بسم الله الرحمن الرحيم

عصاره

رادیولوژی دهان، اصول و تفسیر

وایت فارو ۲۰۱۹

گردآوری و تالیف:

دکتر مطهره باغستانی

متخصص رادیولوژی دهان و فک و صورت
استادیار دانشکده دندانپزشکی یزد

۱۴۰۱ سال

انتشارات آرتین‌طب

خدمتی دیگر...

نام کتاب:	عصاره رادیولوژی دهان، اصول و تفسیر وایت فارو ۲۰۱۹
گردآوری و تألیف:	دکتر مطهره باغستانی
ناشر:	انتشارات آرتین‌طب
حروفچینی و صفحه‌آرایی:	مهتاب محمدی
نوبت چاپ:	اول ـ ۱۴۰۱
تیراژ:	۱۰۰ جلد
لیتوگرافی:	غزال
چاپ و صحافی:	غزال
شابک:	۹۷۸-۶۲۲-۲۹۳-۳۲۵-۸
بها:	۴۰۰.۰۰۰ تومان

مرکز پخش:

تـــهران ـ بـلوار کشاورز ـ خیابان ۱۶ آذر ـ پلاک ۶۸ ـ طبقه سوم

انتشارات آرتین‌طب **تلفن: ۸۸۹۷۱۴۰۰**

فاکس: ۸۸۹۹۵۱۴۱

artinteb@yahoo.com www.artinteb.ir

تمامی حقوق مادی و معنوی این اثر برای ناشر محفوظ است. لذا هرگونه تکثیر و بازنویسی مطالب به هر نحو ممکن در هرگونه رسانه، کتاب، مجله، جزوه و لوح فشرده بدون اجازه کتبی ناشر **شرعاً حرام** است و موجب **پیگرد قانونی** می‌شود.

سخن نویسنده

به نام او که هستی نام از او یافت

سعدی بشوی لوح دل از نقش غیر او علمی که ره به حق ننماید جهالت است

در مسیر آموخته‌هایم، بر آن شدم تا مجموعه‌ای از مطالب مهم و حافظه‌گریز کتاب «رادیولوژی دهان؛ اصول و تفسیر» وایت فارو ۲۰۱۹ را به شیوه‌ای نوین گردآوری نمایم. هدف از این سبک نگارش، رفع نیازهای موجود برای به‌خاطر سپاری و بازیابی بهتر مطالب مشابه از فصل‌های مختلف این کتاب و سایر کتاب‌های رفرنس می‌باشد. تمامی مطالب این کتاب با رفرنس لاتین وایت فارو ۲۰۱۹ تطابق داده شده و به‌صورت الگوریتمی طبقه‌بندی گردیده تا حافظه‌ی دیداری ایجاد نماید. به امید آن که این تلاش زمان‌بر و نفس‌گیر که منجر به گردآوری عصاره‌ای از مطالب وایت‌فارو ۲۰۱۹ شده است، در مسیر دانش مفید واقع شده و توانسته باشم گامی هرچند کوچک در مسیر یادگیری بهتر علم شیرین رادیولوژی برداشته باشم.

از شما عزیزان می‌خواهم، جهت بهره‌مندی بهتر از مطالب این کتاب، ابتدا راهنمای مطالعه را بخوانید.

اینجانب، از طریق ایمیل motahare.baghestanii@gmail.com صمیمانه پذیرای پیشنهادها و انتقادهای سازنده‌ی شما عزیزانم هستم.

مرا سخن به نهایت رسید و فکر به پایان هنوز وصف جمالت نمی‌رسد به نهایت

دکتر مطهره باغستانی

متخصص رادیولوژی دهان و فک و صورت

استادیار دانشکده دندانپزشکی یزد

اردیبهشت ۱۴۰۱

راهنمای مطالعه

؟ چرا عصاره وایت فارو ۲۰۱۹ را مطالعه می‌نمایم؟

! از ویژگی‌های منحصر به فرد این کتاب، موارد زیر می‌باشد:

- گردآوری مطالب مرتبط از فصل‌های مختلف وایت فارو ۲۰۱۹ در کنار هم
- بیان نکات مهم وایت فارو ۲۰۱۹ به‌صورت الگوریتمی و ایجاد حافظه دیداری
- گردآوری نکات مرتبط از سایر کتب رفرنس رادیولوژی دهان، فک و صورت (با ذکر منبع و به‌صورت بولد)
- تطابق با آخرین نسخه کتاب لاتین وایت فارو (۲۰۱۹)
- بیان نکات مرتبط با شکل‌ها و نمودارها
- بیان سایر نکات هر فصل به‌طور مجزا

؟ چگونه عصاره وایت فارو ۲۰۱۹ را مطالعه نمایم؟

! پیشنهاد می‌شود برای استفاده بهتر از این کتاب، ابتدا کتاب رفرنس اصلی وایت فارو ۲۰۱۹ مطالعه گردد و سپس برای به‌خاطر سپاری راحت‌تر و مرور مطالب مهم و حافظه‌گریز، مطالب این کتاب بررسی شود. (مطالبی که با عنوان وود، بوشانگ، سام و به‌صورت بولد مشخص شده‌اند مختص دستیاران تخصصی می‌باشد.)

؟ آیا مطالعه عصاره وایت فارو ۲۰۱۹ برای من مفید است؟

! مطالعه عصاره وایت فارو ۲۰۱۹ را به این افراد پیشنهاد می‌کنم:

- دانشجویان دوره عمومی دندان‌پزشکی جهت فراگیری بهتر مطالب رادیولوژی وایت فارو ۲۰۱۹ در طی تحصیل دوره عمومی
- افرادی که قصد شرکت در آزمون دستیاری دندان‌پزشکی را دارند.
- دستیاران تخصصی برای مرور و یادگیری بهتر مطالب مهمی که به راحتی فراموش می‌شوند و آمادگی جهت آزمون‌های بورد و ارتقاء
- همکاران رادیولوژیست دهان و فک و صورت جهت مرور مطالب وایت فارو ۲۰۱۹

«موفقیت مجموعه تلاش‌های کوچکی است که هر روز به‌طور مداوم تکرار می‌شوند.»

با آرزوی موفقیت برای شما عزیزان

سپاس فراوان:

پروردگاری را که در آفرینش انسان جوانه‌ی تفکر را قرار داد تا با آموخته‌هایش آن را آبیاری کند و چون نهال علمش به ثمر نشست به شکرانه‌ی لطفش، به دیگران نیز طعم آن را بچشاند.

تقدیم به:

آخرین منجی،

او که صدای گام‌هایش در گوش جهان، ضربان شکفتن علم و عدالت و روشنی‌ست.

