

وایت وفارو

رادیولوژی دهان

اصول و تفسیر



سرپرست مترجمین و ویراستار:
دکتر میترا کرباسی

مترجمین

دکتر سید مهرداد عظیمی مؤید

دکتری تخصصی علوم تشریحی

محمدعلی میرصفی نیاسر

دانشجوی دکتری علوم تشریحی

محمد امین پایمرد

دانشجوی دکتری علوم تشریحی

دکتر میترا کرباسی

متخصص رادیولوژی فک و صورت، رتبه برتر بورده تخصصی

دکتر عطیه صفائی

عضو هیئت علمی دانشکده دندانپزشکی مشهد

رتبه برتر بورده تخصصی

ما از بازخوردهای مثبتی که از همکاران و دانشجویان در مورد ویرایش هشتم دریافت کردیم، دلگرم شدیم. این کتاب خوانندگان بین‌المللی دارد و ما خدمت به عنوان ویراستار این منبع دانش قابل اعتماد و معتبر را افتخاری برای خود می‌دانیم. این کتاب شامل طیف کاملی از موضوعات است و دانشجویان کارشناسی دندانپزشکی را با رادیولوژی دهان و فک و صورت آشنا می‌کند، در عین حال به عنوان منبعی جامع برای دانشجویان تحصیلات تکمیلی و دندانپزشکان نیز عمل می‌کند.

تصویربرداری تشخیصی بخش جدایی‌ناپذیر از حرفه دندانپزشکی است. تصویربرداری رادیولوژی دهان و فک و صورت بیش از یک چهارم از کل روش‌های تصویربرداری مراقبت‌های بهداشتی انجام شده در سراسر جهان را تشکیل می‌دهد و بر اهمیت آموزش دندانپزشکان برای استفاده از تصویربرداری تشخیصی تأکید می‌کند. بخش اول کتاب، دانش بنیادی علوم پر تونگاری را ارائه می‌دهد که برای استفاده ایمن و مؤثر از اشعه ایکس ضروری است. بخش دوم، اصول، تکنیک‌ها و فناوری تصویربرداری رادیولوژی را مورد بحث قرار می‌دهد. این نسخه، همگام با روندهای در حال تغییر در استفاده از تصویربرداری، شامل فصل‌های جدیدی در مورد توموگرافی کامپیوتری، تصویربرداری تشدید مغناطیسی، پزشکی هسته‌ای و سونوگرافی است. این فصل‌ها، پیشرفت‌ها و نوآوری‌های تکنولوژیکی معاصر و شیوه‌های در حال تغییر در استفاده از این روش‌های تصویربرداری در دندانپزشکی را منعکس می‌کنند. فصل 14، "تضمین کیفیت" به‌روزرسانی شده است تا استانداردها و توصیه‌های جدیدی را برای نگهداری تجهیزات و ارزیابی کیفیت منعکس کند. فصل 15، تجویز تصویربرداری تشخیصی، دستورالعمل‌های تصویربرداری فعلی را منعکس می‌کند، به خواننده راهنمایی می‌دهد تا از تصویربرداری تجویزی به جای تصویربرداری پروتکل پیروی کند و تفکر انتقادی را در طراحی معاینات رادیولوژیک تشویق می‌کند.

دندانپزشکان باید با نماهای کلیدی رادیولوژیک بیماری‌های ناحیه دهان و فک و صورت آشنا باشند. در بخش سوم، این کتاب پوشش جامعی از تظاهرات رادیولوژیک و تفسیر افتراقی بیماری‌هایی که دندان‌ها، فک‌ها، سینوس‌های پاراناژال، غدد بزاقی و مفاصل گیجگاهی فکی را تحت تأثیر قرار می‌دهند، ارائه می‌دهد. این فصل‌ها بر مبانی بیولوژیکی بیماری تأکید دارند و این موارد را به ظاهری که در تصویربرداری ایجاد می‌کنند و در نهایت، تفسیر تصویر، مرتبط می‌کنند. در صورت لزوم، ظواهر رادیولوژیک بیماری نه تنها با تصویربرداری مسطح دو بعدی مرسوم، بلکه با تصویربرداری پیشرفته نیز نشان داده شده است که بُعد دیگری از تصویربرداری را برای پشتیبانی از کار دندانپزشکان در هر دو حوزه عمومی و تخصصی فراهم می‌کند.

استفاده از فناوری‌های دیجیتال برای برنامه‌ریزی درمان و ساخت راهنماها و پروتزهای دندانی افزایش یافته است. محصولاتی که از هوش مصنوعی و هوش افزوده (AI) برای ارزیابی تصاویر رادیولوژی استفاده می‌کنند، اکنون توسط سازمان غذا و داروی ایالات متحده (FDA) برای استفاده در دندانپزشکی تأیید شده‌اند. هر دوی این فناوری‌ها در بخش چهارم، فصل 32 - فراتر از تصویربرداری سه‌بعدی - مورد بحث قرار گرفته‌اند. این کتاب همچنین منابع تکمیلی زیر را ارائه می‌دهد:

• مجموعه‌ای از تصاویر برای اساتید در سایت همراه Evolve Resources

(<http://evolve.elsevier.com/White/oralradiology/>)

• ویدیوها و یک بانک آزمون از سوالات مروری برای دانشجویان در کتاب الکترونیکی پیشرفته که با هر خرید چاپی ارائه می‌شود

(<http://ebooks.health.elsevier.com/>)

ما می‌خواهیم مطالعه رادیولوژی دهان و فک و صورت را مهیج و جذاب کنیم.

ارنست دبلیو. ان. لام

سانجی ام. مالیا

تقدیر و شکر

از همکارانمان که به عنوان نویسندگان فصل‌ها مشارکت داشته‌اند، سپاسگزاریم. از تمایل آنها برای به اشتراک گذاشتن تخصص و دانش خود با خوانندگانمان قدردانی می‌کنیم. این نسخه از نه نویسنده جدید استقبال می‌کند: دکتر منصور احمد، آونی بولا، آنیتا گوئل، محمد حسین، شومی مورا کامی، کومار شاه، هیروآکی شیماموتو، ترور فانگ و استوارت وایت.

از آقای جان هاروی و آقای سمیر مالیا برای خلق برخی از تصاویر گرافیکی جدید تشکر می‌کنیم. از دکتر فرنی کاریودکار، متیوس اولیویرا و ناندیتا شنوی برای ارائه اطلاعات خاص منطقه که به دسترسی جهانی کتاب می‌افزاید، سپاسگزاریم. ما به ویژه از همکاران و دانشجویان و خوانندگانمان در سراسر جهان که با ما تماس گرفته‌اند تا پیشنهاد بهبود دهند یا گزارش دهند که خطایی را کشف کرده‌اند، سپاسگزاریم. از جمله این افراد می‌توان به اولکم آیدین، رومپا گانگولی، سونگ کیم، پیتز ماه، محدثه مرکزی مقدم و متیوس اولیویرا اشاره کرد.

از کارکنان الزویر که تلاش‌های خستگی‌ناپذیرشان از این کار حمایت کرد و به پیشبرد فرآیند برای رسیدن به نقاط عطف تولید کمک کرد، تشکر می‌کنیم: کریستین ویلهلم، کلی اسکلتون، شیلیا کومار، منجندر سینگ، بیولا کریستوفر، دیپتی اونی و پاتریک فرگوسن.

ارنست دبلیو. ان. لام

سانجی ام. مالیا

توانایی ده هر ناتوان است

به نام آن که در جان و روان است

ترجمه کتاب "رادیولوژی دهان اصول و تفسیر" فرصتی ارزشمند بود تا بتوانم دانش و فنون پیشرفته این حوزه مهم را به زبان فارسی به همکاران و دانشجویان رشته‌های دندانپزشکی و رادیولوژی فک و صورت ارائه دهم. این کتاب با ارائه مفاهیم علمی دقیق و کاربردی در زمینه تشخیص‌های رادیولوژیک دهان و فک، همواره نقش موثری در ارتقاء سطح علمی و عملی متخصصان این رشته ایفا نموده است. ویرایش حاضر، ویرایش نهم، تغییرات بسیار زیادی نسبت به ویرایش‌های قبلی مخصوصاً در بخش تصویربرداری دارد که از جمله مطرح شدن مباحث مربوط به پزشکی هسته‌ای، MRI و سونوگرافی در فصول مجزا می‌باشد. به علاوه مطالب مربوط به CBCT که قبلاً در فصول مجزا مطرح می‌شد در ویرایش حاضر به همراه مباحث MDCT در فصل توموگرافی کامپیوتری مطرح شده است و همچنین کلیه مطالب مربوط به گیرنده‌های تصویری اعم از دیجیتال و آنالوگ در فصلی با عنوان گیرنده‌های تصویر ارائه شده است. در بخش تفسیر نیز قسمت‌های زیادی نسبت به ویرایش‌های قبلی اضافه شده و هم چنین کلیه بیماری‌های سیستمیک و دیسپلازی‌های استخوانی در فصلی با عنوان بیماری‌های تأثیرگذار بر ساختار استخوان بررسی شده‌اند. در ویرایش هشتم کتاب، فصلی با عنوان فرائد تصویربرداری سه بعدی به بخش تصویربرداری اضافه شده بود در ویرایش حاضر این فصل به بخش چهارم کتاب یا بخش کاربردهای تصویربرداری منتقل شده است و نکته قابل توجه اضافه شدن مباحث هوش مصنوعی به این فصل از کتاب است. به طوری که این فصل از کتاب با مباحث هوش مصنوعی آغاز می‌شود که نشان دهنده توجه نویسندگان کتاب به مطالب نوظهور AI در رادیولوژی دهان می‌باشد.

