بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنلوجيا

كليـــة العلـــــــوم

قســـم الفيزياء

بحث تكميلي لنيل درجة البكالوريوس في علوم الفيزياء

بعنـــوان :

التصـــوير بالأشعـــة السينية

إعداد الطالبة :

داره مصطفى أحمد إبراهيم

إشراف الدكتورة :

أسماء محمد الحسين

2015 م

الآية

قال تعالى :

(الله نور السماوات والأرض مثل نوره كمشكاة فيها مصباح المصباح في زجاجة الزجاجة كأنها كوكب درى يوقد من شجرة مباركة زيتونة لا شرقية ولا غربية يكاد زيتها يضئ ولو لو تمسسه نار نور على نور يهدى الله لنوره من يشاء ويضرب الله الأمثل للناس والله بكل شيء عليم (35))

الإهداء

إلى من علمني النجاح والصبر إلى من افتقده في مواجهة الصعاب ولم تمهله الدنيا لأرتوي من حنانه ... أبي

إلى ملاكي في الحياة إلى معنى الحب وإلى معنى الحنان والتفاني وإلى بسمة الحياة وسر الوجود إلى من كان دعائها سر نجاحي وحنانها بلسم جراحي ... أمي

إلى رفيق دربي في نهاية مشواري أريد أن أشكرك على مواقفك النبيلة إلى من تطلعت لنجاحي بنظرات الأمل ... أخي

إلى توأم روحي ورفيقة دربي إلى من رافقتني منذ أن حملنا حقائب صغيرة ومعك سرت الدرب خطوة بخطوة وما تزال ترافقني حتى الآن ... أختي

إلى أخواتي الذين لم تلدهم أمي إلى رفقاء الدرب ... صديقاتي

إلى من نقف إجلالا واحتراما لهم إلى كل من علمني حرف أصبح سنا برقه يضيء الطريق أمامي ... أساتذتي

أهدي إليكم هذا البحث المتواضع ...

الشكر والعرفان

ومن حق النعمة ، وأقل جزاء للمعروف الشكر.فبعد شكر المولى عز وجل ، المتفضل بجليل النعم ، وعظيم الجزاء .

يجد بي أن أتقدم ببالغ الامتنان ، وجزيل العرفان إلى من وجهتني وعلمتني ، أخذت بيدي في سبيل إنجاز هذا البحث وأخص بذلك مشرفتي الأستاذة الدكتورة : أسماء محمد الحسينالتي قومت ، وتابعت ، وصوبت ، بحسن إرشادها لي في كل مراحل البحث ، فجزاها الله عني كل خير فلها مني كل التقدير والاحترام .

المستخلص

البحث يتحدث عن الأشعة السينية وتركيب جهاز الأشعة السينية.

وتأثير هذه الأشعة على جسم الإنسان وطرق الوقاية منها.

Abstract

Search is talking about the installation x-ray and radiation device and the impact of this radiation on the human body and methods of prevention

الفهرس

الموضوع	رقم الصفحة
الآية	أ
الإهداء	ب
الشكر والعرفان	ج
المستخلص	د
Abstract	هـ
فهرس الأشكال	ح
الفصل الأول	
مقدمة	1
مشكلة البحث	3
أهداف البحث	3
محتوى البحث	4
الفصل الثاني	
المقدمة	5
خصائص الأشعة السينية	5
توليد الأشعة السينية	6
فكرة عمل جهاز توليد الأشعة السينية	6
تركيب جهاز توليد الأشعة السينية	7
قياس الأشعة السينية والكشف عنها	7
طيف الأشعة السينية	8
الظاهرة الكهروضوئية	9
استطارة كومستون	9
إنتاج الأزواج	10
امتصاص الأشعة السينية	10
الفصل الثالث	
مقدمة	12
أنواع أجهزة التصوير الإشعاعي	12

مكونات جهاز الأشعة السينية	13
الدوائر الكهربائية في أنبوبة الأشعة السينية	19
المرشحات	22
محددات حزمة الأشعة السينية	25
أنواع توليد صور روتنجين	25
وحدة التحكم الآلية بزمن التعرض للجرعات الإشعاعية	25
تجهيزات رونتجين	27
تجهيزات رونتيجن لأخذ الصورة	28
المواصفات القياسية لأجهزة الأشعة السينية التشخيصية	28
معايرة الأداء لأجهزة أشعة التصوير العادية	31
برنامج ضبط الجودة	32
الفصل الرابع	
مقدمة	34
أثر الأشعة السينية على الخلايا الطبيعية	34
أثر الأشعة السينية على أنسجة جسم الإنسان	35
التأثيرات الكيميائية	37
مبادئ الحماية من الإشعاع	37
غرفة الأشعة السينية المثالية	40
الخلاصة	41
التوصيات	42
المراجع	43