خانواده مهربانم،

که هر آنچه دارم مدیون همراهی‌ها و مهربانی‌های همیشگی آنهاست.

اساتید ارجمندم و معلمان عزیزم،

که اکنونم، ثمره‌ی آموخته‌های بی‌دریغ ایشان است.

و فکرهایی که فانوس علم را روشن نگاه می‌دارند

و دیگران را نیز از این نور الهی بهره‌مند می‌سازند.

آنچه خواهیم خواند:

مقدمه ۱

بخش اول: فیزیک و تکنیک

فصل اول: جمع‌بندی‌های کلی ۵
دیواره‌های سینوس ۵
ارتباط بیماری‌ها با هم ۶
کنتراندیکاسیون‌ها ۷
ترین‌ها ۸
تعریف‌های مهم ۸
جنس ۱۰
اعداد ۱۱
فرمول‌ها ۲۲
مقایسه‌ای‌ها ۲۴
علل و بستگی دارد ۲۵
دوز بیمار و /SR /CR ۳۳

فصل ۲: نکات مربوط به اکسپوژر و دوز رادیاسیون ۴۹
دوزیمتری ۵۰
مقادیر دوزهای رادیاسیون ۵۲
دوز مؤثر معمول در معاینات رادیوگرافی: (فصل ۳) ۵۴
محدوده‌های دوز پیشنهادی برای اکسپوژر به اشعه یونیزاسیون (فصل ۳) ۵۶
منابع اکسپوژر رادیاسیون (فصل ۳) ۵۸
امواج الکترومغناطیسی و ذرات پر انرژی ۵۹

فصل ۳: اثر بر ساختارهای دندانی ۶۲
تأثیرات دندانی ۶۲
عوارض رادیوتراپی حفره دهان (با اعمال دوز ۶۰ Gy طی ۶ هفته): (فصل ۲) ۶۳

فصل ۴: خصوصیات تصویر (فصل ۵) ۶۸
خصوصیات تصویر (فصل ۵) ۶۸
فصل ۵: نماهای تصویربرداری ۷۴
نماهای رادیوگرافی مهم (فصل ۱۲) ۷۴
نماهای تصویربرداری مهم: (طلایی) (فصل ۱۲) ۷۵
نماهای رادیوگرافی (فصل ۱۲) ۷۶
سایر نماهای رادیوگرافی مهم (طلایی) ۷۹
فصل ۶: مدالیته‌های تصویربرداری ۸۰
کاربردهای انواع رادیوگرافی: (فصل ۷) ۸۰
بهترین نمای رادیوگرافی (طلائی) (فصل ۸) ۸۲
کاربرد رادیوگرافی‌های خارج دهانی ۸۶
موارد تجویز انواع رادیوگرافی‌های خارج دهانی ۸۷
مدالیته‌های تصویربرداری (فصل ۱۲) ۸۷
کاربرد مدالیته‌های تصویربرداری پیشرفته (فصل ۱۳) ۸۹
کاربرد انواع مدالیته‌های تصویربرداری (فصل ۱۳) ۹۰
تکنیک‌های رایج تصویربرداری مورد استفاده در جایگذاری ایمپلنت (فصل ۱۵) ۹۱
تکنیک‌های رایج تصویربرداری برای جایگذاری ایمپلنت ۹۴
تکنیک‌های تصویربرداری برای جایگذاری ایمپلنت ۹۵
مدالیته‌های تصویربرداری (فصل ۱۷) ۹۷
مدالیته‌های تصویربرداری: انتخابی (فصل ۱۷) ۹۸
تجویز رادیوگرافی‌های تشخیصی (طلائی) (فصل ۱۷) ۹۹
سایر مدالیته‌های تصویربرداری ۱۰۱
فصل ۷: مقاطع ۱۰۳
مقاطع CBCT ۱۰۳
سایر مقاطع ۱۰۵
فصل ۸: آرتیفکت‌ها ۱۰۷
آرتیفکت‌های تصویر در CBCT (فصل ۱۰) ۱۰۷

آرتیفکت‌های CT (شایع در ماگزیلوفاسیال) (فصل ۱۳) ۱۱۲
آرتیفکت‌های تصاویر (سایر فصول) ۱۱۳
فصل ۹: لندمارک‌ها ۱۱۴
رادیوگرافی‌های داخل دهانی ۱۱۴
رادیوگرافی‌های خارج دهانی ۱۴۲
رادیوگرافی پانورامیک ۱۴۷
CBCT ۱۴۹

فصل ۱۰: سایر نکات مهم ۱۵۷
فیزیک ۱۵۷
جمع‌بندی نکات مهم پرتو عبوری، کامپتون و فوتوالکتریک ۱۶۵
فیزیک ۱۶۶
اثرات بیولوژیک رادیاسیون یونیزان ۱۷۰
ایمنی و حفاظت ۱۷۷
تصویربرداری دیجیتال ۱۸۴
تصویربرداری فیلم ۱۹۷
هندسه تصویر ۲۰۶
تصاویر داخل دهانی ۲۰۷
تصویربرداری اسکال و سفالومری ۲۱۲
تصویرداری پانورامیک ۲۲۳
CBCT (دریافت حجمی) ۲۳۶
(CBCT) آماده‌سازی حجمی ۲۴۲
آناتومی رادیوگرافی ۲۵۰
سایر مدالیته‌های تصویربرداری ۲۵۵
مواد کنتراست ۲۵۱
سایر مدالیته‌های تصویربرداری ۲۵۶
آنسوی تصویربرداری سه بعدی ۲۷۱
ایمپلنت‌های دندانی ۲۷۴

تضمین کیفیت و کنترل عفونت ۲۷۸
تجویز تصویربرداری‌های تشخیصی ۲۸۶

مقدمه ۲۸۷

بخش دوم: تفسیر

فصل ۱۱: شایع‌ترین‌ها ۲۸۹
شایع‌ترین ضایعات ۲۸۹
شایع‌ترین نمای ضایعات ۲۹۱
شایع‌ترین دندان درگیر در آنومالی‌های دندانی ۲۹۲
ترین‌ها ۲۹۵

فصل ۱۲: همراهی‌ها ۲۹۷
همراهی ضایعات مختلف با هم ۲۹۷
همراهی آنومالی‌های دندانی و بیماری‌ها ۲۹۸
همراهی شکستگی‌ها با هم ۲۹۹

