

فصل

٣

تكنيك
سفالتومتري

Richard A.Weems

۵ سال بعد از کشف اشعه ایکس در سال ۱۹۰۰ رادیوگرافی به عنوان یک وسیله تشخیصی با ارزش معرفی گردید. سپس از مطالعات کرانیومتری در انسان و استفاده از سفالومتری Broadbent – Bolton که در سال ۱۹۳۱ ابداع شد رادیوگرافی سفالومتری اقتباس گردید. دستگاه تعیین موقعیت سر در سفالومتری (که امروزه به نام cephalostat نامیده می‌شود) باعث می‌گردد که سفالومتری به طریقه استاندارد تهیه گردد و بدین ترتیب توانایی تهیه تصاویر قابل تکرار وجود دارد. بنا براین استاندارد شدن تصاویر باعث اندازه گیری دقیق و مقایسه ساختمانهای کرانیوفاسیال با همدیگر می‌گردد. این کار یا بطور مستقیم توسط رادیوگرافی یا با استفاده از سوپرایمپوزیشن لند مارکهای آناتومیک امکان پذیر می‌باشد.

در درمان ارتودنسی، سفالومتری لترال ضروری می‌باشد. سفالومتری لترال برای بررسی رشد، تشخیص، طرح درمان و ارزیابی نتایج درمانی، بسیار مهم است. سفالومتری قدامی خلفی (PA) اطلاعات رادیوگرافیک از بعد mediolateral در اختیار می‌گذارد که بخصوص در ارزیابی رشد در بیماران asymmetry مناسب می‌باشد (شکل ۱-۳) تجهیزات لازم برای سفالومتری لترال یا قدامی خلفی (PA) شامل منبع اشعه، سفالواستات قابل تنظیم، فیلم همراه با پلان تشدید کننده و دستگاه نگهدارنده فیلم می‌باشد. تمام قسمت‌های ذکر شده نسبت به یکدیگر در یک فاصله ثابتی قرار دارند و به همدیگر متصل هستند و این مجموعه یونیت رادیوگرافی سفالومتری را می‌سازد.

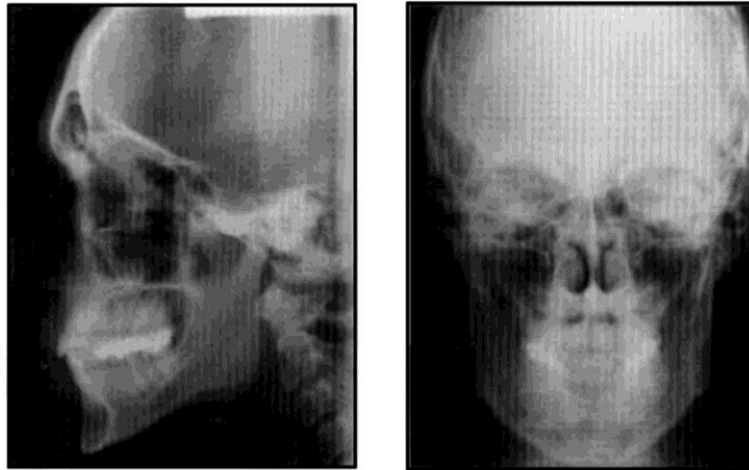
امروزه رادیوگرافی دندانپزشکی دیجیتال در مطب‌های دندانپزشکی به منظور تهیه و آنالیز تصاویر سفالومتری به کار برده می‌شوند در این فصل اصول رادیوگرافی و گرفتن تصاویر سفالومتری چه با دستگاه دیجیتال و یا با دستگاه معمولی توضیح داده می‌شود. در فصول دیگر تفاوت‌های جزئی که در دستگاه‌های سفالومتری دیجیتال وجود دارد، ذکر شده است.

فاکتورهای موثر در رادیوگرافیهای سفالومتری

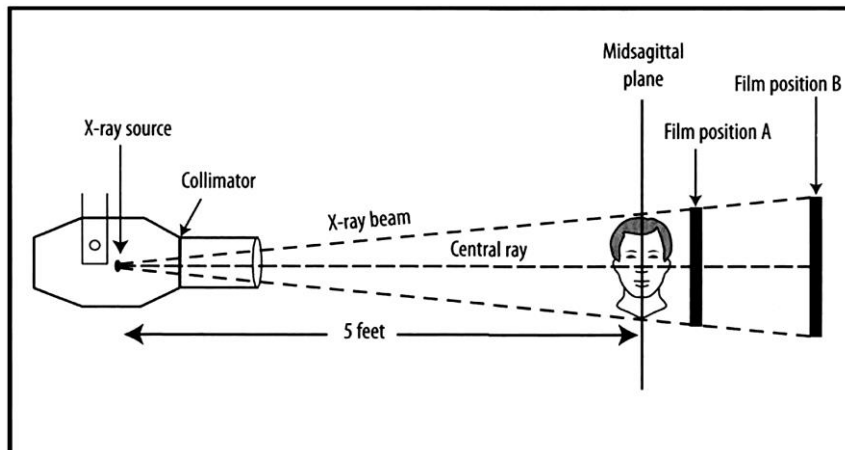
موقعیت بیمار و تیوب اشعه ایکس دستگاه دو فاکتور کلینیکی بسیار مهم در ایجاد کیفیت بسیار بالای تصاویر رادیوگرافی می‌باشد.

به طور کلی بیماران با استفاده از میله‌های دو طرفه که در داخل سوراخ گوش قرار می‌گیرند، در داخل سفالواستات می‌ایستند (شکل ۲-۳). mid sagittal plane در بیمار عمود بر اشعه ایکس می‌باشد. همچنین این پلان موازی فیلم است که به نوبه خود فیلم

عمود بر اشعه ایکس قرار می‌گیرد. پلان فرانکفورت در بیمار موازی کف اطاق می‌باشد. موقعیت بیمار در سفالومتری قدامی خلفی (PA) همانند موقعیت بیمار در سفالومتری لترال می‌باشد بجز آنکه بیمار در حدود ۹۰ درجه به سمت فیلم می‌چرخد. فتونهای اشعه ایکس از منبع موجود در سر تیوپ به شکل متباعد ساطع می‌شوند. بنابراین همیشه مقداری بزرگنمایی در هر رادیوگرافی وجود دارد. میزان بزرگنمایی به نسبت فاصله منبع اشعه تا شیئی و فاصله منبع اشعه تا فیلم بستگی دارد. هر چه فاصله شیئی تا فیلم بیشتر باشد، بزرگنمایی بیشتر است. برای کاهش این اثر فاصله منبع اشعه تا *midsagittal plane* بیمار بایستی ۵ فوت باشد. این فاصله باعث می‌شود که فتونهای اشعه که به سوی شیئی و فیلم در حرکت هستند به صورت موازی ساطع شوند در نتیجه بزرگنمایی کاهش می‌یابد.



شکل ۱-۳ رادیوگرافی سفالومتری با موقعیت عمودی فیلم: در سمت چپ سفالومتری لترال و در سمت راست سفالومتری قدامی خلفی مشاهده می‌شود.



