میلاد امیری
مازیار غنی
امیر بنایی
محمد شمس‌الدینی
بیژن حیاتی
میلاد پرویزی

دکتر موحدیان
۹۹/۲/۱۲
۸
V1

رادیولوژی

Projection geometry

معرفی جلسه

در این جلسه Projection geometry یا اصول هندسی تشکیل تصویر را مورد بررسی قرار می‌دهیم. اشتباه نکنید قرار نیست هندسه بخوانیم! قرار است پیرامون راهکارهایی صحبت کنیم که منجر به بهبود کیفیت تصاویر رادیوگرافی می‌شوند؛ همچنین به بررسی نقاط قوت و ضعف تکنیک‌های رادیوگرافی داخل دهانی می‌پردازیم. علاوه براین‌ها یاد می‌گیریم که چگونه موقعیت سه بعدی یک جسم را در رادیوگرافی دو بعدی تعیین کنیم تا در درمان های خود از آن استفاده کنیم.

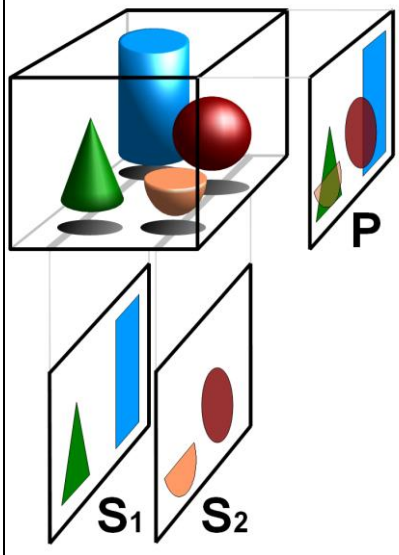
برای این مبحث به پیش زمینه‌ای از جلسات قبل نیاز نداریم. تنها باید آشنایی مختصری با ساختار تیوب اشعه X و آند داشته باشیم.

دوستان عزیز توجه داشته باشید که فایل پاورپوینت این جلسه در دسترس نیست؛ به همین دلیل تصاویر این جزوه از منابع مختلفی تهیه شده‌اند. سعی کرده‌ایم تصاویر رادیوگرافی ضروری را از فیلم تدریس استاد با بهترین کیفیت ممکن جدا کنیم و سایر تصاویر از رفرنس معرفی شده توسط استاد (White and Pharoah's Oral Radiology 2019) تهیه شده‌اند. **(نگران نباشید از عکس‌های خود استاد هم بهترن)**

و به عنوان نکته آخر باید بگوییم مطالبی که تحت عنوان حاشیه و به رنگ آبی مطرح شده‌اند توسط استاد ذکر نشده و صرفا برای فهم بهتر شما آورده شده‌اند.

مقدمه

فرض کنید از مکعب مقابل که داخل آن را نمی‌بینیم عکس برداری کنیم. همانطور که می‌بینید در این مکعب کره، نیم کره، مخروط و یک عدد استوانه قرار گرفته است. توجه کنید که تیوب اشعه ایکس در سمت استوانه و مخروط قرار دارد و فیلم در طرف مقابل (نزدیک به کره و نیم کره) قرار گرفته است. سمتی که تیوب قرار دارد را جلو و آن سوی مکعب را پشت در نظر می‌گیریم.



تصویر ۱

به تصویری که برروی فیلم تشکیل شده دقت کنید. کره به شکل دایره، نیم کره به شکل نیم دایره، مخروط به شکل مثلث و استوانه شبیه به مستطیل ظاهر شده است؛ یعنی اشیاء سه بعدی درون مکعب به شکل دو بعدی برروی فیلم نقش می‌بندند. همچنین اشکال برروی یکدیگر ظاهر می‌شوند. اصلا دلیل نامگذاری رادیوگرافی Projectional به همین دلیل است؛ زیرا تشکیل تصویر از اصول شکل‌گیری سایه پیروی می‌کند (در تشکیل سایه، سایه تمام اشیا برروی هم قرار می‌گیرند. برای مثال اگر در مقابل نور یکی از دستانتان را جلو و دیگری را در پشت دست دیگر قرار دهید سایه هر دو دست به صورت دو بعدی برروی یکدیگر قرار می‌گیرد.)

باز هم به تصویر ۱ نگاه کنید. در قسمت پایین عکس دو عدد فیلم دیگر را مشاهده می‌کنید. ویژگی این دو فیلم این است که هرکدام تصویر یک لایه از عمق مکعب را نمایش داده‌اند. به این سبک از رادیوگرافی Tomography گفته می‌شود. یک نمونه عکس برداری به شیوه توموگرافی که بسیار برای ما آشناست CT scan می‌باشد. این نوع عکس برداری به ما کمک می‌کند تا بفهمیم که اشکال مثلث و مستطیل در کنار یکدیگر و اشکال دایره و نیم‌دایره نیز مجاور هم قرار دارند. همچنین مثلث و مستطیل در جلوی دو شکل دیگر قرار گرفته‌اند. **(چرا حرفی از اشیاء سه بعدی استوانه و مخروط و... نزدیم؟ چون ما درون مکعب رو نمی‌بینیم و فقط براساس تصاویر شکل گرفته روی فیلم قضاوت می‌کنیم.)** بیش از این پیرامون توموگرافی صحبت نمی‌کنیم. بحث اصلی ما درواقع همان تصویر برداری Projection است. یک بار دیگر این نوع عکس برداری را مرور میکنیم. اگر در رادیوگرافی یک تیوب ثابت، یک جسم ثابت و یک گیرنده ثابت وجود داشته باشد و تنها یک بار Expose رخ دهد از شیوه رادیوگرافی Projectional استفاده شده است؛ مثل تمام رادیوگرافی‌های داخل دهانی که فیلم در درون دهان مریض قرار می‌گیرد و اشعه از بیرون تابیده می‌شود.

مشکلات Projectional radiography:

مزیت رادیوگرافی این است که ما را از درون اجسام باخبر می‌سازد. برای مثال می‌توانیم ریشه دندان، عمق پوسیدگی، ناهنجاری‌ها و... را توسط رادیوگرافی مورد بررسی قرار دهیم. اما آیا این تمام ماجراست؟ قطعا باید اطلاعاتی درباره جسمی که عکس برداری شده در دسترس داشته باشیم در غیر این صورت برخی Super imposition ها نماهایی ایجاد می‌کنند که شباهتی به جسم مورد نظر ندارند. یک نمونه از این نماها را در تصویر مقابل مشاهده می‌کنید.

تصویر ۲

حاشیه: super impose (برهم‌نمایی مضاعف) در سینما به معنای این است که دو یا چند تصویر به صورت محو برروی یکدیگر نشان داده شوند. **(هرچقدر تو عکاسی‌های خودمون این موضوع هنرمندانس توی رادیولوژی فاجعه باره!)**

اگر به خاطر داشته باشید به عکس برداری Projectional، تصویر برداری سایه‌ای نیز گفته می‌شود. بسیاری از ویژگی‌های سایه‌ها درمورد این نوع تصویر برداری نیز صادق است.

برای مثال گاهی امکان دارد سایه فردی از خود آن شخص کوتاه‌تر یا بلندتر باشد و دارای نسبت‌های نامتقارن باشد (مثلا طول پاها در سایه نسبت به تن بسیار بلندتر باشد). به حالتی که در آن شکل سایه یا تصویر با جسم واقعی تناسب ندارد Distortion می‌گویند. همچنین ممکن است نسبت‌ها یکسان باشد و فقط بزرگ‌نمایی داشته باشیم (magnification). علاوه بر این‌ها امکان دارد در اطراف سایه، نیم سایه تشکیل شده باشد و لبه‌های جسم به وضوح دیده نشود (عدم Sharpness). تمامی این مشکلات در تصویربرداری‌های ما نیز دیده می‌شوند. این مشکلات را مفصلا بررسی خواهیم کرد.

