقطع افقی یک سوم اکلوزال تاج مولر. رنگ آبی تیره درون حفره‌ی پالپ تحت فشار 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, با اجازه از Pergamon, Oxford, UK).

از کلاژن و پلی ساکاریدهای پروتئینی (pc) تشکیل شده است. الیاف شاری قسمتی از فیبرهای کلاژن اصلی لیگامان پریودنتال (PDL) هستند که در سمان و استخوان آلوئول فرو رفته و اتصال دندان به آلوئول را می سازند (شکل ۳۲-۱). سمان بدون عروق است.

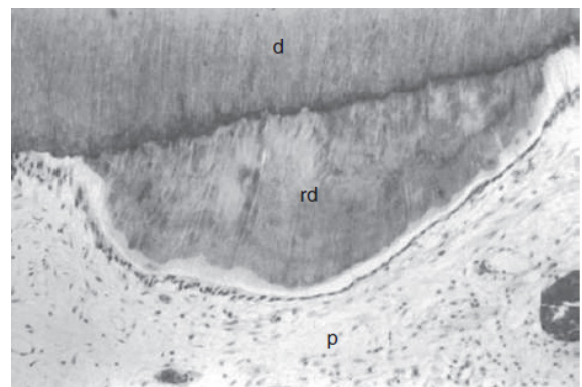


شکل ۳۲-۱: فیبرهای اصلی لیگامان پریودنتال به درون لایه‌ی سطحی سمان به نام الیاف شاری ادامه پیدا می کنند. منبع: (اصلاح شده از Chiego DJ Jr: Essentials of Oral Histology and Embryology: A Clinical ویرایش ۴، سنت لوئیس، ۲۰۱۴، Mosby)

سمان زرد است و در رنگ اندکی روشن تر از عاج است. در طول زندگی دائماً تشکیل می شود: زیرا با افزایش سن لایه‌ی سطحی سمان، یک لایه‌ی جدید رسوب می کند تا اتصالات دست نخورده باقی بمانند. سمان بدون سلول (یعنی هیچ سمندوبلاستی 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 می یابد. ضخامت سمان ممکن است در انتهای ریشه جهت جبران سایش اتریشنال سطح اکلوژال یا انسیزال و رویش غیرفعال دندان، افزایش یابد.

اتصال سمان و عاج در دندان دائمی نسبتاً صاف است. اتصال سمان به عاج گرچه کاملاً شناخته نشده، بسیار بادوام است. سمان به مینا اتصال می یابد تا CEJ را بسازد. در حدود ۱۰٪ از دندان ها، مینا و سمان به هم نمی رسند و این امر می تواند منجر به ایجاد نواحی حساس شود زیرا دهانه‌ی توبول های عاجی پوشیده نشده اند. abrasion، erosion، پوسیدگی ها، جرم گیری و پروسه های پرداخت نهایی ترمیم و پالایش ممکن است عاج را از پوشش سماني خود برهنه سازد. این امر ممکن است منجر به حساسیت به محرک های مختلف شود (برای مثال، گرما، سرما، مواد شیرین، مواد ترش). قابلیت بازسازی محدود

پروسه‌ی تشکیل عاج عمقی همزمان با پاسخ التهابی پالپی اتفاق می افتد و منجر به تشکیل عاج ثانویه در اینترفیس پالپ-عاج می گردد. اثر اصلی این پروسه ها، افزایش ضخامت/کارایی عاج به عنوان یک سد محافظتی برای بافت پالپ، می باشد. دو نوع عاج ثالثیه در پاسخ به تشکیل ضایعه ایجاد می شود. در مورد صدمه‌ی خفیف (برای مثال یک ضایعه‌ی پوسیدگی کم عمق)، ادونتوبلاست های اولیه شروع به افزایش تشکیل عاج در طول نواحی داخلی عاج زیر ناحیه‌ی تحت تأثیر قرار گرفته، به وسیله‌ی 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 ادونتوبلاست های اولیه می شود. هنگامی که مراحل درمانی با موفقیت صدمه را برطرف می کنند، سلول های جایگزین (به نام های گوناگون ادونتوبلاست های ثانویه، سلول های شبه ادونتوبلاست، یا سلول های ادونتوبلاستوئید) از سلول های مزانشیم زاینده ی پالپی (MSCs) تمایز پیدا می کنند. ادونتوبلاست های ثانویه بعداً عاج ترمیمی ثالثیه (یا "عاج ترمیمی") را به عنوان بخشی از دفاع مداوم میزبان، می سازند. عاج ترمیمی معمولاً به صورت عاج ناحیه‌ای ظاهر می شود که روی دیوار حفره‌ی پالپ، دقیقاً زیر ناحیه‌ای از دندان که آسیب دیده، رسوب می کند (شکل ۳۱-۱). عاج ترمیمی معمولاً غیرتوبولار است و در نتیجه از نظر ساختاری با عاج اولیه و ثانویه متفاوت است.

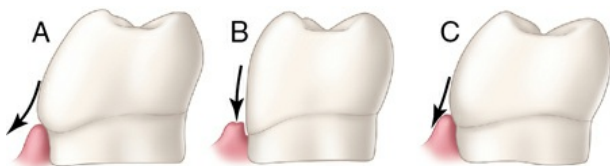


شکل ۳۱-۱: عاج ترمیمی در پاسخ به یک ضایعه‌ی پوسیدگی. d، عاج؛ rd، عاج ترمیمی؛ p، پالپ. منبع: (از Trowbridge HO: Pulp biology: Progress در طول ۲۵ سال گذشته، Aust Endo J ۲۹(۱):۵-۱۲، ۲۰۰۳)