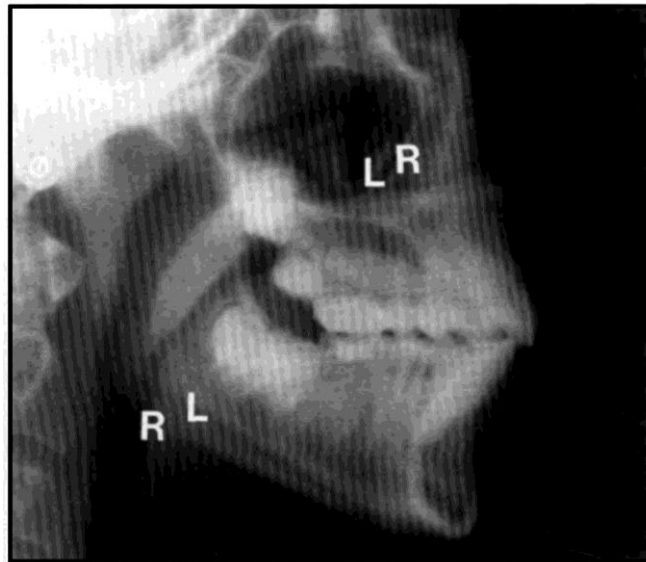
شکل ۲-۳ رابطه منبع اشعه، بیمار و فیلم در سفالومتری لترال مشاهده می‌شود. **divergent** بودن اشعه باعث بزرگنمایی تصویر می‌شود. بزرگنمایی تصویر هنگامی که فیلم در موقعیت **A** باشد کمتر از موقعیت **B** خواهد بود.

با این حال بزرگنمایی هنوز در اکثر ساختمانهای کرانیوفاشیال دیده می‌شود. و این مقدار برای شئی نزدیک به فیلم و در جایی که اشعه به صورت مرکزی تابیده می‌شود در حدود صفر درصد و در جایی که اشعه به میزان ۶۰ میلیمتر یا بیشتر از میله‌های گوشه فاصله دارد تا ۲۴٪ متغییر است. متأسفانه این بزرگنمایی برای همه سطوح ساژیتال بیمار یکسان نیست. ساختمانهایی که نزدیک به فیلم هستند نسبت به ساختمانهایی که در پلان ساژیتال قرار می‌گیرند بزرگنمایی کمتری دارند و ساختمانهایی که نزدیک تر به منبع اشعه می‌باشند بیشترین بزرگنمایی را دارند. برای مثال وقتی که اشعه از سمت راست به سر بیمار تابیده می‌شود، تصویر سمت راست فک پایین بزرگتر از سمت چپ می‌باشد. به علاوه یک ساختمان آناتومیک مثل زاویه سمت راست فک پایین در تصویر نسبت به زاویه سمت چپ فک پایین دورتر از مرکز دیده می‌شود (شکل ۳-۳). در دستگانه‌های سفالومتری که اشعه از سمت چپ تابیده می‌شود موارد ذکر شده کاملاً برعکس می‌باشد. در این حالت، بزرگنمایی تصویر و فواصل نسبت به سوراخ گوش خارجی در سمت چپ بیشتر است.

میزان بزرگنمایی ساختمانی که در مرکز **midsagittal plane** بیمار قرار دارد را می‌توان با قرار دادن یک خط کش رادیوپاک بر روی بینی و محاسبه افزایش طول خط کش تخمین زد. این تکنیک روشی نسبتاً دقیق برای اندازه گیری فاصله **sella turcica**

تا $nasion$ می‌باشد. در اندازه گیری فواصل بین بخشهای قدامی و خلفی در سفالومتری لترال مثل فاصله گونیون تا گناسیون تصویر سمت نزدیک به فیلم، اندازه دقیق تری دارد. همانگونه که قبلاً شرح داده شد. بزرگنمایی بیشتر تحت تأثیر فاصله بین فیلم تا بیمار قرار می‌گیرد به طوریکه هر چه فیلم دورتر شود بزرگنمایی بیشتر می‌شود. برای حداقل کردن تغییرات این بزرگنمایی و ایجاد ثبات بیشتر در اندازه گیری بر روی یک بیمار بسیاری از ارتودنتیست‌ها سعی می‌کنند که این فاصله را ثابت نگه دارند. به طور معمول فاصله بین بیمار تا فیلم ۱۵ سانتی متر می‌باشد. این فاصله ثابت باعث می‌شود که میزان بزرگنمایی در یک محدوده مناسب حفظ گردد. هرچند بسیاری از متخصصین فیلم را تا حد ممکن نزدیک سر بیمار قرار می‌دهند که هدف از این کار، افزایش وضوح تصویر و کاهش بزرگنمایی می‌باشد.

پارامترهای تابش دستگاه سفالومتری معمولاً شامل متغیرهای کیلوولتاژ (KVP) میلی‌آمپر (MA) و زمان تابش می‌باشد. تنظیم تابش تحت تأثیر اندازه و سن بیمار، فاصله از منبع اشعه تا فیلم و نوع فیلم می‌باشد. به علت فاصله نسبتاً زیاد منبع تا فیلم انرژی اشعه ساطع شده از تیوب تا زمان رسیدن به فیلم کاهش زیادی می‌یابد. در گذشته دستگاههای سفالومتری با میلی‌آمپر زیاد برای جبران کاهش انرژی به کار می‌رفتند. امروزه از فیلم‌های پر سرعت همراه با صفحات تشدید کننده استفاده می‌شود که نیاز به میزان اشعه کمتری برای ایجاد تصویر مناسب دارند. این روش نیاز به تغییرات در تیوب را، کاهش می‌دهد و باعث می‌شود که کیلوولتاژ، میلی‌آمپر و زمان تابش بسیار کمتر از روش‌های قدیمی باشد. اطلاعات مفصل در رابطه با پلان، فیلم و منبع مولد اشعه در ادامه این فصل ذکر شده است. به طور کلی، تغییر در میلی‌آمپر و زمان تابش تنها روی دانسیته (سیاهی کلی) نه بر روی کنتراست (قسمت خاکستری تصویر) تأثیر می‌گذارد. دو برابر کردن میلی‌آمپر باعث می‌شود که زمان تابش اشعه نصف گردد و برعکس. تغییر در کیلوولتاژ روی دانسیته و کنتراست اثر می‌گذارد. هر چه کیلوولتاژ بیشتر می‌شود دانسیته بیشتر می‌شود و کنتراست کمتر می‌گردد به عبارت دیگر سایه‌های خاکستری بیشتری مشاهده می‌شود. هر چه کیلوولتاژ کمتر باشد کنتراست فیلم بیشتر است. یعنی سایه بخش خاکستری با وضوح بیشتری از همدیگر قابل تشخیص می‌باشند. برای نفوذ اشعه به استخوانهای مجمله نیاز به ۶۸ کیلوولتاژ و یا بالاتر می‌باشد. زمان تابش کمتر از ۱ ثانیه برای کاهش تاری تاشی از حرکت بیمار، لازم است. این کار ممکن است با استفاده از بالاترین میلی‌آمپرو / یا با استفاده از ترکیب پلان و فیلم پر سرعت ایجاد شود.



شکل ۳-۳ سفالومتری لترال بزرگنمایی نامساوی از ساختمانهای چپ و راست ایجاد می کند . با تابش اشعه از سمت راست به بیمار سمت چپ بیمار به فیلم نزدیکتر است بنابراین ساختمانهای سمت راست بیمار بزرگنمایی بیشتری پیدا می کنند و در مقایسه با ساختمانهای سمت چپ نسبت به مرکز تصویر ، دورتر قرار می گیرند .