فصل ۱۳: ارتباط بیماری‌ها با هم ۳۰۱
ارتباط بیماری‌ها با هم ۳۰۱

فصل ۱۴: سندرم‌ها ۳۱۰
سندرم‌ها ۳۱۰

فصل ۱۵: نماهای hall mark و Characteristic ۳۲۱
نماهای hallmark/ Characteristic ضایعات ۳۲۱
نماهای hallmark / Characteristic ضایعات بزاقی ۳۲۵

فصل ۱۶: مقادیر سرمی، آزمایش‌های پاراکلینکی و تشخیصی ۳۲۸

فصل ۱۷: مکان ضایعات ۳۳۰
تغییرات مرتبط با افزایش سن در ضایعات ۳۳۰

نکات مهم پیرامون مکان ضایعات ۳۳۰
شایع‌ترین مکان‌ها ۳۳۲
مکان شایع شکستگی‌ها ۳۳۲

فصل ۱۸: حدود ضایعات ۳۳۴
حدود ضایعات ۳۳۴
حدود خاص ضایعات ۳۳۵
حدود ضایعات ۳۳۵

فصل ۱۹: اثر بر ساختارهای استخوانی ۳۳۷
نماهای استخوانی در ضایعات ۳۳۷
انواع سپتاها در ضایعات ۳۴۱
نماهای ترابکول‌ها ۳۴۲
واکنش استخوانی اسکلروتیک ۳۴۳
نماهای مولتی لاکولاریتی ۳۴۳
کلسیفیکاسیون‌ها ۳۴۴
اثر روی اسکال و سوچورها ۳۵۱
واکنش پریوستئال ۳۵۲
وجود ریم رادیولوسنت (کپسول بافت نرم) ۳۵۵
خم‌شدگی دیواره‌ها (bowing) ۳۵۶
اثر بر ساختارهای استخوانی (سایر بیماری‌ها) ۳۵۶
تظاهرات استخوانی بیماری‌های سیستمیک ۳۵۸
انواع PDL Widening ۳۶۰
انواع اکسینشن ضایعات ۳۶۱

فصل ۲۰: سینوس‌های پارانازال ۳۶۲
سینوس‌های پارانازال ۳۶۲
درگیری سینوس‌های پارانازال ۳۶۴
درگیری دیواره‌های سینوس ۳۶۴

تأثیر ضایعات سینوس بر روی سینوس ۳۶۸

فصل ۲۱: اثر بر غدد بزاقی و اعصاب ۳۶۹

اثر بر غدد بزاقی و اعصاب ۳۶۹

فصل ۲۲: درگیری TMJ ۳۷۰

درگیری TMJ ۳۷۰

فصل ۲۳: درگیری عضلات ۳۷۲

درگیری عضلات ۳۷۲

فصل ۲۴: جمع‌بندی لفورت‌ها ۳۷۴

جمع‌بندی لفورت‌ها ۳۷۴

فصل ۲۵: درگیری فکین ۳۷۴

اثر بر فکین ۳۷۶

فصل ۲۶: درگیری مفصل تمپور و مندیبولار ۳۷۸

اختلال در میزان باز و بسته شدن دهان ۳۷۸

قفل‌شدگی مفصل ۳۷۸

درگیری سطوح مفصلی ۳۷۹

جابه‌جایی کندیل و دیسک ۳۸۰

فصل ۲۷: اثر بر ساختارهای دندانی ۳۸۱

اثر بیماری‌های سیستمیک روی دندان‌ها ۳۸۱

تظاهرات دندانی در پاتولوژی‌های مختلف ۳۸۴

اثر بیماری‌ها بر روی رویش دندان‌های شیری و دائمی ۳۸۶

تظاهرات دندانی ۳۸۸

تظاهرات دندانی (بیماری‌های سیستمیک) ۳۹۰

تظاهرات دندانی آنومالی‌های کرانیوفاسیال ۳۹۲

تظاهرات دندانی سایر بیماری‌ها ۳۹۳

فصل ۲۸: مدالیته‌های تصویربرداری ۳۹۴
جمع‌بندی مدالیته‌های تصویربرداری ۳۹۴
جمع‌بندی تصویربرداری سینوس‌های پارانازال ۳۹۵
مدالیته‌های تصویربرداری (پوسیدگی) ۳۹۶
مدالیته‌های تصویربرداری (بیماری پریودنتال) ۴۰۰
مدالیته‌های تصویربرداری ۴۰۲
مدالیته‌های تصویربرداری: (آنومالی تکاملی) ۴۰۳
مدالیته‌های تصویربرداری (ضایعات التهابی) ۴۰۴
مدالیته‌های تصویربرداری (سیست‌ها) ۴۰۵
مدالیته‌های تصویربرداری (نئوپلاسم خوش‌خیم) ۴۰۷
مدالیته‌های تصویربرداری (بیماری درگیرکننده استخوان) ۴۱۰
مدالیته‌های تصویربرداری (تروما) ۴۱۲
مدالیته‌های تصویربرداری (سینوس‌های پارانازال) ۴۱۶
مدالیته‌های تصویربرداری (TMJ) ۴۱۸
مدالیته‌های تصویربرداری: (کلسیفیکاسیون‌های بافت نرم) ۴۲۶
مدالیته‌های تصویربرداری: (بیماری‌های غدد بزاقی) ۴۲۷
مدالیته‌های تصویربرداری: (دندان‌پزشکی قانونی) ۴۳۲

فصل ۲۹: نماهای رادیوگرافی **۴۳۳**
نماهای رادیوگرافی کانونشنال ۴۳۳
نماهای MDCT ۴۳۳
نماهای MDCT ۴۳۴
نماهای MRI ۴۳۵
نماهای سیالوگرافی ۴۳۷
جمع‌بندی نماهای رادیوگرافی خاص (طلایی) ۴۳۸
نماهای رادیوگرافی خاص ۴۴۳
جمع‌بندی نمای دندان‌ها در آنومالی‌های دندانی (طلایی) ۴۴۷
نمای رادیوگرافی (پوسیدگی) ۴۵۰

نمای رادیوگرافی (پریودنتال) ۵۵۲
نمای دندان‌ها در آنومالی‌های دندانی ۴۵۶
نمای رادیوگرافی انواع تروما ۴۶۵
لفورت‌ها (لفورت I) ۴۷۱
لفورت‌ها (لفورت II) ۴۷۲
لفورت‌ها (لفورت IiI) ۴۷۳
نمای رادیوگرافی بیماری‌های سینوس‌های پارانازال ۴۷۴
نماهای رادیوگرافی آنومالی‌های کرانیوفاسیال ۴۷۷
آنومالی‌های کرانیوفاسیال ۴۸۳
نمای رادیوگرافی اختلالات تمپور و مندیبولار ۴۸۴
نمای رادیوگرافی اختلالات TMJ ۴۹۲
نمای رادیوگرافی اختلالات تمپور و مندیبولار ۴۹۳
نمای رادیوگرافی کلسیفیکاسیون‌های بافت نرم ۴۹۴
نمای رادیوگرافی بیماری‌های غدد بزاقی ۴۹۹

