

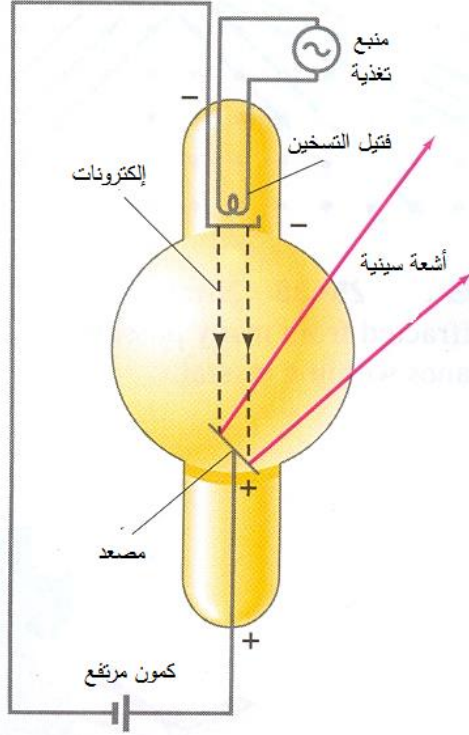
الفصل الخامس الأشعة السينية وتطبيقاتها

X- Rays & Applications

أهداف الفصل

- إظهار أهمية الأشعة السينية
 - في البحوث العلمية والتعرف على بنية الجزيئات الحيوية
 - التصوير الشعاعي
 - التنظير بأنواعه
 - التصوير الطبقي المحوري (من خلال الأجيال المختلفة)
 - الكشف عن هشاشة العظام (الفصل الأول)

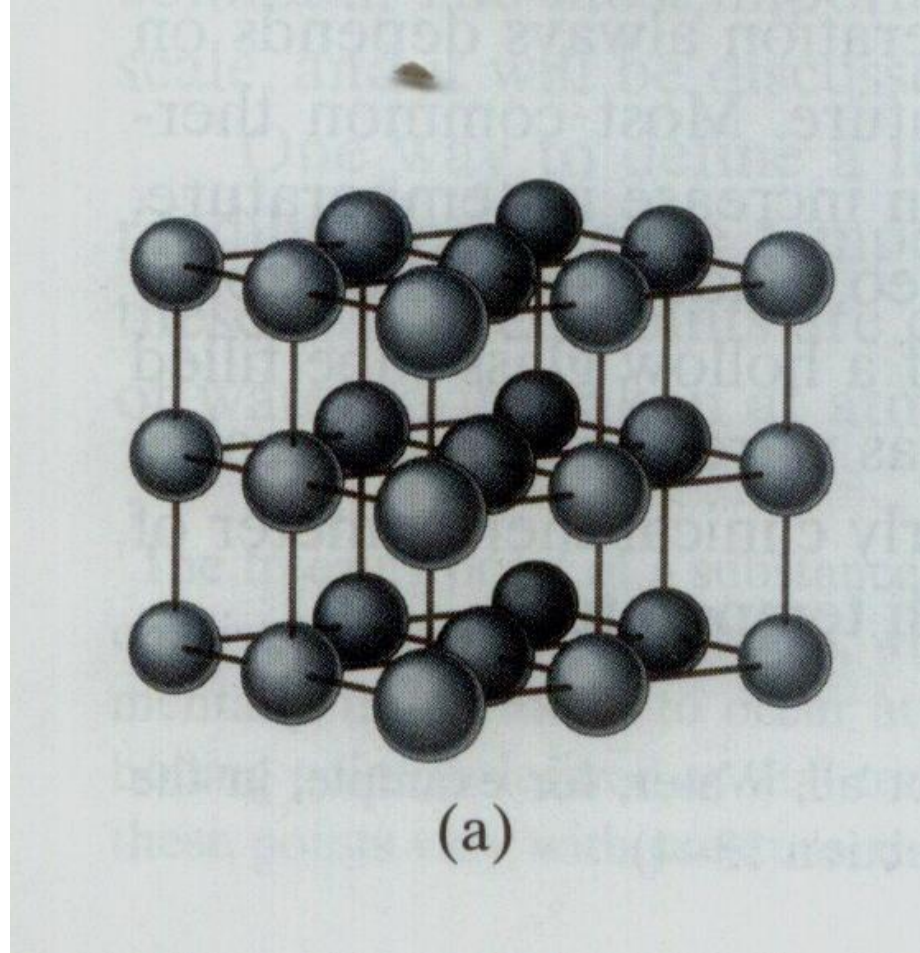
اكتشاف رونتجن للأشعة السينية



صورة يد بالأشعة السينية

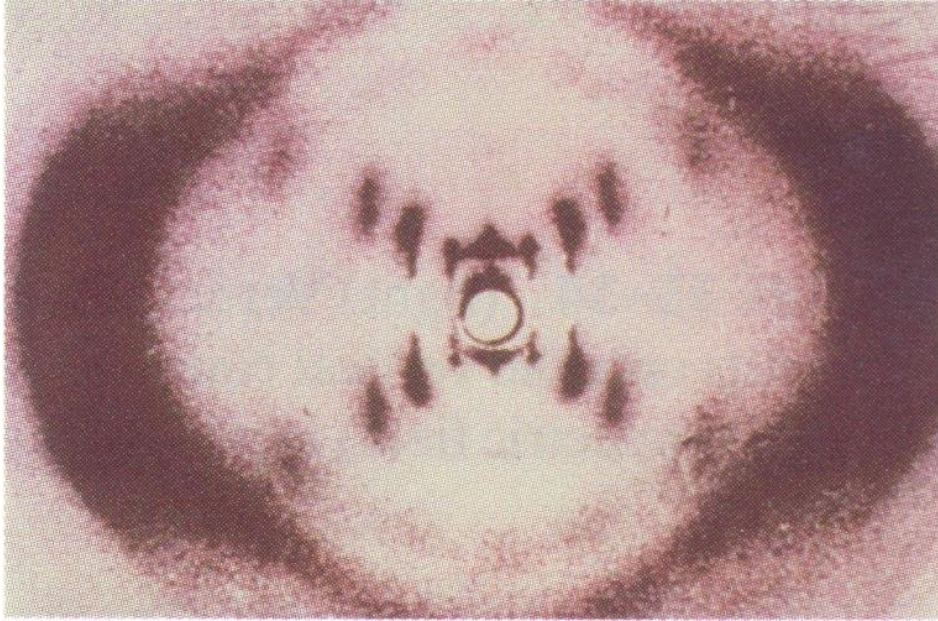
أنبوب الأشعة السينية. تسرع الإلكترونات الصادرة عن فتيل مسخن في أنبوب مفرغ بكمون مرتفع. وعندما تسقط هذه الإلكترونات على سطح المصدر، تصدر الأشعة السينية