فهرس الأشكال

اسم الشكل	رقم الصفحة
طاولة التصوير للمريض في حالة الاستلقاء	29
جدار بوكي لتصوير المريض في حالة الوقوف	30

(1-1) مقدمة

الأشعة السينية وتسمى أيضا أشعة اكس،واحدة من أكثر أنواع الطاقة فائدة. وقد أكتشفها العالم الفيزيائي الألماني رونتجين في عام 1895م. ولأنه لم يكن يعرف عنها في البداية، فقد أطلق رونتجين على هذه الأشعة أسم أشعة أكس، أي الأشعة السينية. والآن يعرف العلماء أن الأشعة السينية هي نوع من الإشعاع الكهرومغناطيسي الذي يتضمن الضوء المرئي وموجات الراديو وأشعة جاما. وتشترك الأشعة السينية والضوء المرئي في كثير من الخصائص. فمثلا تنتقل الأشعة السينية بسرعة الضوء299.792 كم/ث، كما أن كلا من الأشعة السينية والضوء المرئي يتحركان في خطوط مستقيمة على هيئة طاقة كهربائية وطاقة مغنطيسية مرتبطتين ببعض تسمان معا الموجات الكهرومغناطيسية، ومن جهة أخرى فان الأشعة السينية تعتم أفلام التصوير الضوئي مثلما يفعل الضوء. ومع ذلك فان الأشعة السينية والضوء يختلفان في الطول الموجي وهو المسافة بين ذروتين لموجة كهرومغناطيسية. فالطول الموجي للأشعة السينية أقصر كثيرا من الطول الموجي للضوء. ولهذا السبب يمكن للأشعة السينية أن تخترق مواد كثيرة لاينفذ منها الضوء.

وتسبب الأشعة السينية تغيرات حيوية وكيميائية وفيزيائية في المواد فإذا أمتص نبات أو حيوان هذه الأشعة فإنها من الجائز أن تتلف الأنسجة الحية. ولهذا السبب يمكن أن تكون خطيرة، فقد تسبب جرعة زائدة من الأشعة السينية إصابة الإنسان بالسرطان أو بحروق في الجلد أو حالات خطيرة أخرى. ويجب على أطباء الأسنان واختصاصي الأشعة الاهتمام الخاص بعدم تعرض المرضى أو تعريض أنفسهم لجرعات زائدة من الأشعة.

وتنتج الأشعة السينية طبيعيا في الشمس والنجوم وأجسام سماوية معينة أخرى وأغلب الأشعة السينية التي تنشأ عن مصادر في الفضاء يتم امتصاصها في الغلاف الجوي قبل أن تصل إلى سطح الأرض. وتنتج الأشعة السينية آليا بواسطة أنابيب الأشعة السينية التي تمثل جزءا رئيسيا من أجهزة الأشعة السينية .

تستخدم الأشعة السينية في الطب على نطاق واسع لعمل صور الأشعة السينية للعظام وأعضاء الجسم الداخلية وفي علاج السرطان فهيا تقتل الخلايا السرطانية أيسر من قتلها الخلايا العادية. وفي الصناعة تستخدم الأشعة السينية لفحص المنتجات المصنوعة من أنواع مختلفة من المواد ومنها الألمنيوم والصلب وغيرها من الفلزات وتكشف الصور الإشعاعية عن الشروخ والعيوب الأخرى في هذه المنتجات التي لاتظهر على السطح، وتستخدم أيضا في المطارات للبحث عن الأسلحة في الأمتعة وفي البحث العلمي استخدمت الأشعة السينية لتحليل ترتيب الذرات في أنواع كثيرة من المواد وخاصة البلورات وتنظيم الذرات في البلورات على مستويات تفصل بينها مسافات منتظمة.

ومن خصائص هذه الأشعة أن إشعاعها الكهرومغناطيسي ذو الطول الموجي القصير يحتوي على طاقة أكبر من الإشعاع الكهرومغناطيسي ذي الطول الموجي الطويل، والأشعة السينية أقصر الأطوال الموجية وأعلى الطاقات مقارنة بغيرها من أنواع الأشعة الكهرومغناطيسية ويتراوح الطول الموجي الأشعة السينية من حوالي أنجستروم إلى 100 أنجستروم، ولايمكن عكسها بسهولة بواسطة مرآة كما يحدث للضوء لأن طاقتها العالية تجعلها تخترق المرآة بدلا من انعكاسها ولا تنكسر أي لا تنحني الأشعة السينية كثيرا

عندما تنتقل من مادة إلى أخرى، ويعتمد امتصاص الأشعة السينية بدرجة أكبر من المواد ذات الكثافة الأقل وا ٍذا امتصت المادة أشعة سينية ذات طاقة كافية فإنها تتمكن من طرد الالكترونات من ذرات المادة. وعندما تكتسب الذرة المحايدة كهربائيا أو تفقد الكترونات فإنها تتحول إلى جسيم مشحون بشحنة كهربائية يسمى الأيون وتسمى هذه العملية التأين ويسبب التأين أنواع مختلفة من التغيرات الحيوية و الكيميائية والفيزيائية ، مما يجعل الأشعة السينية مفيدة وخطيرة في نفس الوقت .