سمان

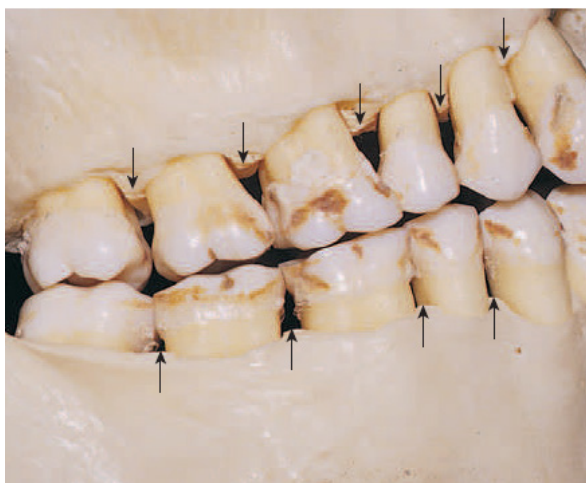
سمان لایه‌نازکی از بافت سخت دندانی است که ریشه‌ی آناتومیک دندان را می پوشاند و توسط سلول هایی به نام سمندوبلاست که از سلول های مزانشیمی تمایز نیافته (MSCs) داخل بافت همبند فولیکول دندانی ایجاد می شوند، ساخته می شود. سمان اندکی از عاج نرم تر بوده و شامل حدود ۴۵٪ تا ۵۰٪ وزنی مواد معدنی (هیدروکسی آپاتیت) و ۵۰٪ تا ۵۵٪ وزنی مواد آلی و آب می باشد. قسمت آلی به طور عمده

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 (شکل ۳۴-۱) 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 به‌طور معمول در پریودنتیت مزمن بافت 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 پریودنتال 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).



شکل ۳۵-۱: قسمتی از مجموعه نشان‌دهنده‌ی فضاهای مثلثی زیر نواحی تماس پروگزیمالی است که معمولاً با بافت نرم پر شده است. شکل ۳۸-۱ را ببینید.

سمان (turnover) ممکن است هرچند درک آن ضعیف است. مقداری تحلیل در سمان و عاج قسمت اپیکال ریشه ممکن است رخ دهد، اما در صورتی که فشارهای ارتودنیک شدید منجر به حرکت دندانی، خیلی سریع تر از ریمادلینگ استخوان آلوولار شود (شکل ۳۳-۱).



شکل ۳۳-۱: 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 صداها کمک می‌کند به‌طوری‌که برای تکلم موثر باشد. در نهایت، شکل و نحوه‌ی قرارگیری دندان‌ها به تکامل و حفظ بافت لثه‌ای پشتیبان و استخوان آلوولار کمک می‌کند.

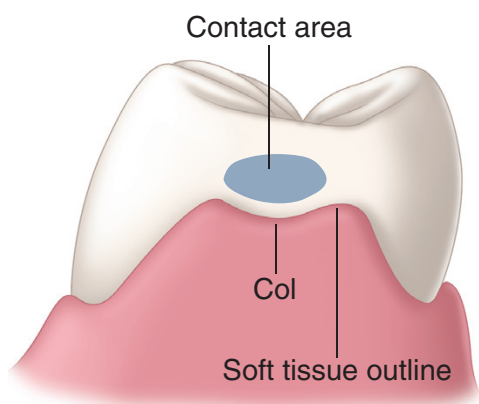
کانتورها

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 قرار گرفته 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

ناحیه‌ی تماس پروگزیمال در یک‌سوم انسيزال سانترال‌های ماگزینا و مندیبل قرار گرفته است (شکل ۳۷-۱). در بعد فیشیولینگوال اندکی نزدیک به سطح فیشیال واقع شده است (شکل ۳۶-۱). از ناحیه‌ی قدام به سمت خلف در تمامی دندان‌ها ناحیه‌ی تماس نزدیک به اتصال یک‌سوم انسيزال (یا اکلوژال) 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 قابل توجهی 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) انسيزال یا اکلوژال و (۴) جینجیوال هستند (شکل‌های ۳۶-۱ و ۳۷-۱). در ابتدا پاپیلای بین‌دندانی امبراژور جینجیوال را پر می‌کند. وقتی شکل و عملکرد دندان‌ها ایده آل بوده و بهداشت مطلوب دهان حفظ شود، ممکن است پاپیلای بین‌دندانی طی زندگی در موقعیت خود باقی بماند. وقتی امبراژور جینجیوال توسط پاپیلای پر شده است، از به دام افتادن غذا در این ناحیه پیشگیری می‌شود. در مقطع فیشیولینگوال عمودی، پاپیلا بین دندان‌های قدامی به شکل مثلی دیده می‌شود، در حالی که در دندان‌های خلفی ممکن است شبیه دامنه‌ی کوه باشد که قسمت فیشیال و لینگوال قله بوده و دره (col) زیر نقطه‌ی تماس قرار می‌گیرد (شکل ۳۸-۱). این col، یک ناحیه‌ی تقعر مرکزی فیشیولینگوال زیر تماس است و چون با اپیتلیوم غیر کراتینه‌پوشانده شده است، در اثر شکل نادرست تماس و امبراژور نسبت به بیماری پریودنتال مستعدتر است.

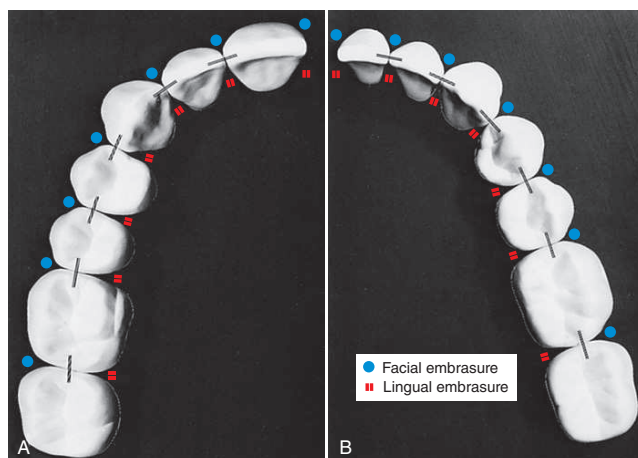


شکل ۳۸-۱: رابطه‌ی پاپیلای بین‌دندانی ایده آل و ناحیه‌ی تماس مولر.