فصل ۳۰: نکات دیگر ۵۰۴
بهبودی و تسکین ضایعات ۵۰۴
پاراستزی ۵۰۴
لمس تورم تومور ۵۰۵
ایجاد تغییرات بدخیمی ۵۰۵
ارزیابی عود بیماری ۵۰۶
آسپیراسیون ضایعات ۵۰۶
علائم بالینی ۵۰۶

فصل ۳۱: تشخیص افتراقی ضایعات ۵۱۱
طریقه افتراق و تشخیص برخی ضایعات مهم ۵۱۱
نکات مهم تشخیص‌های افتراقی ۵۱۲
تشخیص‌های افتراقی ۵۱۷

تشخیص‌های افتراقی (سینوس) ۵۲۷
تشخیص‌های افتراقی ۵۲۸
تشخیص‌های افتراقی ضایعات TMJ ۵۳۱
تشخیص‌های افتراقی ۵۳۲
تشخیص‌های افتراقی (پوسیدگی) ۵۳۳
تشخیص‌های افتراقی (درگیری پریودونتال) ۵۳۶

فصل ۳۲: سایر نکات مهم ۵۳۵

جمع‌بندی نکات مهم (اصول تفسیر) ۵۵۳
سایر نکات مهم (پوسیدگی‌های دندانی) ۵۴۰
سایر نکات مهم (بیماری‌های پریودنتال) ۵۴۲
سایر نکات مهم ۵۴۴
سایر نکات (آنومالی‌های کرانیوفاسیال) ۵۴۴
جمع‌بندی نکات مهم (ضایعات) ۵۴۶
جمع‌بندی نکات مهم (بیماری‌های سیستمیک) ۵۵۱
جمع‌بندی نکات مهم (بیماری‌های درگیرکننده استخوان) ۵۵۲
جمع‌بندی نکات مهم (کلی) ۵۵۳
جمع‌بندی نکات مهم (نئوپلاسم بدخیم) ۵۵۳
سایر نکات مهم (نئوپلاسم بدخیم) ۵۵۴
سایر نکات مهم (سینوس‌های پارانازال) ۵۵۷
سایر نکات مهم (تروما) ۵۵۸
سایر نکات مهم (سینوس‌های پارانازال) ۵۶۱
سایر نکات مهم (TMJ) ۵۶۲

بخش ۱: فیزیک و تکنیک

معاینه رادیوگرافی دهان و دندان، یک جزء مهم تشخیصی در دندانپزشکی محسوب می‌شود که جهت تکمیل اطلاعات حاصل از معاینه کلینیکی و تاریخچه بیماران به‌کار می‌رود.

دانش پایه در مورد ماهیت رادیاسیون، عملکرد دستگاه اشعه ایکس و تداخلات اشعه ایکس با ماده با تأکید بر اشعه ایکس تخشیصی جهت استفاده ایمن و مؤثر اشعه ایکس در دندانپزشکی مهم می‌باشد. ساختار اتم می‌تواند توسط مدل بور (سیستم خورشیدی) که نظریه کلاسیک است و یا توسط نظریه معاصر، مدل مکانیک کوانتوم که الکترون‌ها را در مجموعه‌ای از اوربیتال‌های سه‌بعدی (ابرهای الکترونی) با سطوح انرژی متفاوت در نظر می گیرد، توضیح داده می شود. هر دو مدل بور و مدل مکانیک کوانتوم برای فهم، مفاهیم تداخل و تولید اشعه ایکس تشخیصی کافی می‌باشد.

(به فرآیند ایجاد جفت یون، یونیزاسیون گفته می‌شود.)

پرتوها می‌توانند به‌صورت اشعه یونیزان (اشعه X و UV) در مقابل پرتو غیر یونیزان (نور مرئی، مادون قرمز، امواج مایکروویو و رادیویی) باشند.

اشعه، انتقال انرژی از میان ماده و فضاست و به دو فرم الکترومغناطیسی و ذره‌ای رخ می‌دهد. تشعشعات الکترومغناطیس با ماهیت یونیزان در تصویربرداری‌های تشخیصی توسط توموگرافی کامپیوتری و رادیوگرافی اشعه ایکس استفاده می‌شود. تشعشعات الکترومغناطیس غیریونیزان با انرژی به‌طور چشم‌گیری کمتر در تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) به کار برده می‌شوند. برخی رادیوداروها در پزشکی هسته‌ای، تشعشعات ذره‌ای ساطع می‌کنند که در تصویربرداری PET هم رخ می‌دهد. تشعشعات پرانرژی الکترومغناییس (اشعه گاما) و تشعشعات ذره‌ای پرانرژی (پرتو الکترون و پروتون) در درمان سرطان استفاده می‌شوند.

خصوصیات امواج الکترومغناظیس توسط تئوری کوانتوم (مبتنی بر فوتون‌ها) و تئوری موجی توصیف می‌شود.

اشعه ایکس از تشعشعات الکترومغناطیس می‌باشد که در خارج از هسته تولید شده و در نتیجه تداخل الکترون‌ها با هسته‌های بزرگ اتم در دستگاه اشعه ایکس ایجاد می‌شود. اشعه ایکس قادر به یونیزاسیون ماده می‌باشد. اشعه ایکس تولیدی توسط دستگاه، از بافت‌های بدن عبور می‌کند و با رسپتور دیجیتال و فیلم برخورد می‌کند تا تصویر رادیوگرافیک ایجاد شود. جزء اولیه دستگاه اشعه ایکس، تیوب اشعه ایکس و منبع تغذیه است که درون سر تیوب قرار دارند. تیوب اشعه ایکس از آند و کاتد تشکیل شده که در یک محفظه شیشه‌ای خلأ قرار دارند. الکترون‌ها از فیلامان کاتد به سمت تارگت و آند ساطع شده و انرژی برخی الکترون‌ها به اشعه ایکس تبدیل می‌شود.

تیوب اشعه ایکس و دو ترانسفورمر در یک محافظ فلزی سر تیوب قرار دارند. عملکرد اولیه منبع تغذیه ترانسفورمرهای دستگاه اشعه ایکس شامل تأمین جریان ولتاژ پایین برای گرم کردن فیلامان تیوب اشعه ایکس و ایجاد اختلاف پتانسیل بالا جهت شتاب دادن به الکترون‌ها جهت حرکت از کاتد به فوکال اسپات آند می‌باشد.