در این کتاب، تلاش شده با حفظ امانت‌داری به متن اصلی، مفاهیم به زبانی روان و قابل فهم منتقل شود تا خوانندگان بتوانند به بهترین نحو از این منبع ارزشمند بهره‌مند شوند. در این جا لازم می‌دانم از دکتر عطیه صفایی، دکتر سید مهرداد عظیمی موید، محمدعلی میرصفی و محمدمبین پایمرد، که در ترجمه کتاب همکاری داشتند مراتب سپاس و قدردانی را به عمل آورم. بدون شک این گروه باید یکی از زبده‌ترین گروه‌های ترجمه در نظر گرفته شود، چرا که با یک همکاری بینظیر بین رشته‌ای، ترکیبی از بهترین‌های فیزیک پزشکی و آناتومی و رتبه‌های برتر برد تخصصی رادیولوژی فک و صورت کنار هم قرار گرفتند تا مفاهیم علمی و کاربردی کتاب به بهترین وجه و بی نقص ترجمه شوند. امید است که تلاش مترجمان این کتاب مورد توجه خوانندگان عزیز قرار گیرد. در پایان، از همراهی و حمایت همکاران عزیز در انتشارات ارتین طب که در این پروژه یاری‌گر من بودند، صمیمانه سپاسگزارم.

سرپرست مترجمین و ویراستار

دکتر میترا کرباسی

بخش 1 پایه‌ها

9	1- فیزیک
29	2- اثرات بیولوژیکی تابش یونیزه کننده
43	3- ایمنی و حفاظت

بخش 2 تصویربرداری

63	4- گیرنده‌های تصویر
109	5- هندسه تصویر
119	6- تصویربرداری داخل دهانی
153	7- تصویربرداری سفالومتریک و جمجمه
167	8- تصویربرداری پانورامیک
187	9- توموگرافی کامپیوتری
221	10- تصویربرداری تشدید مغناطیسی
243	11- پزشکی هسته‌ای
257	12- تصویربرداری اولتراسوند
263	13- آناتومی رادیوگرافی
301	14- تضمین کیفیت و کنترل عفونت
317	15- تجویز تصویربرداری تشخیصی

بخش 3 تفسیر

327	16- اصول تصویربرداری رادیوگرافی
345	17- پوسیدگی‌های دندان
359	18- بیماری‌های پریودنتال
375	19- آنومالی‌های دندان
409	20- شرایط التهابی فکین
431	21- کیست‌ها
455	22- تومورها و نئوپلاسم‌های خوش خیم
499	23- بیماری‌های تاثیرگذار بر ساختار استخوان
533	24- نئوپلاسم‌های بدخیم
561	25- تروما
591	26- ناهنجاری‌های سینوس‌های پاراناژال
613	27- آنومالی‌های کرانیوفاسیال
625	28- اختلالات مفصل گیجگاهی فکی
657	29- کلسیفیکاسیون‌ها و اوسیفیکاسیون‌های بافت نرم
673	30- بیماری‌های غدد بزاقی

بخش 4 کاربردهای تصویربرداری

687	31- ایمپلنت‌های دندان
713	32- فراتر از تصویربرداری سه‌بعدی
725	33- پزشکی قانونی

جهت دسترسی به ویدیوهای این فصل، لطفاً ebooks.health.elsevier.com را مشاهده نمایید.

یک اتم به دوستش می‌گوید: "فکر کنم یک الکترون از دست دادم."
دوستش می‌پرسد: "مطمئنی؟"
اتم اول پاسخ می‌دهد: "بله، مثبت‌ام!"^۱

بررسی رادیولوژیک بخش جدایی‌ناپذیری از مجموعه ابزارهای تشخیصی دندان پزشک محسوب می‌شود. دندان پزشکان اغلب تصاویر رادیوگرافیک از بیماران تهیه می‌کنند تا اطلاعاتی فراتر از آنچه در معاینه‌ی بالینی یا شرح حال بیمار در دسترس است، به دست آورند. این اطلاعات ترکیبی برای رسیدن به تشخیص و تدوین یک برنامه‌ی درمانی مناسب مورد استفاده قرار می‌گیرد. این فصل دانش پایه‌ای درباره‌ی ماهیت پرتو، عملکرد دستگاه x-ray، و تداخلات پرتو ایکس با ماده، با تمرکز ویژه بر پرتو ایکس تشخیصی ارائه می‌دهد. این دانش بنیادی برای استفاده‌ی ایمن و مؤثر از x-rays در دندان پزشکی اهمیت دارد.

ترکیب ماده (Composition of Matter)

ماده به هر چیزی اطلاق می‌شود که جرم دارد و فضا اشغال می‌کند. اتم واحد بنیادی تمام ماده‌هاست و شامل یک هسته (nucleus) حاوی پروتون‌ها (protons) و نوترون‌ها (neutrons) است، و الکترون‌هایی (electrons) که توسط نیروی الکترومغناطیسی (electromagnetic force) به هسته متصل هستند. دیدگاه کلاسیک از ساختار اتم، یعنی مدل Bohr، ساختار اتم را مشابه منظومه‌ی شمسی در نظر می‌گیرد؛ در این مدل، الکترون‌های دارای بار منفی در مدارهای مجزا به دور هسته‌ی مرکزی با بار مثبت حرکت می‌کنند (شکل 1-1 A). دیدگاه معاصر، یعنی مدل استاندارد یا مدل مکانیک کوانتومی (quantum mechanical model)، الکترون‌ها را در اربیتال‌های پیچیده‌ی سه‌بعدی با زیرسطوح انرژی اختصاص می‌دهد (شکل 1-1 B).

ساختار اتمی (Atomic Structure) هسته (Nucleus)

در تمام اتم‌ها به جز هیدروژن، هسته شامل پروتون‌های دارای بار مثبت و نوترون‌های بدون بار است. هسته‌ی هیدروژن تنها یک پروتون دارد. تعداد پروتون‌ها در هسته، که به آن عدد اتمی (Z) (atomic number) گفته می‌شود، برای هر عنصر منحصر به فرد است. هر یک از 118 عنصر شناخته شده دارای عدد اتمی خاص خود هستند. مجموع تعداد پروتون‌ها و نوترون‌ها در هسته‌ی یک اتم، جرم اتمی (atomic mass) (A) آن را تشکیل می‌دهد. نسبت نوترون‌ها به پروتون‌ها تعیین‌کننده‌ی پایداری هسته است و مبنای فرآیند زوال رادیواکتیو (radioactive decay) محسوب می‌شود.

مدارهای الکترونی (Electron Orbitals)

الکترون‌ها ذراتی با بار منفی هستند که در فضای خارج از هسته (extranuclear space) قرار دارند و توسط نیروی الکترومغناطیسی به هسته متصل‌اند. مدل Bohr بیان می‌کند که الکترون‌ها در مدارهای مجزا یا "لایه‌هایی" به نام‌های K، L، M، N، O و P قرار دارند، که لایه‌ی K نزدیک‌ترین مدار به هسته است (شکل 1-1 A را ببینید). این لایه‌ها همچنین با عدد کوانتومی 1، 2، 3، ... مشخص می‌شوند، که عدد 1 مربوط به لایه‌ی K است. هر لایه می‌تواند حداکثر به اندازه‌ی $2n^2$ الکترون در خود جای دهد، که در آن n عدد کوانتومی لایه است.

مدل مکانیک کوانتومی الکترون‌ها را در اربیتال‌های سه‌بعدی یا ابرهای الکترونی (electron clouds) توصیف می‌کند (شکل 1-1 B را ببینید). اربیتال‌های الکترونی بر اساس فاصله‌شان از هسته (عدد کوانتومی اصلی؛ $n = 1, 2, 3, \dots$) و شکل‌شان (با نمادهای s، p، d، f، g، h و i) تعریف می‌شوند. هر اربیتال تنها می‌تواند دو الکترون را در خود جای دهد. ترتیب پر شدن اربیتال‌ها به صورت زیر است:

1s, 2s, 2p, 3s, 3p, 4s, 3d, 4p, 5s, 4d, 5p, 6s

و به همین ترتیب ادامه می‌یابد. هر دو مدل Bohr و مدل مکانیک کوانتومی پایه‌ی مفهومی مناسبی برای درک تولید پرتو ایکس تشخیصی و تعاملات آن فراهم می‌کنند.