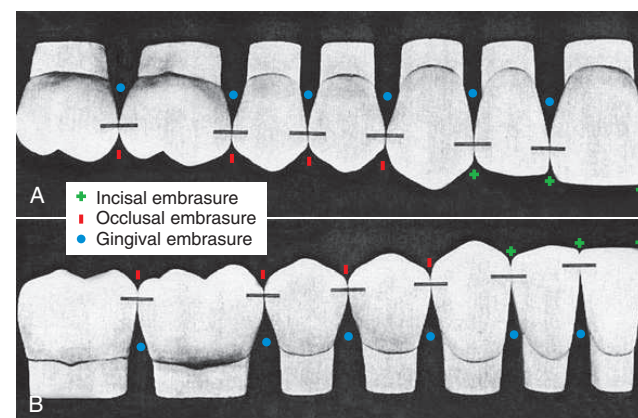
رابطه‌ی صحیح امبراژورها، کاسپ‌ها با سالکوس، مارژینال ریج و شیارهای دندان‌های مجاور و مقابل به فرار غذا طی جویدن کمک

ناحیه‌ی تماس پروگزیمال

در ابتدا وقتی دندان‌ها رویش می‌کنند برای برقراری تماس پروگزیمالی با دندان‌های مجاور که قبلاً رویده، یک نقطه‌ی 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).



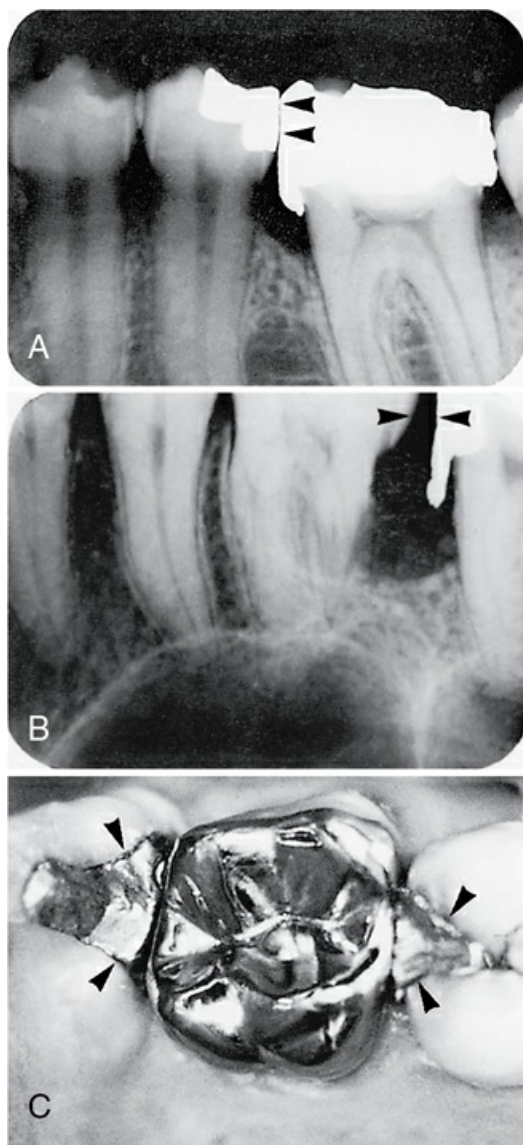
شکل ۳۶-۱: نواحی تماس پروگزیمالی. خطوط مشکی موقعیت تماس را از نمای فیشیو لینگوالی نشان می‌دهد. A، دندان‌های ماگزینا. B، دندان‌های مندیبل. امبراژورهای فیشیال و لینگوال مشخص شده‌اند.



شکل ۳۷-۱: نواحی تماس پروگزیمالی. خطوط سیاه مکان اینسایزو جینجیوالی و اکلوژو جینجیوالی تماس را نشان می‌دهند. امبراژورهای اینسایزال، اکلوژال و جینجیوال مشخص شده‌اند. A، دندان‌های ماگزینا. B، دندان‌های مندیبولار.

بیش از این نمیتوان بر اهمیت شکل و ناحیه صحیح تماسها و امبراژورهای همراه آنها تاکید کرد، آن‌ها پاپیلاهای بین‌دندانی 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 ماگزینا و مندیبل، از طریق تماس اکلوژالی، تمامیت قوس‌های دندانانی را حفظ و باثبات می‌کند.

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).

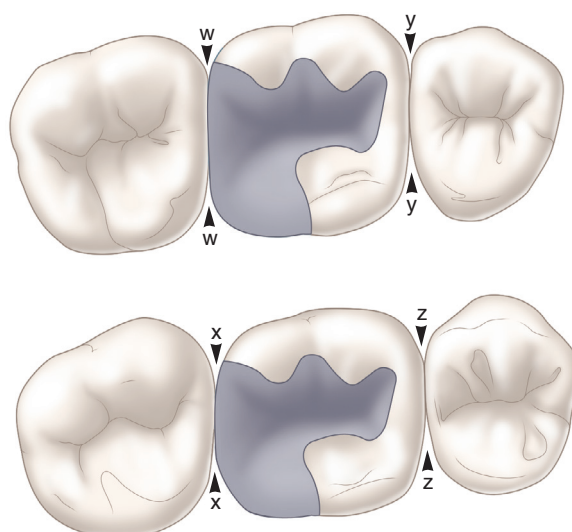


شکل ۴۱-۱: شکل آناتومیک ضعیف ترمیم. A، رادیوگرافی از تماس صاف/آمالگام در ناحیه‌ی جینجیوال و در نتیجه تحلیل عمودی استخوان. B، رادیوگرافی از ترمیم با آمالگام اضافی در ناحیه‌ی جینجیوال و عدم حضور تماس که منجر به تحلیل استخوان و پوسیدگی ریشه مجاور می‌شود. C، شکل ضعیف امبرازور و مارژین‌های ترمیم.