موقعیت بیمار

رادیوگرافی لترال سفالومتری

سفالومتری لترال تعداد زیادی از ساختمانهای آناتومیک سر و صورت را از نمای لترال نشان می دهد با تعیین نقاط آناتومیک و با اندازه گیری زوایای خطی و زاویه ای می توان الگوی رشدی بیمار را تعیین نمود . این نقاط در فصل چهارم به طور مفصل ذکر شده است . مشاهده ساختمانهای آناتومیک در تصاویر رادیوگرافیک به تنظیم مناسب اشعه و بیمار وابسته است . تنظیم اشعه به طور آزمایشی با تاباندن اشعه بدون وجود بیمار در سفالواستات و با استفاده از میله های گوشه انجام می شود . اطمینان از تنظیم مناسب هنگامی حاصل می شود که دایره رادیوپاک که نشان دهنده دو میله گوشه ای است بر روی همدیگر قرار گیرد . این باعث می شود به محض اینکه بیمار میله ها را در گوش قرار می دهد پلان midsagittal

بیمار، عمود بر اشعه قرار گیرد .

کاست فیلم 8×10 اینچ همراه با فیلم و پلان تشدیدکننده به صورت عمودی و یا افقی در cephalostat holder قرار می‌گیرد . دستگاه موازی کننده اشعه براساس موقعیت کاست فیلم انتخاب می‌گردد . قسمت قدامی فیلم باید به گونه ای واقع شود که نوک بینی بیمار در تصویر بیفتد . بیمار در داخل سفالواستات به گونه ای قرار می‌گیرد که میله‌های گوشه‌ای، بتواند فشار مختصری بر روی سوراخ گوش وارد نماید (شکل ۳a-۴) . حرکات افقی بیمار در داخل سفالواستات باعث ایجاد تصویر نامناسب بخصوص در هنگام سوپر ایمپوزیشن با تصاویر بعدی می‌گردد .

پلان فرانکفورت موازی کف اطلاق قرار می‌گیرد (شکل ۳b-۴) . بعضی از تکنسینهای رادیوگرافی ترجیح می‌دهند که زاویه سر بیمار را ، 10° درجه نسبت به زمین به سمت بالا قرار دهند. در هر ۲ روش پلان اکلوزال در جهت مناسب و روبه پایین قرار می‌گیرد. سپس زائده محدود کننده حرکت بینی در مقابل پل بینی بیمار به منظور حذف حرکات چرخشی در اطراف میله‌های گوشه‌ای در پلان ساژتیال و حفظ ریفرنس برای تصاویر بعدی ، قرار می‌گیرد . در این مرحله ، کاست فیلم در فاصله مناسب از پلان ساژتیال بیمار واقع می‌گردد . مرکز تابش اشعه از نزدیک محور افقی سوراخ گوش می‌گذرد .

در اکثر اوقات میزان انرژی لازم برای نفوذ به نواحی دنس جمجمه ، باعث تاثیر بر روی بافت نرم بینی ، لبها و چانه می‌شود و بدین ترتیب دانسیته این نواحی افزایش می‌یابد . تصویر برداری از پروفایل بافت نرم بدون از دست رفتن جزئیات استخوانی ممکن است با کم کردن یا مانع شدن مقداری از انرژی تابش با استفاده از حفاظ بافت نرم حاصل شود . این حفاظ یک پلان آلومینیومی است که در کاست فیلم به طوری قرار می‌گیرد که نواحی پروفایل بافت نرم بیمار را می‌پوشاند . در بعضی دستگاهها ، یک وج آلومینیوم در داخل تیوب قرار می‌گیرد که باعث کاهش دوز اشعه می‌شود و باعث می‌شود که تصویر وج آلومینیومی دیده نشود . تلاشها همیشه نباید در جهت کاهش انرژی اشعه باشد به طوری که تصاویر اپک اسخوانهای بینی ، خار قدامی بینی ، و محور طولی انسيزورهای فک بالا و پایین که در مجاورت حفاظ بافت نرم قرار می‌گیرد ، محو گردد (شکل ۵-۳) .

به محض اینکه دستگاه سفالومتری آماده گردید ، به بیمار بایستی جهت جفت کردن دندانها در حالت سنتریک اکلوزن و سپس بلع و حفظ موقعیت زبان در ناحیه خلفی بافت نرم آموزش داده شود . این امر باعث کاهش نوار رادیولوستی که نشان دهنده فضای حلقی در زاویه فک پایین است می‌شود این آموزش بایستی در تمام مدت تابش به بیمار ادامه یابد .



شکل ۳a-۴ بیمار در داخل سفالواستات به منظور گرفتن سفالومتری لترال قرار گرفته است. دستگاه نگاه دارنده بینی مرجع مناسبی برای تهیه تصاویر بعدی است. کاست فیلم از mid line بیمار ۱۵ سانتی متر فاصله دارد و در جهت افقی قرار دارد. midsagittal plane بیمار موازی فیلم است.



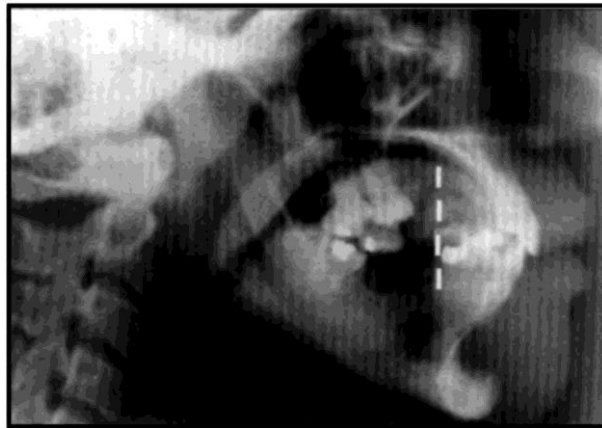
شکل ۳b-۴ نمای پروفایل بیمار در داخل سفالواستات به منظور تهیه سفالومتری لترال مشاهده می شود. پلان فرانکفورت موازی کف اطاق می باشد. یک حفاظ برای نمایش بهتر بافت نرم در داخل تیوپ قرار داده شده است.

سفالومتری قدامی خلفی

سفالومتری قدامی خلفی به نام Caldwell نیز نامیده می‌شود که اطلاعاتی راجع به عرض، قرینگی و نسبت‌های عمودی جمجمه و ساختمانهای کرانیوفاسیال می‌دهد. همانند سفالومتری لترال، سفالومتری قدامی خلفی برای ارزیابی ناهنجاریهای رشدی و بررسی تروماها و در طرح درمانهای ارتودنسی جراحی به کار برده می‌شود برای تهیه تصاویر رادیوگرافیک مطلوب، استفاده از تکنیک مناسب ضروری است.

در سفالوگرام قدامی خلفی کاست فیلم 8×10 اینچ به طور عمودی در داخل نگه دارنده کاست سفالواستات قرار می‌گیرد و هر دو میله گوشه ۹۰ درجه نسبت به موقعیت خودشان در سفالومتری لترال می‌چرخند به عبارت دیگر بیمار روبرو به فیلم قرار می‌گیرد (شکل ۶-۳). به منظور کاهش اشعه، کاست فیلم باید نسبت به نقطه چرخش سفالواستات در موقعیت مناسب قرار گیرد واز collimator مناسب نیز می‌بایست استفاده شود. یک نشانگر سربی باید در یکی از گوشه‌های بالای کاست در مسیر تابش اشعه قرار داده شود تا سمت راست وچپ بر روی فیلم ثبت گردد.