انرژی مورد نیاز برای غلبه بر نیروی الکترومغناطیسی که الکترون را به هسته متصل نگه می‌دارد، انرژی پیوند الکترونی (Electron Binding Energy) نامیده می‌شود. این انرژی به عدد اتمی (Z) و نوع اربیتال بستگی دارد. عناصر با عدد اتمی بالا (Z زیاد)، نسبت به عناصر با Z پایین، دارای پروتون‌های بیشتری در هسته هستند و بنابراین الکترون‌ها را در هر اربیتال

^۱ توضیح مترجم: اشاره به بار مثبت اتم پس از از دست دادن الکترون

جهت مخالف حرکت تیوب ظاهر می‌شوند. این ساختارها می‌توانند به‌عنوان نشانه‌های مرجع برای تعیین جهت حرکت تیوب یا موقعیت‌یابی اجسام مورد استفاده قرار گیرند.

اثر پوسته تخم‌مرغ (Eggshell Effect)

رادیوگرافی‌های Plain—تصاویری که یک حجم سه‌بعدی را بر روی گیرنده‌ای دوبعدی تصویر می‌کنند—ممکن است موجب بروز پدیده‌ای به نام اثر پوسته تخم‌مرغ در ساختارهای دارای کورتکس شوند (شکل 5-16 A,B). نمای شماتیکی از یک تخم‌مرغ را نشان می‌دهد که در معرض پرتو اشعه ایکس قرار گرفته است. فوتون‌های مسیری مماسی از طریق اپکس تخم‌مرغ دارد و مسیر طولانی‌تری را از میان پوسته طی می‌کند، در حالی که فوتون پایینی به‌صورت عمود بر سطح برخورد کرده و تنها از دو لایه نازک پوسته عبور می‌کند. در نتیجه، فوتون‌هایی که از محیط سطح منحنی عبور می‌کنند، نسبت به فوتون‌هایی که به‌صورت عمود بر سطح حرکت می‌کنند، بیشتر تضعیف می‌شوند.

اکنون با ریشه دیستال هم‌پوشانی دارد (تصویر به سمت دیستال حرکت کرده که خلاف جهت حرکت تیوب است). با اعمال قاعده SLOB، مشخص می‌شود که پرمولر نهفته در سمت باکال ریشه‌های مولر اول فک پایین قرار دارد. همچنین حرکت دیستال تصویر براکت ارتودنسی که بر سطح باکال مولر نصب شده قابل مشاهده است.

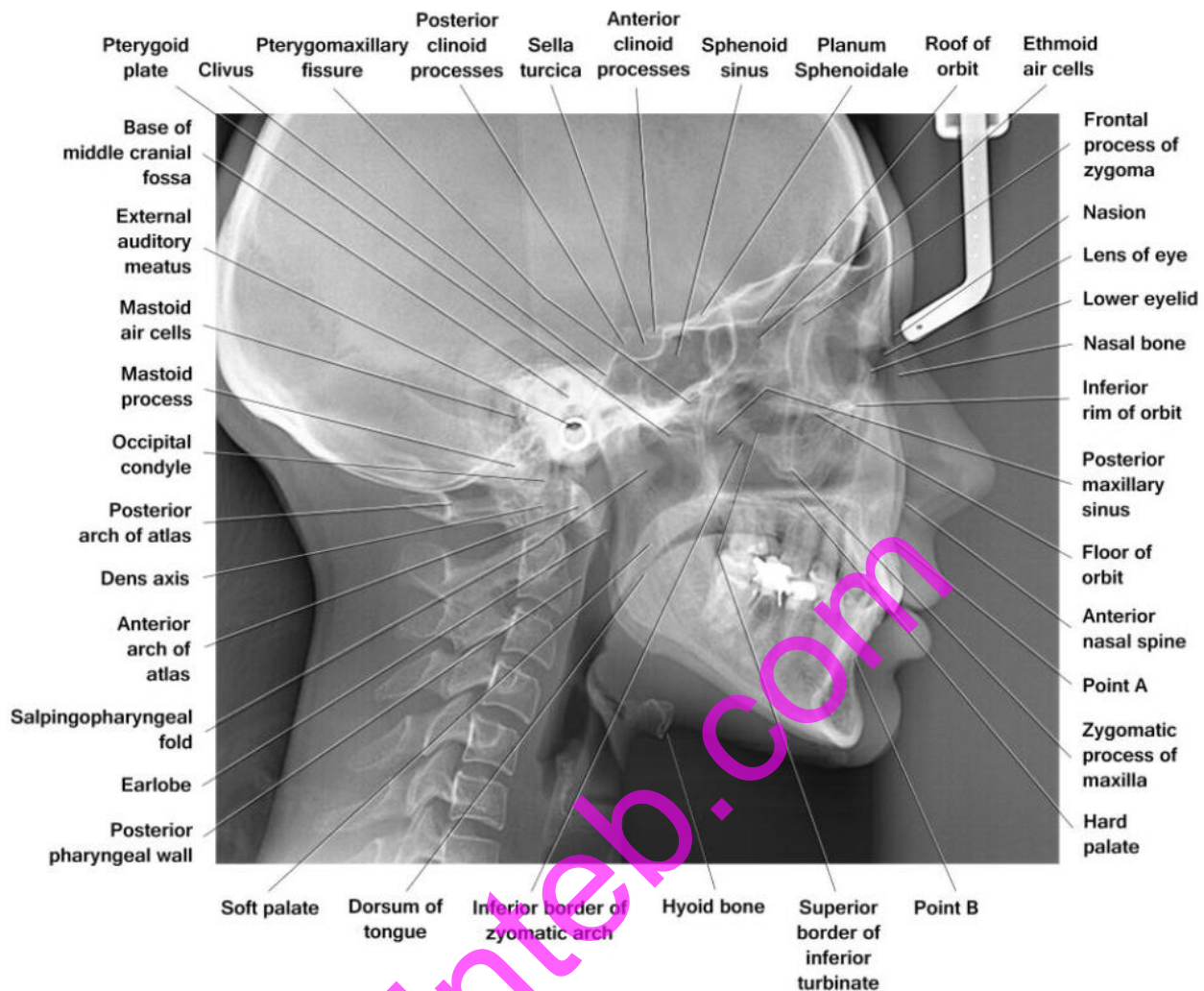
ممکن است دندان پزشک دو رادیوگرافی از یک ناحیه دندان در زوایای مختلف داشته باشد، اما اطلاعاتی از جهت‌گیری تیوب اشعه ایکس در دست نباشد. مقایسه آناتومی نمایش داده‌شده در تصاویر به تشخیص تغییرات زاویه افقی یا عمودی کمک می‌کند. موقعیت نسبی نشانه‌های استخوانی نسبت به دندان‌ها در تعیین تغییر زاویه افقی یا عمودی مؤثر است. شکل 5-15 بر در تحتانی زائده زیگوماتیک ماگزایلا را در ناحیه مولرها نشان می‌دهد. این ساختار در سمت باکال دندان‌ها قرار دارد و هنگامی که پرتو اشعه ایکس از زاویه دیستال تر تابیده شود، به سمت میال حرکت می‌کند، به‌طور مشابه، با افزایش زاویه عمودی پرتو، زائده زیگوماتیک به‌صورت اکلوزالی بر روی دندان‌ها تصویر می‌شود. چندین ساختار آناتومیک باکال مانند زائده زیگوماتیک ماگزایلا، کاسپ‌های باکال دندان‌های چندکاسپه، ریشه‌های باکال دندان‌های خلفی چندریشه‌ای فک بالا، و ریح مایل خارجی نیز در



شکل 5-14 کاربرد تکنیک تیوب شیفت برای تعیین محل یک دندان پرمولر نهفته. (A) رادیوگرافی پری‌ایکال از ناحیه دندان مولر فک پایین که یک دندان پرمولر دوم نهفته را نشان می‌دهد که روی ریشه میال و ناحیه انشعاب دندان قرار گرفته است. (B) رادیوگرافی دیگری از این ناحیه که نسبت به میال زاویه دارد؛ به نظر می‌رسد که دندان پرمولر نهفته نسبت به ریشه‌های دندان مولر فک پایین به سمت دیستال حرکت کرده است و موقعیت نسبی باکال را نشان می‌دهد. به حرکت دیستالی آشکار (خلاف حرکت تیوب) براکت ارتودنسی روی سطح باکال دندان توجه کنید.

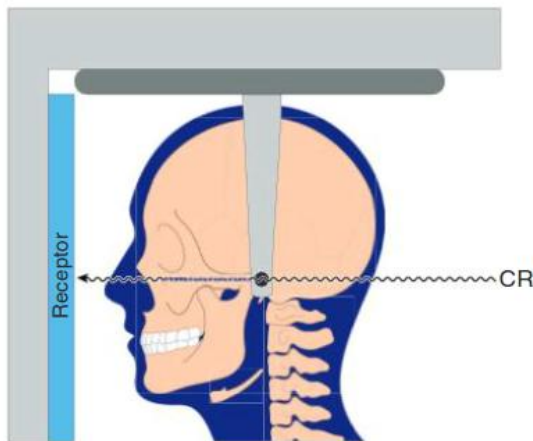


شکل 5-15 موقعیت زائده زیگوماتیک فک بالا نسبت به ریشه‌های دندان‌های مولر می‌تواند به شناسایی جهت نماها کمک کند. (A) لبه تحتانی زائده زیگوماتیک روی ریشه پالاتال دندان مولر اول قرار دارد. (B) بر در تحتانی زائده زیگوماتیک در خلف ریشه پالاتال دندان مولر اول قرار دارد. این تفاوت در موقعیت زائده زیگوماتیک نسبت به ریشه پالاتال نشان می‌دهد که هنگام تهیه تصویر در شکل A، تیوب اشعه ایکس در موقعیت خلفی‌تر (دیستال) نسبت به زمانی که تصویر در شکل B تهیه شده است، قرار داشته است. با بررسی ریشه‌ها و کاسپ‌های دندان مولر اول می‌توان به‌طور مستقل به همین نتیجه رسید. ریشه پالاتال در تصویر در شکل A روی ریشه دیستوباکال قرار گرفته است، اما در تصویر در شکل B بین دو ریشه باکال قرار دارد. کاسپ‌های باکال در شکل A نسبت به کاسپ‌های لینگوآل میال هستند. آنها به سمت دیستال حرکت کرده و در تصویر B با کاسپ‌های لینگوآلی هم‌تراز شده‌اند.