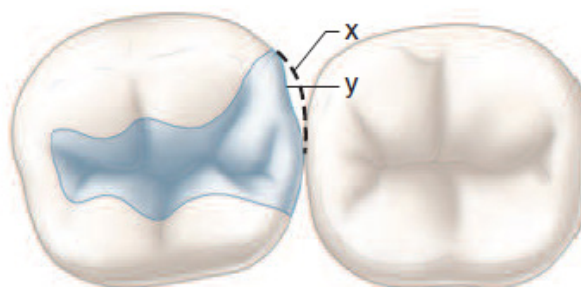
کروئال اکسپوژر

میزان ساختار تاجی دندان که در معرض محیط دهان قرار می‌گیرد بر زیبایی لبخند تأثیر می‌گذارد (به فصل ۱۲ مراجعه کنید). تاج آناتومیک

می‌کند. وقتی اندازه‌ی یک امبرازور کاهش یافته یا وجود ندارد، فشار اضافی بر روی دندانها و ساختارهای نگه دارنده در طول جویدن ایجاد می‌شود. امبرازور بیش از حد بزرگ محافظت کمتری از ساختارهای پشتیبان به عمل می‌آورد 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 (شکل ۴۰-۱). امبرازورهای لینگوال معمولاً از امبرازورهای 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 اکلوژال برمی گرداند (شکل ۳۶-۱ را ببینید). مارژینال ریج‌های دندان‌های خلفی مجاور باید در ارتفاع یکسانی باشند تا فرم تماس و امبرازور متناسبی را داشته باشند. وقتی این رابطه وجود نداشته باشد، مشکلات همراه با تماس پروگزیمالی ناکافی و شکل نادرست امبرازور ممکن است افزایش یابد.



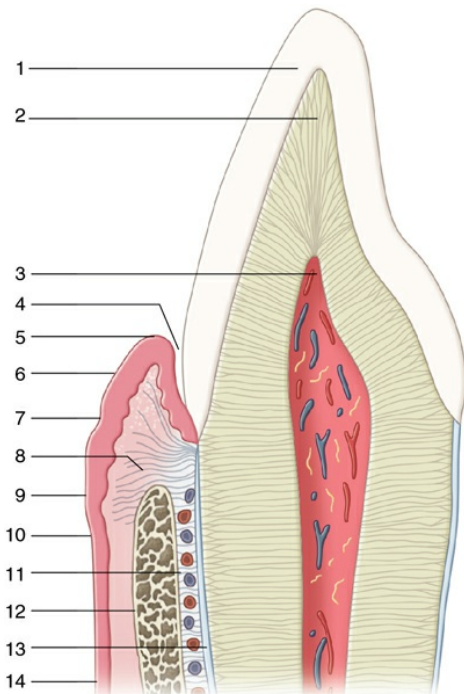
شکل ۳۹-۱: شکل امبرازور. W، شکل نادرست امبرازور باعث برجستگی نادرست ترمیم و در نهایت لثه‌ی ناسالم بر اثر تحریک ناکافی می‌شود. X، شکل خوب امبرازور. Y، ساییش اصطکاکی نواحی تماس منجر به کاهش ابعاد امبرازور می‌شود. Z، وقتی شکل امبرازور خوب است، بافت پشتیبان تحریک کافی از غذا طی جویدن دریافت می‌کند.



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

مخاط دهان

مخاط دهان غشاء مخاطی است که تمام ساختارها به جز تاج کلینیکی دندانها را می پوشاند و از دولایه تشکیل شده است: (۱) اپیتلیوم سنگفرشی مطبق (SSE) (۲) بافت همبند پشتیبان به نام لامینا پروپریا (LP). (لامینا پروپریا لثه در شکل ۴۲-۱ را ببینید شاخص ۸). اپیتلیوم بر اساس محل آن ممکن است کراتینیزه، پاراکراتینیزه یا غیر کراتینیزه باشد. ضخامت لامینا پروپریا پشتیبان اپیتلیوم متفاوت است و اپیتلیوم را ساپورت میکند. ممکن است به پریوستئوم استخوان آلئول چسبیده باشد و یا ممکن است روی زیرمخاط قرار گرفته 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 می چسبد. زیر مخاط حاوی غدد، عروق خونی، اعصاب و بافت چربی است.



شکل ۴۲-۱: بخش عمودی یک ثنایای فک پایین که ساختارهای نگهدارنده را نشان می دهد: ۱، مینای دندان. ۲، عاج ۳، پالپ؛ ۴، شیار لثه؛ ۵، حاشیه آزاد لثه؛ ۶، لثه آزاد؛ ۷، شیار لثه آزاد؛ ۸، لامینا پروپریا لثه؛ ۹، لثه متصل. ۱۰، محل اتصال مخاط لثه؛ ۱۱، لیگامان پریودنتال؛ ۱۲، استخوان آلئولار؛ ۱۳، سمان؛ ۱۴، مخاط آلئول.

مخاط دهان به سه دسته ی عملکردی اصلی تقسیم می شود: (۱) مخاط جونده، (۲) مخاط پوششی یا Reflective و (۳) مخاط اختصاصی. مخاط جونده شامل لثه ی آزاد و چسبنده (شکل ۴۲-۱ و شاخصهای ۹ و ۶ را ببینید) و مخاط کام سخت می باشد. اپیتلیوم این بافتها بافت همبند متراکم، ضخیم، باثبات و حاوی رشته های کلاژنی می باشد. کام سخت به جز در چند ناحیه ی باریک خاص زیر مخاط مشابهی دارد.

قسمتی از تاج دندان است که توسط مینای دندان پوشیده شده است. رویش دندان معمولاً منجر به قرار گرفتن تاج کامل آناتومیک به ویژه در اوایل چرخه رویش دندان نمی شود. قسمت قابل مشاهده مینای دندان که پس از رویش وجود دارد، تاج بالینی نامیده میشود. مقدار قابل مشاهده تاج بالینی در طول زمان همچنان تغییر میکند. در ابتدا تاج بالینی کمتر از 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 آشکار شدن دندان ثانویه به جابه جایی آپیکالی مارجین جینجیوال به موقعیت CEJ یا اندکی کروئالی تر نسبت به CEJ تعریف میشود. اختلال در هر یک از این فرایندها به عنوان رویش فعال تغییر یافته (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-آلئولار، حرکات زیاد لب و کوتاهی لب فوقانی.