بیمار به گونه ای روبرو به فیلم قرار می‌گیرد که میله‌های گوشه در داخل گوش واقع شده باشد. midcoronal plane بیمار باید عمود بر تابش اشعه و موازی فیلم باشد. خط فرانکفورت باید موازی کف اطاق و canthomeatal قدامی باید ۱۰ درجه به سمت بالا جهت داشته باشد. موقعیت بیمار در سفالومتری قدامی خلفی نسبت به سفالومتری لترال مهم تر است. موقعیت خط فرانکفورت باید به گونه ای باشد که تصویر قسمت پتروس استخوان تمپورال فوقانی تراز فک بالا و و تواحی فوقانی سینوسهای آن و در نواحی تحتانی کاسه چشم قرار گیرد. هم چنین لازم است زائده دستگاه نگه دارنده بینی بر روی پل بینی قرار گیرد که موقعیت بیمار برای تصاویر بعدی قدامی خلفی همسان سازی شود. اشعه باید بر قسمت خلفی جمجمه در ناحیه اکسپیتال بتابد واز قدامی تحتانی ترین قسمت استخوان بینی خارج شود. در این سفالومتری استفاده از حفاظ بافت نرم لازم نیست و از روی کاست ویا تیوپ باید برداشته شود.



شکل ۳-۵ این شکل سفالومتری لترال با استفاده از حفاظ و یا کاهنده گوه ای شکل بافت نرم برای افزایش وضوح پروفایل را ، نشان می دهد . توجه نمائید که کاهش زمان تابش در قسمت قدام بافت نرم نسبت به قسمت خلفی که سمت نازکتر گوه در آنجا قرار دارد بیشتر می باشد که این امر باعث می شود که تصویر در ناحیه دندانهای پره مولر وضوح کمتری داشته باشد .

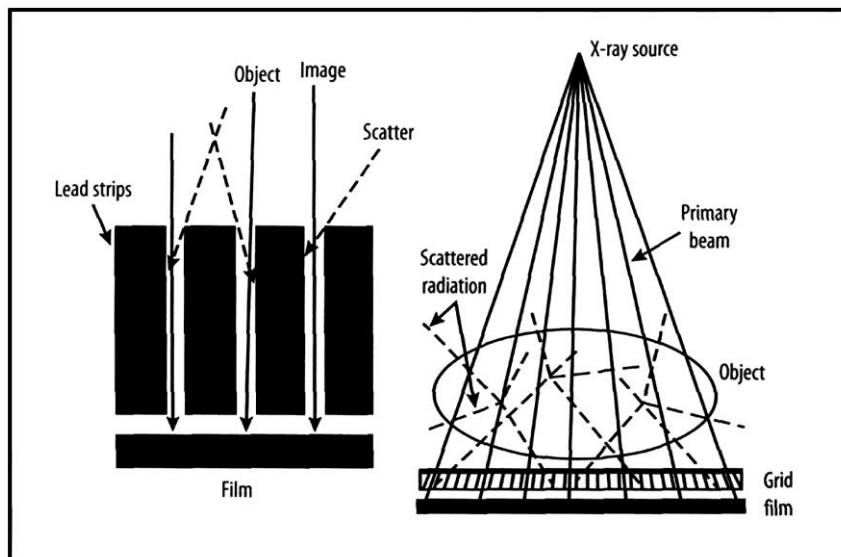


شکل ۳-۶ موقعیت بیمار در سفالومتری قدامی خلفی . **midsagittal plane** بیمار بر فیلم عمود و پلان فرانکفورت افقی است . زائده دستگاه نگه دارنده بینی در محل قرار دارد و بدین ترتیب ، موقعیت بیمار برای تهیه تصاویر بعدی یکسان سازی می شود . در این حالت کاست فیلم تا جایی که ممکن است ، نزدیک بیمار می باشد .

شبکه‌های اشعه ایکس (X-ray Grids)

هر فتون اشعه که در زمان خروج از تیوپ و یا در اثر برخورد با بافت نرم و یا سخت بیمار متفرق شود باعث ایجاد تصویری نامناسب و غیر واضح می‌شود. در نتیجه هر اختلالی که در تصویر ایجاد شود باعث می‌گردد که مشاهده ساختارهای نرم تر به سختی صورت گیرد. اشعه در سفالومتری لترال اغلب به علت دانسیته جمجمه، حجم کلی بافت و کیلوولتاژ بالای استفاده شده در تولید فیلم پراکنده می‌شود. به غیر از زمان زیاد ویا کم تابش، بزرگترین عامل کاهش کیفیت سفالومتری تفرق اشعه است.

هدف استفاده از شبکه اشعه، کاهش تفرق اشعه و در نتیجه افزایش وضوح سفالومتری می‌باشد. شبکه اشعه X شامل نوارهای سربی کوچک می‌باشد که یا به صورت موازی یا متقارب قرار گرفته‌اند که در بین آنها فضای رادیوسنت قرار دارد. شکل نوارهای شبکه یا به صورت خطی می‌باشد (همه نوارها عمودی یا افقی هستند) و یا به صورت ضربدری با زاویه ۹۰ درجه روی هم قرار گرفته‌اند. این شبکه بین فیلم و شی قرار دارد. اکثر فتونهایی که از مسیر اصلی تابش خارج شده‌اند با این نوارها برخورد می‌نمایند و توسط آنها جذب می‌شود (شکل ۳-۷). شبکه‌های خطی و یا ضربدری باید تا حد امکان به فیلم نزدیک باشد.



شکل ۷-۳ در این تصویر طرز کار شبکه مشاهده می‌شود. اشعه‌های متفرق شده جذب می‌شوند در حالیکه اشعه اولیه به فیلم می‌رسد که این امر باعث جلوگیری از کاهش وضوح تصویر به علت اشعه‌های متفرق می‌شود.

اکثر شبکه‌های استفاده شده در سفالومتری شبکه‌های کانونی هستند که دارای نوارهایی می‌باشند که زاویه آنها هر چه از مرکز شبکه دور می‌شوند بیشتر می‌شود. در اینگونه شبکه‌ها، فاصله کانونی دقیق از منبع اشعه وجود دارد که رعایت آن به منظور اثر بخش بودن شبکه الزامی است. به علاوه مرکز شبکه باید به طور مناسبی نسبت به اشعه مرکزی تیوپ قرار گیرد. استفاده از شبکه‌هایی با خطوط موازی نسبت به خطوط ضربدری به این دلیل توصیه نمی‌شود که خطوط موازی مقدار بسیاری از فتونهای پراکنده را، هنگامی جذب می‌کنند که فتونها بسیار پراکنده شده اند و قابلیت دریافت همه را ندارند. این باعث می‌شود که دانسیته از مرکز فیلم به سمت خارج کاهش یابد.

نسبت طول خطوط به فاصله بین آنها، تعیین کننده مقدار اثر بخشی شبکه در جذب فتونهای متفرق می‌باشد. هر چه این نسبت بیشتر باشد میزان جذب بیشتر است و در نتیجه تصویر واضح تری را، خواهیم داشت. شایعترین این نسبت در سفالومتری ۸ می‌باشد و در هر اینچ ۸۰ تا ۱۰۰ جفت خط یا فضا وجود دارد.