شکل 7-4 لندمارک‌های آناتومیک شناسایی شده در تصویر سفالومتریک جانبی. (با سپاس از خانم لوسی ژائو، دانشگاه کایفرنیا، لس آنجلس)

عمودی و عمود بر گیرنده تصویر تنظیم می‌شود. صفحه فرانکفورت نیز به صورت افقی و عمود بر گیرنده تصویر قرار می‌گیرد.



شکل 7-5 نمای ساژیتال از وضعیت بیمار برای رادیوگرافی سفالومتری خلفی-قدامی. صفحه فرانکفورت افقی و صفحه میدساژیتال عمودی است. دندان‌ها در محل اتصال دندان‌ها به یکدیگر قرار دارند. محل ورود و جهت اشعه مرکزی (CR) نشان داده شده است.

پروجکشن سفالومتریک خلفی-قدامی (PA)

پروجکشن سفالومتریک PA در زاویه ای قائم نسبت به پروجکشن سفالومتریک لترال تهیه می‌شود. اطلاعات ترکیبی حاصل از رادیوگرافی‌های سفالومتریک لترال و PA امکان ارزیابی اسکلت کraniaوفاسیال را در هر سه بُعد فراهم می‌سازد.

اندیکاسیون‌ها

- ارزیابی عدم تقارن کraniaوفاسیال
- بررسی رابطه ماگزिला و مندیبل در ابعاد مدیولترال و عمودی
- پایش پیشرفت درمان
- ارزیابی نتایج درمان

گیرنده تصویر و موقعیت‌دهی بیمار (شکل 7-5)

بیمار درون سفالواستات قرار می‌گیرد، به‌طوری‌که میله‌های گوش به‌طور ایمن در کانال شنوایی خارجی قرار داده و صورت بیمار رو به‌سوی گیرنده تصویر باشد. قرار دادن ساختارهای صورت در نزدیکی گیرنده باعث کاهش بزرگ‌نمایی آن‌ها می‌شود. صفحه میدساژیتال بیمار به‌صورت

انتشار است. در مقابل، نواحی با انتشار آزاد — مانند ادم (edema) یا نکروز (necrosis) — سیگنال‌های پایین تولید کرده و تیره ظاهر می‌شوند. یکی از پارامترهای استخراج‌شده از داده‌های DWI، ضریب انتشار ظاهری (Apparent Diffusion Coefficient) (ADC) است. این پارامتر نرخ انتشار آب را نشان می‌دهد و با واحد میلی‌متر مربع بر ثانیه بیان می‌شود. مقادیر بالای ADC نشان‌دهنده انتشار سریع و حرکت آزاد و بدون محدودیت آب است، مانند آنچه در کیست‌ها و ضایعات پر از مایع دیده می‌شود. مقادیر پایین ADC نشان‌دهنده انتشار محدود است. تومورهای بدخیم معمولاً دارای مقادیر پایین ADC هستند، که منعکس‌کننده محدودیت انتشار ناشی از افزایش تراکم سلولی و پیچیدگی ساختار بافتی است.

6. سرکوب چربی (Fat Suppression)

در تصاویر SE T1-weighted، چربی روشن دیده می‌شود زیرا زمان T1 چربی کوتاه و زمان T1 آب طولانی است. در تصاویر FSE T2-weighted، نه تنها آب بلکه چربی نیز روشن ظاهر می‌شود. شدت بالای سیگنال چربی ممکن است جزئیات تصویر را پنهان کند. تکنیک‌های سرکوب چربی به طور انتخابی سیگنال‌های حاصل از بافت چربی (adipose tissue) را حذف یا کاهش می‌دهند. کاربردهای عملی این تکنیک‌ها در تصویربرداری ماگزولوفاشیال شامل تشخیص و تعیین ویژگی‌های تومورها، MRI پس از تزریق ماده حاجب، ارزیابی اربیت و عصب بینایی، و بررسی غده پاروتید است.

سه روش اصلی برای ساپرس چربی به شرح زیر مورد بحث قرار گرفته‌اند.

A. روش انتخابی با جابه‌جایی شیمیایی (Chemical Shift Selective)

فرکانس‌های رزونانس پروتون‌های موجود در آب و چربی اندکی با یکدیگر تفاوت دارند. در چربی، اتم‌های هیدروژن توسط اتم‌های کربن احاطه شده‌اند که اثر حفاظتی (shielding effect) ایجاد کرده و فرکانس تشدید هسته‌های هیدروژن را کاهش می‌دهند. این اختلاف حدود 3/5 واحد در میلیون (parts per million) در میدان‌های مغناطیسی 1.5 و 3 تسلا است و با عنوان جابه‌جایی شیمیایی (chemical shift) شناخته می‌شود. در دستگاهی با میدان 1.5 T، فرکانس رزونانس چربی و آب حدود 224 هرتز با یکدیگر تفاوت دارد. در روش Chemical Shift Selective (CHESS)، توالی با یک پالس RF انتخابی فرکانسی آغاز می‌شود که با فرکانس رزونانس پروتون‌های چربی تنظیم شده است. سپس، یک پالس تحریک (excitation pulse) اعمال می‌شود تا بردارهای مغناطیس خالص چربی و آب منحرف شوند. هم‌زمان، یک پالس وارونه‌سازی (inversion pulse) اعمال می‌شود تا مغناطیس خالص پروتون‌ها وارونه گردد. در تأخیر زمانی بعدی، پروتون‌های آب و چربی شروع به بازگشت به هم‌راستایی با میدان مغناطیسی خارجی می‌کنند. زمان دریافت داده‌ها به گونه‌ای تنظیم می‌شود که مغناطیس پروتون‌های آب تا حد زیادی بازیابی شده (recover) باشد، در حالی که بردار مغناطیس چربی همچنان وارونه باقی مانده و سیگنالی تولید نمی‌کند. بنابراین، سیگنال‌های چربی به طور انتخابی ساپرس (suppress) می‌شوند.

بافت‌هایی با زمان T1 کوتاه سیگنال‌های قوی تولید می‌کنند، در حالی که بافت‌هایی با زمان T1 بلند سیگنال‌های ضعیف‌تری ایجاد می‌کنند. نمونه‌ای رایج از بافت با زمان T1 کوتاه، بافت چربی (adipose tissue) است — چربی زیرپوستی (subcutaneous fat) و لیپوم (lipoma) در تصاویر MRI روشن ظاهر می‌شوند. از سوی دیگر، آب که دارای زمان استراحت T1 طولانی دارد، در تصاویر T1-weighted تیره دیده می‌شود. در استخوان، محتوای آب پایین است و هسته‌های هیدروژن به طور محکم به کریستال هیدروکسی‌آپاتیت (hydroxyapatite crystal) متصل هستند، که منجر به تولید سیگنال‌های ضعیف و غیرقابل تشخیص می‌شود. بنابراین، استخوان در تصاویر MRI تیره ظاهر می‌شود. گادولینیوم (Gadolinium) ماده‌ای پارامغناطیس است که زمان T1 بافت را کاهش می‌دهد و باعث می‌شود بافت‌ها در تصاویر T1-weighted روشن دیده شوند؛ از این رو، به عنوان ماده حاجب (contrast agent) در MRI استفاده می‌شود.

C. T2-Weighted Image

ترکیب زمان تکرار بلند (long TR) و زمان اکو بلند (long TE) منجر به تولید تصویر T2-Weighted می‌شود.

فرمول شدت سیگنال در توالی‌های SE به صورت زیر است:

$$SI = \rho \times \{1 - e^{(-TR/T1)}\} \times \{e^{(-TE/T2)}\}$$

زمانی که TR بلند تنظیم شود، تفاوت‌های نسبی بین زمان‌های T1 بافت‌ها تأثیر کمتری بر کنتراست تصویر خواهند داشت. اما اگر TE نیز بسیار بلند تنظیم شود، کنتراست تصویر وابسته به تفاوت‌های زمان واپاشی T2 بافت‌ها خواهد بود. بنابراین، شدت سیگنال نمایانگر proton density زمان T2 خواهد بود. بافت‌هایی با زمان استراحت T2 طولانی سیگنال‌های قوی تولید می‌کنند، در حالی که بافت‌هایی با زمان T2 کوتاه سیگنال‌های ضعیف‌تری ایجاد می‌کنند. آب دارای زمان T2 طولانی است، و اغلب تومورهای بدخیم (malignant tumors)، کیست‌ها (cysts)، آبسه‌ها (abscesses) و التهاب‌ها (inflammations) در تصاویر MRI روشن ظاهر می‌شوند.