انعراج الأشعة السينية

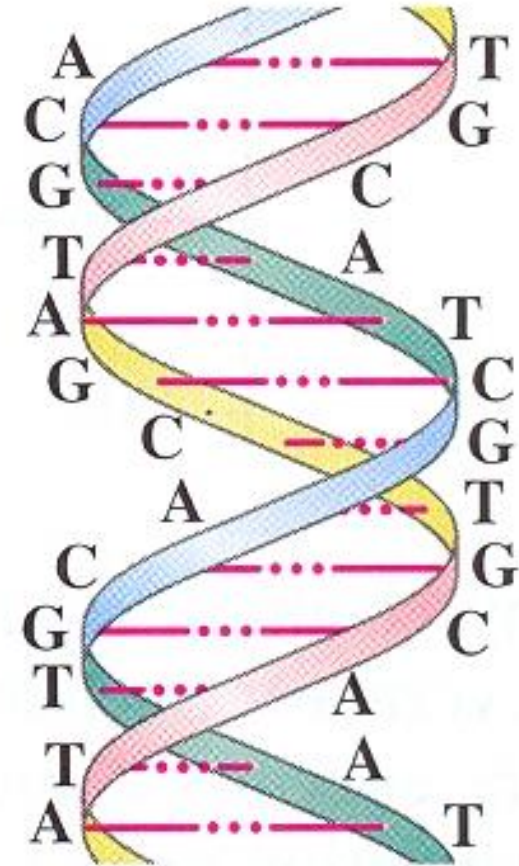


الترتيب الذري في جسم صلب بلوري

الأشعة السينية والـ DNA

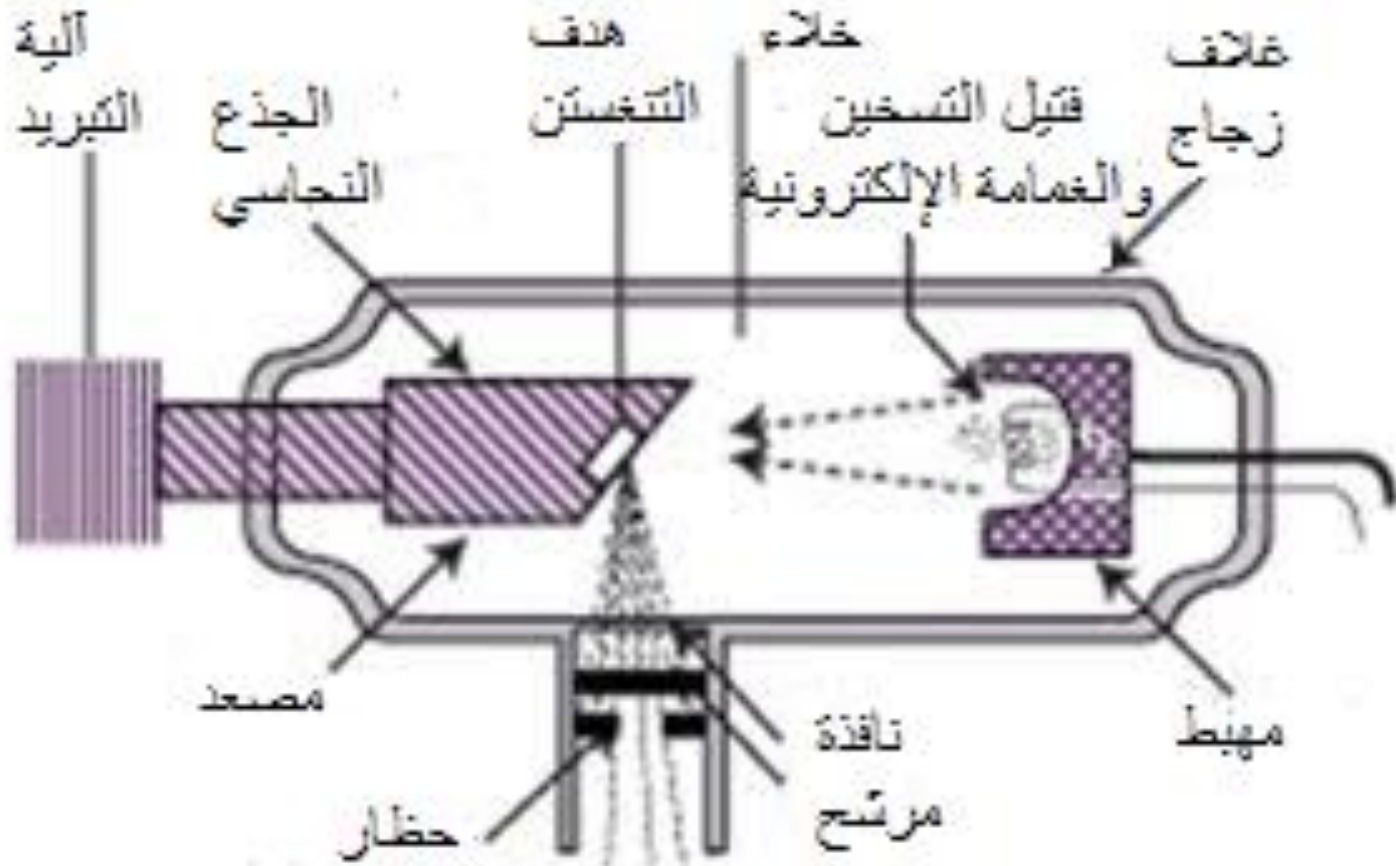


مقطع في لولب الدنا المضاعف



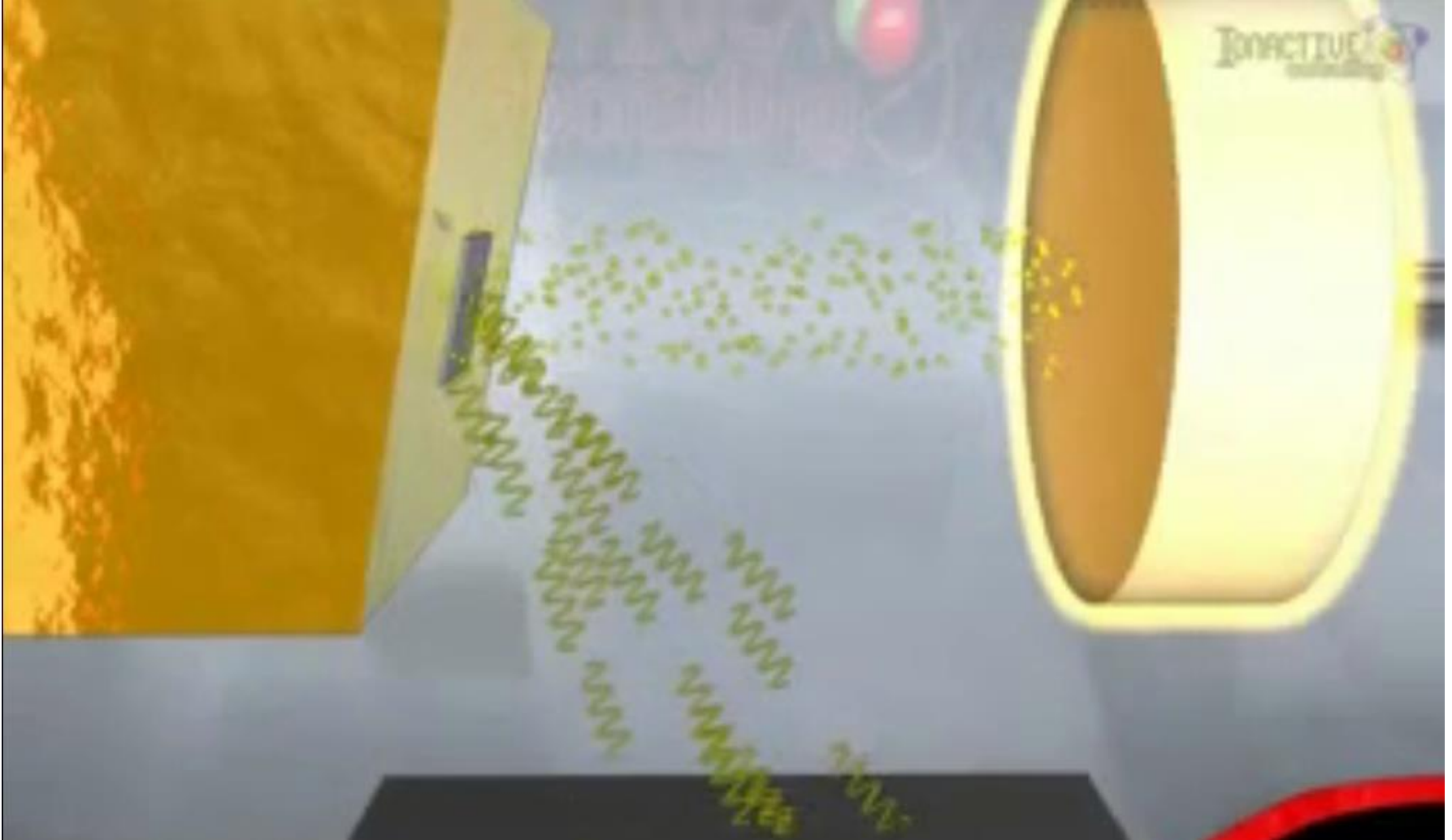
(a)