ماگزایلا و مندیبل

ماگزایلا انسان با دو استخوان شکل می گیرد، استخوان ماگزایلا پره و ماگزایلا. این دو استخوان حجم فک بالا و قسمت اصلی کام را ساخته و به شکل گیری کف کاسه ی چشم و طرفین و کف حفره ی بینی کمک می کنند. آنها در ابتدا حاوی ۱۰ دندان شیری ماگزایلا و بعد ۱۶ دندان دائمی در زائده ی آلئول می باشند (شکل ۱-۱ و ۱-۶ و جدول ۷ را ببینید). مندیبل یا فک پایین به شکل نعل اسب بوده و از هر طرف توسط TMJ به جمجمه متصل می شود. بدنه ی مندیبل از دو قسمت افقی تشکیل شده است که در خط وسط سمفیز مندیبولاری و راموس، قسمتهای عمودی به هم وصل شده اند. زائده ی کروئوئید و کندیل بوردر فوقانی هر راموس را می سازند. مندیبل در ابتدا حاوی ۱۰ دندان شیری مندیبل و بعد ۱۶ دندان دائمی در زائده ی آلئول می باشد. استخوانهای ماگزایلا و مندیبل تقریباً از ۳۸٪ تا ۴۳٪ حجمی مواد غیر آلی و ۳۴٪ حجمی مواد آلی تشکیل شده اند. ماده ی غیر آلی هیدروکسی آپاتیت است و ماده ی آلی به طور اولیه کلاژن نوع ۱ می باشد که توسط ماده ی زمینه- ای گلیکوپروتئین و پروتئوگلیکان احاطه می شود. حیات این ساختارها از طریق عروق و عصب حفظ میشود.

زیرین حاوی رشته‌های کلاژن با آرایش شل، بافت الاستیک، چربی و بافت ماهیچه‌ای است. مخاط آلونول از لثه‌ی چسبیده توسط خط اتصال موکوجینجوال جدا شده و به صورت اپیکالی تا عمق وستیبول و داخل گونه امتداد می‌یابد.

از لحاظ 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. لثه‌ی تراش دندان نباید زیر لثه قرار بگیرد (در سطح بین مارژین لثه‌ی آزاد و کف سالکوس) مگر زمانی که به واسطه‌ی پوسیدگی، ترمیم قبلی، مسائل زیبایی یا سایر موارد مورد نیاز برای تراش، گسترده شده باشد. (فصل ۱۲ را ببینید)

اجزای اتصال

ریشه دندان به وسیله لیگامان پریدونتال به آلونول (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 تشکیل شده است. لیگامان پریدونتال 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 به طوری که دندان را متصل نگه داشته و حمایت می‌کند. هماهنگی عملکردی عضلات جونده از طریق یک مکانیسم پروپریوسپتو باکفایت، توسط اعصاب حسی درون لیگامان پریدونتال فراهم می‌شود. رگ‌های خونی مواد تغذیه‌ای سیستم‌های اتصالی را فراهم می‌کنند. سلول‌های خاصی در لیگامان عملکرد جذب و جایگزینی سمان، لیگامان پریدونتال و استخوان آلونول را انجام می‌دهند. زائده‌ی آلونول-قسمتی از ماگزایلا و مندیبل - ساکت‌هایی که ریشه دندان‌ها در آن قرار می‌گیرد را شکل داده، حمایت می‌کند و می‌پوشاند. از لحاظ آناتومیکی مرز واضحی بین بدنه‌ی ماگزایلا و مندیبل و زائده‌ی آلونول وجود ندارد. زائده‌ی آلونول 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 آلونول پشتیبان نام دارد، که alveolar bone proper را احاطه و حمایت می‌کند. استخوان پشتیبان از دو قسمت تشکیل شده است: (۱) صفحه‌ی کورتیکال، که شامل استخوان متراکم است و ضخامت داخلی (لینگوال) و خارجی (فیشیال) زائده‌ی آلونول را می‌سازد و (۲)

لامینا پروپریای متراکم لثه‌ی چسبیده به سمان و پریوستئوم استخوان زائده‌ی آلونولار متصل می‌شود (شکل ۴۲-۱، شاخص ۸ را ببینید).

مخاط پوششی یا reflective داخل لب‌ها، گونه و وستیبول، سطوح طرفی زائده‌ی آلونول (به جز مخاط کام سخت)، کف دهان، کام نرم و سطح شکمی زبان را می‌پوشاند. این مخاط بافتی نازک و متحرک با اپیتلیوم نسبتاً ضخیم، غیر کراتینیزه 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 موکوجینجوال (MGJ) نام دارد که در حاشیه‌ی اپیکال لثه‌ی چسبیده در قسمت فیشیال و لینگوال در قوس مندیبل و قسمت فیشیال در قوس ماگزایلا قرار می‌گیرد. (شکل ۴۲-۱، شاخص ۱۰ را ببینید). مخاط اختصاصی سطح پشتی زبان و جوانه‌ها چشایی را می‌پوشاند. اپیتلیوم به جز در قسمت پوشش دهنده‌ی پای‌های نخ‌ی شکل، غیر کراتینیزه است.

پریودونشیوم

پریودونشیوم حاوی بافت نرم و سخت دهان است که دندان‌ها را در بر گرفته و حمایت می‌کند. ممکن است به دو قسمت تقسیم شود (۱) واحد لثه‌ای، متشکل از لثه‌ی آزاد و چسبیده و مخاط آلونولار و (۲) اجزاء اتصالی، متشکل از سمان، لیگامان پریدونتال و زائده‌ی آلونولار (شکل ۴۲-۱).