D. Diffusion-Weighted Image

تصویربرداری MRI با Diffusion-Weighted Imaging (DWI) امکان بررسی حرکات مولکولی پروتون‌ها درون بافت‌های طبیعی و بیمار را فراهم می‌سازد. اصل DWI مبتنی بر اعمال گرادیان‌های قوی میدان مغناطیسی (strong magnetic field gradients) همراه با توالی SE-EPI است. این گرادیان قوی مغناطیسی که با عنوان گرادیان بررسی حرکت (Motion Probing Gradient) (MPG) شناخته می‌شود، به طور گذرا بر میدان مغناطیسی اصلی اعمال می‌گردد.

MPG پیش و پس از پالس‌های RF با زاویه 90 و 180 درجه اعمال می‌شود. زمانی که MPG اعمال شود، پروتون‌های موجود در آب بسته به حرکتشان، تغییراتی در میدان مغناطیسی تجربه می‌کنند. هنگامی که انتشار محدود باشد — برای مثال در ساختارهای سلولی — اثر گرادیان برجسته تر خواهد بود. این امر منجر به تولید سیگنال بالا (روشن) در نواحی با انتشار محدود می‌شود، که نشان‌دهنده حضور ساختارهای سلولی و موانع

متعددی از صورت و فک‌ها می‌توان تهیه کرد که هر یک برای نمایش دقیق ساختارهای آناتومیک خاصی طراحی شده‌اند. رایج‌ترین تکنیک‌های تصویربرداری خارج دهانی در دندان پزشکی شامل تصویربرداری پانورامیک (فصل 8) و تصویربرداری سفالومتریک جانبی (فصل 7) هستند. در موارد کمتر رایج، تصاویر پروجکشن پلنار از جمجمه، ناحیه میانی صورت و فک‌ها ممکن است با استفاده از نماهای اَبلیک جانبی، خلفی-قدامی (کالدول)، اکسیپیتومنتال (واترز)، فرونتو-اکسیپیتال (تاون)، یا ساب منتورتنکس (بازال) تهیه شوند (فصل 7). با این حال، با افزایش دسترسی به تصویربرداری توموگرافی کامپیوتری (به ویژه CBCT) استفاده از این تصاویر صفحه‌ای جمجمه کاهش یافته است.

تصویربرداری پانورامیک نوعی تصویربرداری مقطعی نازک از بدن است که نمایی گسترده از ناحیه میانی صورت و فک‌ها را از طریق چرخش جزئی منبع پرتو ایکس و گیرنده تصویر به دور سر بیمار ایجاد می‌کند. این نوع تصویربرداری رزولوشن فضایی پایین تری نسبت به تصویربرداری داخل دهانی دارد و زاویه‌گیری پرتو ایکس و موقعیت نامناسب بیمار می‌تواند منجر به دیستورشن تصویر شود. افزون بر این، حرکت بیمار در حین تصویربرداری و الگوی پیچیده سوپرایمپوزیشن ساختارهای آناتومیک، تفسیر تصویر را دشوار می‌سازد. بنابراین، اگرچه نمایش گسترده آناتومی مزیت محسوب می‌شود، اما معایبی چون رزولوشن پایین تر، هم‌پوشانی آناتومیکی، دیستورشن تصویر و احتمال حرکت بیمار در حین تصویربرداری ممکن است تصویربرداری پانورامیک را نسبت به تصویربرداری داخل دهانی گزینه‌ای کمتر مطلوب جلوه دهد.

تصویربرداری پیشرفته

بررسی بسیاری از آسیب‌شناسی‌های دهان و فک و صورت ممکن است نیازمند استفاده از روش‌های تصویربرداری پیشرفته سه‌بعدی باشد که شامل توموگرافی کامپیوتری با پرتو مخروطی (CBCT)، توموگرافی کامپیوتری چند آشکارساز (MDCT) و تصویربرداری تشدید مغناطیسی (MRI) می‌شود. به‌ویژه زمانی که تصویربرداری داخل دهانی، پانورامیک یا تصویربرداری صفحه‌ای جمجمه اطلاعات لازم برای تشخیص یا مدیریت درمان بیمار را فراهم نکند، استفاده از این روش‌ها ضرورت می‌یابد. نکته مهم آن است که دندان‌پزشک باید آگاه باشد که این تکنیک‌های تصویربرداری پیشرفته ممکن است تصاویری با وضوح فضایی پایین تر نسبت به تصاویر داخل دهانی و پانورامیک تولید کنند، و همچنین CBCT و MDCT دوز تابشی به مراتب بالاتری به بیمار منتقل می‌نمایند (این روش‌ها در فصل‌های 9 و 12 مورد بحث قرار گرفته‌اند). اگرچه در سال‌های اخیر دسترسی به این روش‌های تصویربرداری افزایش یافته است، تصمیم به استفاده از آن‌ها باید با درک دقیق مزایا و محدودیت‌هایشان اتخاذ شود. در مواردی که تصویربرداری صفحه‌ای دوبعدی مرسوم ناکافی تلقی شود، تجویز تصویربرداری سه‌بعدی می‌تواند مناسب باشد. دندان‌پزشکانی که تصمیم به استفاده از سیستم‌های تصویربرداری پیشرفته در مطب خود دارند، باید در تمامی جنبه‌های این فناوری از جمله فیزیک تصویربرداری، تولید مصنوعات تصویری، بازسازی تصویر و مهم‌تر از همه، تفسیر ناهنجاری‌های موجود، مهارت کافی داشته باشند. به‌طور کلی، این مباحث نیازمند دانش تخصصی و آموزش حرفه‌ای هستند؛ از این‌رو، توصیه می‌شود دندان‌پزشکان در صورت

تصاویر داخل دهانی

تصاویر داخل دهانی بالاترین رزولوشن فضایی را در مقایسه با سایر روش‌های تصویربرداری رادیوگرافیک مورد استفاده در دندان پزشکی برای دندان‌پزشک فراهم می‌سازند. بنابراین، هنگامی که جزئیات دقیق اهمیت دارد یا تصویربرداری برای بررسی ناهنجاری احتمالی مرتبط با دندان یا ساختارهای حمایتی آن مورد نیاز است، تصویربرداری داخل دهانی بهترین گزینه محسوب می‌شود.

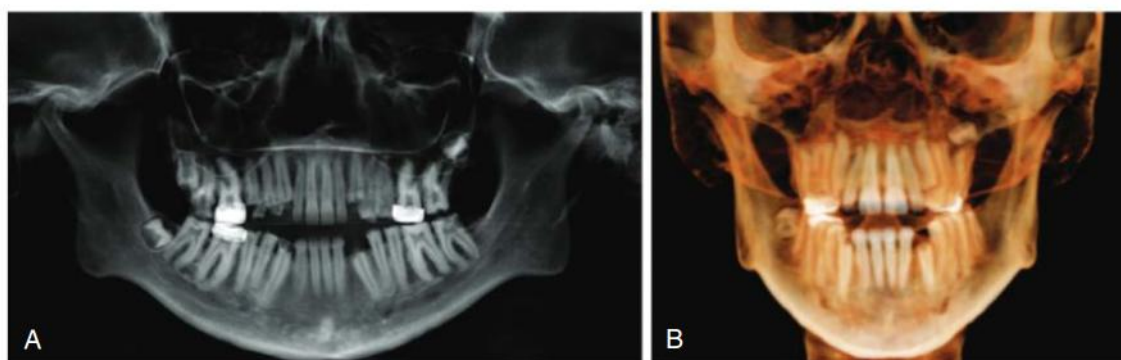
هندسه پرتو ایکس تابشی و موقعیت گیرنده نسبت به پرتو ایکس، ناحیه تصویربرداری شده را تعیین می‌کند. تصاویر پری‌اپیکال، که در آن گیرنده تصویر به صورت موازی با محور طولی دندان‌ها و زائده آلوئولار قرار می‌گیرد، برای نمایش ریشه یا ریشه‌های دندان، ساختارهای حمایتی (از جمله لیگامان پیوندنتال و لامینا دورا) و ناحیه آلوئولار اطراف ریشه، بهینه هستند. یکی از محدودیت‌های تصویربرداری پری‌اپیکال، دیستورشن هندسی است که در صورت عدم هم‌راستایی پرتو ایکس تابشی با محور طولی ریشه دندان یا کرس‌ت زائده آلوئولار رخ می‌دهد.