التصوير بالأشعة السينية

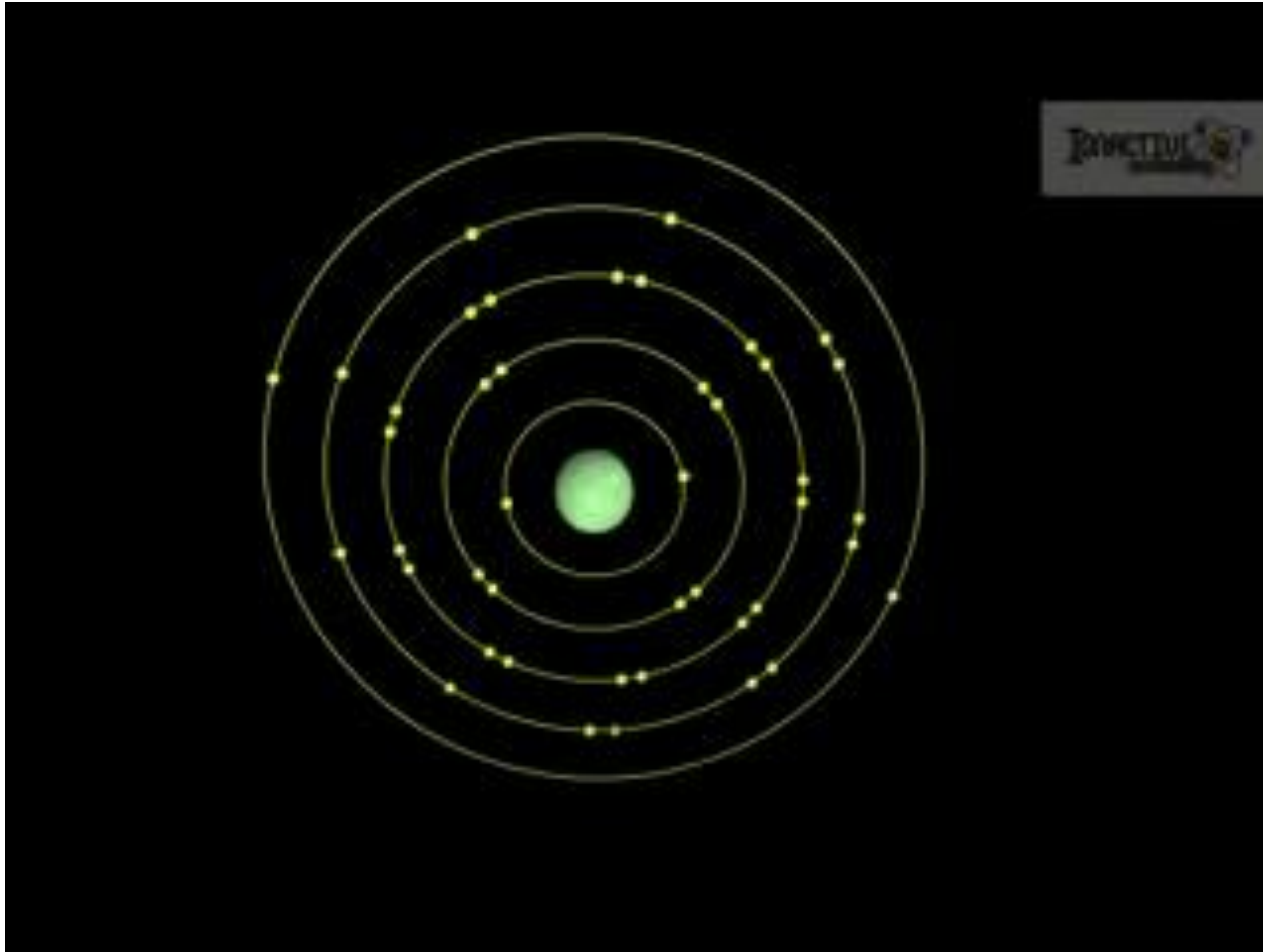


صمام الأشعة السينية

بنية أنبوب الأشعة السينية



آلية توليد الأشعة السينية



طبيعة الأشعة السينية وخصائصها

- شكل من أشكال الإشعاع الكهرطيسي. تقع طاقة فوتوناتها بين 10^2eV و 10^5eV ، وأطوالها الموجية بين 10^{-9}m و 10^{-12}m .
- لا تبدي الأشعة السينية ظاهرتي الانعراج والتداخل باستخدام شبكات انعراج عادية حيث التباعد بين الفتحات 10^{-6}m .
- تتخامد حزمة الأشعة السينية لدى عبورها الجسم بمفعولات مختلفة تبعاً للطاقة التي تحملها وفق العلاقة $I_x = I_0 e^{-\mu x}$
- طيف طاقة الأشعة السينية متعدد الألوان (متعدد الأطوال الموجية).

1- نذكر بانعراج الأشعة السينية في البلورات حيث تكون الأبعاد بين الذرات التي تؤدي دور الفتحات في شبكة الانعراج أصغر بكثير من أبعاد الفتحات في شبكات الانعراج العادية.

2- نذكر الطالب باختصار بعمليات التحويل من المتر إلى الميكرومتر وإلى النانومتر وإلى الأنغستروم وبالعكس ليتسنى للطالب إدراك مرتبة أبعاد الفتحات في كل من شبكة الانعراج والبلورة والطول الموجي لكل من الأشعة السينية والضوئية.

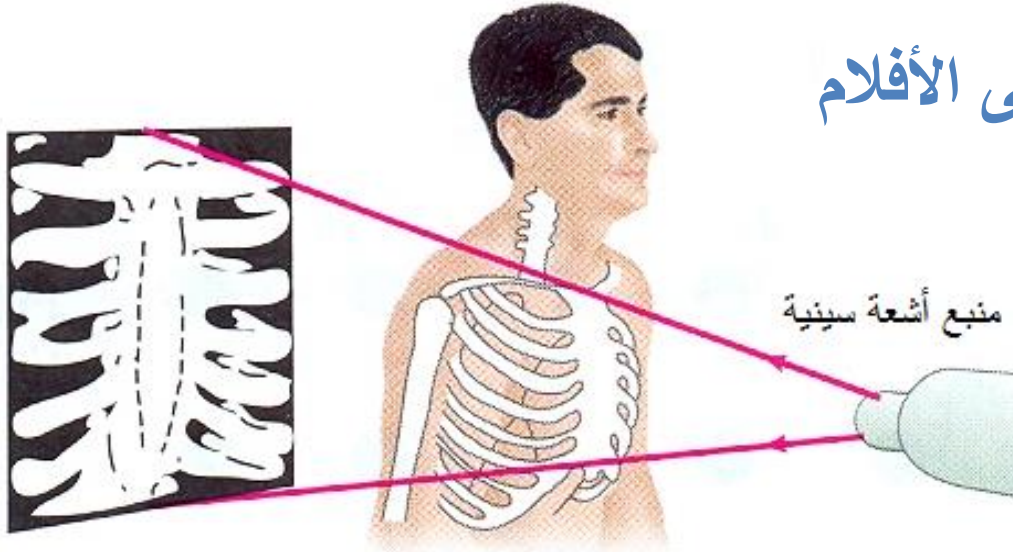
•

- 3- نذكر بمفعولات تخامد الأشعة السينية في الجسم
- بالمفعول الفوتوكهربائي في حالة الطاقات المنخفضة
 - وبمفعول كومتن في حالة الطاقات المتوسطة (التذكير باستخدام هذا المفعول في الكشف عن هشاشة العظام))
 - وبمفعول توليد الأزواج في حالة الطاقات المرتفعة.

طبيعة الأشعة السينية وخصائصها

- تتسبب في اسوداد مستحلبات فلم التصوير الضوئي.
- تؤدي إلى تأيين الغازات التي تعبرها.
- تنتشر وفق خطوط مستقيمة وفي سائر المناحي.
- تتخامد حزمة الأشعة السينية، طردياً مع مربع بعدها عن المنبع.

التقنيات الشعاعية وخصائص الصورة الشعاعية



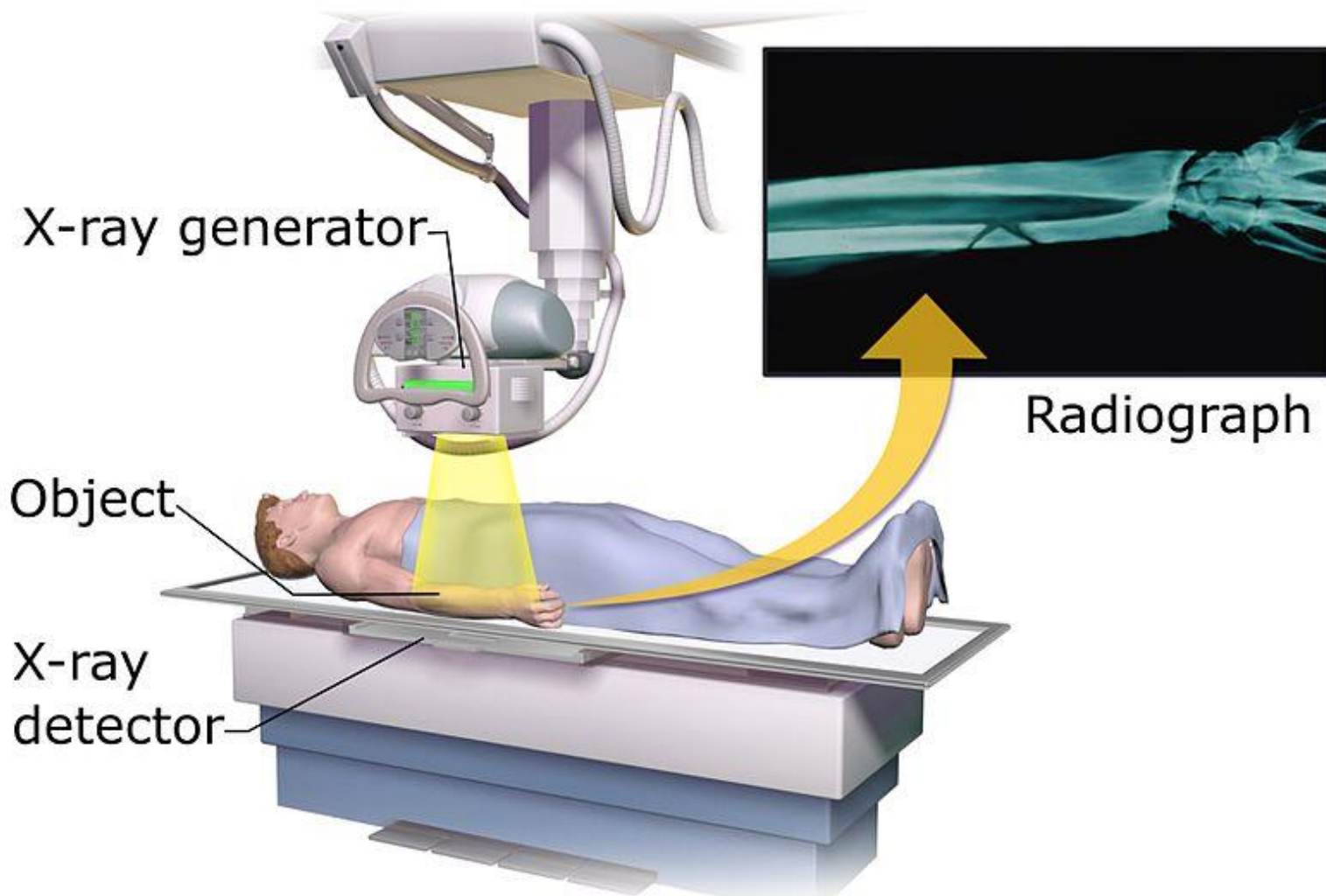
التصوير الشعاعي التقليدي على الأفلام

حيث يكون مسقط العظام على الفلم أبيض اللون نظراً لأن العظام توقف الأشعة السينية فلا تبلغ الفلم لتسوده، ويكون مسقط النسيج الرخوة على

درجة من الرمادية بين الأبيض والأسود تبعاً لشدة امتصاصها للأشعة السينية . بقدر ما تكون أكثر امتصاصاً للأشعة السينية (أو بقدر ما يكون تخامد الأشعة السينية فيها أعلى) يكون مسقطها على الفلم درجة من الرمادية أقرب إلى البياض. ما يزال التصوير الشعاعي التقانة الأكثر شيوعاً لجودة صورها وضعف جرعاتها مع إمكان الاحتفاظ بها.