استفاده از شبکه‌های اشعه دارای دو ایراد می‌باشد اولاً یک نمای بسیار ضعیف از شبکه بر روی تصویر دیده می‌شود. این حالت می‌تواند برای برخی از پزشکان که می‌خواهند نمای دقیقی از ساختار استخوانی در همان ناحیه داشته باشند مشکل ایجاد می‌کند. اگر شبکه‌ها به طور صحیحی طراحی شوند به طوریکه خطوط نسبتاً بلند اما نازک داشته باشند، تصویر این خطوط بسیار ناچیز می‌شود به نحوی که در تشخیص درست، خللی ایجاد نمی‌کنند. هر چه در یک اینچ فضای بین خطوط بیشتر باشد تصویر کم وضوح تری مشاهده می‌شود. همچنین شبکه‌هایی وجود دارد که در هنگام تابش به مقدار بسیار ناچیزی حرکت می‌کنند و بدین ترتیب تصویر واضحی از شبکه دیده نمی‌شود. به این نوع شبکه‌های متحرک شبکه Potter-Bucky می‌گویند.

به علت اینکه مقداری از دانسیته تصویر در اثر تفرق اشعه ایجاد می‌شود هنگامی که از شبکه استفاده می‌شود بایستی تنظیمات تابش را بیشتر کرد. براساس نوع شبکه استفاده شده، میزان انرژی اشعه گاهی اوقات ۲ و یا حتی تا ۳ برابر باید تا تصویری با دانسیته برابر با تصویر بدون شبکه، به دست آید. بنابراین هنگام استفاده از شبکه باید

دقت خاصی صورت گیرد تا با تیوپ و فیلم همخوانی داشته باشد.

ترکیبهای مختلف فیلم - پلان

تمام دستگاههای سفالومتری از کاستهایی استفاده می‌کنند که نور از آنها عبور نمی‌کند و هر کدام از این کاستها در درون خود ۲ پلان تشدید کننده اشعه دارند. ویژگیهای تصویر مورد نیاز نوع فیلم مورد استفاده را مشخص می‌کند و همخوانی صحیح بین فیلم و پلان بسیار حائز اهمیت می‌باشد (جدول ۱-۳).

Film type	Intensifying screens	Relative film speed	Characteristics
Kodak Ektavision G	Ektavision (green sensitive)	400	High contrast; sharp images of bone and tooth structures
Kodak Ektavision L	Ektavision (green sensitive)	400	Wide latitude for better soft tissue and image profile; good bone and tooth structures
Kodak T-Mat G	Lanex Regular (green sensitive)	400	High contrast; detailed images of bone and tooth structures, while retaining good soft tissue visibility
Kodak T-Mat L	Lanex Regular (green sensitive)	400	Wide latitude for better soft tissue and image profile; good bone and tooth structures
Kodak T-Mat H	Lanex Regular (green sensitive)	800*	High contrast; can be double loaded to produce two original films
Kodak X-Omat DBF	X-OMAT (blue sensitive)	200	Blue light-sensitive film; excellent diagnostic detail

*Speed is 400 when double loaded, 800 when loaded with only one film.

در تاریک خانه فیلم در داخل کاست بین ۲ پلان قرار می‌گیرد. هنگامی که اشعه به پلان تابیده می‌شود تصویری با نور آبی یا سبز از خود ساطع می‌کند. در نتیجه تصویر ظاهر نشده اساساً توسط نور ساطع شده از دو پلان و نه از فتونهای اشعه X ایجاد می‌شود. اتصال دقیق بین دو پلان و فیلم بین آنها برای ایجاد تصویر واضح ضروری است. همچنین باید توجه شود که به سمتی از فیلم اشعه تابیده شود که کارخانه سازنده فیلم مشخص نموده است. به این دلیل به پلان های ساطع کننده نور، تشدید کننده گفته می‌شود که به تابش کمتری از اشعه X نیاز دارند تا بتوانند تصویری با وضوحی برابر با تصویر حاصله از تابش تنهای فتونها تولید کنند. در نتیجه بیمار دوز کمتری از اشعه را دریافت می‌کند.

در حال حاضر ۲ گروه اصلی پلان تشدید کننده در دستگاههای رادیوگرافی خارج دهانی وجود دارد (به شکل ۱-۳ مراجعه شود). در گذشته از پلان هایی استفاده می‌شد که سطح آنها با تنگستات کلسیم پوشانده شده بود که نور آبی مرئی ساطع می‌کردند. امروز این صفحات را به نام conventional و یا پلان های ساطع کننده نور آبی می‌شناسند و همراه بافیلم‌های خارج دهانی آبی conventional استفاده می‌شوند. به منظور شناخت بهتر این روش، به طور قرار دادی هنگام استفاده از ترکیب فیلم-پلان آبی از فیلمی با سرعت ۲۰۰ استفاده می‌شود.

اکثر دستگاههای جدید راديو گرافي از پلان های تشدید کننده ای که سطح آنها با gadolinium و lanthanum پوشیده شده اند استفاده می کنند. این پلان ها که به آنها rare-earth گفته می شود نور سبز از خود ساطع می کنند. فیلمی که دارای پلان از نوع rare-earth می باشد نسبت به پلان های که دارای تنگستات کلسیم می باشند تا ۸ برابر در تغییر اشعه X به نور کارآمدتر می باشند. اکثر سیستم های rare-earth به ۱/۲ انرژی مورد نیاز سیستم های conventional برای تولید تصویری با دانسیته برابر نیاز دارند. بنابراین استفاده از فیلم هایی با سرعت ۴۰۰ در سیستم های سرعت بالای rare-earth بسیار متداول است.

همچنین سیستم های متفاوت فیلم-پلان توانایی های متفاوتی در ثبت جزئیات و کنتراست ساختارهای آناتومیک دارند. تکنولوژی نوین کریستال منجر به تولید کریستالهای صاف و متقارن silver-halide شده است که نمونه های آن را میتوان در فیلم های T-Kodak's mat مشاهده کرد. این کریستال ها نسبت به نوع مرسوم کریستالهای سنگ ریزه ای شکل (pebble-shaped) بسیار کارآمدتر هستند. بنابراین این فیلم ها با داشتن مزیت سرعت بالا تصاویری با جزئیات عالی و کیفیت بسیار بالا تولید می کنند. فیلم هایی که تصاویری با عرض زیاد با سایه های متفاوت خاکستری تولید می کنند نیز وجود دارند. این گونه فیلم ها دارای کنتراست پایینی برای ساختار استخوانی می باشند در حالی که برای تصویر بافتهای نرم بسیار عالی می باشند.

همچنین سیستم های حساس به نور سبز وجود دارند مثل سیستم Ektavision Kodak's که در زیر هر ۲ آمولسیونها دارای سیستم جذب نور رنگی می باشند گفته می شود که این ترکیب جلوی عبور نورهای تغییر مسیر داده شده را از فیلم می گیرد و نمی گذارد به آمولسیون برسد در نتیجه تصویری با وضوح بالاتر خواهیم داشت.