واحد لثه‌ای

همان‌طور که اشاره شد، لثه آزاد و چسبیده باهم مخاط جونده را می‌سازند. لثه‌ی آزاد، لثه‌ای است از لبه‌ی کمرست 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 غیر کراتینیزه پوشیده شده است. بخش خارجی لثه‌ی آزاد در هر امبرازور 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 چسبیده بافت همبند فشرده‌ای با اپیتلیوم سنگ‌فرشی مطابق کراتینیزه است که از عمق سالکوس لثه تا محل اتصال لثه و مخاط گسترده شده است. شبکه‌ی فشرده‌ای از رشته‌های کلاژن، لثه‌ی چسبیده را محکم به سمان و پریوستئوم زائده (استخوان) آلونولار متصل می‌کند.

مخاط آلونولار بافت نرم و نازکی است که با اتصالی سست به استخوان زیرین چسبیده است (شکل ۴۲-۱، شاخص‌های ۱۲ و ۱۴). با یک لایه‌ی اپیتلیومی نازک غیر کراتینیزه پوشیده شده است. زیر مخاط

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 اکلوژالی دارد و هر دو رابطه‌ی استاتیک و دینامیک باید مورد توجه 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 ۱-۴۳ کاسپ‌ها به صورت 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 جدا شده‌اند 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 فیشیال یا لینگوال از هم جدا می‌شوند. فرورفتگی‌های بین کاسپ‌ها فوسا (fossa, singular) نامیده می‌شود. کاسپ‌ها در هر دو قوس در یک انحنا صاف استقرار یافته‌اند. معمولاً قوس ماگزیلا از قوس مندیبل بزرگ‌تر است، که در نتیجه در حداکثر تماس اکلوژالی، کاسپ‌های ماگزیلا کاسپ‌های مندیبل را می‌پوشانند (شکل B ۱-۴۳ ببینید). در شکل A ۱-۴۳، 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 اکلوژال فیشیال نام گرفته است. بالای آن، یک قوس فرضی فوساهای مرکزی ماگزیلا را به هم متصل کرده و خط فوسای مرکزی اکلوژال نام گرفته است. خط اکلوژال فیشیال مندیبولار و خط فوسای مرکزی ماگزیلا وقتی که قوس مندیبل روی قوس ماگزیلا کاملاً بسته می‌شود، دقیقاً روی هم منطبق می‌شوند. در سمت راست قوس‌های دندانی، خط اکلوژال 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 ۱-۴۳، قوس‌های دندانی کاملاً باهم جفت شده‌اند، و دندان‌های ماگزیلاری روی دندان‌های مندیبولار را پوشانده‌اند. هم‌پوشانی کاسپ‌های ماگزیلا ممکن است هنگامی که فک‌ها بسته‌اند مستقیماً قابل مشاهده باشد. حداکثر تماس کاسپی (MI) به موقعیتی از

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 اکلوژالی استاتیک) و طی حرکات مختلف فک (روابط اکلوژالی دینامیک) می‌باشد. اندازه‌ی فک و آرایش دندان‌ها درون فک عامل طیف گسترده‌ای از تنوع می‌باشد. موقعیت تماس بین دندان‌های مقابل (تماس‌های اکلوژال) در نتیجه‌ی تفاوت در اندازه و شکل دندان‌ها و فک‌ها و رابطه‌ی اکلوژالی فکین، متفاوت است. تنوع گسترده‌ای در طرح‌های اکلوژال در افراد سالم دیده می‌شود. در نتیجه، 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 (ماهیه‌چه‌ها، TMJ) ها و دندان‌ها) بسیار تطبیق‌پذیر بوده و معمولاً می‌تواند با موفقیت در طیف وسیعی از تنوع اندازه‌های فک و جهت گیری دندان، عمل کند. علیرغم تطبیق‌پذیری عالی، بعضی بیماران به شدت به تغییرات در تماس‌های دندان (که بر روی ماهیه‌چه‌های جونده و TMJ ها مؤثر است)، که ممکن است با پروسه‌های دندانی ارتودنسی و/یا ترمیمی ایجاد شود، حساس‌اند. الگوهای تماس اکلوژال 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 اکلوژال 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 رخ داده و نشان‌دهنده‌ی اهمیت این نقاط مرجع می‌باشد.

تماس دندان در طول حرکت مندیبل رابطه‌ی اکلوژال دینامیک نام دارد. تماس‌های سرخوردن و لغزشی طی جویدن و سایر حرکات مندیبل

دندان‌های مولر اول قابل مشاهده است. شکل F ۴۳-۱ را برای مشاهده تماس‌های اکلوزالی مختلف که ناشی از موقعیت‌های مختلف مولر است، ببینید. موقعیت کاسپ مزیوفیشیال مولر اول ماگزیا نسبت به مولر اول مندیبل، به عنوان یک عامل تعیین کننده در طبقه بندی انگل استفاده می شود. شایع ترین رابطه ی مولری در موقعیتی است که کاسپ مزیوفیشیال ماگزیا در شیار تکاملی مزیوفیشیال مولر اول پایین قرار گیرد. این رابطه کلاس I انگل نامیده می شود. قرارگیری کمی عقب تر مولر اول مندیبل، منجر به قرارگیری کاسپ مزیوفیشیال مولر بالا در امبرازورفیشیال بین مولر اول و پر مولر دوم پایین می شود. این رابطه کلاس II انگل نامیده شده و تقریباً در ٪ ۱۵ جمعیت ایالات متحده آمریکا روی می دهد. قرارگیری قدامی تر مولر اول پایین نسبت به مولر اول بالا، کلاس III انگل خوانده شده و حداقل شیوع را دارد. در رابطه کلاس III، کاسپ مزیوفیشیال مولر اول بالا داخل شیار دیستوفیشیال مولر اول پایین جای می گیرد؛ این حالت در تقریباً ٪ ۳ جمعیت آمریکا مشاهده می شود. در میان مردم سایر کشورها و در گروه های قومی تفاوت های چشم گیری در این درصدها مشاهده می شود.