آلية التصوير الشعاعي التقليدي بالأشعة السينية

Projectional radiography



التقنيات الشعاعية

• التنظير الشعاعي التقليدي والمتلفز

- يستخدم التنظير الشعاعي التقليدي شاشة متفلورة تحدث صورة مضيئة بتأثير الأشعة السينية، في حين أن التنظير الشعاعي المقترن بمضخم للسطوع يسمح بتخفيض الجرعة وبدراسة بنى الجسم ديناميكياً (حركة أعضاء الجسم)، وفي وضح النهار (المتلفز) .
- وقد ظهرت تقنيات تصوير أخرى تكمل تقنيات الأشعة السينية
- تجدر الإشارة بأنه سيتم تناول طريقة التصوير بالرنين المغنطيسي التي تضاهي صور الأشعة السينية بالمقدرة الفاصلة ويقال إن صورة التقنيتين تشريحية، أي يمكن فيهما التمييز بين النسج بوضوح .

التنظير الشعاعي لشخص أثناء تناوله الطعام والشراب



التصوير الرقمي المتلفز

التصوير الوعائي الرقمي



نموذج لصورة وعائية تم
الحصول عليها بالطرح الرقمي.

وهي تقانة حديثة، يعاد فيها التقاط الصورة المتشكلة على شاشة مضخم السطوع الثانوية عن طريق محوّل converter تمثيلي /analogic رقمي digital يقوم بتعيين رقم لكل نقطة منها.

تسمح الأجهزة الحالية بتمثيل ما يزيد على مئتي قيمة للسطوع (درجة رمادية) بين الإضاءة العظمى والظلام.

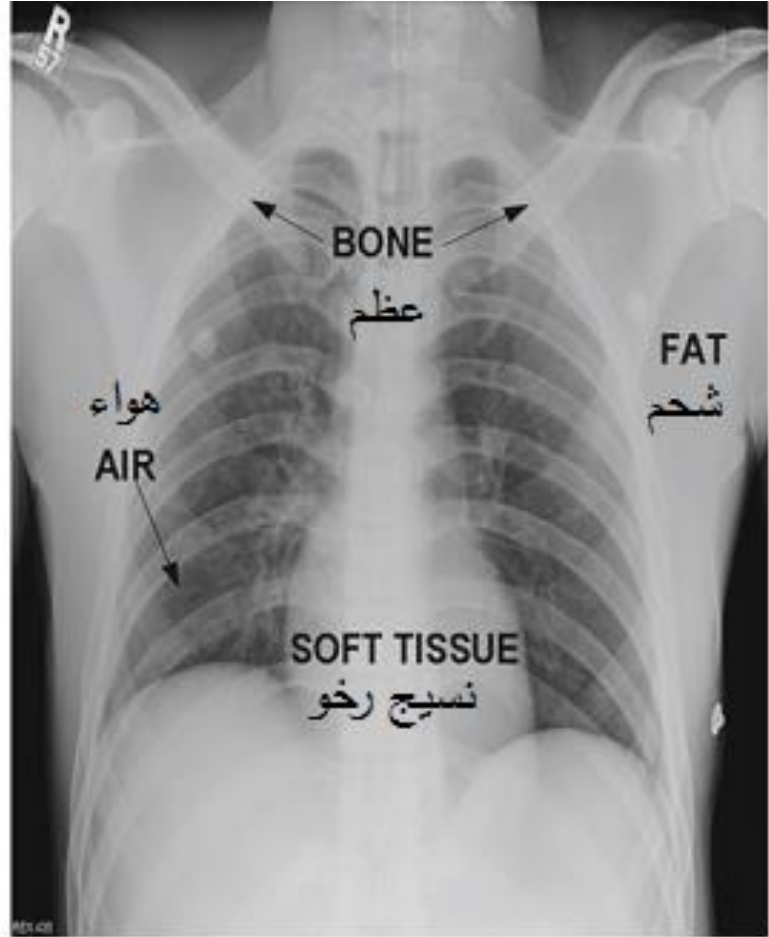
يبلغ عدد عناصر الصورة نحو 250,000 pixel (يمثل عدد عناصر مصفوفة الصورة)،

يذكر أن البكسيل pixel يعني عنصر صورة وهي اختصار للعبارة picture element.

الكثافات الشعاعية



معدن
عظم
عضلات
دم
الكبد
الرئة
شحم
هواء



صورة تظهر الكثافات الأساسية الأربعة.

1- استعراض الكثافات الشعاعية المختلفة في الجسم ومقابلاتها على سلم الرماديات إلى اليسار (في الشكل) والتلميح إلى أن الكثافة الهوائية يميل مسقطها إلى السواد بينما يميل مسقط الكثافة العظمية إلى البياض وتقع كثافات بقية النسيج بين الكثافتين الهوائية والعظمية.

عيوب تقانات التصوير التقليدية

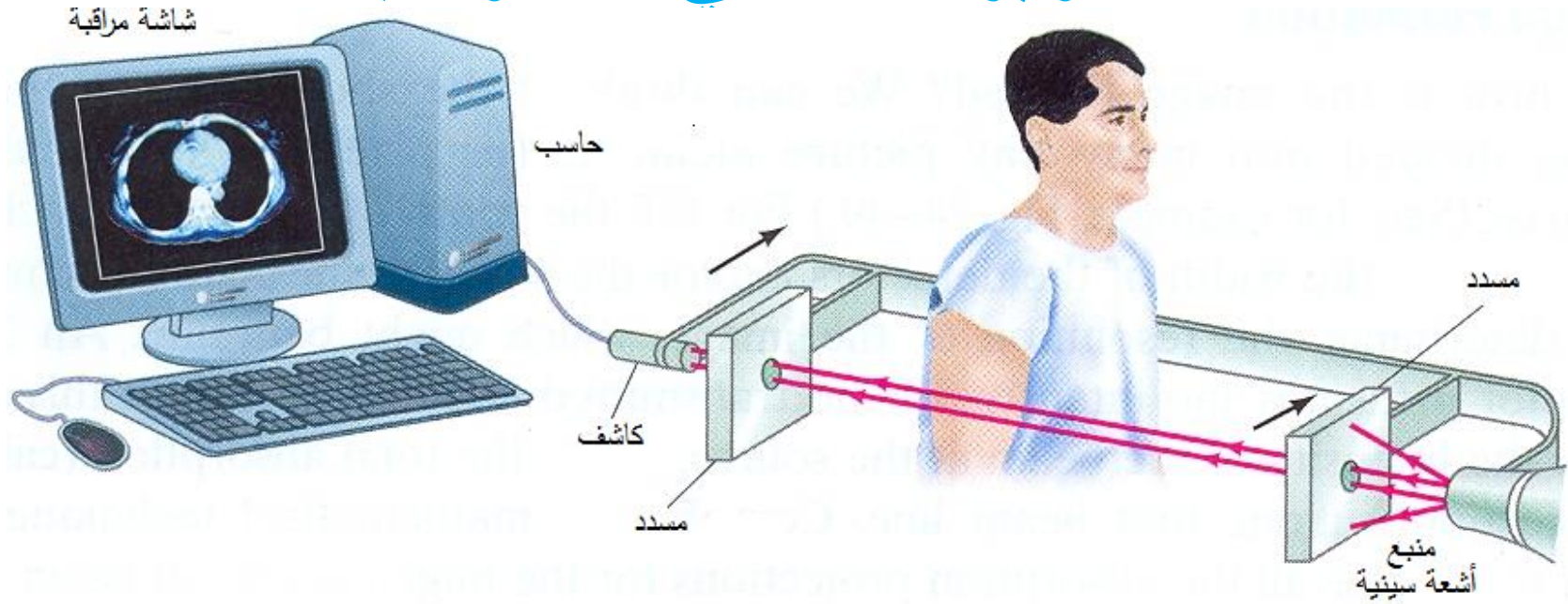
- 1- أن الصور الحاصلة تتضمن مساقط لمختلف النسيج التي تمر بها الأشعة السينية.
- 2- عدم تمييز أطر كل من برنشيم الكبد والطحال والكبد والبنكرياس أو الكليتين،
- 3- غياب التمييز بين المادة البيضاء والمادة السنجابية في الدماغ

- نشير إلى تطور علم الأشعة في آفاق مذهشة، فقد كان يستبدل بالأشعة السينية، تدريجياً، وسائل استكشاف أخرى
- كالأمواج فوق الصوتية
- أو التجاوب المغنطيسي النووي.

للتخلص من عيوب تقانات التصوير التقليدية

- 1- أمكن الحصول على صور لمقاطع في الجسم بتدوير جملة أنبوب الأشعة السينية و فلم التصوير الشعاعي في اتجاهين متعاكسين عند مستوي نقاط الجسم التي يكون فيها تركيز الأشعة السينية هو الأكبر، ولكن الصور الحاصلة كانت مشوشة.
- 2- مما دعا إلى الاستعانة بالحاسوب ومعالجة الصور بمرشحات حاسوبية مناسبة لتحسين الصور فظهر محله التصوير المقطعي المحوسب.