انتخاب ترکیب فیلم و پلان باید براساس ویژگیهای موجود در تصویر باشد که توسط پزشک درخواست شده است. در تهیه سفالومتری انتخاب نوع مناسب پلان و فیلم بسیار ضروری است. هنگامی که سرعت سیستم از ۲۰۰ به ۴۰۰ تغییر می نماید زمان تابش و یا تنظیمات میلی آمپر دستگاه باید تا ۵۰ درصد کاهش یابد. همچنین نوع سیستم تابش استفاده شده محدودیتهای خاصی را در نوع وسایل مصرفی تاریکخانه ایجاد می کند این مطلب بعداً به طور مفصل در این فصل توضیح داده خواهد شد.

برخلاف راديوگرافي داخل دهانی، قرار دادن دو فیلم خارج دهانی در داخل کاست به منظور تهیه دو کلیشه اصلی بدون تغییر پامترهای تابش سبب می شود فیلم هایی با نصف

دانسیته مورد نیاز حاصل شود. قرار دادن دو فیلم در کاست سبب می‌شود که نور تنها از یک پلان تشدید کننده به فیلم برسد. هر چند تنها فیلم Kodak's T-Mat H می‌باشد که بدون نیاز به دو برابر کردن انرژی تابش می‌تواند دو کلیشه اصلی در اختیار گذارد. این فیلم دارای سرعت بسیار بالایی می‌باشد به طوری که وقتی از دو فیلم استفاده می‌شود سرعت آن با کاستهای تک فیلمی برابری می‌کند.

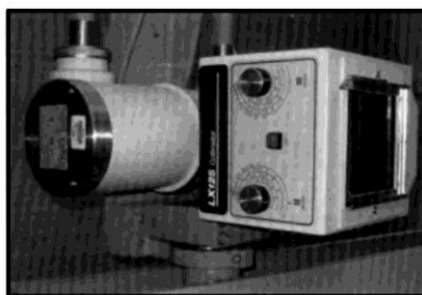
مولدهای اشعه X

در گذشته برای تهیه بهترین سفالومتری از تیوپ‌های بسیار گران و پیچیده استفاده می‌شد. استفاده از اینگونه تیوپ‌ها که با ۱۰۰ میلی آمپر یا بیشتر کار می‌کردند، در تابش‌هایی با زمان کوتاه به منظور کاهش آرتیفکت‌های ایجاد شده ضروری بوده است همانطور که قبلاً به آن اشاره شد، میزان انرژی زیاد به علت استفاده از ترکیب فیلم-پلان conventional با سرعت کم مورد نیاز بود. استفاده از چنین میلی آمپراژ بالایی سبب می‌شد که زمان تابش به کمتر از ۰/۵ ثانیه کاهش یابد. استفاده از میلی آمپراژ بالا در هنگام تصویر برداری باعث ایجاد گرمای زیاد در قسمت کانونی آند تیوپ می‌شد. به منظور کاهش گرمای ایجاد شده و هم چنین جلوگیری از صدمه به تیوپ از آندهای چرخشی استفاده می‌شد. اینگونه تیوپ‌ها فقط در سفالومتری استفاده می‌شد. بسیاری از این نوع دستگاهها نیز امروزه به کار برده میشوند. به علاوه این دستگاههای سفالومتری با آندهای چرخشی قادر هستند که توموگراف خطی از مفصل گیجگاهی فکی (TMJ) تولید نمایند (شکل ۸-۳).

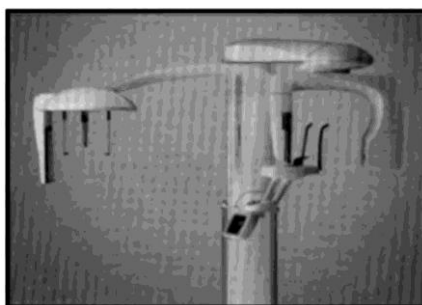
در حال حاضر بسیاری از پزشکان از دستگاههای پانورامیک با قابلیت‌های سفالومتریک استفاده می‌کنند که به آنها دستگاه pan/ceph گفته می‌شود (شکل ۹-۳). استفاده از سیستم‌های سریعتر rare-earth که قبلاً به آن اشاره شده است با تنظیمات ۱۲ mA و ۷۵ kVp می‌تواند زمان تابش را در حد یا کمتر ۰/۵ ثانیه نگه دارد. این زمان کوتاه قادر است در هنگامی که از شبکه استفاده نمی‌شود تصویری با حداقل آرتیفکت ایجاد شده در اثر حرکت را تولید نماید. دستگاههای pan/ceph نه تنها در مقایسه با یونیت‌های قدیمی ارزانتر هستند، بلکه رادیو گرافی پانورامیک و در بعضی موارد رادیو گرافی از TMJ نیز تولید می‌کنند. هر دوی این تصاویر در آنالیزهای ارتودنسی کاربرد دارند. دستگاههای pan/ceph به طور اتوماتیک خود را برای تصاویر رادیو گرافیک پانورامیک، لترال و یا قدامی خلفی تنظیم می‌کنند. این تنظیمات شامل انتخاب collimator مناسب نیز می‌باشد. همانگونه که قبلاً توضیح داده شد بعضی از این دستگاهها دارای کاهنده و یا حفاظ بافت نرم

در داخل و یا نزدیکی تیوپ می‌باشند.

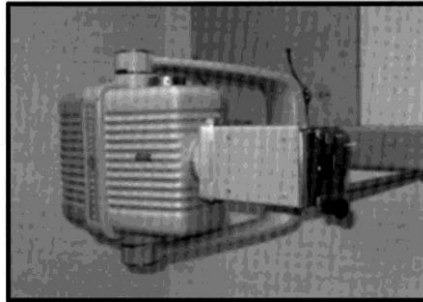
امروزه آداپتورهایی وجود دارد که استفاده از تیوپ‌های قدیمی را برای ما ممکن ساخته اند (شکل ۱۰-۳). در یک مدل از آنها می‌توان تیوپ conventional را به طور دائمی بر روی یک ستون عمودی قابل حرکت عرضی که همچنین به نگه دارنده سفالواستات وصل شده است، قرار داد. همچنین می‌توان آن را براساس قد بیمار تنظیم کرد. در بعضی موارد تیوپ به بازوی متصل به دیوار وصل می‌شود و می‌توان آن را به گونه ای آزاد کرد که این امکان ایجاد شود تا رادیوگرافی bitewing و periapical تهیه شود. در وضعیت دیگری می‌توان تیوپ conventional را به طور دائم و به طور جدا گانه از نگه دارنده کاست و سفالواستات بر روی دیوار قرارداد. در این حالت، برای بالا و پایین آوردن بیمار به منظور قرار گرفتن در وضعیت مناسب نسبت به اشعه از یک صندلی متحرک برقی استفاده می‌شود.



شکل ۸-۳ در این تصویر تیوپ با آند چرخشی و collimator مستطیلی قابل تنظیم مشاهده می‌شود. هم چنین این واحد قابلیت تهیه تصویر از TMJ را دارد.



شکل ۹-۳ در این دستگاه تصویر دستگاه pan / ceph از نوع planmeca promax مشاهده می‌شود. توجه نمائید هنگامی که یونیت در وضعیت سفالومتری است اشعه از سمت چپ بیمار وارد می‌شود (تحت لیسانس planmeca آمریکا).