Image Sharpness:

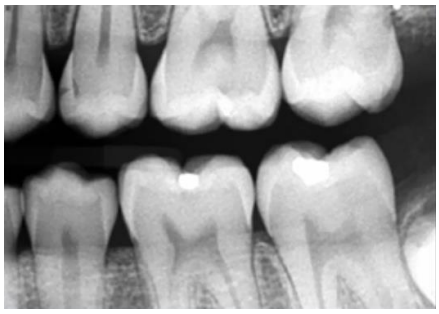
در ابتدا لازم است تعریفی از Sharpness ارائه کنیم. به توانایی رادیوگرافی در نشان دادن لبه‌های اجسام به صورت واضح Sharpness گفته می‌شود. در اینجا دو نمونه تصویر رادیو گرافی برای شما قرار داده‌ایم. **(یکیش اول صفحه بعده)**

تصویر ۳

به تصویر ۳ توجه کنید. لبه‌ها و مرز دندان‌ها اصلا واضح نیستند. عدم وضوح به حدی‌است که مرز بین Dentin و Enamel مشخص نمی‌باشد.

به تصویری همانند تصویر ۳ عکس Blur شده (محو شده) گفته می‌شود.

در مقابل تصاویر محو شده عکس‌های Sharp قرار دارند. تصویر ٤ نمونه‌ای از آن‌هاست.

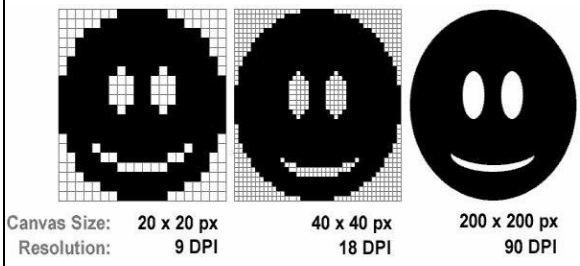


تصویر ۴

Image resolution:

احتمالا با واژه رزولوشن در تصویربرداری با موبایل آشنا هستید. هرچه Resolution یک تصویر بیشتر باشد کیفیت و وضوح آن بالاتر است. در مفهوم کلی رزولوشن توانایی یک تصویر در تمایز دو نقطه نزدیک به یکدیگر است.

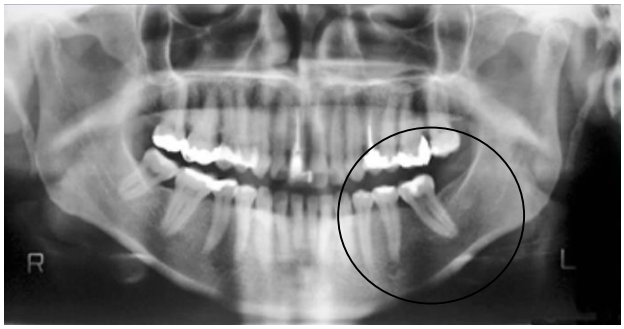
حاشیه: در مفهوم علمی تر رزولوشن به معنای مقدار پیسکل‌هایی که در تصویر امکان تشخیص دارند می‌باشد. استاد لفظ پیکسل را به کار نمی‌برند!



تصویر ۵

تصویر ۵ کاملا مفهوم رزولوشن را برایتان روشن می‌کند. هرچه تعداد پیکسل‌های تصویر کمتر باشد وضوح تصویر پایین‌تر است و قدرت تفکیک دو نقطه نزدیک به هم نیز کم می‌شود.

(چرا؟ چون هرچی تعداد پیکسل‌ها کمتر باشه مربع هر پیکسل بزرگ‌تره و ما قادر به تشخیص جزییات درون هر پیکسل از همدیگه نیستیم)



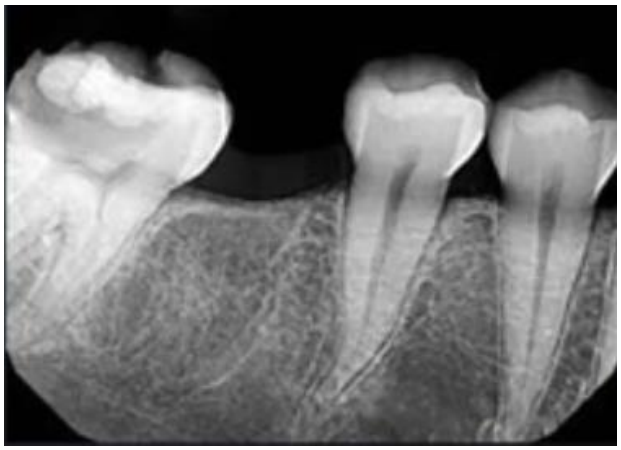
تصویر ۶

در اینجا ۲ تصویر رادیوگرافی را مشاهده می‌کنید. تصویر ٦ یک عکس خارج دهانی ولی تصویر ۷ یک عکس داخل دهانی می‌باشد. می‌خواهیم رزولوشن این دو تصویر را با یکدیگر مقایسه کنیم.

به فضای بین ریشه دندان‌ها در تصویر ۷ دقت کنید. ترابکولای استخوانی را به صورت فضاهای تیره در میان رشته‌های سفید رنگ مشاهده می‌کنید. **(مثل شیشه ترک خورده!!)**

حالا به سراغ تصویر ٦ برویم. درون دایره را نگاه کنید. بین ریشه دندان‌ها فقط یک هاله سیاه رنگ و دون دون **(به قول استاد)** مشاهده می‌شود.

مشخص است که وضوح تصویر ۷ بیشتر از تصویر ٦ است. پس رزولوشن آن نیز بیشتر است.



تصویر ۷

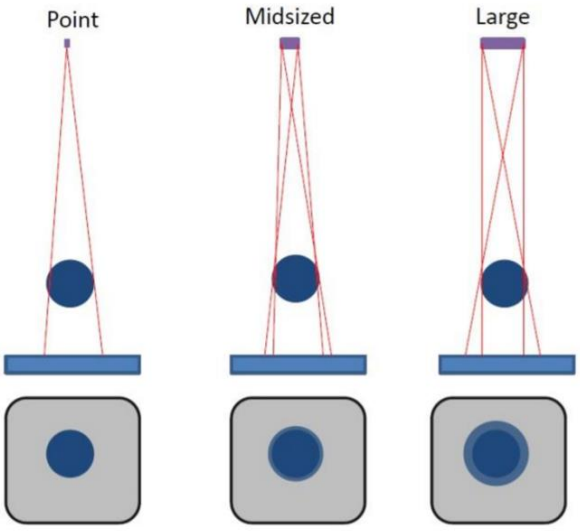
هردو فاکتور Sharpness و Resolution در تشکیل یک تصویر با کیفیت نقش دارند. پس تنها وجود یکی از این دو مورد نمی‌تواند کیفیت تصویر ما را تضمین کند بلکه هردو باید حضور داشته باشند تا یک تصویر تقریبا باکیفیت داشته باشیم. چرا تقریبا؟ چون علاوه بر این دو فاکتور موارد دیگری نیز در کیفیت تصاویر نقش دارند که در آینده پیرامون آن‌ها صحبت خواهیم کرد.

Resolution و Sharpness با اینکه دو مفهوم مختلف هستند اما به یکدیگر وابسته هستند؛ یعنی هر عاملی که یکی را تحت تاثیر قرار دهد دیگری را نیز دستخوش تغییر می‌کند. اکنون می‌خواهیم ببینیم این عوامل چه چیزهایی هستند.