(2-1)مشكلة البحث

استخدامات الأشعة السينية في التصوير وأضرارها على الجسم .

(3-1)أهداف البحث

تستخدم الأشعة السينية في الأغراض الطبية مثل تصوير أعضاء الجسم مثل حالات كسور العظام والتهاب المفاصل ، وجود أجسام غريبة داخل الجسم طلقات الرصاص وغيرها .

تقوم عظام الجسم بامتصاص الأشعة السينية أكثر من اللحم والعضلات كما تستخدم الأشعة السينية في أيان كثيرة لتدمير الخلايا السرطانية ولكن يجب أن يتم ذلك بحرص شديد ، إذ تسبب الجرعات الزائدة إتلاف الأنسجة الحية أو الإصابة بسرطان الدم .

لذا تعتبر الأشعة السينية خطيرا جدا ومن الضروري دائما توخي الحذر في ما يتعلق بالأشعة السينية كما يجب تجنب التعرض للأشعة السينية ما لم ينصح الطبيب المتخصص بذلك .

(4-1)محتوى البحث

يحتوي هذا البحث على أربعة أبواب يتناول الباب الأول مشكلة البحث وأهداف البحث ومحتوى البحث ،ويبحث الباب الثاني عن خصائص الأشعة السينية وكيفية توليدها وطرق الكشف عنها وطيف الأشعة السينية ، واهتم الباب الثالث بمكونات جهاز الأشعة السينية و أنواعها و وحدة التحكم الآلية بزمن التعرض والمواصفات القياسية لأجهزة الأشعة السينية التشخيصية ،ويتناول الباب الرابع أضرار الأشعة السينية على خلايا وأنسجة جسم الإنسان وطرق الوقاية منها .

(2-1) مقدمة

الأشعة السينية شكل من أشكال الطاقة تنتسب إلى الطيف الكهرومغناطيسي الذي يتضمن أمواج الراديو والطيف المرئيوا إشعاع قاما والأشعة الكونية، والخصائص العامة للطيف الكهرومغناطيسي انه عبارة عن تذبذب كهربي متعامد مع تذبذب مغناطيسي وهو يسير في خطوط مستقيمة في عام 1895 اكتشف رونتجين الأشعة السينية عندما كان يدرس الأشعة المهبطية واتضح أن سبب انبعاث الأشعة السينية يعود إلى أن الطاقة التي تفقدها الالكترونات عند اصطدامها بذرات المادة الموجودة عند القطب الموجب بتهيج ذرات هذه المادة فتنبعث منها أشعة ذا طاقة عالية وطول موجي قصير مما يمكنها من اختراق

مواد كثيرة ، ولها القدرة على اختراق المواد ذات الأعداد الذرية الصغيرة في حين يكون اختراقها للمواد ذات الأعداد الذرية الكبيرة محدود جدا.

(2-2) خصائص الأشعة السينية

1- الأشعة السينية تنساب بخط مستقيم وبسرعة مساوية لسرعة ضوء .

2- لا تتأثر بوجود حقل مغناطيسي أو حقل كهربائي وهذا ما يدل على أنها لا تحمل أي شحنة كهربائية .

3- يتغير طول موجة الأشعة السينية ، بحسب طبيعة معدن المهبط ،بين جزء من ألف من انغستروم5 A وبين ألف انغستروم 0.001A.

4- تؤثر على أفلام التصوير .

5-تسبب فلورة أو فسورة بعض الأجسام .

6-لها تأثير ضوكيميائي .

7-تستطيع جرح أو قتل الخلايا الحية و أحيانا إحداث تغيرات عضوية فيها .

إن تنوع هذه الخصائص أوجد العديد من التطبيقات المهمة . ويكفي أن نذكر على سبيل المثال الخدمات التي تقدمها الأشعة السينية في ميادين التصوير الطبي [1].

(2-3) توليد الأشعة السينية

عندما تصطدم الالكترونات التي تتحرك بسرعة عالية تقترب من سرعة الضوء بهدف معدني فانه ينشأ عن إيقاف الالكترونات المفاجئ بواسطة ذرات مادة الهدف نوع من الأشعة التي لها القدرة على اختراق المواد والتي أطلق عليها اسم الأشعة السينية أو الأشعة رونتجين نسبة إلى مكتشفها رونتجين .