شکل ۱۰-۳ در این شکل دستگاهی دیده می‌شود که در آن تیوپ داخل دهانی conventional به بازوی ثابت متصل شده است. توجه نمائید که به منظور تهیه سفالوگرام قدامی خلفی collimator باید ۹۰ درجه بچرخد.

ظهور و ثبوت فیلم

هنگامی تصور با کیفیت بالا تولید خواهد شد که همزمان با تابش صحیح از فیلم مناسبی نیز استفاده شود. در فیلم‌های خارج دهانی با پلان های تشدید کننده تصویر ظاهر نشده توسط نور مرئی فلورسنت، ثبت می‌شود و در نتیجه این تصاویر در تاریکخانه به نشت نور بسیار حساس تر می‌باشند. به منظور جلوگیری از تار شدن عکس بهتر است که از عدم وجود هرگونه نوری در تاریکخانه اطمینان حاصل شود. بدون استفاده از پوشش مات نمی‌توان فیلم‌های سفالومتری را با استفاده از محفظه amber-tinted ظاهر کرد. به علاوه احتمال نور دیدن فیلم در هنگامی که از این محفظه‌ها بجای تاریکخانه استفاده می‌شود زیاد است.

همچنین از نورهای بی خطر تاریکخانه باید به طور مناسبی استفاده شود. باید دقت کرد که فیلتر استفاده شده در نورهای بی خطر با نوع پلان و فیلم همخوانی داشته باشد (جدول ۲-۳). فیلترهای فیلم داخل دهانی کهربایی رنگ مثل Kodak's ML-۲ فقط برای استفاده از فیلم‌های داخل دهانی مناسب هستند. فیلتر Kodak's Wratten 6B برای فیلم‌های داخل دهانی و حساس به نور آبی مناسب است اما فیلم‌های حساس به نور سبز را تار می‌کند. فیلتر Kodak's GBX-2 برای همه فیلم‌های دندانپزشکی موجود مناسب است. با این حال باید توجه کرد که فیلم‌ها به نورهای بی خطر به طور کامل غیر حساس نیستند. بدون توجه به نوع فیلتر، لامپ‌های نور بی خطر نباید از ۱۵ وات قویتر باشد و باید حداقل در ۱۲۰ سانتی متری محل کار واقع شود. هنگامی که از نورهای بی خطر

استفاده می‌شود باید زمان کار را تا حد ممکن کاهش داد.

در نتیجه سریعتر شدن فیلم‌ها، نورهای بی خطر کاهش یافته است. فیلترهایی مانند GBX-2 آنقدر نور کمی تولید می‌کنند که در اکثر اوقات قبل از اینکه نورهای بی خطر روشنایی کافی را برای اپراتور تولید کند، اپراتور فیلم گرفته شده را در processor قرار می‌دهد و فیلم خام را در کاست خالی قرار می‌دهد. در اکثر مناطق استفاده از نورهای بی خطر در تاریکخانه اجباری است. به محض اینکه اطمینان حاصل شد که هیچ نوری وارد تاریکخانه نمی‌شود می‌توان مرحله ظهور فیلم را شروع کرد. در صورت امکان بهتر است نام بیمار و تاریخ عکس برداری بعد از ظهور فیلم توسط دستگاه بجای دست بر روی بخش اشعه نخورده فیلم ثبت شود. پروسه اتوماتیک به ترتیب شامل ظهور، ثبوت، شستن و خشک کردن فیلم می‌باشد. وقتی که از روش دستی استفاده می‌شود، بایستی زمان کوتاهی بین ظهور و ثبوت به منظور شستشوی فیلم وجود داشته باشد.

به طور کلی در روش ظهور دستی فیلم سفالومتری در ۷۰ درجه فارنهایت، چرخه ظهور ۵ دقیقه شستن ۳۰ ثانیه و ثبوت ۱۰ دقیقه می‌باشد. مدت زمان ظهور به درجه حرارت محلول وابسته است. برای ظاهر کردن فیلم می‌بایست به طور دقیق دستورالعمل کارخانه تولید کننده محلولهای شیمیایی را در رابطه با زمان و دما رعایت نمود. حداقل ۲۰ دقیقه زمان برای شستشو نیاز است که فیلم‌هایی با کیفیت مناسب برای آرشیو به دست آید در غیر اینصورت، محلول ثبوت تأثیر خود بر روی فیلم را، ادامه می‌دهد و در نهایت تصویر را طوری کم رنگ یا بی رنگ می‌کند که نمی‌توان بخوبی برای تشخیص پزشکی از آن استفاده کرد.

در روش اتوماتیک فیلم در عرض ۵ دقیقه آماده می‌شود. همانند روش دستی، زمان و دمای توصیه شده توسط کارخانه باید به دقت رعایت شود. عدم رعایت موارد فوق تصویری را می‌دهد که در نگاه اول ممکن است مطلوب به نظر برسد اما بادقت بیشتر و گذشت زمان ممکن است عدم کیفیت لازم در تصویر مشاهده شود. هم چنین از آنجائیکه فیلم توسط غلتک‌هایی نرم از میان محلول می‌گذرد، تمیز نگه داشتن دائمی غلتکها و تعویض به موقع مواد شیمیایی برای به دست آوردن تصاویری با کیفیت بالا ضروری است. هیچگاه از تنظیمات Endo نباید برای ظهور فیلم استفاده کرد.

محلولهای ظهور اتوماتیک برای دمای بالاتر (۸۰ درجه فارنهایت) و زمان ظهور کوتاهتر تنظیم می‌شوند. محلولهای دستی و اتوماتیک را هیچگاه نباید به جای همدیگر بکار برد. تستهایی برای اطمینان یافتن از کیفیت تصاویر دندانپزشکی موجود می‌باشد که می‌توان

قبل از تصویر برداری از آنها استفاده کرد.

طریقه نگاه کردن به تصویر رادیو گرافی نیز حائز اهمیت است. تصاویر ساختارهای استخوانی کوچک مجمله و محدوده بافت نرم را باید به خوبی مشاهده و تفسیر کرد. بهتر است از نگاتوسکپ‌هایی که دارای نور قابل تنظیم هستند استفاده شود. نواحی خارج از رادیوگرافی در نگاتوسکپ بهتر است پوشانده شود تا نور تنها از تصویر عبور کند. همچنین بهتر است نور اطاق از پشت پزشک تابیده شود که تا حد امکان رفلکس نور بر روی تصویر کاهش یابد.

موارد حفاظتی در رادیوگرافی

همه بافتهای بدن بخصوص سلولهایی با تولید مثل زیاد مثل سلولهای خونی و ارگانهای تناسلی به اشعه یونیزه تاثیرپذیر هستند. هرچند در صورت تشخیص پزشک، منافع گرفتن رادیوگرافی به معایب کم آن ارجحیت دارد. پزشکان باید در خصوص تمهیدات لازم بهداشتی به بیمار، تکنسین و کارکنان مطب اطمینان دهند. هر تمهیداتی که به منظور کاهش تماس با اشعه و تفرق آن در خصوص بیمار صورت گیرد برای تمامی افراد در آن محیط نیز مفید است. دستگاههای رادیوگرافی می‌بایست براساس استانداردهای دولتی نصب شوند و به طور مرتب تست و کنترل شوند. قبل از تصویربرداری از بیمار، پزشک باید اطلاعات کافی از نکات ایمنی داشته باشد. از آنجائی که این معیارها از منطقه ای به منطقه دیگر متفاوت است در این بخش فقط به اصول اساسی ایمنی می‌پردازیم.