اگرچه طبقه بندی انگل بر اساس رابطه کاسپ ها است، شکل ۴۳-۱G نشان 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 می دهد. در شکل ۲-۴۴ A اورلپ اینسایزورها نشان داده شده است. اورلپ در دو بعد مشخص می شود: پوشش افقی (overjet) و پوشش عمودی (overbite). تفاوت در اندازه فک بالا و پایین می تواند باعث تغییرات بالینی قابل توجه در روابط اینسایزورها گردد. این بایت که در اثر نقص مندیبل یا رویش بیش از حد دندان های خلفی ایجاد می شود و کراس بایت که نتیجه رشد اضافی مندیبل است (شکل ۳-۴۴ A-۱ را ببینید). کاهش اورجت و افزایش اوربایت ممکن است محدوده فانکشن دندانی را محدود کند. این تغییرات اثرات بالینی قابل توجهی بر روابط تماسی دندان های خلفی و در نتیجه فعالیت جویدنی در طی حرکات مختلف فک دارند، زیرا دندان های قدامی به هدایت فک پایین کمک نمی کنند. 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.

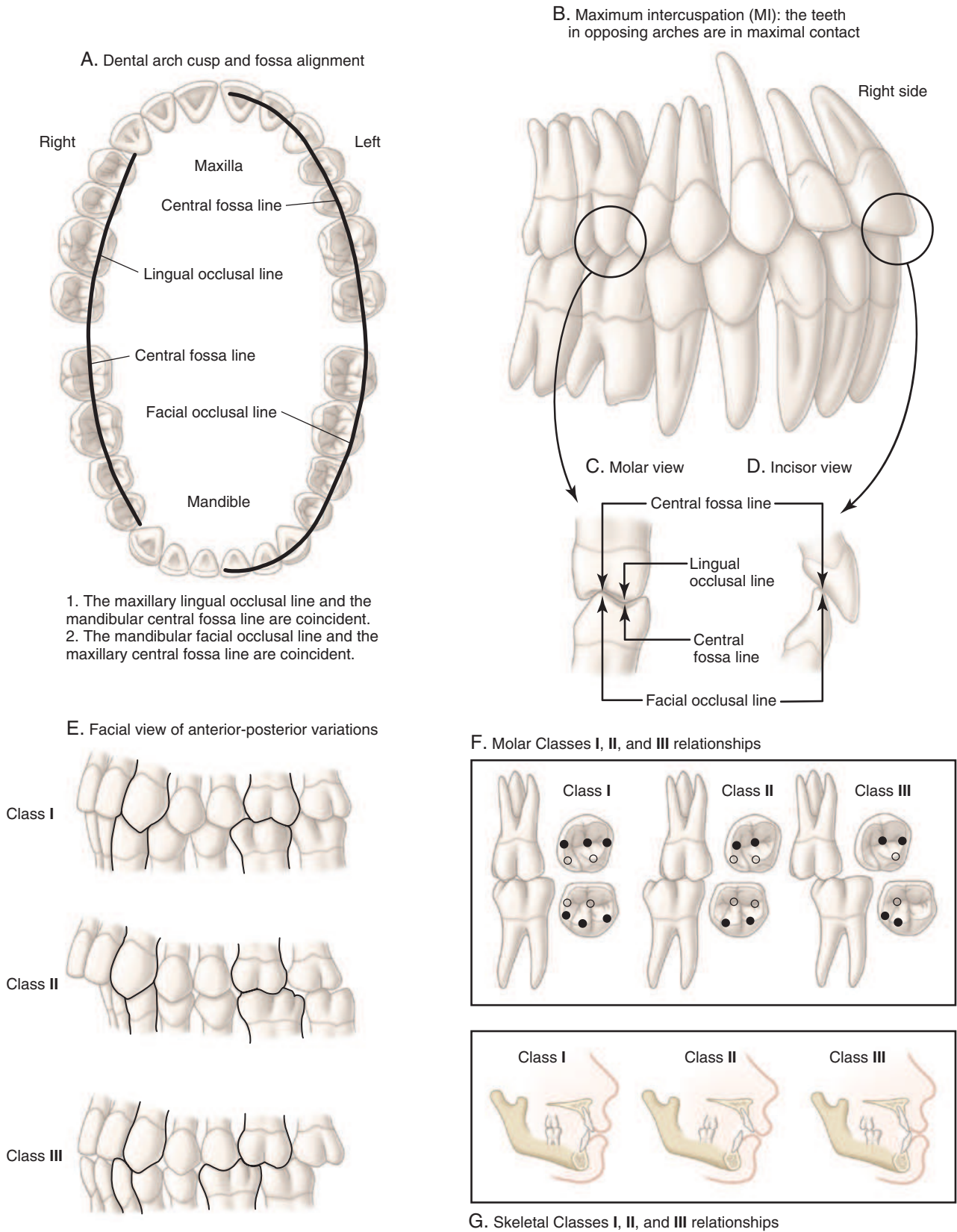
مندیل اشاره دارد که در آن دندان ها در جفت شدگی کامل با حداکثر تعداد دندان های در تماس، قرار دارند. مترادف های MI شامل تماس بین کاسپی، حداکثر بسته شدن و حداکثر تماس بین کاسپی عادی (MIP) می باشد.

در شکل C ۴۳-۱ (نمای جانبی)، خط اکلوزال فیشیال مندیبولار و خط اکلوزال شیار مرکزی ماگزیا دقیقاً منطبق شده اند. خط اکلوزال لینگوآل ماگزیا و خط فوسای مرکزی مندیبولار که در شکل ۴۳-A ۱ رسم شده اند نیز بر هم منطبق اند کاسپ هایی که در طول خط اکلوزال فوسای مرکزی با دندان مقابل تماس دارند، کاسپ های فانکشنال (هم معنی های شامل کاسپ های حمایت کننده، نگه دارنده یا استامپ نام دارند)؛ کاسپ هایی که روی دندان مقابل قرار می گیرند کاسپ های غیر فانکشنال (هم معنی ها شامل کاسپ های غیر حمایت کننده یا غیر نگه دارنده) نام دارند. خط اکلوزال فیشیال مندیبولار کاسپ های فانکشنال مندیبل را مشخص می کند، در حالی که کاسپ های فیشیال ماگزیا غیر فانکشنال هستند. این اصطلاح معمولاً تنها به دندان های خلفی اطلاق می شود تا بتوان بین عملکرد دو ردیف کاسپ ها تمایز قائل شد. در برخی شرایط، نقش عملکردی کاسپ ها می تواند برعکس شود، که در ۴۴-۱C نشان داده شده است. در دندان های خلفی به دلیل تماس متقابل کاسپ فوسا، برای خرد کردن غذا بسیار مناسب اند (شکل D ۴۵-۱)