بر اثر تداخل اکثر الکترون‌های پرسرعتی که در فیلامان به سمت تارگت حرکت می‌کنند با الکترون‌های تارگت، انرژی جنبشی به صورت گرما آزاد می‌شود. گاهی انرژی جنبشی الکترون‌ها از طریق اشعه برمزاشترالانگ و اشعه ایکس اختصاصی به فوتون اشعه ایکس تبدیل می‌شود.

زمانی که پرتو از بیمار عبور می‌کند، شدت آن کاهش می‌یابد و تضعیف می‌شود. سه روش تضعیف اشعه ایکس در پرتو اشعه ایکس تشخیصی، عبارتند از: جذب فوتوالکتریک، پراکندگی کامپتون و پراکندگی کوهرنت.

حدود ۹ درصد فوتون‌های اولیه بدون هیچگونه تداخلی از بافت‌های بدن عبور کرده و به سنسور برخورد کرده و تصویر را تشکیل می‌دهند.

فوتون‌های اشعه ایکس تشخیصی یا درمانی با بافت‌های بدن بیمار تداخل کرده و یونیزاسیون مولکول‌های بیولوژیک رخ می‌دهد. تداخلات اولیه در زمان 10^{-13} ثانیه بعد از اکسپوژر اتفاق می‌افتد. طی مدت چند ثانیه یا چند ساعت، تغییرات ادامه یافته و آسیب ناشی از آن ساعت‌ها، روزها، سال‌ها و حتی نسل‌ها بعد (بسته به وسعت و نوع آسیب)، خود را نشان می‌دهد.

اثرات بیولوژیک ناشی از رادیاسیون یونیزان به صورت کنش مستقیم و غیرمستقیم رخ می‌دهد.

دو گروه اصلی اثرات بیولوژیک ناشی از اشعه، شامل اثرات قطعی و احتمالی هستند. در دوزهای رادیاسیون درمانی (رادیاسیون درمانی (رادیوتراپی)، عوارضی از قبیل از دست دادن حس چشایی، موکوزیت، کاهش بزاق و ایجاد پوسیدگی‌های دندانی، تریسموس و استئورادیونکروز رخ می‌دهد.

لازم به ذکر است، عامل اصلی اکسپوژر رادیاسیون عموم افراد، منابع زمینه‌ای طبیعی و پزشکی است.

از این میان رادون، مسئول تقریباً ۷۳ درصد از اکسپوژرهای زمینه‌ای عموم افراد می‌باشد. بیشتر اکسپوژرهای اشعه پزشکی شامل توموگرافی کامپیوتری (CT)، پزشکی هسته‌ای (عمدتاً تصویربرداری قلبی) فلوروسکوپی و رادیوگرافی کانونشنال می‌باشد. در حالی‌که اکسپوژر ناشی از رادیوگرافی‌های دندانی، شغلی، باران رادیواکتیو و منابع انرژی هسته‌ای اندک هستند.

اساس اولیه تصویربرداری تشخیصی این است که سود ناشی از آن بیشتر از خطرات تابش باشد. بنابراین دوز تابشی ماگزیلوفاسیال پایه جهت ایجاد تصاویر تشخیصی قابل قبول بهینه شده و کمتر از حد آستانه برای ایجاد اثرات قطعی باشد. همچنین با کاهش دوز، خطر اثرات احتمالی در محدوده قابل قبول نگه داشته شود.

سه اصل راهنما در حفاظت اشعه شامل اصل توجیه، بهینه‌سازی و محدودیت دوز می‌باشد. اکسپوژ شغلی شامل اکسپوژر دندانپزشکان و دستیارانی که با دستگاه رادیوگرافی کار می‌کنند به اشعه اولیه و پراکنده است. جهت کاهش اکسپوژر شغلی باید از حفاظ‌ها و قانون موقعیت فاصله استفاده کرد. طبق توصیه ADA، کارکنانی که دوز سالانه بیش از msv ۱ دریافت کنند، همچنین پرسنل باردار (بدون توجه به سطوح اکسپوژر پیش‌بینی شده) باید از وسایل مانیتورینگ استفاده کنند.

برای استفاده از اطلاعات مفید شخصی، دسته پرتو باقیمانده باید روی یک گیرنده تصویر ثبت شود. گیرنده تصویری که اغلب از رادیوگرافی‌های دندانی استفاده می‌شود، فیلم است. عواملی از قبیل اثرات مضر ظهور و ثبوت ناکافی فیلم بر روی کیفیت تشخیصی، دشواری نگهداری مواد شیمیایی با کیفیت ظهور و ثبوت، مواد دورریز خطرناکی از قبیل ورقه سربی و مواد شیمیایی ظهور و ثبوت منجر به تغییر فیلم به سیستم دیجیتال شده است.

در مقابل، هزینه اولیه سیستم دیجیتال بالا است و اجزاء اصلی آن (رسپتورهای اشعه X) نسبت به حمل و استفاده خشن حساس بوده و جایگزینی آنها گران می‌باشد. همچنین ممکن است به‌عنوان تکنولوژی در حال توسعه منسوخ شوند.

رادیوگرافی کانوشنال، یک تصویر دوبعدی از ناحیه آناتومیک را نشان می‌دهد و با یک منبع ثابت اشعه ایکس انجام می‌شود. به این تصاویر، نمای ساده (plain) و یا projection هم گفته می‌شود. در تصاویر plain، کل حجم بافت بین منبع اشعه ایکس و گیرنده تصویر مشاهده می‌شود.

رادیوگرافی‌های داخل دهانی شامل پری‌اپیکال، بایت وینگ و اکلوزال هستند.

رادیوگرافی‌های خارج دهانی شامل رادیوگرافی‌های سفالومتری و اسکال (پانورامیک، لترال سفالومتری، سفالومتری خلفی ـ قدامی، ساب منتوورتکس، واترز، ریورز تاون) می‌باشند.

این رادیوگرافی‌های خارج دهانی برای بررسی نواحی که کاملاً توسط رادیوگرافی‌های داخل دهانی پوشانده نمی‌شوند، ارزیابی کرانیوم، صورت (ماگزیلا و مندیبل)، ستون فقرات گردن، بیماری‌ها، تروما، ناهنجاری‌ها به‌کار می‌رود. رادیوگرافی‌های سفالومتری در ارزیابی روابط بین ساختارهای دندانی و دهانی صورتی مختلف، رشد و تکامل صورت یا پیشرفت درمان کمک‌کننده است.