پزشک باید هنگامی درخواست رادیوگرافی بدهد که از تاریخچه پزشکی بیمار به طور کامل آگاه باشد. این امر دیگر پذیرفته نیست که به طور مداوم از بیمار تصویر برداری شود بلکه برای هر بار تصویر برداری بایستی مطالعه دقیقی انجام گیرد و به محض اینکه تشخیص داده شود که نیاز به رادیوگرافی وجود دارد، می‌بایست رادیوگرافی انجام شود.

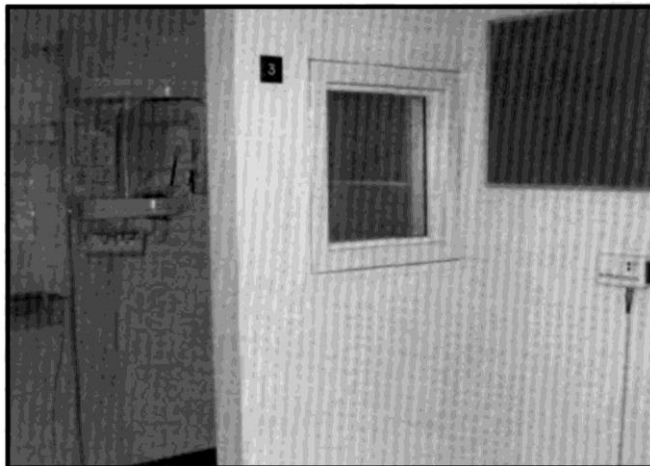
به اشتباه بسیاری از بیماران می‌پندارند که رادیو گرافی سفالومتری که در آن اشعه از مجمله عبور می‌کند خطر بیشتری از رادیوگرافی داخل دهانی دارد. در صورتی که این طور نیست. همانگونه که قبلاً ذکر شد فیلم‌هایی که از پلان های تشدید کننده rare-earth استفاده می‌کنند بسیار سریعتر هستند و در نتیجه به اشعه کمتری نسبت به فیلم‌های داخل دهانی نیاز دارند. به علاوه از آنجایی که فاصله منبع اشعه تا شئی در رادیوگرافی سفالومتری به نسبت رادیوگرافی داخل دهانی بسیار بیشتر می‌باشد فتونهای اشعه به نسبه موازی همدیگر حرکت می‌کنند و کمتر پراکنده می‌شوند. این امر حجم بافت دریافت کننده اشعه را کاهش می‌دهد و در نتیجه اشعه متفرق شونده را کاهش می‌دهد. حتی اگر سطح تابش در یک

سفالومتری برابر 10×8 اینچ تصور شود تابش دریافتی در سیستم‌های جدید سفالومتری، برابر با ۲ تا ۴ رادیوگرافی periapical به همراه یک روز دریافت اشعه از طبیعت می‌باشد. هر چند که تابش در سفالومتری بسیار کم است، باید تمام تلاش‌ها در جهت کاهش اشعه دریافتی توسط بیمار انجام شود. اصول حفاظتی قابل قبول مثل استفاده از سریعترین نوع فیلم و پلان، انتخاب سطح تابش که بزرگتر از فیلم نباشد و استفاده از پیش بندهای سربی باید بکار برده شود مگر اینکه آنها تأثیر منفی در کیفیت تصویر داشته باشند. اگرچه میزان اشعه پراکنده شده ای که به ارگانهای تناسلی می‌رسد در سفالومتری عملاً غیر قابل اندازه گیری می‌باشد اما استفاده از پیش بند سربی باعث کاهش ۹۰ درصدی اشعه متفرق شده می‌شود، که ممکن است به این ارگانها برسد. در بعضی موارد استفاده از محافظ‌های تیروئیدی ممکن است نقاط مورد نیاز در ناحیه گردن را محو کند که ممکن است استفاده از آن عملی نباشد. در نهایت همانگونه که قبلاً ذکر شد استفاده از شبکه که باعث افزایش وضوح تصویر می‌شود می‌بایست در برابر افزایش میزان اشعه که برای دانسیته تصویر لازم است ارزیابی شود. حفاظت اپراتور و کارکنان مطب توسط محافظ‌های دیواری و حفظ فاصله ایمنی و نکات ذکر شده قبلی امکان پذیر است اپراتور می‌بایست بتواند در فاصله ۱۸۰ سانتی متری از منبع اشعه متفرق شونده که همان سر بیمار است، قرار گیرد. اگر حفظ این فاصله مقدور نیست باید از حفاظی استفاده شود که اپراتور بتواند بیمار را در خلال دریافت اشعه، ببیند (شکل ۳-۱۱). نیازی به سرب کوبی دیوارها و پنجره‌های اطاق عکسبرداری نمی‌باشد بخصوص اگر در تماس مستقیم با اشعه نباشند. ضخامت دیوارهای ساختمان برابر دیوارهای سربی جلوی اشعه را می‌گیرد مواردی که در ساخت اطاق باید به کار برده شوند بستگی به موارد زیر دارد: فاصله یونیت از دیوارها، جهت تابش اشعه اصلی، حداکثر قدرت تابش یونیت، افراد حاضر در اتاقهای مجاور و تعداد عکس‌های گرفته شده در طول روز. وقتی دستگاه جدید رادیوگرافی در کلینیک نصب می‌شود بایستی با سازمان حفاظت در مقابل اشعه ایکس مشاوره انجام شود. به منظور حفاظت از تمام افرادی که در طول روز با اشعه سروکار دارند، نمی‌بایست از حداکثر میزان تعیین شده اشعه مجاز فراتر رفت. حداکثر دوز مجاز دریافت اشعه برای افراد که در مجاورت اشعه کار می‌کنند 20 mSv در سال می‌باشد. بهتر است در ابتدای شروع کار میزان اشعه ایکس دریافتی توسط film badge اندازه گیری شود. هر چند اگر اصول حفاظتی ذکر شده در این فصل بخوبی رعایت شود اشعه دریافتی بسیار کمتر از ماکزیمم اشعه دریافتی مجاز می‌باشد. میزان اشعه تولیدی توسط دستگاه رادیوگرافی دندانپزشکی به قدری کم است که برای بدن نوزاد مادر بارداری که از کارکنان بخش رادیوگرافی می‌باشد،

خطری ندارد. در صورتی که اشعه کمتر از حداکثر دوز مجاز باشد با محافظت طبیعی که بافت رحم از نوزاد به عمل می‌آورد خطر آن حتی کمتر هم می‌شود.

خلاصه

تریسینگ و اندازه‌گیری سفالومتری در طرح درمان موفق ارتودنسی از اهمیت خاصی برخوردار است. استفاده از تکنیکهای مناسب و توجه به جزئیات در هنگام انجام رادیوگرافی و مراحل ظهور آن، باعث ایجاد تصاویری با بهترین دانسیته، کنتراست و وضوح می‌گردد که برای درمان موفق حائز اهمیت است.



شکل ۱۱-۳ در تصویر در و پنجره سرب کوب شده را مشاهده می‌کنید که به منظور محافظت از اپراتور در برابر اشعه‌های متفرق از آن استفاده شده است.