۱) Use small focal spot:

مفهوم Focal spot را در جلسه ۱ بررسی کردیم. Focal spot همان نقطه تولید اشعه است. (**فوکال اسپات کوچک یه چیزی شبیه چشمه نور نقطه‌ای فیزیک دبیرستانه!!**)

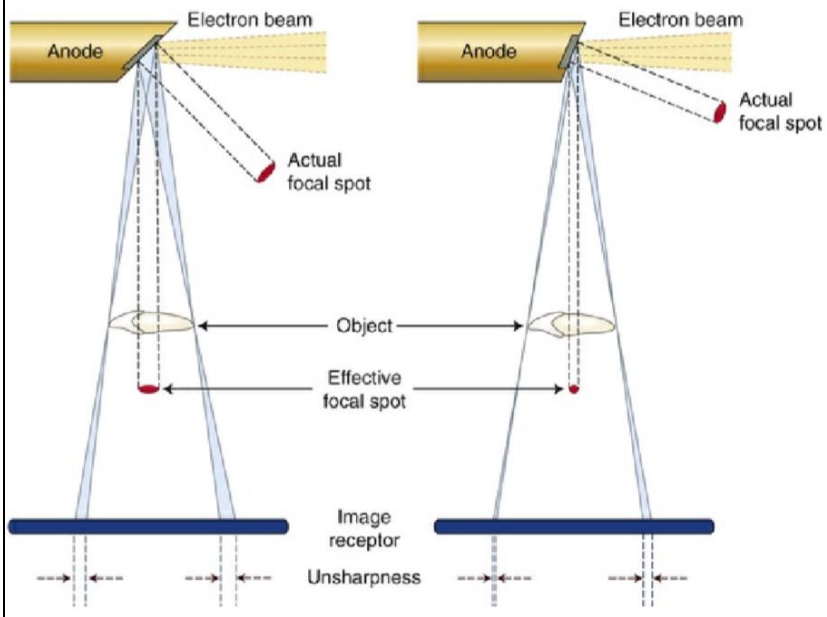
هرچه Focal spot کوچک‌تر باشد Sharpness و Resolution بهتری داریم. چرا؟ دقیقا مثل فیزیک دبیرستان. اگر منبع تولید اشعه یا نور به صورت نقطه باشد لبه‌ها به صورت واضح دیده می‌شوند اما اگر منبع به صورت یک سطح باشد از هر نقطه آن به جسم اشعه تابیده می‌شود. نتیجه این امر تشکیل نیم سایه یا Penumbra است. با تشکیل نیم سایه Sharpness تصویر پایین می‌آید.



تصویر ۸

هرچه منبع گسترده‌تر باشد طبیعتا نیم‌سایه بزرگ‌تری را شاهد هستیم.

سوالی که اکنون مطرح می‌شود این است که چرا رزولوشن تصویر تحت تاثیر قرار می‌گیرد؟ در تصویر ۸ فرض کنید به جای یک کره دو کره در کنار یکدیگر قرار گرفته باشند. اگر نیم‌سایه‌های این دو کره با یکدیگر مخلوط شوند چه اتفاقی می‌افتد؟ طبیعتا قدرت تفکیک دو کره از یکدیگر پایین می‌آید. حال بیاید همین قضیه را به پیکسلهای یک تصویر تعمیم دهیم. اگر لبه‌های واضحی نداشته باشیم طبیعتا قدرت تفکیک دو نقطه مجاور یکدیگر کم می‌شود و این به معنای کاهش رزولوشن می‌باشد.



تصویر ۹

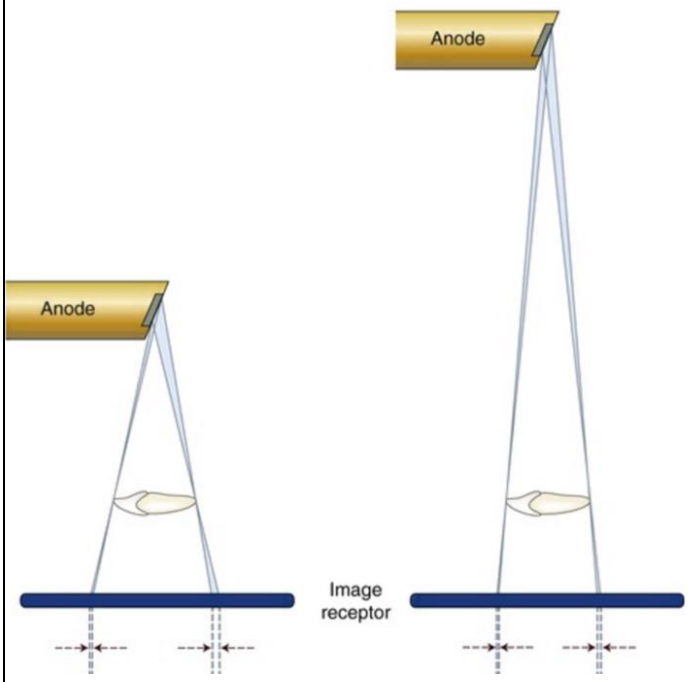
بیایید مروری مختصر بر دستگاه تولید اشعه X داشته باشیم.

(تصویر ۹) حتما به خاطر دارید که آند را به این دلیل به حالت زاویه‌دار قرار می‌دهیم که سطح افزایش یابد و گرما پخش شود تا عمر آند طولانی‌تر شود. هرچه زاویه آند بیشتر باشد Focal spot ظاهری بزرگ‌تر می‌شود و.... (**تکمیلش با خودتون**)

۲) Increase the SOD:

مورد بعدی که برروی Sharpness و Resolution تصویر تاثیر دارد فاصله جسم از منبع (آند) است. هرچه فاصله جسم از منبع بیشتر باشد تصویر Sharpness و Resolution بهتری دارد. اما چرا؟ این موضوع به این دلیل است که اشعه‌های تابیده شده از منبع حالت واگرا دارند. هرچه فاصله جسم از منبع بیشتر باشد اشعه‌های وگرا و اضافی کمتری به جسم برخورد می‌کنند. یعنی تعداد اشعه‌هایی که به صورت مستقیم به جسم تابیده می‌شوند بیشتر است. حتما می‌دانید که هرچه اشعه مستقیم تر باشد نیم‌سایه کمتری را شاهد هستیم!

حاشیه: SOD= Source Object Distance



تصویر ۱۰

۳) Minimize OID:

اگر از دوران شیرین کنکور (!) خاطرتان باشد می‌گفتیم:

افزایش فاصله از منبع = کاهش فاصله از گیرنده

کاهش فاصله از منبع = افزایش فاصله از گیرنده

با توجه به روابط بالا کاهش فاصله جسم از فیلم (گیرنده) مانند افزایش فاصله جسم از آند باعث بهبود Sharpness و رزولوشن می‌شود.

حاشیه: OID= Object image receptor distance

پس یک‌بار سه عامل موثر بر رزولوشن و Sharpness تصویر را نام ببریم:

۱) استفاده از منبع کوچک

۲) افزایش فاصله جسم از منبع

۳) کاهش فاصله جسم از فیلم

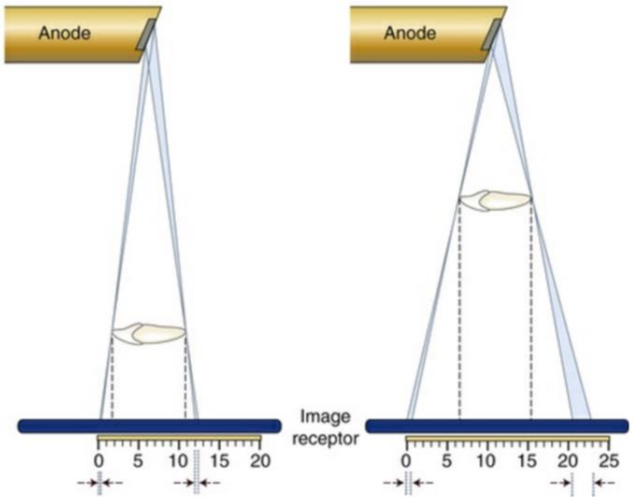
خب... یادتونه گفتیم هر کدوم از مشکلات عکس برداری رو مفصل توضیح می‌دهیم؟

رزولوشن و شارپنس رو بررسی کردیم. حالا نوبت بزرگنماییه.

Magnification:

باز هم ارجاع می‌دم به فیزیک اول دبیرستان:

اگر جسم بزرگ‌تر از منبع باشد (که اینجا همیشه هست) سایه هماهنگ با نیم سایه تغییر سایز می‌دهد. در رادیوگرافی سایه معادل تصویر است. با این اوصاف هرچه جسم از فیلم دورتر باشد (یا به منبع نزدیک‌تر باشد) تصویر بزرگ‌تری خواهد داشت.



تصویر ۱۱

دلیل این موضوع هم واضح است. پرتوهای تابیده شده واگرا هستند و دائما در حال پراکنده شدن می‌باشند. هرچه جسم به منبع نزدیک‌تر باشد پرتوهای واگرای بیشتری دریافت می‌کند و تصویرش نیز بزرگ‌تر خواهد بود.

ما به عنوان دندانپزشکان آینده باید سعی کنیم از دستگاه‌هایی استفاده کنیم که بتوانیم با استفاده از آن‌ها حداکثر فاصله را بین تیوب و دندان فراهم کنیم و فاصله فیلم تا دندان را کاهش دهیم تا Magnification به حداقل برسد!