التصوير المقطعي المحوسب



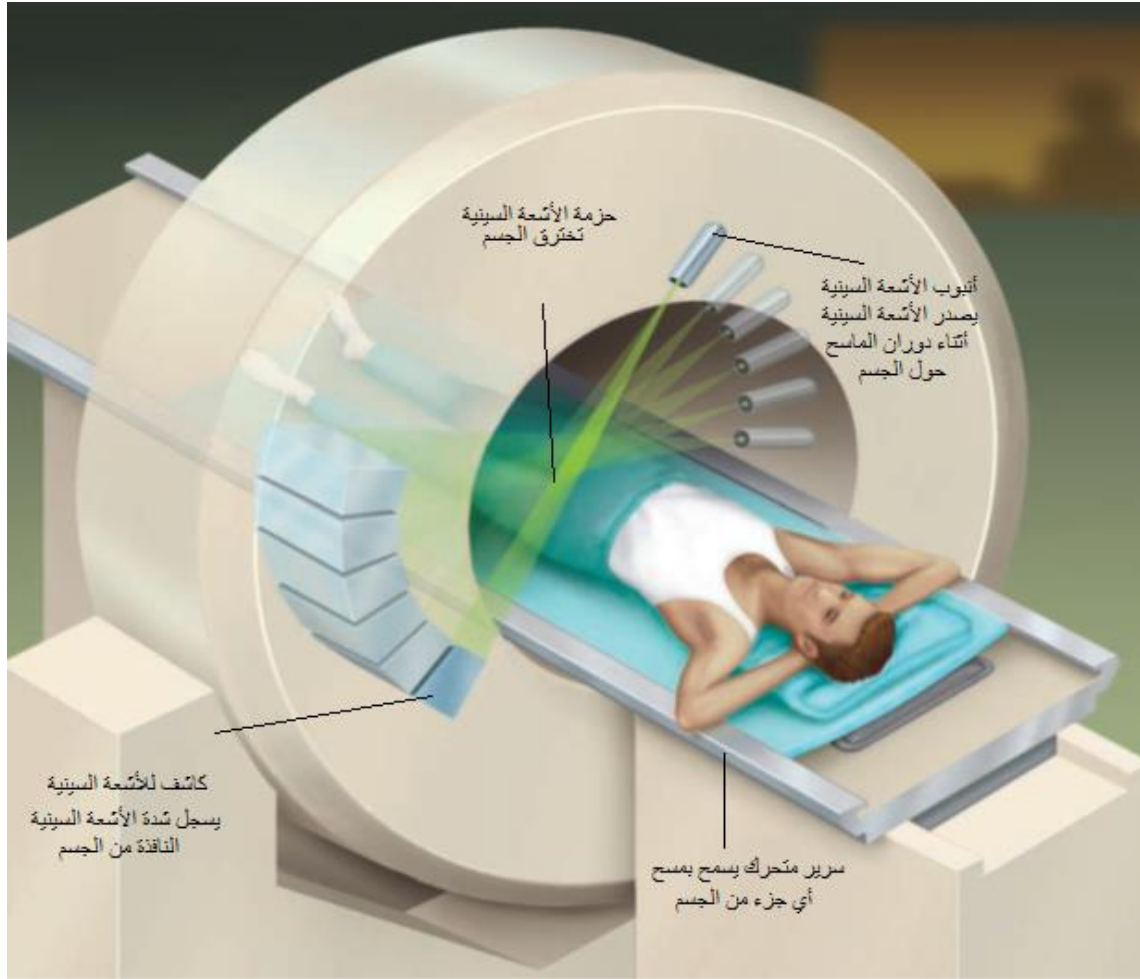
- 1- يزودنا التصوير المقطعي المحوسب بمقاطع عرضانية، البنى التشريحية فيها واضحة، وتبايناتها كافية لرؤية أطر الأعضاء .
- 2- كما ظهر تصوير الصدى الذي يظهر أطر كل من برنشيم الكبد والطحال والكبد والبنكرياس أو الكليتين،
- 3- كما ظهر تصوير التجاوب المغنطيسي النووي الذي يزودنا بصور ثلاثية الأبعاد أكثر غنى وأكثر تبايناً.

1- نستعرض بسرعة مكونات أجهزة التصوير المقطعي وهي:
حزمة ضيقة للأشعة السينية وكاشف في الجهة المقابلة لمسح المقطع المراد تصويره ومنظومة لمعالجة البيانات التي يسجلها الكاشف والحصول على صورة المقطع.

2- يمكن تطبيق التصوير المقطعي المحوسب أيضاً على التصوير بالأمواج فوق الصوتية وعلى إصدارات النظائر المشعة (في الطب النووي-في الفصل 13) وعلى التجاوب المغنطيسي النووي.

3- الإشارة إلى أن التصوير بالصدى يدرس في الفصل السابع عشر وتصوير التجاوب المغنطيسي النووي يدرس في الفصل الثاني والعشرين.

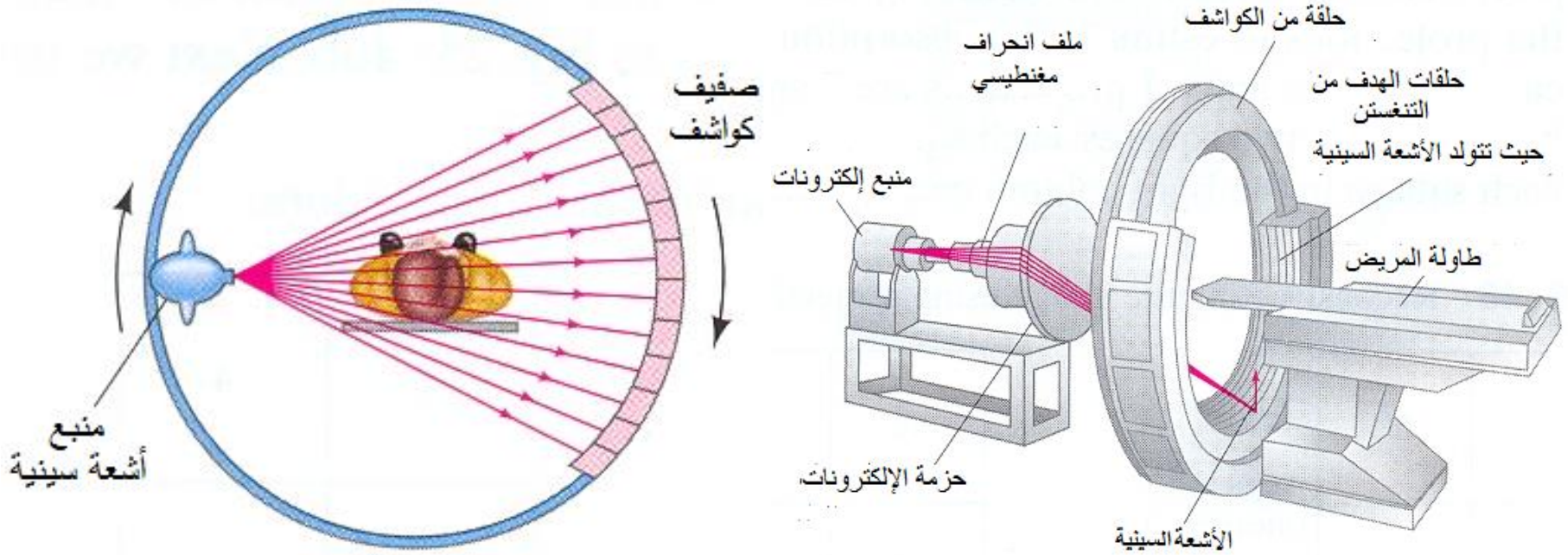
التصوير المقطعي المحوري



الماسح المستخدم في التصوير المقطعي المحوسب.

1- نشير إلى أن التصوير يتم بمسح المقطع المراد تصويره بإجراء حركة دورانية على حزمة الأشعة السينية والكاشف.

التصوير المقطعي المحوري



ماسح ذو حزمة مروحية. إذ تقاس الأشعة النافذة من كامل المقطع في الوقت نفسه عند كل زاوية. يدور كل من المنبع والكاشف لأخذ قياسات عند زوايا مختلفة.

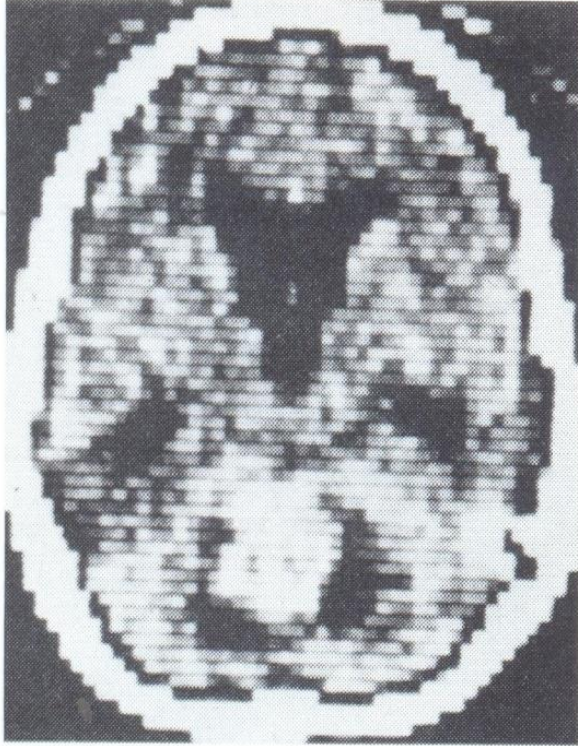
في نوع آخر للماسح، يتم توجيه حزمة من الإلكترونات من المنبع بحقول مغناطيسية نحو أهداف من التنغستن (مساعد) تحيط بالمريض.

1- الإشارة إلى استخدام حزمة مروحية من الأشعة السينية ومجموعة من الكواشف (الشكل إلى اليسار) يؤدي إلى تسريع مسح المقطع المراد تصويره ومن ثم سرعة الحصول على بيانات المقطع الذي تم مسحه وبالتالي سرعة الحصول على الصورة .