وتتولد الأشعة السينية في أنبوبة تسمى أنبوبة كوليدج Couldge من الفتيلة التي تصنع من سلك من التنجستن ، تنبعث الالكترونات بفعل الحرارة ، وتطلق الالكترونات الكاثود في اتجاه الهدف تحت تأثير فرق جهد عالي يبلغ 5^10 فولت بين الكاثود والانود ، و على الرغم من الطاقة العالية للالكترونات إلا أنها لا تخترق الهدفـوا إنما تنفذ لعمق ضئيل جدا ويصبح سطح الهدف مصدر الأشعة السينية [2].

(2-4) فكر ة عمل جهاز توليد الأشعة السينية

تنتج الأشعة السينية عندما تتعرض الالكترونات ذات الطاقة العالية لفقد فجائي لطاقة وتقوم أجهزة إنتاج الأشعة السينية بزيادة سرعة الإلكترون إلى سرعات عالية جدا ثم

تجعلها ترتطم بقطعة من مادة صلبة تسمى الهدف حينئذ تبطئ الالكترونات فجأة بسبب اصطدامها بذرات في الهدف ويتحول جزء من طاقتها إلى أشعة سينية [2].

(2-5)تركيب جهاز توليد الأشعة السينية

1- أنبوب مفرغ من الهواء .

2- فتيل من عنصر فلزي تنبعث فيه الالكترونات عند تسخينه وتسمى هذه الظاهرة بالانبعاث الحراري .

3- فرق جهد عال لتسريع الالكترونات .

4- هدف من مادة النغستن [3].

(2-6) قياس الأشعة السينية والكشف عنها

يمكن الكشف عن الأشعة السنية أو قياس إشعاعها باستخدام إحدى خواص الأشعة التالية:

1- عند مرور الأشعة خلال غاز تسبب تأينه .

2- تأثر الألواح الفوتوغرافية عند تعرضها للأشعة السينية .

3- تسبب وميضا عند سقوطها على بعض الألواح الخاصة .

وتستخدم خاصية التأين عادة في الدراسات و الأبحاث الخاصة بعلم الفيزياء عند قياس أو تسجيل هذه الأشعة ، وكتطبيق على ذلك يستخدم عداد جيجر – موللر ، بينما تستخدم الخاصيتين 2 ،3 في مجال الأغراض الصناعية والطبية [2].

(2-7) طيف الأشعة السينية

وعند دراسة طيف الأشعة السينية ، تبين أنه يتكون من طيف متصل ، ومن خطوط منفصلة ذات أطوال موجبة محددة (طيف خطي) وتم تفسير هذه الأشعة وفق نموذج بور كما يلي :

(2-7-1) الطيف المتصل

تمتلك الإلكترونات طاقة حركية وحينما تصيب الهدف ، ونتيجة لتفاعلها مع ذرات مادة الهدف فأن سرعتها تقل ، وبالتالي تقل طاقتها الحركية ، ويظهر هذا النقص في الطاقة على شكل فوتون ،طاقته مساوية لمقدار الطاقة الحركية المفقودة ، ونتيجة لهذه التفاعلات المتتالية والتي تفقد فيها الإلكترونات كميات متفاوتة من الطاقة تنبعث فوتونات ذات أطوال مختلفة.

يعتمد الطيف المتصل على :

فرق الجهد داخل الأنبوب " ويسمى أقل طول موجي في حزمة الطيف موجة القطع" .

(2-7-2) الطيف الخطي

ينتج إذا اصطدم أحد الإلكترونات المسرعة بأحد الإلكترونات في مستويات الطاقة الداخلية لذرة الهدف ، فإذا كان الإلكترون المسرع يمتلك طاقة حركية كافية فيتمكن من تحرير الإلكترون في المستوى الداخلي ، ونتيجة لذلك ينتقل الإلكترون من مستويات

الطاقة الخارجية لذرة الهدف إلى المستوى الداخلي لملأ الفراغ . ويصاحب عملية الانتقال "انبعاث" فوتون ذي طاقة محددة تساو فرق الطاقة بين المستويين .

يعتمد الطيف الخطي على :

مادة الهدف [3].