بد نیست خیلی خودمونی و کنکوری یه بار بحث سایه و نیم سایه رو بررسی کنیم. به نکات زیر توجه کنید:

۱) سایه (تصویر) و نیم سایه در مباحث ما همیشه هماهنگ باهم تغییر می‌کنن؛ یا هردو کوچک می‌شن یا هر دو بزرگ!

۲) هرچه فیلم از جسم دور بشه سایه و نیم سایه بزرگ‌تر می‌شن.

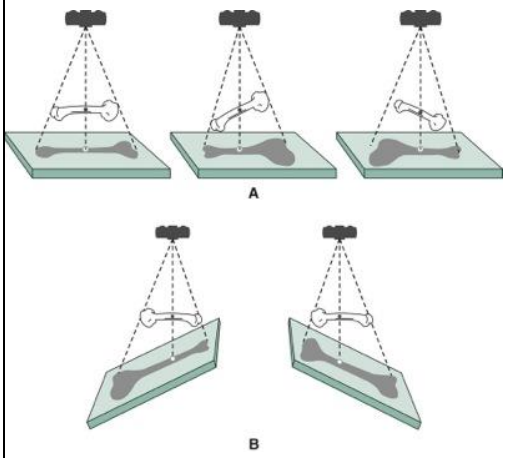
۳) همیشه برای راحتی کارتون جسم و منبع رو ثابت در نظر بگیرید و فیلم رو حرکت بدین. برای انجام این راه به این نکته توجه کنید که همواره منبع و فیلم در یک جهت حرکت می‌کنن ولی جسم و فیلم خلاف جهت همدیگه به حرکت در میان؛ مثلا:

اگه منبع به جسم نزدیک شه مثل اینه که فیلم از جسم دور شده باشه و همونطور که گفتیم با دور شدن فیلم سایه و نیم سایه بزرگ می‌شن.

اگه جسم از منبع دور بشه مثل اینه که فیلم به جسم نزدیک شده باشه. چون جسم و فیلم در جهت عکس هم همیشه حرکت می‌کنن. با نزدیک شدن فیلم به جسم سایه و نیم سایه کوچک میشه!

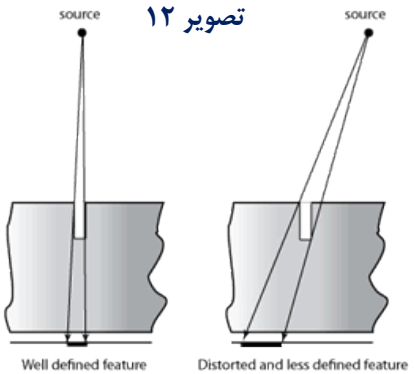
Image shape distortion:

در اوایل جزوه توضیح دادیم که عدم تناسب تصویر (سایه) و جسم را Distortion (بدشکلی) می‌گوییم. در ابتدای امر به تصویر ۱۲ نگاه کنید. همانطور که می‌بینید تصویر جسم به صورت نامتقارن دیده می‌شود. همان قوانین جابجایی جسم، منبع و فیلم در اینجا نیز صادق است. برای مثال در قسمت A به تصویر وسط نگاه کنید. قسمت راست جسم نسبت به قسمت چپ از فیلم دورتر است. پیش از این توضیح دادیم که هرچه فاصله فیلم و جسم بیشتر باشد سایه بزرگ‌تری تشکیل می‌شود. بنابراین سمت راست سایه بزرگنمایی بیشتری نسبت به سمت چپ دارد. حال به شکل سمت چپ قسمت A دقت کنید. همانطور که می‌بینید اگر جسم به صورت موازی با گیرنده (فیلم) قرار گرفته باشد سایه متوازن خواهد بود و Distortion رخ نمی‌دهد.



تصویر ۱۲

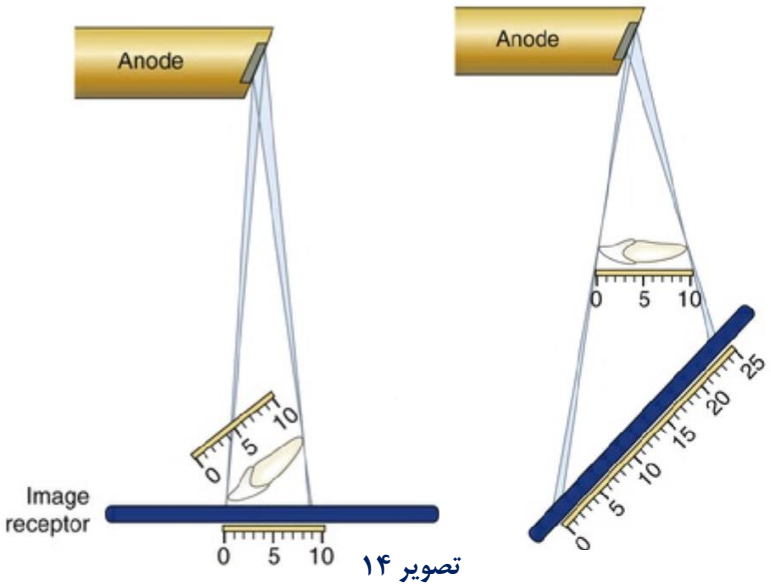
به سراغ شکل ۱۳ برویم. در جسم نشان داده شده یک Slit (شکاف) وجود دارد و ما قصد داریم تصویر آن را برروی فیلم ظاهر کنیم. اگر منبع دقیقا روبه‌روی شکاف قرار گرفته باشد تصویر حاصل متناسب با شکاف خواهد بود اما چنانچه اشعه به صورت مایل تابیده شود تصویر شیار اندازه‌ای بزرگ‌تر و نامتقارن خواهد داشت.



تصویر ۱۳

یک مثال دیگر را بررسی می‌کنیم تا این مفهوم برای شما ملموس‌تر شود. فرض کنید در تصویر ۱۳ به جای شکاف یک دایره قرار گرفته باشد. اگر اشعه از روبه‌رو تابیده شود تصویر نیز به شکل دایره خواهد بود (هرچند ممکن است بزرگنمایی رخ دهد) اما اگر اشعه به صورت مایل تابانده شود تصویر حاصل بیضی خواهد بود!

پس برای این‌که بدشکلی رخ ندهد هم باید جسم موازی گیرنده باشد و هم اشعه به صورت عمود تابیده شود. نمونه‌هایی از از Distortion در رادیولوژی دندانی را در تصویر مقابل مشاهده می‌کنید.



تصویر ۱۴

تا اینجا یادگرفتیم که فیلم و منبع اشعه را چگونه تنظیم کنیم تا کمترین Magnification و Distortion و بیشترین Resolution و Sharpness را داشته باشیم. اکنون می‌خواهیم پیرامون رادیوگرافی Periapical داخل دهانی صحبت کنیم.

Periapical radiography:

تصویر ۱۵

تصویر مقابل یک نمونه عکس‌برداری پری اپیکال را نشان می‌دهد. با این روش تصویربرداری می‌توانیم تصاویر دقیقی از یک یا چند دندان محدود تهیه کنیم به طوری که وضعیت کامل دندان و بافت‌های اطراف آن (استخوان) نمایش داده شود. به طور کلی این روش تصویربرداری ناحیه محدودی از فک بالا یا پایین را به ما نشان می‌دهد. علت نامگذاری Periapical به این دلیل است که وجود ضایعه در اطراف Apex یا نوک ریشه را به خوبی نشان می‌دهد.

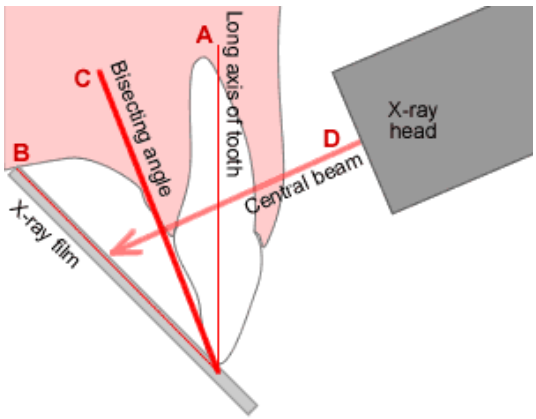
دو روش رادیوگرافی پری اپیکال داخل دهانی مورد استفاده قرار می‌گیرد. ابتدا توضیح مختصری درباره هریک می‌دهیم و پس از آن به شرح کامل هر روش می‌پردازیم.