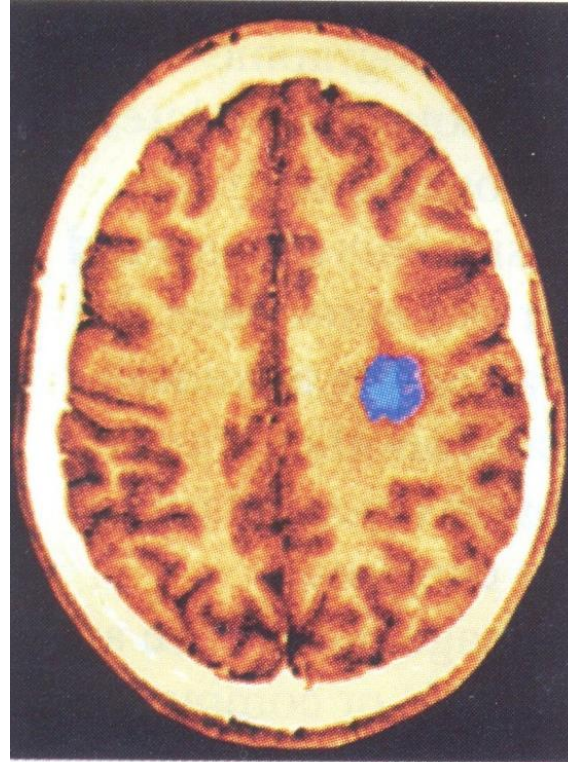
2- الإشارة في الشكل الأيمن إلى غياب الحركة الميكانيكية لكل من أنبوب الأشعة السينية والكواشف تماماً وإن اتجاه حزمة الإلكترونات التي تسقط على المصعد هو الذي يتم تغييره ومن ثم تغيير الموقع الذي تصدر منه حزمة الأشعة (على المصعد) ومن ثم سرعة كبيرة في الحصول على صور لمقاطع متتالية.

3- الإشارة إلى أنه سيتم استعراض تطور أجيال التصوير المقطعي نحو تزايد سرعة الحصول على الصورة.

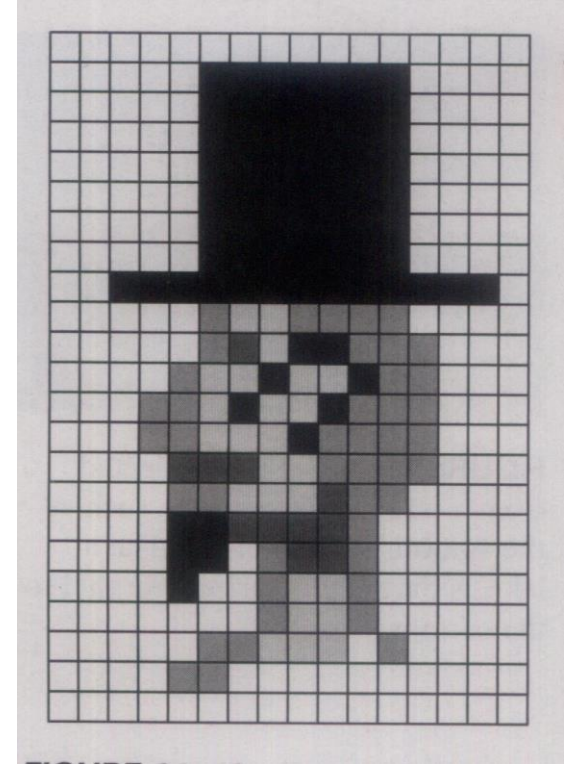
التصوير المقطعي المحوري



(a)



(b)



تشكل الصورة

مثال لصورة مؤلفة من عدد كبير من المربعات أو البكسلات الصغيرة والعديدة، ولو أن المقدرة الفاصلة لهذه الصورة هزيلة.

1- يتم تشكيل الصورة بتقسيم المقطع الذي تمسحه حزمة الأشعة السينية إلى عناصر حجمية (فوكسيالات) Volume Elements (VOXELS)، وتعيين مقدار التخامد في كل عنصر حجمي وتحويل كل عنصر حجمي إلى عنصر صورة PIXEL على شاشة تلفزيون أو حاسب بإعطائه درجة من الرمادية بين الأبيض والأسود تبعاً لمقدار التخامد في العنصر الحجمي. وبقدر ما يكون عدد عناصر الصورة أكبر تكون المقدرة الفاصلة للصورة أعلى وهي ظاهرة يعرفها الشباب من دون دراسة من خلال تعاملهم مع الموبايلات وأجهزة التصوير الرقمية.

2- نجد أن المقدرة الفاصلة للصورة إلى اليسار ضعيفة حيث تظهر فيها عناصر الصورة، بينما الصورة في الوسط تدل على مقدرة فاصلة عالية، وتظهر في الشكل الأيمن بشكل واضح الطبيعة التربيعية للصورة.

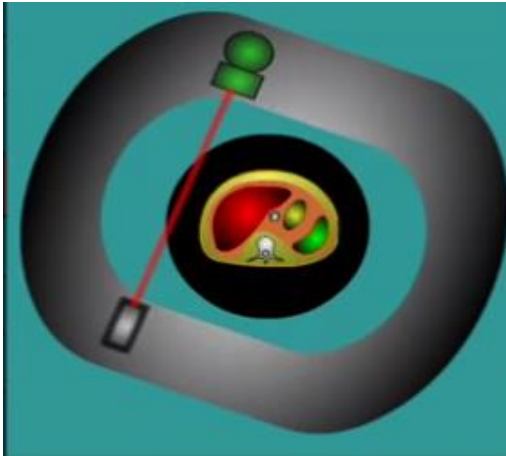
كيفية الحصول على التخماد في العنصر الحجمي

- يتم الحساب بالاستعانة بالإلكترونيات المكروية والخوارزميات الرياضية .
- الخوارزميات

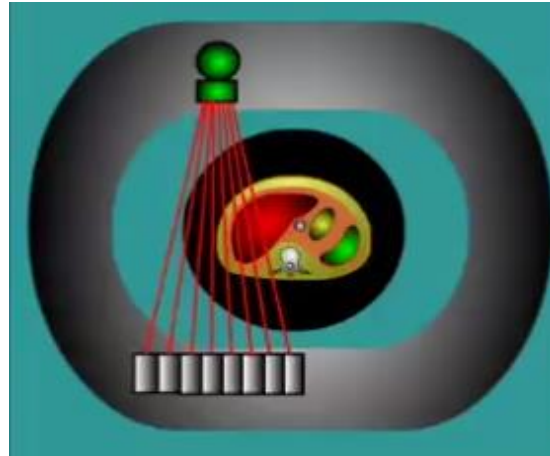
– خوارزمية الحساب المصفوفي. يستغرق تنفيذها وقتاً كبيراً لأنه لا يبدأ الحساب بها إلا بعد أخذ كل القياسات

– خوارزمية تابع التلاف Convolution Function وهي سريعة التنفيذ . إذ يبدأ الحساب بها فور حدث تقاطع بين وضعين مختلفين للأشعة السينية

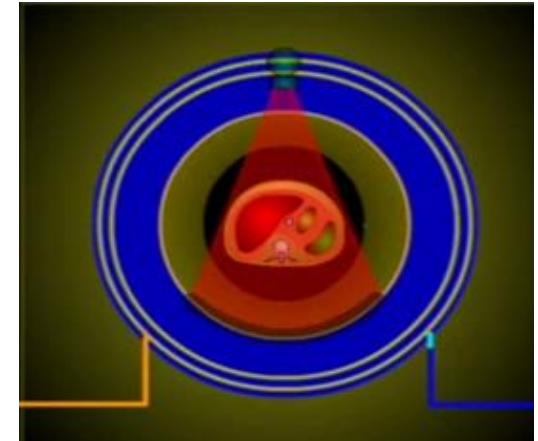
تطور مقاييس الكثافة المقطعية (الماسح)



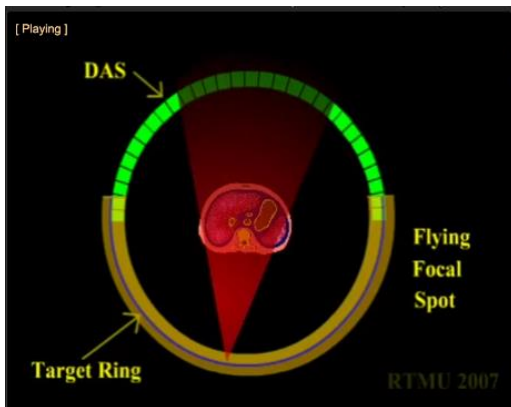
الحركة الانسحابية الدورانية في
ماسح الجيل الأول.



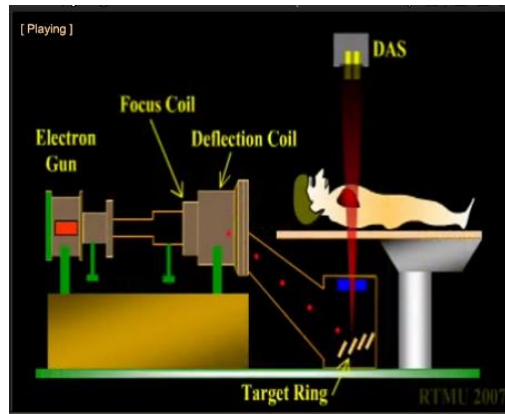
حركة دورانية وحركة انسحابية
جزئية - ماسح الجيل الثاني



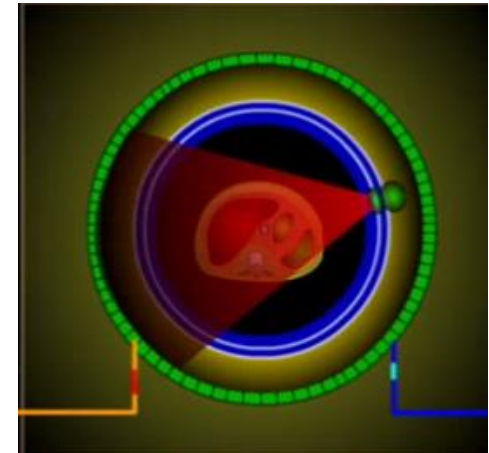
الجيل الثالث (حركة دورانية).