ژئومتری تابش دارای ۵ اصل اولیه بر پایه اثرات سایز فوکال اسپات و موقعیت‌های جسم و گیرنده تصویر بر روی وضوح، بزرگنمایی و دیستورشن تصویر می‌باشد.

برخلاف رادیوگرافی‌های کانونشنال، CBCT برای ایجاد تصاویر رادیوگرافی سه‌بعدی جهت ارزیابی ساختار فکی ـ صورتی و دندانی، اطلاعات حجمی در اختیار دندانپزشک قرار می‌دهد.

سه فرآیند اصلی تصویربرداری CBCT، ایجاد تصویر، تجسم و تفسیر است. برای تولید CBCT سه جزء اصلی تولید اشعه ایکس، آشکارسازی اشعه ایکس و بازسازی تصویر وجود دارد. فاکتور اساسی که کیفیت تصویر CBCT را مخدوش می‌کند، آرتیفکت تصویر است.

مزایای CBCT شامل اندازه و هزینه کمتر از MDCT، دریافت سریع، رزولوشن کمتر از میلی‌متر، دوز رادیاسیون نسبتاً کم بیمار و آنالیز متقابل است. CBCT همچنین محدودیت‌هایی از قبیل نویز تصویر و کنتراست ضعیف بافت نرم دارد. داده‌های حجمی ارائه شده توسط CBCT برای نمایش دیجیتالی تصویر در هر پلنی می‌تواند اصلاح شود. از نظر تکنیکی، قبل از تفسیر تصویر چهار مرحله رویکرد روش شناختی سیستماتیک ثابت و کارآمد برای بهینه‌سازی نمایش تصویر CBCT وجود دارد که شامل تغییر جهت داده‌ها، تصحیح داده‌ها، کاوش داده‌ها و فرمت داده‌ها می‌باشد.

از کاربردهای CBCT، ارزیابی تشخیصی و پیش از جراحی (ارزیابی مکان ایمپلنت، کاربرد اندودانتیک، تشخیص و ارزیابی و آنالیز اووتودونتیک فکی ـ صورتی و آنومالی‌های ارتوپدی، ارزیابی مفصل تمپورو مندیبولار، بیماری‌های ماگزیلوفاسیال، طراحی درمان و شبیه‌سازی مجازی) و جراحی با راهنمای تصویری و ساخت افزایشی می‌باشد.

MDCT و MRI، اغلب جهت تشخیص و طرح درمان بیماری‌های فکی صورتی توسط دندانپزشک متخصص تجویز می‌شود. اساس CT در Single Slice CT، MDCT و CBCT یکسان می‌باشد. در همه تکنیک‌های CT، یک منبع اشعه ایکس کولیمیت شده و یک گیرنده حول بیمار می‌چرخد. تعداد فوتون‌های خارج شده از بیمار اندازه‌گیری شده و گیرنده تضعیف فوتون را ثبت می‌کند.

این اطلاعات به وسیله یک قوس چرخشی در چندصد زاویه مختلف به ثبت می‌رسد.

CT با دتکتورهای متعدد (MDCT) یا CT مولتی اسلایس، امروزه بیشترین طرح اسکنر CT مورد استفاده در جهان است.

بعد از بازسازی از الگوریتم‌های پردازش تصویر مختلف با فیلترها جهت برجسته‌سازی ویژگی‌های خاص در تصویر CT استفاده می‌شود. در کار بالینی از این فیلترها اغلب با عنوان کرنل بافت نرم و کرنل استخوان استفاده می‌شود. اندیکاسیون‌های MDCT در ناحیه ماگزیلوفاسیال شامل عفونت‌ها از جمله استئومیلیت و عفونت فضاها، تروما به ناحیه میانی صورت و مندیبل، آنومالی‌های تکاملی اسکلت کرانیوفاسیال، سیست‌ها و تومورهای داخل استخوانی خوش‌خیم فکین، نئوپلاسم‌های خوش‌خیم و بدخیمی که در بافت‌های نرم اوروفاسیال ایجاد می‌شود یا به آن گسترش می‌یابد و سیست‌های بافت نرم می‌باشد.

تصویربرداری رزونانس مغناطیسی (MRI) هم از جهت طیف کنتراست بافت و هم فقدان خطرات ناشی از تابش یونیزان منحصر به فرد است.

از MRI در ارزیابی وضعیت بافت نرم، ارزیابی موقعیت و پیوستگی دیسک مفصل TMJ، ارزیابی نئوپلاسم حفره دهان و فکین برای تشخیص گسترش بافت نرم، دریگری لنف‌نودها و تهاجم به اطراف عصب، ارزیابی بیماری‌های غده بزاقی، سیست‌ها و نئوپلاسم‌ها، عفونت‌ها و انسدادها، ارزیابی ضایعات عروقی اوروفاسیال و ارزیابی احتمال استئومیلیت اولیه فکین می‌باشد.

تکنیک‌های تصویربرداری می‌توانند موروفولوژیک (از قبیل رادیوگرافی پروجکشن، CT، MRI، اولتراسونوگرافی) باشند که تغییرات ماکروسکوپیک آناتومیک را در تصویر ثبت می‌کنند و یا فانکشنال (از قبیل پزشکی هسته‌ای) باشند که ماهیت تغییر پاتوفیزیولوژیک را بیان می‌دارند. کاربردهای پزشکی هسته‌ای در ارتباط با بیماری‌های ماگزیلوفاسیال، شامل کشف و ارزیابی بیماری متاستاتیک، تومورهای استخوانی، اختلالات رشد اسکلتی و عفونت است. تکنیک‌های SPECT و PET دو تکنیک پیشرفته پزشکی هسته‌ای هستند که نماهای توموگرافی ایجاد می‌کنند و اطلاعات فانکشنال بر روی اطلاعات مورفولوژیک تصاویر MDCT سوپرایمپوز می‌شود.

سونوگرافی تکنیکی براساس امواج صوتی است که تصاویر را به صورت real time و بدون استفاده از اشعه یونیزان دریافت می‌کند. اولتراسونوگرافی تشخیصی، به‌کارگیری کلنیکی اولتراسوند است که از فرکانس‌های ارتعاشی در محدوده ۱ تا ۲۰ مگاهرتز استفاده می‌کند. اولتراسونوگرافی در ناحیه سر و گردن جهت ارزیابی نئوپلاسم‌های تیروئید، پاراتیروئید، غدد بزاقی، لنف‌نودها، سنگ‌های موجود در غدد بزاقی یا مجاری، سندرم شوگرن و عروق گردن شامل شریان کاروتید (از جهت پلاک آترواسکلروتیک) به‌کار می‌رود. همچنین جهت هدایت آسپیراسیون fine needle استفاده می‌شود. سونوگرافی داپلر رنگی جریان خون را ارزیابی می‌کند.