۱) Bisecting angel technique:

فیلم در دهان بیمار قرار داده شده و از او خواسته می‌شود که فیلم را با انگشت خود نگه دارد. همانطور که مشاهده می‌کنید فیلم زاویه‌ای را با دندان می‌سازد (زاویه بین B و A).

دندانپزشک باید اشعه را به نیم ساز این زاویه (خط C) عمود کند. به همین دلیل به این روش Bisecting angel technique یا روش نیم‌ساز گفته می‌شود.

دلیل این موضوع رو در ادامه توضیح خواهیم داد



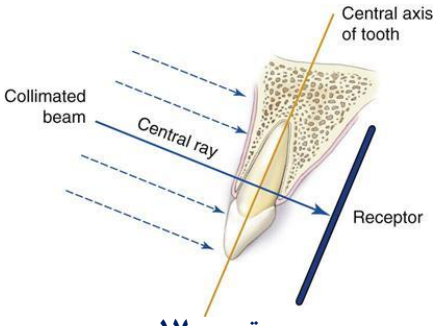
تصویر ۱۶

۲) Paralleling technique:

همانطور که از نام این روش پیداست فیلم موازی Long axis دندان قرار می‌گیرد و اشعه به صورت عمود به هردو تابیده می‌شود.

می‌توانید حدس بزنید که مزیت این روش چیست؟ آفرین! به دلیل اینکه گیرنده موازی با دندان قرار گرفته Distortion رخ نمی‌دهد.

در این روش برای موازی سازی دندان و گیرنده از ابزاری استفاده می‌شود. این ابزار اصطلاحا XCP نامیده می‌شود اما در واقعا XCP یک برند از این ابزار هاست! **(مثل اینه به همه ماشین‌ها اصطلاحا بگیم پراید!)** این ابزارها را در تصویر ۱۸ می‌بینید.



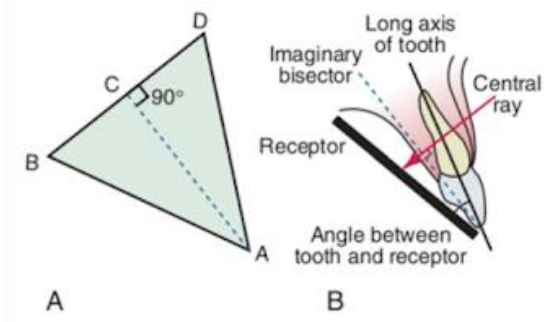
تصویر ۱۷

تصویر ۱۸

اکنون تمام جزئیات هردو روش را بررسی می‌کنیم.

Bisecting angel technique:

همانطور که گفتیم در این روش اشعه بر نیم‌ساز زاویه بین فیلم و دندان عمود می‌شود. تصویر ۱۹ را ببنید. در مثلث ABD ضلع AB نماینده فیلم و ضلع AD نشانگر long axis دندان است. نیم ساز زاویه A ارتفاع مثلث نیز می‌باشد. همچنین ضلع BD نشان دهنده اشعه تابیده شده می‌باشد که بر AC عمود شده است. بنابراین دو مثلث ABC و ACD به حالت دو زاویه و ضلع بین با یکدیگر برابراند! بیاید برای درک بهتر این تساوی و نتیجه‌ای که حاصل می‌شود همنهشتی این دو مثلث را اثبات کنیم.



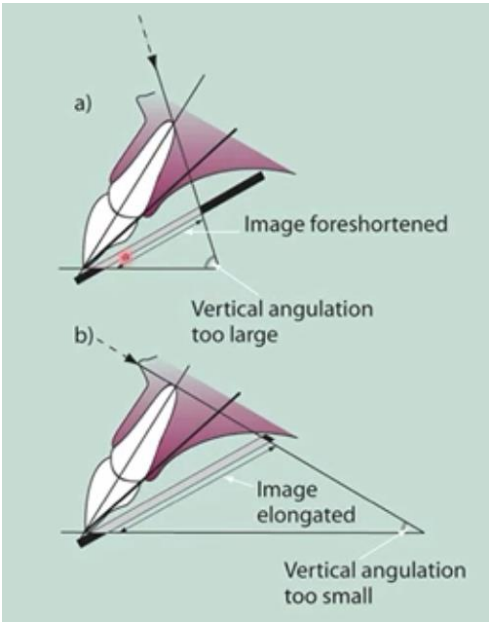
تصویر ۱۹

$$\begin{cases} AC = AC \\ C_1 = C_2 \\ A_1 = A_2 \end{cases} \rightarrow ABC \cong ACD \rightarrow AB = AD$$

دیدید؟ طبق رابطه بالا طول تصویر و دندان دقیقا با یکدیگر برابرند. بنابراین با وجود اینکه در این روش Distortion رخ می‌دهد ولی اگر به خوبی عکس برداری شود تصویر حاصل دقیقا هم اندازه دندان خواهد بود. مزیت دیگر این روش این است که به ابزاری برای نگهداری فیلم نیاز نداریم (برعکس روش موازی)

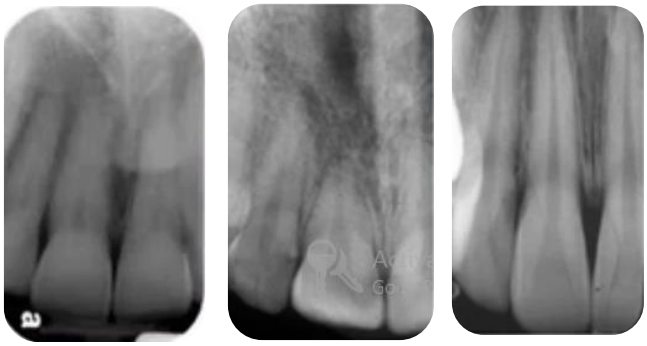
سوال: اگر نتوانیم اشعه را به خوبی عمود کنیم چه اتفاقی می‌افتد؟ اگر زاویه بین نیمساز و اشعه باز یا حاده باشد چه تغییری رخ می‌دهد؟

برای پاسخ به این سوال باید به تصویر شماره ۲۰ مراجعه کنیم. در قسمت a زاویه بین اشعه و نیم‌ساز باز است .همانطور که مشاهده می‌کنید تصویر حاصل کوچک‌تر از دندان است. به این حالت Shortening تصویر گفته می‌شود.



تصویر ۲۰

در قسمت b زاویه بین نیم‌ساز و اشعه تند است .در این حالت طول تصویر از طول دندان بیشتر است. نام این حالت Elongation است.



تصویر ۲۱

نمونه‌های طبیعی، Shortening و Elongation را در تصویر ۲۱ به ترتیب از چپ به راست می‌بینید.

در Shortening به نظر می‌رسد تاج دندان به صورت یک جسم اضافه برروی ریشه دندان قرار گرفته است. ناحیه Cervical دندان به صورت برجسته و واضح مشخص است. همچنین در Shortening، Height of contour ها بزرگ دیده می‌شوند.(البته تصاویر رادیوگرافی در اینجا واضح نیستند)

در elongation طول دندان‌ها آنقدر زیاد شده که کاملا در عکس جا نشده‌اند و Height of contour ها کم به نظر می‌رسند.

حاشیه: ناحیه Cervical به محل برخورد تاج و ریشه دندان گفته می‌شود.

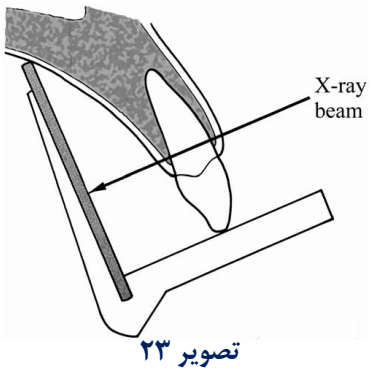
حاشیه: به حداکثر برجستگی یک جسم در یک موقعیت فضایی خاص Height of contour گفته می‌شود.

بحث Shortening و Elongation را مطرح کردیم تا یکی از ضعف‌های مهم این شیوه عکس برداری را به شما معرفی کنیم.