RTMU 2007



RTMU 2007



الجيل الرابع (حركة دورانية)

السنة التحضيرية للكليات الطبية - وزارة التعليم العالي - مبدأ الماسح السينمائي.

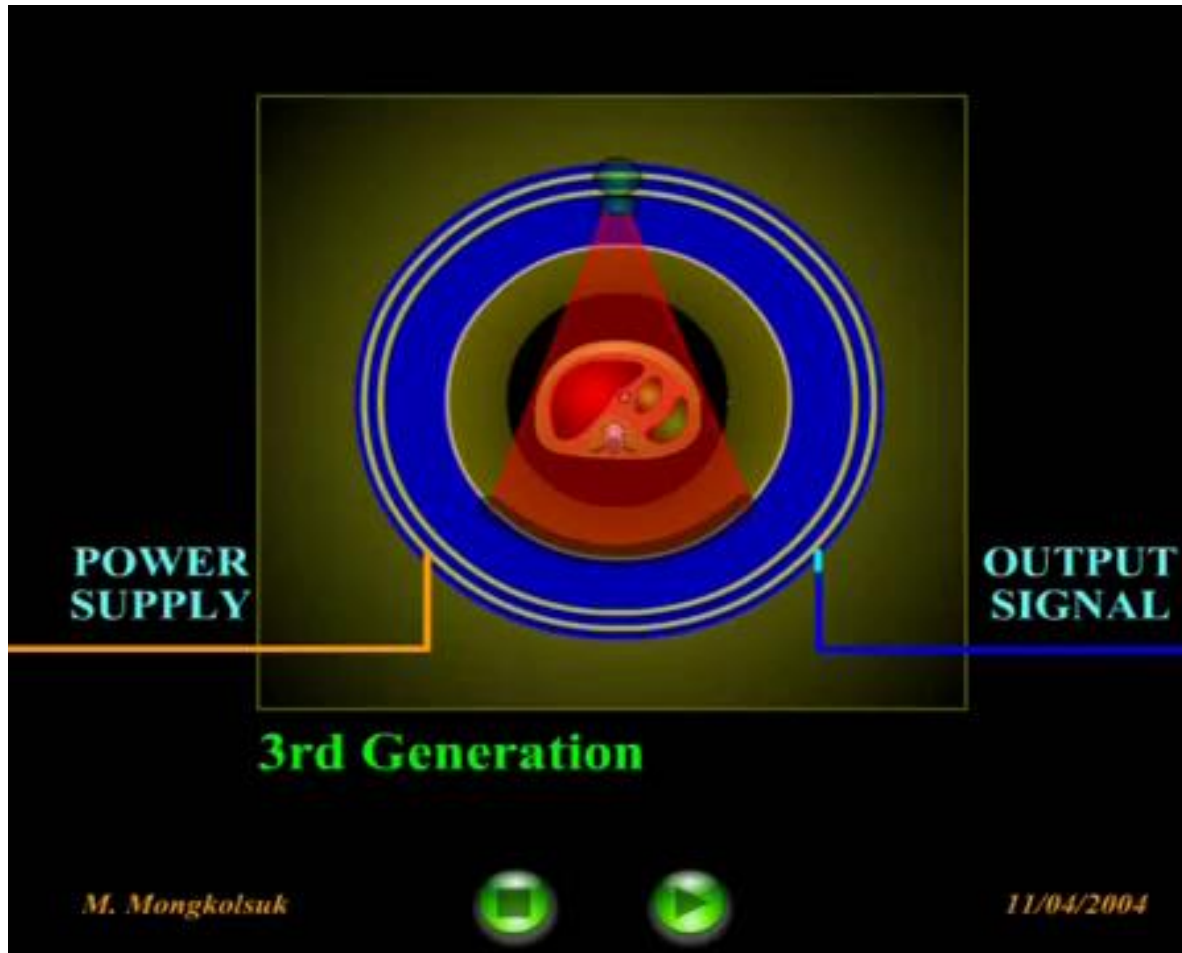
الجيل الأول يتألف من حزمة ضيقة من الأشعة السينية وكاشف واحد
ويقوم بحركة انسحابية كبيرة وحركة دورانية ويستغرق وقتاً طويلاً ،



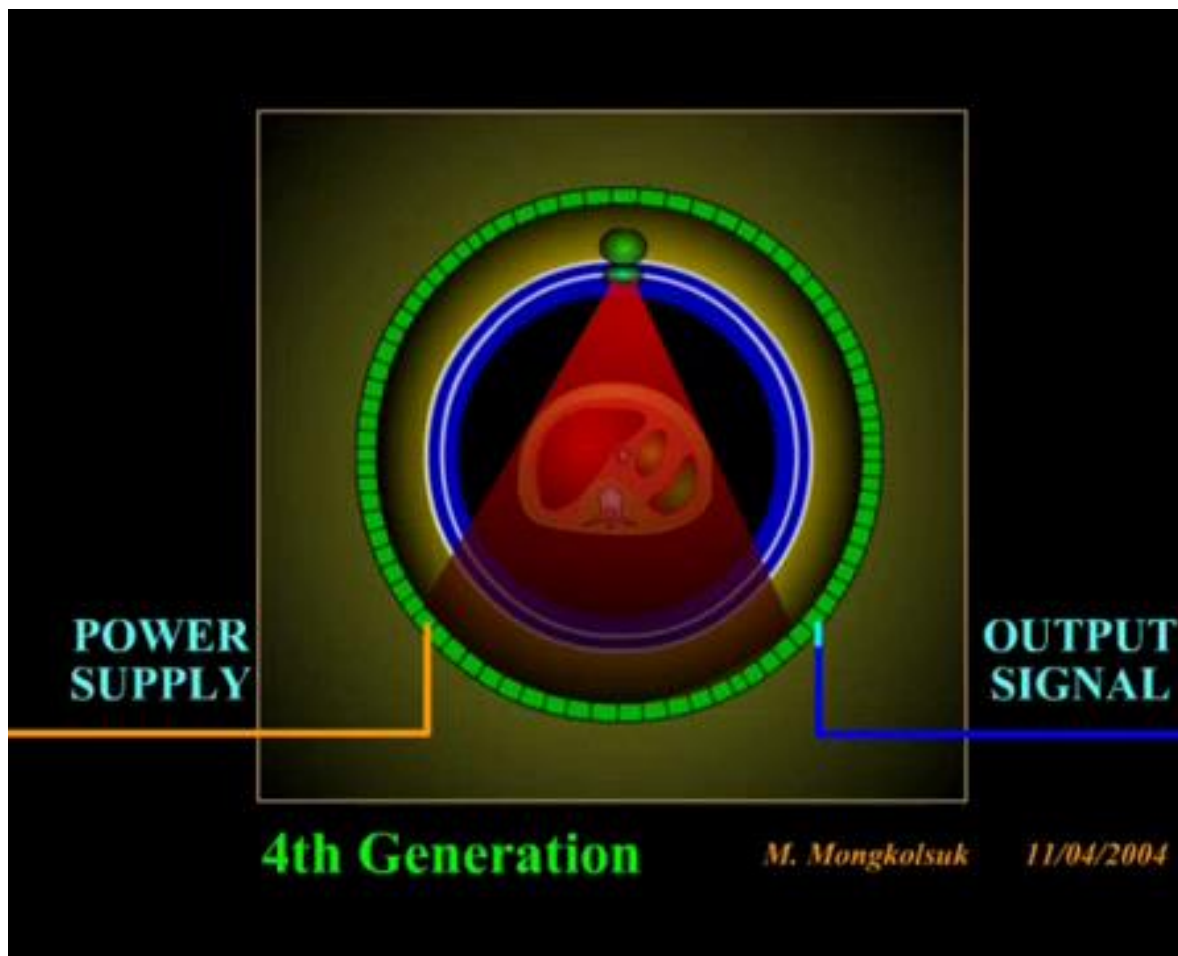
الجيل الثاني يتألف من حزمة مروحية ومجموعة من الكواشف يقوم بحركة انسحابية صغيرة وحركة دورانية ويستغرق وقتاً أقصر من الجيل الأول.