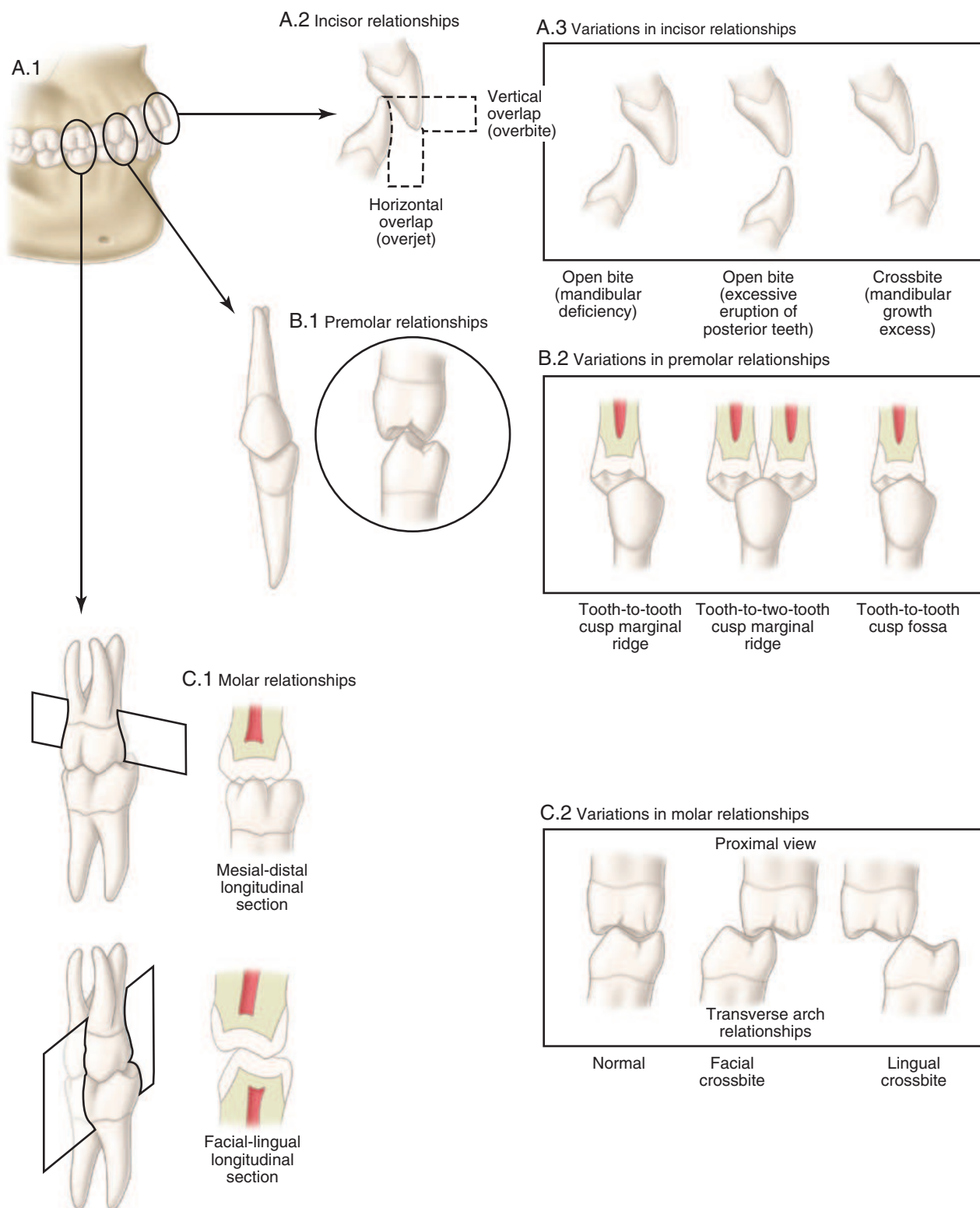
در شکل D ۴۳-۱، دندان های قدامی در حالی که دارای روابط گوناگون در موقعیت MI هستند، نشان داده شده اند، اما اورلپ خاص ماگزیا را نیز نشان می دهد. اینسایزورها به دلیل اورلپ و تماس لغزشی که روی سطح لینگوآل دندان های فک بالا برقرار می کنند، مناسب ترین دندان برای بریدن غذا می باشند. در وضعیت MI، اینسایزورها و کاین های مندیبل با سطوح لینگوآل دندان های مشابه در فک بالا تماس می یابند. میزان اورلپ افقی (over jet) و عمودی (over bite) (۲-۴۴ A-۱ را ببینید) می تواند به مقدار قابل توجهی بر حرکات فک پایین و طراحی کاسپ ترمیم های دندان های خلفی تأثیرگذار باشد. تفاوت های موجود در رشد و تکامل فکین و موقعیت دندان های قدامی، ممکن است منجر به open bite گردند که در آن نقایص بعد عمودی یا افقی از تماس دندان ها باهم پیشگیری می کند (شکل ۳-۴۴ A-۱ را ببینید).

رابطه بین فکی قدامی خلفی

در شکل E ۴۳-۱، الگوی در هم قرار گرفتن کاسپ های دندانی مولر اول برای دسته بندی روابط قدامی خلفی قوس با استفاده از سیستمی که توسط انگل (Angle) ابداع شده است، مورد استفاده قرار گرفته است. همزمان با رویش دندان ها، کاسپ ها و فرورفتگی های دندان، دندان ها را به حداکثر تماس هدایت می کنند. عموماً سه مدل در قرارگیری در



شکل ۴۳-۱: روابط قوس دندانی



شکل ۴-۱: روابط دندانی