تصویر ۲۲

این ضعف (**یا به قول استاد Shortcoming**) خود را در دندان‌های چند ریشه نشان می‌دهد. اگر خاطرتان باشد گفتیم که باید اشعه بر نیم ساز زاویه بین long axis دندان و فیلم عمود شود. اما سوال اینجاست که کدام یک از ریشه‌های دندان را به عنوان ضلع زاویه در نظر بگیریم؟ مشخص است که در دندان‌های چند ریشه، هر ریشه زاویه‌ای مجزا با فیلم می‌سازد. پس ما مجبوریم Long axis کلی دندان را در نظر بگیریم که منطبق بر هیچ یک از ریشه‌ها نیست. بنابراین هیچ یک از ریشه‌ها به اندازه واقعی خود دیده نمی‌شوند و ممکن است برای هریک از ریشه‌ها Shortening یا Elongation رخ دهد. اکنون به تصویر ۲۲ دقت کنید. تصویر سمت چپ با روش Bisecting تهیه شده ولی عکس سمت راست با متد Paralleling گرفته شده است. طول واقعی ریشه‌ها در عکس‌برداری پارالل مشخص است. همانطور که می‌بینید در عکس Bisecting ریشه سمت چپ دچار shortening شده ولی ریشه پشتی دچار Elongation گشته است. یک عیب دیگر نیز در این شیوه عکس برداری دیده می‌شود که اکنون برای بیان آن زود است. در اواخر جلسه این عیب را برایتان توضیح می‌دهیم.

Paralleling technique:

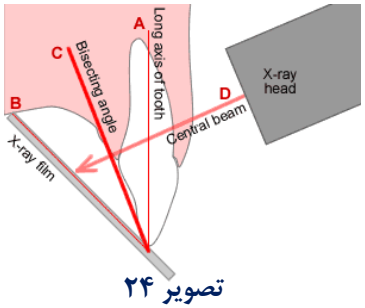


تصویر ۲۳

گفته شد که در این تکنیک با ابزار XCP فیلم را به صورت موازی با دندان نگه می‌داریم. در این روش Distortion رخ نمی‌دهد (قبلا دلیلش را توضیح دادیم). اما آیا این روش عیبی ندارد و بی نقص است؟ قطعا این روش نیز نقص‌هایی دارد که در ادامه به آنها پی خواهید برد.

برای اینکه تصویر کاملی از دندان داشته باشیم باید فیلم را به سقف کام بچسبانیم تا بیشترین ارتفاع را توسط فیلم پوشش دهیم. حتما می‌پرسید که چرا نمی‌توان فیلم را به دندان چسباند؟ در پاسخ باید بگوییم که در این صورت ممکن است انتهای ریشه دندان پوشش داده نشود و در فیلم ظاهر نشود.

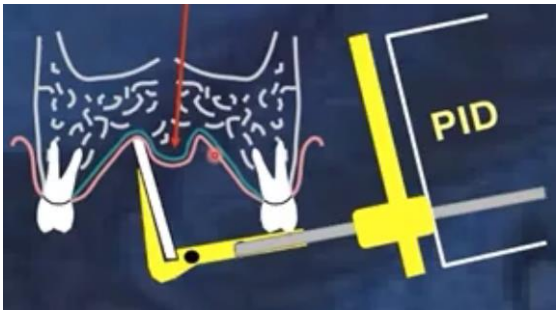
تصویر مقابل را در بحث تکنیک Bisecting بررسی کردیم. اکنون فرض کنید قصد داشته باشیم که از این دندان به شیوه Paralleling تصویربرداری کنیم. مشاهده می‌کنید که عمق کام این فرد کوتاه است و در هر صورت فیلم انتهای ریشه دندان را پوشش نخواهد داد!



تصویر ۲۴

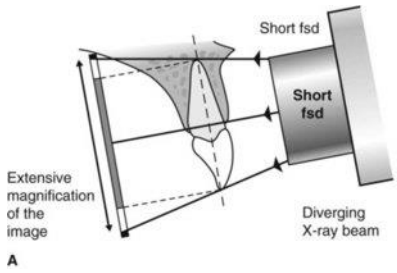
همچنین ممکن است فردی دارای Torus palatinus باشد. این عارضه می‌تواند عمق کام را کم کرده و عکس برداری را با مشکل روبه‌رو سازد.

حاشیه: توروس کامی یک برجستگی استخوانی شایع می‌باشد که برروی خط وسط کام سخت پدید می‌آید. این عرضه خوش‌خیم است و در اغلب موارد به دلیل بی علامت بودن توسط دندانپزشک کشف می‌گردد.



تصویر ۲۵

تصویر ۲۵ نمونه‌ای از توروس کامی را نشان می‌دهد. ممکن است با خود بگویید می‌توان فیلم را در فرو رفتگی کنار توروس قرار داد و مشکلی پیش نخواهد آمد. باید بگوییم که همه توروس‌ها به این شکل نیستند و ممکن است در کنار آن‌ها فرورفتگی وجود نداشته باشد!



تصویر ۲۶

مشکلات هنوز هم تمام نشده‌اند. گفته شد که نمی‌توان فیلم را به دندان چسباند بلکه باید آن را در عمق کام قرار دهیم. با توجه به شکل ۲۶ مشکل این امر این است که بزرگنمایی رخ می‌دهد(چرا؟ چون فاصله فیلم و دندان زیاد شده). راه حلی که برای این مشکل می‌توان به کار برد این است که منبع اشعه را از دندان دور کنیم. چرا که با این کار تصویر کوچک می‌شود.(یه جور خنثی سازیه)

دو تکنیک پری اپیکال رو همینجا متوقف کنید. بریم سراغ یه مبحث باحال. می‌خوایم یاد بگیریم که چطوری از روی عکس دو بعدی موقعیت سه بعدی اجسام نسبت به همدیگه رو تشخیص بدیم. با ما باشید ☺

Tube shift localization (Clark):

این مبحث تحت عنوان‌های مختلفی شناخته می‌شود. Tube shift، Localization دندان، جسم خارجی در فک و روش کلارک همگی به این مبحث اشاره دارند. پیش از اینکه وارد این موضوع شویم بد نیست که به حاشیه زیر نگاهی بیندازید:

حاشیه: سطوح مختلف دندان‌های خلفی شامل موارد زیر است:

سطح مزیال: هر دندان توسط سطوح جانبی با دندان‌های اطراف خود در ارتباط است. سطح مزیال سطح جانبی‌ای است که به سمت میدلاین (جلوی دهان) قرار گرفته است.

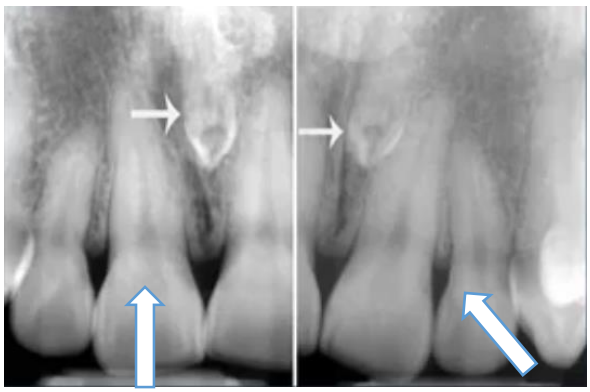
سطح دیستال: سطح جانبی که از میدلاین دور بوده و به سمت عقب دهان است.

سطح باکال: سطحی از دندان که به سمت گونه (خارج دهان) قرار گرفته است. این سطح برای دندان‌های جلویی لیبال نامیده می‌شود.

سطح لینگوال: سطحی از دندان که به سمت زبان (داخل دهان قرار) گرفته است.

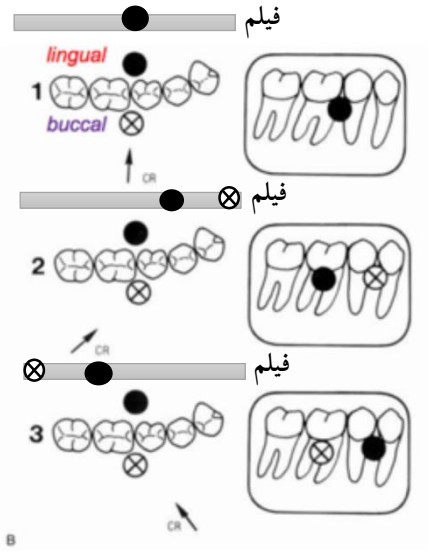
سطح اکلوزال: سطحی از دندان که توسط آن غذا جویده می‌شود.