تصاویر بایت‌وینگ با قرارگیری گیرنده تصویر در مجاورت تاج‌های یک بخش از دندان‌ها و کرس‌ت‌های زائده آلوئولار ماگزایلا و مندیبل تهیه می‌شوند. در مواردی که تحلیل زائده آلوئولار در یکی یا هر دو قوس فکی رخ داده باشد—احتمالاً به دلیل بیماری‌های پیوندنتال—گیرنده تصویر ممکن است به‌گونه‌ای چرخانده شود که بعد بلندتر آن به‌صورت عمودی قرار گیرد؛ این نوع تصویربرداری به اصطلاح بایت‌وینگ عمودی نامیده می‌شود. تصاویر بایت‌وینگ برای آشکارسازی پوسیدگی‌های بین‌دندانی بسیار مناسب هستند. این تصاویر با زاویه‌دار کردن پرتو ایکس تابشی به میزان 5 تا 10 درجه به سمت پایین تهیه می‌شوند تا تاج‌های زائده آلوئولار نسبت به دندان‌های مجاور با حداقل دیستورشن نمایش داده شوند. این جهت‌گیری همچنین باعث کاهش هم‌پوشانی (اورلپ) کاسپ‌های مقابل بر سطح اکلوژال شده و ممکن است احتمال تشخیص پوسیدگی‌های اولیه اکلوژال در محل اتصال عاج و مینای دندان را افزایش دهد.

تصاویر اکلوژال با قرارگیری گیرنده تصویر بین سطوح اکلوژال دندان‌ها در وضعیت دهان بسته تهیه می‌شوند. در کودکان با عمق وستیبولی کم، تصاویر اکلوژال می‌توانند جایگزین تصاویر پری‌اپیکال شوند و معمولاً از گیرنده‌های کوچک‌تر (استاندارد ANSI (American National Standards Institute) شماره 2) استفاده می‌شود. در بزرگسالان، تصاویر اکلوژال ممکن است به‌عنوان مکمل تصاویر پری‌اپیکال و بایت‌وینگ به کار روند و معمولاً با گیرنده‌های بزرگ‌تر (استاندارد ANSI شماره 4) تهیه می‌شوند تا نواحی وسیع‌تری از فک‌ها بدون کاهش رزولوشن فضایی تصویربرداری شوند. در گزینه‌های تصویربرداری دیجیتال، فرمت ANSI شماره 4 تنها با صفحات فسفر تحریک‌پذیر (photostimulable phosphor plates) در دسترس است.

تصاویر خارج دهانی

تصاویر خارج دهانی امکان مشاهده ناحیه وسیع‌تری از ساختارهای آناتومیک را نسبت به تصاویر داخل دهانی برای دندان‌پزشک فراهم می‌سازند، اما با رزولوشن فضایی بسیار پایین‌تر. همان‌طور که از عنوان آن پیداست، در این نوع تصویربرداری، گیرنده تصویر در خارج از دهان قرار می‌گیرد. بسته به موقعیت پرتو ایکس تابشی و گیرنده تصویر، نماهای



شکل 19-32 بازسازی‌های پانورامیک (A) و سه بعدی (B) از حجم تصویر توموگرافی کامپیوتری با اشعه مخروطی، از بین رفتن ساختار مینا به صورت ژنرالیزه و ضایعات پوسیدگی در دندان‌های متعدد یک بیمار مبتلا به آملوژنز ایمپر فکتای هیپوپلاستیک را نشان می‌دهد.

مختلف از زرد تا آبی-خاکستری نشان می‌دهند. رنگ‌ها بسته به اینکه دندان‌ها با نور عبوری یا بازتابی مشاهده شوند، تغییر می‌کنند. مینا به راحتی از دندان‌ها جدا می‌شود و تاج‌ها به سرعت ساییده می‌شوند. در بزرگسالان، دندان‌ها اغلب ممکن است تا سطح لثه ساییده شوند. عاج اکسپوز شده رنگ می‌گیرد. رنگ دندان‌های ساییده شده ممکن است به قهوه‌ای تیره یا سیاه تغییر کند. برخی از بیماران اپن بایت قدامی نشان می‌دهند.

نماهای تصویربرداری. تاج دندان‌ها در بیماران مبتلا به دنتینوژنز ایمپر فکتا اغلب پیازی یا گرد به نظر می‌رسند و به دلیل تنگی قابل توجه تاج دندان در ناحیه سرویکال، کوتاه‌تر از حد طبیعی هستند. عاج به دلیل افزایش اندازه اتاقک پالپ به طور غیرطبیعی نازک به نظر می‌رسد و لایه مینا می‌تواند تقریباً ضخامت طبیعی داشته باشد اما به دلیل اتصال غیرطبیعی عاج مینا (dentino-enamel junction) می‌تواند به راحتی جدا می‌شود. تصاویر ممکن است سایش سطح اکلوزال را نشان دهد. ریشه‌ها اغلب کوتاه‌تر با اتاقک پالپ بزرگ شده هستند که ظاهری "خار مانند" (thistle) به آن می‌دهد. در مراحل اولیه تکامل، دندان‌ها ممکن است اتاقک‌های پالپ بزرگی داشته باشند، اما با افزایش سن، این اتاقک‌ها به سرعت با تشکیل عاج مسدود می‌شوند. در نهایت، کانال‌های ریشه ممکن است باریک و نخ مانند (narrow and threadlike) یا مسدود شوند (**شکل 19-34**). گاهی اوقات نواحی استتیت rarefying ممکن است در ارتباط با دندان‌هایی دیده شود که به ظاهر سالم هستند و هیچ نشانه‌ای از درگیری پالپ ندارند. این تغییرات ممکن است در نتیجه ارتباطات میکروسکوپی بین پالپ باقیمانده و حفره دهان رخ دهد. این ضایعات به اندازه دیسپلازی عاج شایع نیستند. ساختار استخوان در فک بالا و پایین طبیعی است.

تشخیص افتراقی. تشخیص افتراقی، دیسپلازی عاج (به بخش بعدی مراجعه کنید) است.

درمان. قرار دادن روکش‌های پروتزی بر روی دندان‌های مبتلا معمولاً موفقیت‌آمیز نیست مگر اینکه دندان‌ها از حمایت ریشه خوبی برخوردار باشند. دندان‌ها نباید در بیماران 5 تا 15 ساله کشیده شوند. به طور کلی، قرار دادن اوردنچرهای کامل روی دندان‌ها برای جلوگیری از تحلیل استخوان آلئول ترجیح داده می‌شود. در بزرگسالان، کشیدن دندان‌ها و جایگزینی آنها توصیه می‌شود.

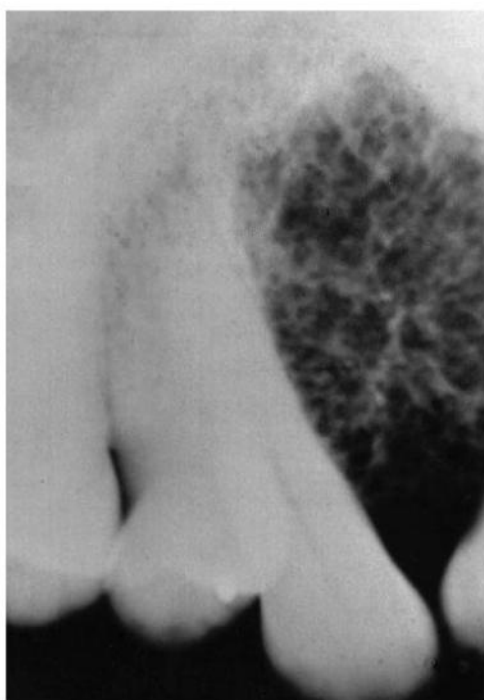


شکل 19-33 کاهش رادیوآپسیت مینا و سایش سریع تاج دندان‌های شیری از ویژگی‌های آملوژنز ایمپر فکتای هیپومینرالیزه است.

ایمپر فکتا نوع II متغیر است و گاهی اوقات افراد اتاقک‌های پالپ بزرگ شده در دندان‌های شیری نشان می‌دهند. دنتینوژنز ایمپر فکتا نوع III، یا به اصطلاح ایزوله Brandywine، در جمعیتی کمتر از 200 نفر در منطقه Brandywine مرلند در ایالات متحده توصیف شد. در مورد تمایز بین انواع II و III اختلاف نظر وجود دارد؛ با این حال، گفته می‌شود دندان‌های نوع III اتاقک‌های پالپ بزرگ شده‌ای نشان می‌دهند که آنها را مستعدتر به اکسپوز پالپ می‌کند.

دنتینوژنز ایمپر فکتا تقریباً در 25٪ موارد استئوژنز ایمپر فکتا، که یک اختلال ارثی است که با نقص مادرزادی در سنتز کلاژن نوع I مشخص می‌شود، دیده می‌شود. این ناهنجاری معمولاً به صورت یک صفت اتوزومال غالب منتقل می‌شود. استئوژنز ایمپر فکتا منجر به استخوان‌های شکننده و آسیب‌پذیر می‌شود. علاوه بر این، بیماران ممکن است صلبیه آبی رنگ، استخوان‌های wormian (تشکیل استخوان در درزهای جمجمه)، دفورمیتی‌های اسکلتی و استئوپنی پیشرونده داشته باشند. یافته‌های دهانی نیز ممکن است شامل مال اکلوزن کلاس III و افزایش بروز نهنفگی در دندان‌های مولر اول و دوم باشد.

نماهای بالینی. ظاهر دندان‌های مبتلا به دنتینوژنز ایمپر فکتا کاراکتریستیک است. تاج‌ها درجه بالایی از شفافیت کهربایی و رنگ‌های



شکل 22-57 همانژیوم در قدام ماگزیلا یک الگوی تراپیکولار خشن را نشان می‌دهد (با سپاس از Dr. E. J. Burkes, Chapel Hill, NC.)