(2-8) الظاهرة الكهروضوئية

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات أكبر قليلا من طاقة الربط الإلكترون في المدار k بالذرة . وفي هذه الحالة تكون احتمالية تفاعل الفوتونات مع الإلكترونات الداخلية للذرة كبيرا (80%) مع إلكترونات المدار k و (20%) مع الإلكترونات في المدارات الأخرى . الظاهرة الكهروضوئية لها مزايا ومساوي عند التشخيص بالأشعة السينية من هذه المزايا تكون صورة ذات نوعية جيدة جدا وذلك لأن الأشعة السينية تمتص باجمعها من قبل المادة (الأنسجة الحية للجسم) ولا يتشتت قسم منها .احتمال حصول هذه الظاهرة يعتمد بشكل كبير عللا العدد الذري للمادة لذلك فأن التباين في الصورة بين الأنسجة المختلفة يكون كبيرا ولكن مساوئ هذه الظاهرة هو الجرعة العالية التي يتعرض لها المريض لأن جميع الفوتونات تمتص [4].

(2-9) استطارة كومبتون

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات كبيرة نسبيا وتتفاعل الفوتونات مع الإلكترونات الخارجية للذرة والتي يكون ارتباطها ضعيف بالذرة وتعتبر كأنها إلكترونات حرة ، في هذه الحالة فإن الفوتونات لا تفقد من طاقتها إلا جزء قليل جدا وبذلك يمكنها

اختراق الجسم والوصول إلى الفلم مسببة ضباب على الفلم ، يمكن التخلص من جزء من الفوتونات المستطارة باستخدام المرشحات أو الشبكة .وا ٍن كانت طاقتها كبيرة وزاوية انحرافها قليلة فإنها تكون ظلال في الصورة لا يمكن تجنبها كذلك فإن الفوتونات المستطارة لها مخاطر إشعاعية على الكادر الطبي الموجود قي غرفة الفحص وخاصة في الأشعة السينية التشخيصية المتفلورة لأن طاقتها عالية عندما تتشتت بزوايا مختلفة من جسم المريض[4].

(2-10) إنتاج الأزواج

تحصل هذه الظاهرة عندما تكون طاقة الفوتونات كبيرة جدا حيث يمر الفوتون في مجال النواة ونتيجة للمجال الكهربائي للنواة فإن الفوتونات تختفي وتحول الطاقة إلى مادة بشكل زوج من الإلكترون البوزترون . و هذه الظاهرة غير مهمة في تفاعلات الأشعة السينية في التشخيص الطبي **[4].**

(2-11) امتصاص الأشعة السينية

يخضع امتصاص حزمة من الأشعة السينية عبر الوسط الذي تجتازه للعلاقة التالية:

$I=Ioe^{-mx}$

Ioهي الشدة الابتدائية للحزمة الإشعاعية وIهي الشدة النهائية للحزمة بعد اجتيازها ثخنا قدره x من المادة و m معامل الامتصاص. لا ينطبق هذا القانون على الأشعة السينية فحسب ،بل على الأشعة قاما وكذلك على الأشعة الضوئية ، إلا أن m بطبيعة الحال تعتمد على عوامل مختلفة .

من العمليات الرئيسية التي تحدث عند امتصاص الأشعة السينية و أشعة قاما عمليتان هما التأثير الكهروضوئي وتأثير كوميتون . في العملية الأولى يفنى الفوتون كليا ، أن يتخلى عن جزء من طاقة لتحرير إلكترون من الذرة أو من الجزئية ، إما القسم المتبقي من طاقة فيكسبه الإلكترون المتحرر بمثابة طاقة حركية وفي العملية الثانية تحدث استطارة في الفوتون نتيجة لاصطدامه بإلكترون بعيد طليقا من الناحية العقلية . ويستمر الفوتون بتقديمه ولكن بطاقة أقل . أما الإلكترون فيزيد مكتسبا طاقة حركية تساوي الفرق في الطاقة الفوتون قبل اصطدامه وبعده.

ويكون التأثير الكهروضوئي على أعظم درجاته عندما تكون الفوتونات ذات طاقة واطئة .يزداد هذا التأثير سريعا بازدياد العدد الذري للوسط المادي . ولكن تأثير كوميتون من الناحية الأخرى لا يتغير كثيرا يتغير طاقة الفوتون ، ويتناسب طرديا مع العدد الذري . وفي الأنسجة البايلوجية يكون تأثير كوميتون هو السائد ، إذا كانت طاقة الفوتونات 0.3mev أو أكثر. ولابد أن تشير هنا إلى أن أشعة الاستطارة الناتجة من تأثير كوميتون يحدث لها امتصاص سريع بفعل التأثير الكهروضوئي.

وهناك تأثير ثالث يصبح ذا شأن كبير عندما تكون طاقة الفوتونات أكبر من 1mev. هذا التأثير يدل على التوليد الزوجي هنا يفنى الفوتون بعد أن يتخلى عن جميع طاقته لتكوين زوج من الإلكترون سالب الإلكترون موجب . ويستخدم قسم من طاقته الفوتون لخلق الجسيمين،والقسم الأخر يكتسبه الجسيمان كطاقة حركية وفي الأنسجة الحية حي يكون العدد الذري قليلا لن يكون لهذا التأثير شأن يذكر[5].