بحث را با طرح یک سوال آغاز می‌کنیم. در تصاویر رادیوگرافی مقابل یک دندان کوچک (Microdent) را به صورت مزیودنس مشاهده می‌کنید (مزیودنس وضعیتی است که در آن یک دندان کوچک بین دو دندان پیشین فک بالا رشد می‌کنند). یک دندانپزشک قصد دارد این مزیودنس را با جراحی خارج کند. به نظر شما این دندان در سطح باکال قرار گرفته یا لینگوال؟ به عبارت دیگر جراحی باید از سمت باکال انجام شود یا لینگوال؟برای پاسخ به این سوال باید با تکنیک کلارک به طور کامل آشنا شویم.



تصویر ۲۷

به تصویر ۲۸ دقت کنید. یک جسم خارجی در سطح باکال و یک جسم دیگر در سطح لینگوال قرار گرفته است. اگر اشعه به صورت عمود بر این دو جسم تابیده شود تصویر دو شیء برروی یکدیگر قرار می‌گیرد و مشخص نیست که کدام یک در سطح باکال و کدام در سطح لینگوال قرار گرفته است. اگر اشعه از سمت خلف دهان (دیستال) تابانده شود تصویر ⊗دورتر از منبع و نزدیک به جلوی دهان تشکیل می‌شود. تصویر ● نیز نزدیک به منبع و نزیک به انتهای دهان شکل می‌گیرد. حال چنانچه اشعه از سمت مزیال (جلوی دهان) تابانده شود تصویر ⊗ دورتر از منبع و نزدیک به انتهای دهان ولی تصویر ● نزدیک به منبع و در سمت مزیال تشکیل می‌شود.



تصویر ۲۸

همانطور که دیدید تصویر جسمی که در سطح باکال قرار دارد همواره دور از منبع و تصویر جسمی که در سطح لینگوال قرار دارد نزدیک به منبع تشکیل می‌شود. این موضوع را به عنوان قانون Same lingual opposite buccal (SLOB) می‌شناسیم. یعنی تصویر جسم لینگوالی درجهت اشعه و تصویر جسم باکالی خلاف جهت اشعه قرار می‌گیرد! به این قانون، قانون کلارک و قانون Buccul object نیز گفته می‌شود.

اما دلیل این قانون چیست؟ اگر کمی فکر کنیم علت این موضوع را متوجه می‌شویم. همانطور که اگر نور را از سمت چپ به دستتان بتابانید سایه دستتان به سمت راست کشیده می‌شود در اینجا نیز تصویر هر دو جسم در جهت مخالف اشعه حرکت می‌کنند؛ اما میزان حرکت جسمی که به منبع نزدیک‌تر است (جسم باکالی) بیشتر است.

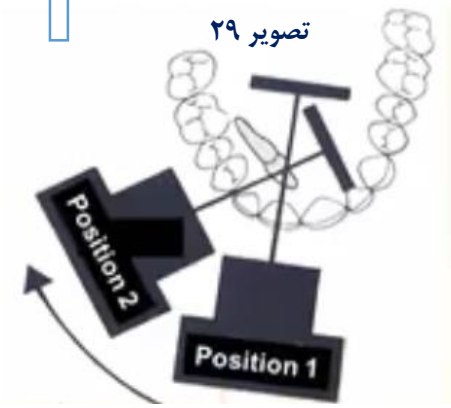
شفاف سازی: دقت کنید که گیج نشید! ما گفتیم که تصویر هر دو شی به سمت مخالف اشعه حرکت میکنه ولی میزان حرکتشون متفاوته. یکم دقیق‌تر به فیلمهای سمت راست عکس ۲۸ نگاه کنید. وقتی اشعه به صورت عمود تابیده شده تصویر دو شی دقیقا بین دندان پری مولر و مولار قرار گرفته. ولی وقتی اشعه از سمت دیستال تابیده شده تصویر شیء لینگوالی روی دندان مولار و تصویر شیء باکالی روی دندان پری مولر قرار گرفته. آیا این به این معنیه که جسم لینگوالی به سمت اشعه حرکت کرده؟ نه خیر عزیزان. حواستون باشه که با تغییر دادن مکان منبع اشعه زاویه دید تصویر نسبت به دندان‌ها هم تغییر کرده و این به همین دلیله. پس خودتونو گیج نکنین و با من تکرار کنین: جسمی که منبع رو دوست داره لینگوالیه و جسمی که از منبع بدش میاد باکالیه...! (Lingual و Love هر دو با L شروع میشن!! بسه دیگه خیلی دبستانی شدیم...)

حال برگردیم به سوالی که طرح کردیم (تصویر ۲۷). در تصویر رادیوگرافی سمت چپ اشعه به صورت عمود تابیده شده ولی در تصویر سمت راست اشعه از سمت چپ صورت مریض تابیده شده است. همانطور که می‌بینید در تصویر سمت چپ مزیودنس در وسط دو دندان Central قرار گفته است اما در تصویر سمت راست میکرودنس به سمت دندان سنترال سمت چپ بیمار متمایل شده است. طبق توضیحات قبل (به ویژه شفاف سازی) این دندان کوچک در سطح لینگوال قرار گرفته است.

بیاید چند نمونه عکس را به عنوان تمرین بررسی کنیم.

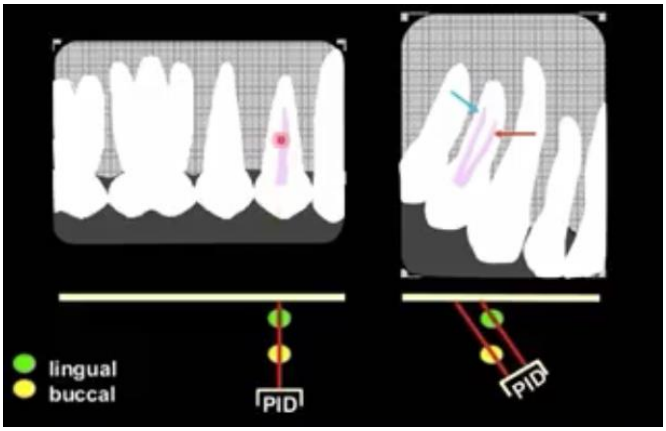
در تصویر سمت چپ اشعه به صورت عمود تابیده شده است. در عکس مشخص است که یک دندان کانین روی دندان ۱۱ (سنترال) قرار گرفته است. در تصویر سمت راست اشعه از سمت دیستال تابانده شده است. دندان کانین اکنون روی دندان ۱۲ (لترال) قرار گرفته است. یعنی تصویر نیز به سمت دیستال حرکت کرده است. پس تصویر به سمت اشعه متمایل شده است و دندان کانین لینگوال است. برای درک بیشتر موقعیت فضایی تصویربرداری به تصویر ۳۰ مراجعه کنید.

تصویر ۲۹



تصویر ۳۰

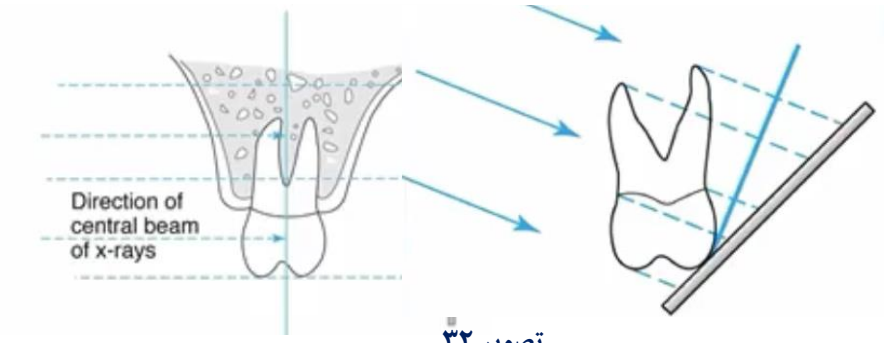
به سراغ مثال بعد برویم. دندان پری مولر۱ در شکل ۳۱ دو ریشه دارد. یکی از ریشه‌ها در سطح لینگوال و دیگری در سطح باکال قرار دارد.درسمت چپ اشعه عمود بوده و تصویر هردو کانال برروی هم افتاده است. در عکس سمت راست اشعه را از سمت مزیال تابانده‌ایم (از طرف دندان لترال). حتما متوجه شده‌اید که ریشه‌ای که به سمت مزیال قرار دارد لینگوال است و ریشه دیگر باکال می‌باشد.