ساختار داخلی. همانژیوم‌های داخل استخوانی ممکن است کاملاً رادیولوسنت باشند؛ با این حال، هنگامی که استخوان باقی مانده در اطراف عروق خونی در حال تکثیر گیر می‌افتد، همانژیوم‌ها می‌توانند ظاهری چندحفره‌ای به خود بگیرند. حفره‌های رادیولوسنت کوچک ممکن است شبیه فضاهای مغز استخوان بزرگ شده باشند که توسط تراپیکول‌های خشن، متراکم و کاملاً مشخص (coarse, dense, and well-defined) احاطه شده‌اند (شکل 22-57). این تراپیکول‌های داخلی ممکن است یک الگوی کندوی عسل (honeycomb) متشکل از فضاهای رادیولوسنت دایره‌ای شکل کوچک تولید کند که نشان‌دهنده عروق خونی هستند که در امتداد مسیر پرتو ایکس ورودی قرار گرفته‌اند.

تأثیرات بر ساختارهای مجاور. هنگامی که کانال آلوئولار تحتانی درگیر می‌شود، کل کانال ممکن است بزرگ شده به نظر برسد، و اغلب مسیر طبیعی کانال ممکن است یک مسیر مارپیچ یا مارمانند (serpiginous or snakelike) پیدا کند (شکل 22-58). فورامن مندیبولار و منتال نیز ممکن است بزرگ شوند. علاوه بر این، استخوان درگیر ممکن است بزرگ شده و دارای تراپیکول‌های داخلی خشن باشد. هنگامی که یک همانژیوم داخل استخوانی فراتر از سطح استخوان گسترش می‌یابد، پریوست را کشیده و جابجا می‌کند، اسپیکول‌های خطی استخوان را می‌توان مشاهده کرد که از سطح استخوان به صورت یک الگوی شبیه اشعه خورشید (sunray-like pattern) ساطع می‌شوند (شکل 22-59).

هنگامی که یک همانژیوم بافت نرم را درگیر می‌کند، مناطق گرد موضعی از مینرالیزاسیون را می‌توان در تصویربرداری مشاهده کرد که فلبولیت (phlebolith) نامیده می‌شوند (شکل 22-60). همانطور که در فصل 29 بحث شد، فلبولیت‌ها ترومبوزهای کلسیفیه شده‌ای هستند که در رگ‌ها در نتیجه جریان راکد ایجاد می‌شوند و از بلورهای کلسیم کربنات-فلوئوروهیدروکسی‌آپاتیت تشکیل شده‌اند.



شکل 22-56 تصویر پانورامیک کراپ‌شده از یک دسموپلاستیک فیبرومای مرکزی که در مرکز کندیل و راموس چپ قرار دارد (A). تصویر توموگرافی کامپیوتری مولتی‌دکتور اگزیتال با الگوریتم استخوانی (B) سپتاهای مستقیم و ضخیم (فلش‌ها) را نشان می‌دهد. در بخش بالایی تر (C)، تصاویر توموگرافی کامپیوتری نشان می‌دهند که تومور کورتکس قدامی سر کندیل را سوراخ کرده است.

تورم‌های قابل لمس، با حدود مشخص، نرم و نوسان‌دار (مواج) را آشکار کند که ممکن است شبیه موکوسل یا نئوپلاسم مزانشیمی خوش خیم باشد.

نما های تصویربرداری. زمانی که لاروها زنده هستند، از نظر رادیوگرافیک قابل مشاهده نیستند. مرگ انگل‌ها و توسعه کلسیفیکاسیون در محل‌های زیرجلدی و عضلانی سال‌ها پس از عفونت اولیه رخ می‌دهد. سونوگرافی و MRI با یافته‌هایی که توسط سیتولوژی آسپیراسیون با سوزن ظریف تقویت می‌شوند، روش‌های تصویربرداری استاندارد طلایی (gold standard) برای تأیید ظن بالینی لاروهای زنده هستند.

موقعیت. محل‌های دهانی سیستمی سرکوس‌های کلسیفیه شده شامل عضلات جونده و عضلات حالت دهنده صورت، عضلات سوپراهیوئید و عضلات خلفی گردن و همچنین مخاط دهان است.

حدود و شکل. چندین ضایعه بیضی شکل با حدود مشخص که شبیه دانه‌های برنج (grains of rice) هستند، دیده می‌شوند.

ساختار داخلی. ساختار داخلی هموزن (همگن) و رادیوپاک است.

تشخیص افتراقی. سیستمی سرکوس ممکن است شبیه یک سیالولیت باشد. با این حال، اندازه کوچک ندول‌های کلسیفیه شده سیستمی سرکوس و انتشار گسترده آنها، به ویژه در مغز و عضلات، به شدت مطرح کننده تشخیص است.

درمان. بهداشت اولیه و آماده سازی صحیح گوشت خوک برای حذف این منبع عفونت لازم است. برداشتن جراحی کیست‌های انگلی منفرد فک و صورت توصیه می‌شود. علائمی که همراه با آلودگی اولیه هستند، بهتر است توسط پزشک با استفاده از داروهای ضد کرم (anthelmintic drugs) درمان شوند. کورتیکواستروئیدهای کمکی به توقف واکنش التهابی کمک می‌کنند، و ضد تشنج‌ها ممکن است از تشنج‌های صرعی جلوگیری کنند. پس از اینکه لاروها در بافت‌های دهانی مستقر و کلسیفیه شدند، بی‌ضرر هستند. با این حال، انجام ارزیابی دقیق در هر بیمار برای رد حضور انگل در مکان‌های دیگر و انجام آزمایش‌های سیتولوژیک بر روی افراد نزدیک برای شناسایی منبع احتمالی عفونت مهم است.

کلسیفیکاسیون‌های شریانی (Arterial Calcifications)

دو الگوی مشخص از کلسیفیکاسیون شریانی را می‌توان در معاینات تصویربرداری و هیستوپاتولوژیک شناسایی کرد: اسکروز کلسیفیه مدیالی (medial calcific sclerosis) و پلاک آترواسکلروسیک کلسیفیه (atherosclerotic plaque).

اسکروز کلسیفیه مدیالی (Medial Calcific Sclerosis)

مکانیسم بیماری. اسکروز کلسیفیه مدیالی یا کلسینوز مدیالی مانکنبرگ (Mönckeberg medial calcinosis) (آرتیواسکلروزیس) یک فرآیند دژنراتیو مرتبط با سن است. ویژگی بارز (hallmark) این وضعیت تکه تکه شدن، دژنراسیون، و در نهایت از دست رفتن الیاف الاستیک در تونیکا مدیای (لایه میانی) شریان‌های عضلانی متوسط و کوچک، و به دنبال آن رسوب دیستروفیک کلسیم به شکل هیدروکسی آپاتیت کریستالی است. بیماران مبتلا به آنژیوماتوز انسفالوتریژمینال (encephalotrigeminal angiomas) (سندرم استورج-وِبر (Sturge-Weber syndrome)) نیز دچار کلسیفیکاسیون‌های شریانی داخل جمجمه‌ای می‌شوند.

ساختار داخلی. تونسیلولیت‌ها تا حدودی رادیوپاک‌تر از استخوان اسفنجی به نظر می‌رسند و تقریباً تراکمی مشابه استخوان کورتیکال دارند.

تشخیص افتراقی. تشخیص افتراقی شامل ضایعات رادیوپاک درون راموس فک پایین، مانند جزیره استخوانی متراکم (dense bone island) است. در صورت شک، یک تصویر خلفی قدامی جمجمه یا مندیبل، یا تصویر تاون معکوس با دهان باز، ممکن است نشان دهد که کلسیفیکاسیون در مجاورت سطح مدیال راموس قرار دارد. به ندرت، CBCT یا MDCT برای تعیین محل دقیق ضایعه جهت تشخیص ضروری است.

درمان. معمولاً برای بیشتر کلسیفیکاسیون‌های لوزه‌ای نیازی به درمان نیست. در بیماران علامت‌دار، تونسیلولیت‌ها ممکن است به صورت دستی خارج شوند، و احتمالاً برای سرکوب رفلکس gag بیمار تحت آرام‌بخشی قرار گیرد. کلسیفیکاسیون‌های بزرگ همراه با علائم مرتبط نیاز به تونسیلکتومی دارند. درمان تونسیلولیت‌های بدون علامت ممکن است در بیماران مسن‌تر مبتلا به اختلالات مکانیکی بلع و بیماران دچار نقص سیستم ایمنی به دلیل خطر پنومونی آسپیراسیون (aspiration pneumonia) در نظر گرفته شود.