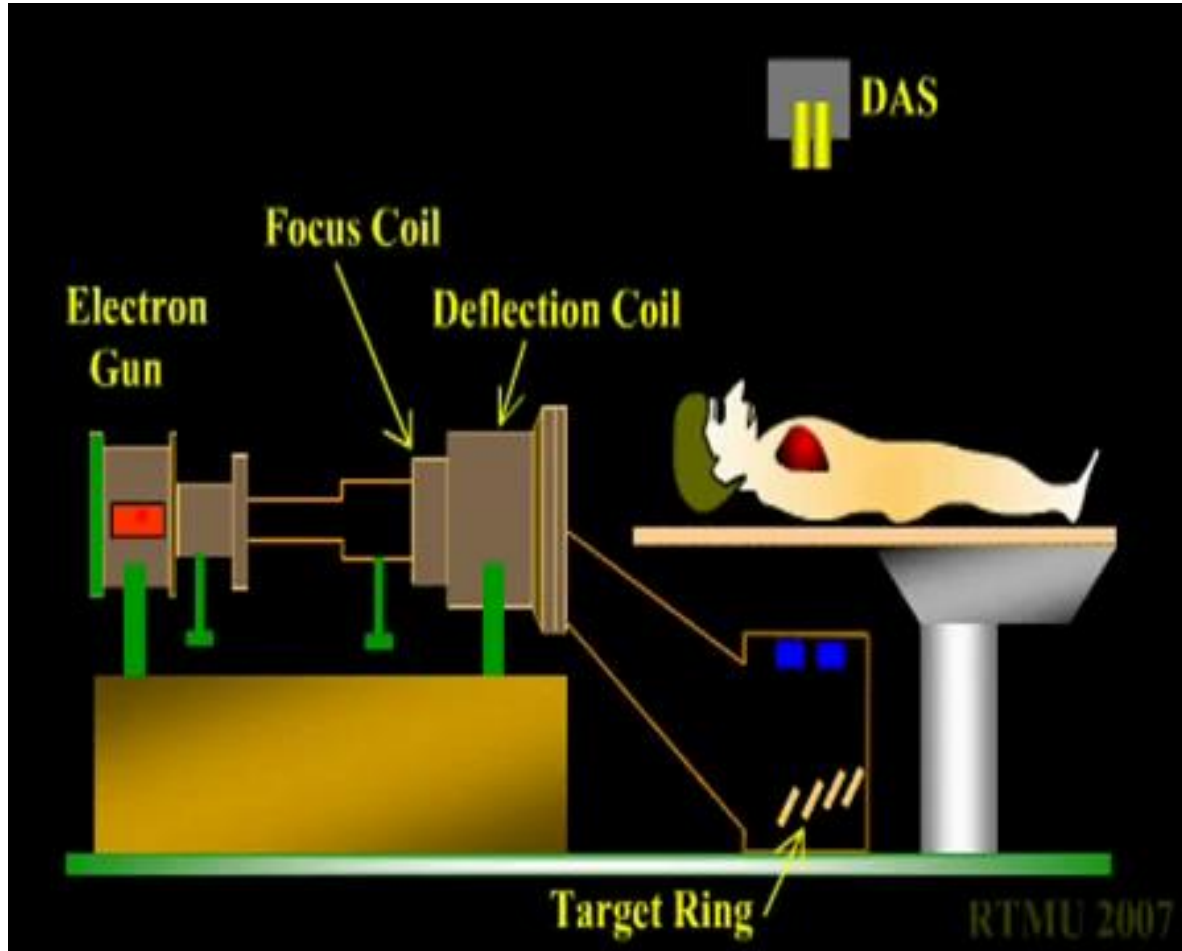
الجيل الثالث يتألف من حزمة مروحية ومجموعة كواشف ويختصر الحركة الانسحابية ويقوم بحركة دورانية فقط ويستغرق وقتاً أقصر من سابقه.



الجيل الرابع يتكون من حزمة مروحية وحلقة ثابتة من الكواشف ويستغرق في المسح مدة أقصر.



الماسح السينمائي الذي يلغي الحركة الميكانيكية لأنبوب الأشعة السينية والكواشف ، ويعتمد على تغيير اتجاه حزمة الإلكترونات، ثم تغيير موقعها على المصدر وبالتالي تغيير الموضع من المصدر الذي تصدر منه حزمة الأشعة السينية وبالتالي الحصول على مقاطع متعددة.



تقانة حزمة الأشعة السينية المخروطية

Cone Beam Computerized tomography

- تعطي تقانة حزمة الأشعة السينية المخروطية CBC البنية المصورة بأكملها في بضع ثوان فقط. تولد حزمة الأشعة السينية المخروطية صورة ثلاثية الأبعاد يمكن أن ترى من خلال 360 درجة. يمكن أن نرى عملياً خلال النسيج لاستكشاف مجموعة الأسنان والجيوب بدقة 0.1 من الملمتر. يسمح وضوح الصور بقياس ثخانة العظام وجهة العصب، الأمر الذي يسمح بالتخطيط للمعالجة بدقة أعلى بكثير من أي وقت مضى. حيث يمكن وضع الزرعات بدقة أعلى وتشخيص مشاكل المفصل الفكي الصدغي، كما يمكن الاستغناء عن الطبقات التقليدية.

تقانة حزمة الأشعة السينية المخروطية Dental Cone Beam CT

- احدثت CBCT ثورة حقيقية في عالم طب الأسنان وجراحة الوجه والفكين فأصبح أطباء الأسنان قادرين على قراءة المركب الوجهي السني بدقة متناهية والتخطيط المسبق لمعظم عملياتهم الجراحية واستخدام الموجات الجراحية surgical guide ومنها زراعة الأسنان والتقويم الجراحي، بالاستعانة بالتقنيات الرقمية الأخرى مثل التصوير الرقمي داخل الفم والربط مع أجهزة CAD/CAM كل ذلك ينقل طب الأسنان التقليدي اجمالاً إلى طب الأسنان الرقمي Digital Dentistry

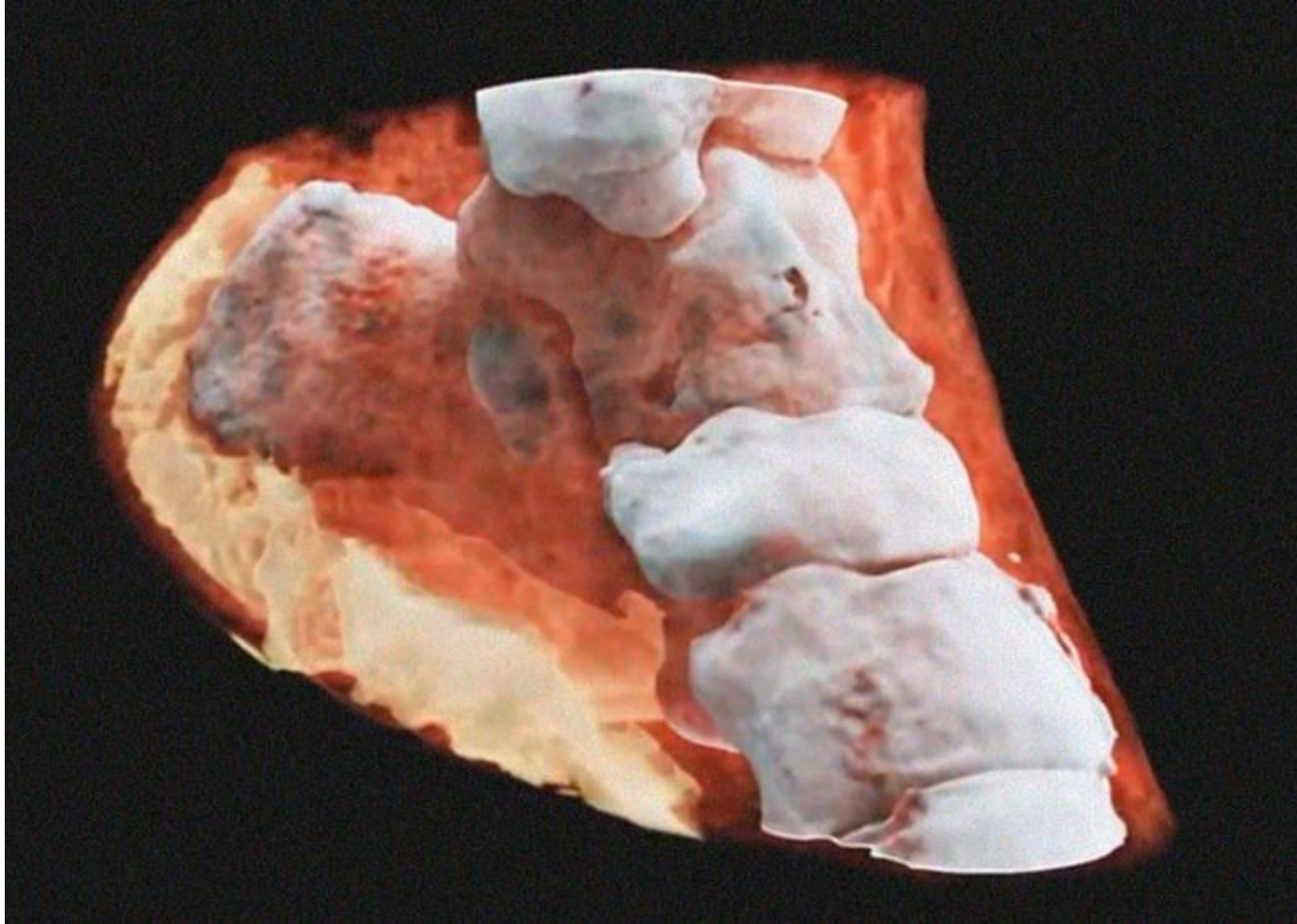
التصوير المقطعي بالحزمة المخروطية CBCT Cone Beam Computerized Tomography



التصوير الثلاثي الأبعاد بالألوان بالأشعة السينية

- يجري حالياً تحديث التصوير التقليدي بالأشعة السينية الذي تقتصر صورته على كونها ثنائية البعد بالأبيض والأسود يظهر فيها العظم وإشارات ضعيفة للنسج الأخرى.
- حيث يتم إنتاج صور ملونة بالأشعة السينية ثلاثية الأبعاد، يمكن أن نميز فيها نسيجاً كالعظم والدهن والماء والكالسيوم وحتى علامات الأمراض كالتعرف على السرطان.

صور ملونة ثلاثية الأبعاد بالأشعة السينية



صورة ملونة ثلاثية الأبعاد بالأشعة السينية



صورة ملونة ثلاثية الأبعاد بالأشعة السينية