بخش ۱

فیزیک و تکنیک

فصل ۱

جمع‌بندی‌های کلی

دیواره‌های سینوس

- ❖ **در رادیوگرافی اکلوزال**
  - – مشاهده دیواره‌های قدامی، مدیالی و لترالی سینوس ماگزیلاری
  - – عدم مشاهده دیواره خلفی سینوس ماگزیلاری
  - – توپوگرافی: مشاهده دیواره قدامی تحتانی سینوس ماگزیلاری
  - – لترال: مشاهده دیواره قدامی طرفی سینوس ماگزیلاری
- ❖ **کانال نورو واسکولار:** مشاهده روی دیواره لترالی سینوس ماگزیلاری
- ❖ **ندول استخوان:** مشاهده در کف سینوس ماگزیلاری
- ❖ **موکوس ریتنشن سیست:** مشاهده روی دیواره قدامی تحتانی سینوس ماگزیلاری
- ❖ **موکوسل اتموئید:** تخریب دیواره فوقانی میانی اوربیت
- ❖ **استیوم سینوس ماگزیلاری:** در قسمت خلفی کونکای میانی استخوان اتموئید قرار دارد.
- ❖ **کانال عصب آلوئولار فوقانی:** عبور از دیواره قدامی طرفی و خلفی طرفی سینوس ماگزیلاری
- ❖ **SCC** ← درگیری دیواره مدیالی سینوس ماگزیلاری
- ❖ **فیبروز دیسپلازی**
  - – ابتدا درگیری دیواره لترالی سینوس ماگزیلاری
  - – در نهایت درگیری دیواره خلفی فوقانی سینوس ماگزیلاری
- ❖ **در پانورامیک**
  - – مشاهده دیواره‌های قدامی، خلفی، سقف و کف سینوس ماگزیلاری و بخش قدامی دیواره فوقانی
  - – عدم مشاهده دیواره مدیالی سینوس ماگزیلاری
  - – فصل سینوس‌های پارانازال: در پانورامیک کف سینوس دو طرف را نمی‌توان با هم مقایسه کرد.

ارتباط بیماری‌ها با هم

- ❖ **رادیاسیون جنین مرتبط است با**
  - **میکروسفالی** (هفته ۱۵- ۸ بارداری)
  - **کندذهنی** (هفته ۲۵- ۸ بارداری)
- ❖ **عوارض رادیوتراپی حفره دهان**
  - از دست دادن حس چشایی
  - موکوزیت
  - خشکی دهان
  - پوسیدگی
  - تریسموس
- ❖ **سرطان‌های ناشی از اشعه شامل**
  - لوسمی (بجز CLL)
  - سرطان تیروئید
  - تومور بزاقی (خوش‌خیم (تومور وارتین) > بدخیم (MEC))
  - سرطان پستان
  - سرطان‌های سیستم عصبی و مغز
  - اثرات قابل توارث
- مشاهده ارتباط بین تومورهای غده بزاقی و رادیوگرافی دندانی (احتمالاً نتیجه منطقی رادیوگرافی‌های بیشتر برای کشف علائم توده می‌باشد.)
- وجود ارتباط بین مننژیومای اینتراکرانیال و رادیوگرافی‌های پیشین پزشکی و دندانپزشکی
- ❖ **گسیختگی در تقارن یا پیوستگی قوس زایگوما**
  - ناهنجاری تکاملی کرانیوفاسیال
  - ترومای صورتی
- ❖ **تزریق گادولینیوم داخل وریدی:** در ارتباط با فیبروز سیستمیک نفروژنیک

کنتراندیکاسیون‌ها

❖ **سینوزیت:** کنتراندیکاسیون نسبی جراحی‌های بالا بردن سینوس

❖ **از فاکتورهای خطر تزریق گادولینیوم (کنتراست MRI)**
- نارسایی کلیوی
- فیلتراسیون گلومرولار کمتر از ۳۰ eGFR

❖ **از فاکتورهای مؤثر بر جایگذاری ایمپلنت**
- **استئواسکلروز**
  - امکان انحراف دریل
  - اثر بر ترمیم و استئواینتگریشن
- **پری اپیکال اسئوس دیسپلازی**
  - پیچیده کردن جایگذاری ایمپلنت
  - جراحی در این ناحیه منجر به
    - عفونت ثانویه استخوان دیسپلاتیک
    - گسترش استئومیلیت
    - سکستر استخوانی

❖ **MRI**
۱- به‌علت زمان تصویربرداری نسبتاً طولانی استفاده از آن در بیمارانی که نمی‌توانند مدت طولانی بی‌حرکت بمانند محدود می‌شود.
۲- بیماران دچار کلاستروفوبیا ممکن است نتوانند فضای محدود درون اسکنر MRI را تحمل کنند.
۳- خطر بالقوه در صورت وجود مواد فرومغناطیسی قوی درون بدن
- پیس‌میکر قلبی، برخی کلیپس‌های آنوریسم مغزی و بیماران با اجسام خارجی مدفون در بدن (گلوله، ترکش)

❖ **ید (کنتراست MDCT)** ← در بیماران مسن‌تر دچار بیماری کلیوی نفروتوکسیک می‌باشد.

◈ **سام: کنتراندیکاسیون‌های آرتروگرافی**
- حساسیت به مدیوم کنتراست
- اختلال انعقادی و مصرف ضدانعقاد
- عفونت اطراف گوش

ترین‌ها

- **مهم‌ترین فاکتور تأثیرگذار روی کیفیت تشخیص:** mAS (زمان اکسپوژر)
- **مهم‌ترین راه اطمینان از کیفیت خوب فیلم:** پردازش زمانی - دمایی
- **مؤثرترین راه حفاظت کاربر از تابش‌های اولیه و پراکنده:** حفاظ‌های اولیه (مانند دیوارها یا حفاظ‌های سربی متحرک)
- **اولین قدم در پردازش دستی فیلم‌های رادیوگرافی:** تجدید محلول‌های ظهور و ثبوت
- **مهم‌ترین عامل نگران‌کننده در مدیریت مواد زائد رادیوگرافی:** نقره حل شده موجود در محلول ثبوت
- **از شایع‌ترین رادیوگرافی‌های خارج دهانی در دندانپزشکی:** لترال سفالومتری
- **دومین رادیوگرافی شایع اپیکال در دندانپزشکی:** خلفی قدامی (posterior anterior) سفالومتری
- **نخستین گام در تهیه و تفسیر رادیوگرافی در امر تشخیص موجود:** بررسی رادیوگرافی خارج دهانی مناسب
- **گام اول برای تفسیر رادیوگرافی:** شناسایی آناتومی تفسیر در اتاقی با نور محیطی کاهش یافته
- **شایع‌ترین علت فیلم رادیوگرافی ضعیف:** ظهور و ثبت ضعیف تاریک‌خانه به‌ویژه به کار بردن فیلم‌های کهنه
- **شایع‌ترین روش به‌حداقل رساندن دوز تابشی:** کاهش میلی‌آمپر
- **رایج‌ترین رادیوگرافی در کلیه مراحل ارزیابی ایمپلنت:** رادیوگرافی پری‌اپیکال