سیستمی سرکوزیس (Cysticercosis)

مکانیسم بیماری. ابتلا به سیستمی سرکوزیس از طریق مسیر مدفوعی-دهانی، یا با خوردن سبزیجات آلوده به مدفوع یا مصرف گوشت خوک آلوده اتفاق می‌افتد. هنگامی که انسان ناآگاهانه تخم‌ها یا پروگلوتیدهای (proglottids) بارور انگل *Taenia solium* (کرم نواری خوک) را می‌بلعد، پوشش تخم‌ها در معده هضم می‌شود، و شکل لاروی (Cysticercus cellulosa) انگل از تخم بیرون می‌آید. لاروها به مخاط نفوذ می‌کنند، وارد رگ‌های خونی و لنفاوی می‌شوند، و به صورت سیستمی سرکوس در بافت‌های سراسر بدن، به ویژه در مغز، عضله، پوست، کبد، ریه‌ها، بافت‌های زیرجلدی و قلب توزیع می‌شوند. آنها همچنین ممکن است در بافت‌های دهانی و اطراف دهانی، به خصوص عضلات جونده، یافت شوند. اگرچه دیواره غنی از گلیکوپروتئین کیست بیش از 100 میکرومتر ضخامت دارد، اما در صورتی که دست نخورده باشد، به ندرت پاسخ میزبان را تحریک می‌کند. با این حال، در بافت‌هایی غیر از مخاط روده، لاروها در نهایت سال‌ها پس از عفونت می‌میرند و به عنوان اجسام خارجی تلقی می‌شوند، که یک واکنش التهابی قوی را تحریک می‌کنند و باعث تشکیل گرانولوم، اسکار و کلسیفیکاسیون می‌شوند. در حال حاضر افزایش شیوع سیستمی سرکوزیس در جنوب غربی و مناطق شهری شمال شرق ایالات متحده وجود دارد، و این مشکل در کشورهای در حال توسعه در آمریکای مرکزی و جنوبی، آسیا و آفریقا بومی (اندمیک) است.

نما های بالینی. سیستمی سرکوزیس یک بیماری انگلی بالقوه کشنده و علت مهمی برای عوارض در سطح جهانی است. موارد خفیف بدون علامت هستند. شدت علائم و نشانه‌ها به تعداد لاروهای مهاجم کرم نواری (انکوسفرها)، محل آنها و پاسخ ایمنی ایجاد شده توسط میزبان به انگل‌ها بستگی دارد. موارد شدیدتر دارای علائمی هستند که از ناراحتی گوارشی با تهوع و استفراغ شدید متغیر است. تهاجم به مغز ممکن است منجر به تشنج، سردرد، اختلالات بینایی، هیدروسفالی حاد انسدادی، تحریک پذیری، از دست دادن هوشیاری و مرگ شود. معاینه مخاط دهان ممکن است

(networks) با لایه های متعدد استفاده می کند و اغلب برای آموزش الگوریتم ها جهت شناسایی ویژگی های پیچیده به کار می رود.

شبکه های عصبی مدل های ML هستند که به دنبال تقلید از تصمیم گیری انسانی هستند. واحد پردازش پایه در یک شبکه عصبی، نورون است—که ورودی را دریافت می کند که نمایانگر ویژگی های داده است. این ورودی وزن گذاری (weighted) شده و برای تولید خروجی استفاده می شوند. به عنوان مثال، در آنالیز تصویر، ورودی ممکن است نمایانگر شدت پیکسل باشد. شبکه های عصبی به صورت لایه هایی سازمان دهی می شوند—یک لایه ورودی، یک لایه پنهان که اطلاعات را پردازش می کند، و یک لایه خروجی که تصمیم یا نتیجه را ارائه می دهد. در شبکه هایی که دارای چندین لایه هستند، ورودی ممکن است از خروجی لایه قبلی گرفته شود. این فرایند به شبکه اجازه می دهد تا روابط دسته بندی شده را ثبت کند. مدل های شبکه شامل وزن ها (weights) و بایاس ها (biases) هستند—مدولاتورهای ریاضی الگوریتم که اعطاف پذیری را فراهم می سازند. شبکه های عصبی کانولوشن (Convolutional neural networks) (CNN) برای مدیریت داده های تصویری، از جمله دسته بندی، شناسایی اشیاء و پاتولوژی ها (دندان ها، پوسیدگی ها و غیره)، و تقسیم بندی تصاویر مناسب ترین گزینه هستند. یادگیری عمیق شامل استفاده از شبکه های عصبی با لایه های متعدد است که اغلب به عنوان شبکه های عصبی عمیق شناخته می شوند و قادر به یادگیری نمایش سلسله مراتبی داده ها هستند، که در آن ترکیباتی از ویژگی های داده های سطح پایین در سطوح بالاتر گروه بندی می شوند. این امر به شبکه اجازه می دهد تا ویژگی ها را از داده های خام ورودی استخراج کند. مدل های یادگیری عمیق در آنالیز تصاویر موفق بوده اند، با این حال، این مدل ها برای آموزش معنادار نیازمند مجموعه داده های برچسب خورده بزرگ هستند.

چرخه توسعه یک برنامه هوش مصنوعی

1. تعریف مسئله: دقیق مسئله (ها) یا وظیفه (ها)ی که برنامه هوش مصنوعی قرار است به آن ها بپردازد را شناسایی کنید. برای مثال، تشخیص پوسیدگی، اندازه گیری ارتفاع کرسر آلونولار، یا تشخیص پرپودنتیت آپیکال.
2. مجموعه داده آموزشی (Training data set): مجموعه داده های آموزشی به الگوریتم هوش مصنوعی می آموزد که الگوها و روابط را تشخیص دهد و بر اساس آن الگوها و روابط، پیش بینی ها یا طبقه بندی داده ها را انجام دهد. مجموعه داده های آموزشی شامل نمونه های برچسب خورده ای است که یک ورودی (برای مثال، رادیولوگرافی در سطح پروگزیمال تاج که به عاج گسترش نیافته است) را با یک تصمیم خروجی مناسب (برای مثال، پوسیدگی E1 یا E2) تعریف می کنند. یک مجموعه داده بزرگ برای ثبت تنوع الگوها و کاربرد عمومی بهتر ضروری است.
3. مجموعه داده های اعتبارسنجی (Validation data set): مجموعه داده های اعتبارسنجی عملکرد مدل را در طول آموزش بررسی می کند. این مجموعه شامل ورودی های برچسب خورده است، اما از نظر اندازه کوچک تر از مجموعه داده های آموزشی است و شامل

- مواردی جدا از داده های آموزشی است. فرایند اعتبارسنجی امکان تنظیم دقیق الگوریتم را فراهم می سازد.
4. مجموعه داده های آزمون (Test data set): این مجموعه داده ها برای سنجش عملکرد مدل پس از آموزش و تنظیم دقیق (fine-tuned) الگوریتم استفاده می شود.
 5. مقیاس های عملکرد (Performance measures): این مقیاس ها به کاربر اجازه می دهند تا تعیین کنند که آیا یک الگوریتم هوش مصنوعی برای یک کار خاص مناسب است یا خیر. مقیاس های مورد استفاده شامل موارد زیر هستند:
 - الف. دقت (Accuracy): نسبت موارد طبقه بندی شده صحیح به طور کلی.
 - ب. صحت (Precision): نسبت پیش بینی های مثبت واقعی میان کل پیش بینی های مثبت.
 - ج. حساسیت (Sensitivity): نسبت پیش بینی های مثبت واقعی میان تمام موارد مثبت در مجموعه داده آموزشی، اعتبارسنجی یا آزمون.
 - د. امتیاز F1 (F1 score): میانگین هارمونیک حساسیت و دقت را اندازه گیری می کند و ارزیابی های مثبت کاذب و منفی کاذب را در نظر می گیرد. امتیاز F1 به صورت زیر محاسبه می شود:

$$F1 = 2 \times (\text{دقت} \times \text{حساسیت}) / (\text{دقت} + \text{حساسیت})$$
 - ه. ویژگی (Specificity): نسبت پیش بینی های منفی واقعی در میان تمام موارد منفی در مجموعه داده های آموزش، اعتبارسنجی یا آزمایش.

کاربرد هوش مصنوعی در رادیولوژی دهان و فک و صورت

- برنامه های نرم افزاری مبتنی بر هوش مصنوعی برای تحلیل خودکار تصاویر رادیوگرافی دندان به صورت تجاری در دسترس هستند (شکل 1-32). این محصولات به عنوان ابزارهای کمکی تشخیصی تأیید شده اند، نه به عنوان دستگاه های تشخیصی مستقل، و نیازمند مداخله انسانی برای پذیرش یا رد ارزیابی هوش مصنوعی هستند. هوش مصنوعی می تواند برای وظایف مختلفی به کار گرفته شود، از جمله:
- تشخیص پوسیدگی: شناسایی وجود پوسیدگی و تفکیک میزان آن در مینای دندان و عاج.
 - تحلیل استخوان پریودنتال (Periodontal bone loss): اندازه گیری فاصله از کرسر آلونولار تا محل اتصال سیمان-مینا و طبقه بندی به صورت تحلیل استخوان در برابر وضعیت طبیعی.
 - گشادشدگی لیگامان پریودنتال (Periodontal ligament widening): شناسایی فضای وسیع لیگامان پریودنتال در ناحیه اپکس و در امتداد طول ریشه.
 - رسوبات جرم (Calculus deposits): شناسایی و تعیین نواحی دارای رسوب جرم بر روی دندان ها.
 - ترمیم ها و حاشیه ها (Restorations and margins): شناسایی پروتزاها و ترمیم های دندان.
 - شناسایی پاتولوژی های فکی: شناسایی یافته های اتفاقی با اهمیت بالینی.