(3-1)مقدمة

يتألف جهاز التصوير الإشعاعي بشكل رئيسي من أنبوب لتوليد الأشعة السينية ومتقبل الصورة ومن مولد التغذية الكهربائية بالجهد العالي بالإضافة إلى مجموعة التحكم والتشغيل ويضاف بعض الأدوات و الأجهزة المتممة التي تساعد في عملية التشخيص وفقا للحالة المدروسة حيث تختلف الأجهزة عن بعضها وفقا لطبيعة الاستخدام لكن جميعها تعتمد على المبادي الأساسية التي اكتشفها رونتجين.

تتبعث حزمة الأشعة السينية المنبعثة من البؤرة المحرفية في أنبوب الأشعة السينية ثم تمر عبر المحددات الحزمة الإشعاعية لتخترق جسم الإنسان وتصل في النهاية إلى الفيلم بعد أن تمر عبر الشبكة التي تمنع مرور الأشعة المتناثرة التي تؤدي إلى تشويه الصورة الإشعاعية وبعد تحميض الفلم نحصل على الصورة الإشعاعية .

(3-2)أنواع أجهزة التصوير الإشعاعية

1- أجهزة التصوير العادية :

يقصد بالتصوير العادي إجراء صورة فوتوغرافية باستخدام الأشعة السينية لمنطقة ما من الإنسان و طباعتها على فلم تصوير ضوئي لإظهار الحالة المرضية و هي التي غالبا ماتستخدم لتصوير أجزاء الجسم المختلفة كالأطراف ،أشعة الصدر العادية ،تصوير الجمجمة ،تصوير الكسور،وهذا تعطى صورة عادية على حسب حجم الجزء المراد تصويره [6].

2- أجهزة التنظير.

3- أجهزة الطبقي المحوسب.

4- أجهزة تصوير الثدي.

5- تصوير الأوردة و الشرايين و الأنسجة التداخلية.

(3-3)مكونات جهاز الأشعة السينية

تنتج الأشعة السينية عندما تسقط الإلكترونات المعجلة على مادة وتفقد طاقتها نتيجة لقذف الإلكترونات عند مرورها في مجال النواة أو تفاعلها مع الذرة بأجمعها.

ويتم ذلك باستخدام قطبين أحدهما الكاثود والأخر و الانود يحفظان داخل أنبوب زجاجي مفرغ من الهواء ، ويفرغ الأنبوب من الهواء للأسباب التالية :

1- لكي لا تصطدم الإلكترونات المنبعثة من الكاثود إلى الانود مع جزيئات الهواء وتفقد طاقتها مولدة انبعاثا ثانويا للإلكترونات من هذه الجزيئات وذلك يؤدي إلى تغير جدي في تيار الانود وفي طاقة الأشعة السينية المتولدة .

2- نتيجة للفولطية العالية بين الكاثود والانود فقد يتأين الهو اء فتحصل حالة التفريغ الكهربائي.

3-لا يمكن السيطرة على الإلكترونات الثانوية المنبعثة نتيجة للتأين .

إن أسلاك توصيل كل من الكاثود والانود تتكون من بعض السبائك التي يكون معامل تمددها الطولي مقارب تقريبا لمعامل التمدد الطولي للزجاج لكي يكون التمدد في كل من الزجاج والأسلاك متساوي وبذلك لا ينكسر الأنبوب الزجاجي في درجات حرارة العالية عند منطقة دخول الأسلاك . وأهم أجزاء أنبوبة الأشعة السينية [4].

(1-3-3)الكاثود:

يتكون من فتيل من التنكستن يربط إلى فولطية واطئة (10فولط) لتسخين الكاثود وانبعاث الإلكترونات منه حسب ظاهرة الانبعاث الأيوني الحراري (تأثير أديسون) . يسخن الفتيل إلى حوالي 2200 درجة سيليزية لكي يبعث الإلكترونات والتي تتجمع قرب الكاثود بشكل غيمة مكونة ما يسم بشحنة الفراغ وهذه الغيمة من الإلكترونات تمنع بقية الإلكترونات من الانبعاث من فتيل حتى تصبح لها طاقة تستطيع التغلب على طاقة شحنة الفراغ .

الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تتنافر فيما بينها حسب قانون كولوم لذلك فإن حزمة الإلكترونات تسقط على مساحة واسعة ويمكن منع هذه الظاهرة وجعل الحزمة ضيقة باستخدام وعاء التجمع (focusing cup) الذي يحيط بالفتيل ويربط إلى فولطية سالبة لكي تؤثر على الإلكترونات المنبعثة من الفتيل بقوة تنافر وتجمع الحزمة في مساحة صغيرة ، وعادة ما يصنع الوعاء من النيكل .

بعض أجهزة الأشعة السينية الحديثة تحتوي فتيل أو أكثرة . ولكل فتيل نقطة تجمع الإلكترونات على الانود . قد يتبخر قسم من مادة الفتيل أثناء الاستخدام مما يؤدي إلى قليل عمر الاشتغال الفتيل لذلك توجد في أنبوبة الأشعة السينية دوائر كهربائية تسطر على تسخن الفتيل لزمن قصير هو زمن التعرض فقط .

إن تبخر التنكستن من الكاثود والانود سوف يترسب على سطح الزجاج الداخلي وله تأثيرين الأول يكون بشكل مرشح يمتص قسم من الأشعة السينية .والثاني إن ترسب

المعدن يجعل ذلك الجزء موصلا للكهربائية فتوليد شرارة بين ذلك الجزء والانود عند الفولطيات العالية للانود والتي قد تؤدي إلى ثقب زجاجة الأنبوب . لذلك تستخدم في وقت الحاضر أنابيب الأشعة السينية .

(2-3-3)الانود :

هو ذلك الجزء من الأشعة السينية الذي يربط إلى فولطية موجبة عالية يجذب الإلكترونات المنبعثة من الفتيل بقوة كبيرة . إن المساحة الانود التي تقصف بالإلكترونات تسمى مساحة البؤرة (Focal sport) وكلما كانت مساحة البؤرة كبيرة فأن الحرارة الناتجة عن تصادم إلكترونات الكاثود بالانود سوف تتوزع على مساحة أكبر وتقلل من احتمال ذوبان الانود لكن الصورة الإشعاعية تكون غير واضحة في حالة المساحة الكبيرة ، ولحل هذا التناقض فقد تم تطبيق ما يسمى بأساس تجمع الحزمة line focus principle ، أساس هذا التطبيق يعتمد على ميل الانود فكلما كانت زاوية ميل الانود بالنسبة لحزمة الإلكترونات الساقطة قليلا فإن مساحة البؤرة للأشعة السينية النافذة تكون قليلة بينما ساحة الانود التي تقصف بالإلكترونات تكون كبيرة فتوزع الحرارة على مساحة أكبر . وقد وجدة إن قطر نقطة البؤرة هو 0.3 ملم عندما تكون زاوية ميل الانود 6 درجات .وينقسم الانود إلى نوعين :

أ- الانود الثابت :

ويتكون الانود من هدف من التنكستن بشكل قطعة سمكها يتراوح بين 3-2 ملم وتم اختيار التنكستن كهدف للأسباب التالية :

1- عدد الذري العالي الذي يزيد من كفاية إنتاج الأشعة السينية .

2- درجة انصهاره عالية حيث إن درجة انصهار التنكستن تصل 3370 درجة سيليزية ولكن يفضل أن تبقى الحرارة أقل من 3000 درجة سيليزية . لذلك يمكن أن يقاوم درجات الحرارة العالية الناتجة عند قصف الإلكترونات لأن معظم طاقة الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تتحول إلى حرارة و1% من الطاقة يتحول إلى أشعة سينية .

3- إن مادة التنكستن ماصة جيدة للحرارة ومشعة جيدة للحرارة ولغرض توزيع الحرارة بكفاية أكبر يثبت التنكستن داخل كتلة بيرة من النحاس وعادة ما تكون مساحة التنكستن أكبر من مساحة التي تسقط عليها الإلكترونات لأن الإلكترونات الساقطة سوف ترفع درجة الحرارة خلال تعرض واحد إلى أكثر من 1000 درجة سيليزية وهذه الدرجة لا يتحملها النحاس عندما تسقط الإلكترونات عليه لذلك يجب إن يكون سقوط الحزمة محددا بمساحة التنكستن . إن مشاكل الانود الثابت كبيرة بسبب الحرارة العالية وخاصة في حالة التعرض العالية في صور الأشعة السينية التلفازية والذي يتطلب 30 إلى 60 تعرضا إشعاعيا في الثانية وتحصل نفس الحالة في التصوير المقطعي المحوسب وبذلك فإن الانود الثابت لا يصمد للحرارة العالية . وقد استطاع أحد مهندسي شركة فيلبس عام 1930 من اختراع الانود المتحرك (الدوار) .