تعریف‌های مهم

- **LET**
  - انتقال خطی انرژی
  - سرعت (میزان از دست دادن انرژی از یک ذره، حین حرکت از میان ماده در طول مسیر خود
  - هرچه اندازه فیزیکی ذره بیشتر (جرم بیشتر)، بار ذره بیشتر، سرعت کمتر ← LET بیشتر خواهد بود.
- **HVL**
  - لایه نیم جذب (Half Value Layer)
  - ضخامتی از ماده جاذب (آلومینیوم) که تعداد فوتون‌های اشعه X را ۵۰٪ کاهش می‌دهد.
  - افزایش متوسط انرژی اشعه X منجر به افزایش HVL می‌شود.
  - سودمند در تعیین میزان نفوذ اشعه X
  - کمک به محاسبه ضخامت مورد نیاز و طراحی محافظ مناسب در فیزیک پزشکی

تعریف‌های مهم

❖ **تضعیف پرتو**
- Beam attenuation
- کاهش شدت پرتو X حین عبور از ماده به‌طور اولیه در طی جذب فوتوالکتریک و پراکندگی کامپتون
- هرچه انرژی پرتو کمتر، ضخامت و دانسیته ماده تضعیف کننده بیشتر باشد ← میزان تضعیف پرتو بیشتر خواهد بود.

❖ **سختی پرتو**
- Beam Hardening
- افزایش میانگین انرژی پرتو توسط حذف ترجیحی فوتون‌های کم انرژی ← فوتون‌های عبوری غالباً پر انرژی خواهند بود.

❖ **K edge absorption**
- افزایش انرژی فوتون برخوردی به گونه‌ای که با انرژی باندینگ لایه 1s ماده جاذب یکسان شود.
- در این صورت احتمال جذب فوتوالکتریک به شدت افزایش می‌یابد.

❖ **DLR: (Diagnostic Refrence levels)**
- حد بالای قابل قابل قبول جهت اکسپوژر بیماران
- صدک ۷۵ (۷۵٪) در کارهای عمومی

❖ **Achivable Dose (دوز دریافتی یا قابل دستیابی):** میانه دوز با صدک ۵۰ (۵۰٪) در کارهای عمومی

ویژگی‌های دتکتور

- **CR**: توانایی تشخیص دانسیته‌های مختلف در رادیوگرافی/ واحد: Bit depth
  - توانایی دتکتور در آشکارسازی تفاوت‌های جزئی در کنتراست.
  - تعداد سایه‌های خاکستری برای نمایش ضعیف
- **SR**
  - توانایی تشخیص جزئیات در تصویر/ واحد: Lp/mm، DPI، PPI)
  - توانایی رادیوگرافی در ثبت ساختارهای مجزای نزدیک به هم
- رزولوشن ← (قدرت تفکیک) ← بیشترین تعداد جفت خط در میلی‌متر قابل تمایز در بزرگنمایی که توسط target test اندازه‌گیری می‌شود.
- **شارپنس**
  - توانایی رادیوگرافی در تعیین دقیق یک مرز (DEJ، پلیت ترابکولی نازک)
  - تعیین اینکه مرز بین دو تا چیز با دانسیته رادیوگرافی متفاوت چقدر واضح است؟

تعریف‌های مهم

❖ ویژگی‌های دتکتور

- دامنه: توانایی رسپتور در تصویر کردن دامنه‌ای از اکسپوژرهای اشعه X (مطلوب: دامنه وسیع)
- حساسیت (سرعت): توانایی پاسخ به کمترین میزان اشعه X
- **سرعت رادیوگرافی**
  - توانایی صفحه تشدید کننده در تبدیل فوتون‌های اشعه X به نور مرئی (در فیلم اسکرین)
  - میزان اشعه لازم برای ایجاد دانسیته استاندارد
  - معکوس اکسپوژر مورد نیاز برای اپتیکال دانسیته ۱ واحد بالاتر از (Base + fog)
- **دانسیته اپتیکال (OD):** میزان تیرگی یا اپاسیتی فیلم اکسپوز شده
- **دانسیته کلی فیلم:** به تعداد فوتون‌های جذب شده توسط اموسیون بستگی دارد.
- **دامنه فیلم:** محدوده اکسپوژرهایی که به‌عنوان دانسیته قابل تمایز روی فیلم ثبت می‌شود.
- **نویز رادیوگرافیک:** نمایش دانسیته غیریکنواخت در فیلمی که به‌طور یکنواخت اکسپوز شده
- **کنتراست جسم:** محدوده خصوصیات جسم که کنتراست رادیوگرافیک را تحت اثر قرار می‌دهد.
- **کنتراست فیلم:** قابلیت ذاتی فیلم‌های رادیوگرافی در نمایش اختلافات موجود در کنتراست جسم
- **کنتراست رادیوگرافی:** توصیف محدوده دانسیته‌های رادیوگرافی
  - (به‌صورت تفاوت در دانسیته نواحی روشن و تیره)

جنس

❖ جنس

- محفظه تیوب X ((Enclosure: شیشه (◈ **بوشانگ** از جنس شیشه یا فلز (بهتر است)
- سر تیوب (Housing): فلز

❖ جنس اجزاء کاتد

- فیلامان کاتد
  - تنگستن: ◈ **بوشانگ** منجر به افزایش پدیده ترمویونیک، افزایش نقطه ذوب و کاهش فشار بخار می‌شود.
  - به همراه ۱٪ توریوم (که منجر به افزایش آزادسازی الکترون از تنگستن می‌شود).
  - ◈ **بوشانگ** وجود ۲- ۱٪ توریوم منجر به
    - ↑ پدیده ترمویونیک
    - ↑ طول عمر تیوب

    می‌شود.
  - کاسه متمرکز کننده (Focusing Cup): مولیبدن (بار منفی)