تصویر ۳۱

به یاد دارید که گفتیم یکی دیگر از عیوب عکس برداری Bisecting را بعدا بررسی می‌کنیم؟

تصویر ابتدای صفحه بعد (تصویر ۳۲) را ببینید. عکس سمت چپ روش Paralleling را نشان می‌دهد. اما در تصویر سمت راست اشعه از بالا و به صورت مایل تابیده شده و به همین دلیل مشمول قانون SLOB می‌گردد. چرا که اشعه دارای زاویه است و در این صورت جسم لینگوالی در جهت اشعه و جسم باکالی در خلاف جهت اشعه قرار می‌گیرد.



تصویر ۳۲

بنابراین کورتکس استخوانی Buccal کمی کورونالی و کورتکس استخوانی Lingual کمی اپیکالی به نظر میرسد. هیچ یک از دو کورتکس سرجای واقعی خود قرار نمی‌گیرند.

حاشیه: واژه کرونالی اشاره به سمت تاج دندان دارد و واژه اپیکالی سمت Apex دندان را بیان می‌کند.

تصویر ۳۳

تصویر ۳۳ را دریابید! سطح استخوانی بین دو دندان Central را مشاهده کنید. در تصویر رادیوگرافی هردو کورتکس باکال و لینگوال برهم منطبق می‌شوند. به نظر شما ما کدام یک را در تصویر می‌بینیم؟ بله کورتکسی را می‌بینیم که کرونالی‌تر می‌باشد و درواقع کورتکس دیگر را در زیر خود مخفی کرده است. کدام کورتکس کرونالی‌تر است؟ طبق توضیحات بالا کورتکس Buccal کرونالی‌تر می‌باشد. بنابراین ما در تصویر رادیوگرافی تنها کورتکس Buccal را مشاهده می‌کنیم و تصویر حاصل از استخوان واقعی کرونالی‌تر است! یعنی تصویر استخوان بیش از استخوان واقعی به CEJ و تاج دندان نزدیک است! ***(خیلی خودمونی احساس می‌کنیم که مریض استخوان بیشتری داره)***

حاشیه: CEJ = Cemento-enamel junction = اتصال دهنده مینای تاج و سیمان ریشه دندان

از مطالب گفته متوجه می‌شویم که در مشکلات پریودنتال که Level استخوان اهمیت دارد باید از رادیوگرافی Parallel و یا بایت وینگ استفاده کنیم.

بحث عمده ما تمام شده و فقط یک مبحث کوچک باقی مانده است.

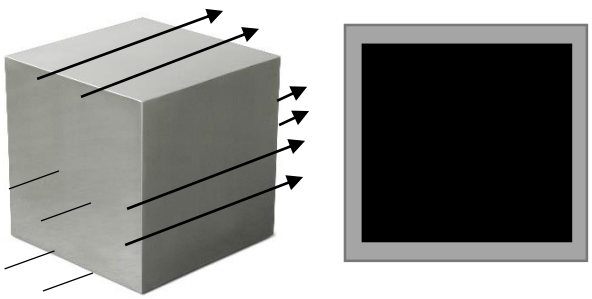
:Eggshell effect

مواد از نظر عبور پرتو به دو دسته تقسیم می‌شوند:

۱) Radiopaque: به موادی که اشعه زیادی را جذب کرده و تصویر سفید رنگ ایجاد می‌کنند رادیواپک گفته می‌شود.

۲) Radiolucent: به موادی که با جذب ناچیز اشعه را از خود عبور می‌دهند و تصویری تیره ایجاد می‌کنند رادیولوسنت گفته می‌شود.

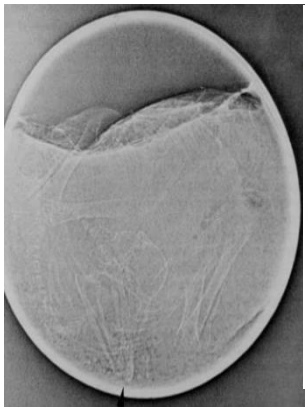
مفهوم این مطلب کمی ناملموس است به همین دلیل از اشکال ساده شروع می‌کنیم.

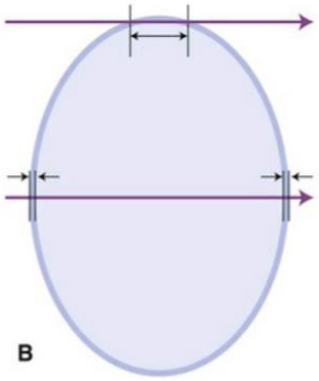


تصویر ۳۴

فرض کنید مکعب شکل ۳٤ یک بدنه فلزی دارد و از آب پر شده است. فلز رادیواپک ولی آب رادیولوسنت است. این مکعب را در مقابل اشعه ایکس قرار می‌دهیم و تصویر سمت راست حاصل می‌گردد. همانطور که می‌بینید حاشیه تصویر روشن و داخل آن تیره است. سوالی که پیش می‌آید این است که چرا فقط دور تا دور شکل روشن است. مگر تمام فضای اطراف آب فلز وجود ندارد؟ پس چرا کل شکل روشن نیست؟

به فلش‌هایی که در شکل هستند دقت کنید. کدام یک از اشعه‌ها مسافت بیشتری را در فلز می‌پیمایند؟ مشخص است که اشعه‌هایی که بر سطوح خارجی مکعب مماس هستند بیشترین مسافت را در طول فلز طی می‌کنند و به مقدار بسیار بیشتری جذب می‌شوند. در عوض اشعه‌هایی که به مرکز مکعب می‌تابند بیشتر مسافت خود را در آب می‌پیمایند و از این اشعه‌ها تصویر تیره‌ای پدید می‌آید. به همین دلیل است که در تصویر حاصل فقط حاشیه‌ها به رنگ روشن دیده می‌شوند.

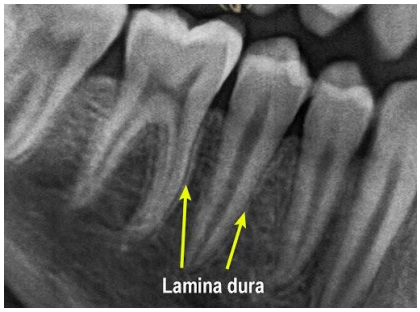




تصویر۳۵

حال به سراغ تخم مرغ برویم. همانطور که می‌بینید در اینجا نیز فقط حاشیه‌ها اپک هستند و به اصطلاح روشن دیده می‌شوند. توجیه این تصویر نیز دقیقا مانند مثال قبل است. پرتوها در نقاط مماس بر پوسته آهکی مسافت بیشتری را در پوسته می‌پیمایند و تصویر روشن‌تری را پدید می‌آورند.

بسیاری از موارد به دلیل همین پدیده Eggshell در تصاویر رادیوگرافی مشاهده می‌شوند؛ مثل نمای Lamina dura **(فعلا اهمیتی نداره. بعدا درباره لامینا دورا مفصلا بحث خواهد شد اما اگر خیلی کنجکاو هستین حاشیه زیر رو بخونین. زبانتون هم قوی میشه☺)**



تصویر۳۶

حاشیه:

Lamina dura is compact bone that lies adjacent to the periodontal_ligament, in the tooth socket. The lamina dura surrounds the tooth socket and provides the attachment surface with which the Sharpey's fibers of the periodontal ligament perforate. On an x-ray a lamina dura will appear as a radiopaque line surrounding the tooth root.

قسم به مکث
به اختلاف زمانی میان دو شلیک
ما همه سربازیم
آن که زودتر ماشه می‌چکاند
جلاد
آن که دیرتر شلیک می‌کند
عاشق
و مابقی ماموریم
گاهی اما یکی اسلحه‌اش را
به سمت دهانی نشانه می‌رود
که فرمان آتش داده است
اوست که تنهاست...!