ب -الانود الدوار :

يتكون الانود الدوار من سبيكة التنكستن بشكل قرص كبير يدور بسرعة زاوية مقدارها 3600 دورة / دقيقة وتكون حافات القرص مائلة بزاوية 20 درجة . والغرض من الانود

الدوار هو توزيع الحرارة على مساحة واسعة من الانود .وا ٍن معدل القطر الذي يقصف بالإلكترونات يعادل ملم 40في معظم أنواع الانود الدوار المستخدمة وا ٍن حزمة الإلكترونات المتولدة ذات ارتفاع 7 ملم وعرض 2 ملم لذلك فإن مساحة الانود المقصوفة بالإلكترونات تكون بشكل رباعي مساحته 14 ملم ^2 . إن المحيط الكلي المقصوف بالإلكترونات يساوي (2نق) =3.14*40*2 =25ملم ^ 2 .

أو مساحة كلية مقدارها 175

7ملم ^2 مربع . لذلك فأن كبر المساحة المعرضة لقصف الإلكترونات سوف يوزع الحرارة بنسبة أكبر . لكن هذا التوزيع يولد مشاكل كبيرة للانود الدوار لأن هذه الحرارة تنتقل إلى مكونات الانود وخاصة الأجزاء الدوارة وعند منطقة ارتكاز الانود والتي تؤدي إلى تمددها وانحنائها ، لذلك فإن ساق الانود والتي تربط الانود إلى محرك وبقية الأجزاء تصنع من مادة المولبدينوم والتي لها درجة انصهار 2600 درجة سيليزية ولكنها موصلة رديئة للحرارة لذلك فإن المولبدينيوم يكون بشكل حاجز حراري بين الانود الدوار ونقطة استناده بالأجزاء الأخرى . يفضل أن تكون طول الساق قليلة لتقليل عزم القصور الذاتي للفرص ويجعله يتحرك بسرعة أكبر، بعض أقراص الانود الدوار يحتوي سطحها بعض الشقوق أو الحفر فعندما يتمدد قرص الانود نتيجة لارتفاع درجة الحرارة فإن مادته تحتل هذه الشقوق والحفر ولا ينحني القرص وعادة ما يطلى السطح الخلفي للقرص بالكاربون لكي يساعد على فقدان الحرارة بسرعة . نظرا لبعض المشاكل في تصنيع غلاف الأشعة السينية من الزجاج فقد تم الاستعاضة عنه حديثا بغلاف معدني وعوازل سيراميكية

لأسلاك الانود والكاثود وساق الانود الدوار . ويدور الانود حول مضاجع تسهل حركة الانود الدوار ويتصف هذا النوع من أجهزة الأشعة السينية بما يلي :

1- عمره التشغيلي الطويل :

حيث إن أنابيب الأشعة السينية المصنعة من زجاج وفتيل الانود من التنكستن فإن ذوبان التنكستن يؤدي إلى ترسبه على جدران الزجاج فيحصل تفريغ كهربائي بين الجزيئات التنكستن المترسبة والكاثود في حالة التيارات العالية والتي تؤدي إلى ثقب الغلاف الزجاجي . أما الغلاف المعدني فإنه يؤرض بحيث إن ترسيب التنكستن لا يؤثر على عمله .

2- له قدرة عالية على التحمل :

الكتلة الكبيرة لقرص الانود تجعله يتحمل درجات حرارة عالية لذلك يمكن أن يتحمل تيار عالي . والتيار العالي يقلل من زمن التعرض وكذلك يمكن استخدامه لفترة أطول نظرا لكفاءة عملية البريد لأن حرارة تدخل الغلاف المعدني ثم إلى زيت التبريد بكفاءة عالية .

3- تمركز الأشعة السينية :

يمكن تقليل هذه الظاهرة بوضع مسدد صغير قريب جدا من الانود . أو إن الغلاف المعدني المؤر ض يعمل على تقليل تشتت الأشعة السينية عن الهدف لأن الإلكترونات المتشتتة عند قصفها الغلاف المعدني ذات العدد الذري القليل تؤدي إلى توليد أشعة سينية ذات كفاية قليلة والتي لا تؤثر على الأشعة السينية ذات الكفاية العالية المنبعثة من الانود .

(4-3)الدوائر الكهربائية في أنبوبة الأشعة السينية

تستخدم الطاقة الكهربائية المجهزة لأنبوبة الأشعة السينية لعدة الأول منعا لبعث الالكترونات من الكاثود والثاني لتعجيل الإلكترونات من الكاثود نحو الانود والثالث لغرض تنظيم زمن التعرض .

وتوضح هذه المعلومات (البارامترات)الثلاث على لوحة سيطرة الأنبوب التي تمكن المصور الإشعاعي من الاختيار المناسب للفولطية (KVp)والتيار (mA) وزمن التعرض (s) .

أما الأجهزة التي تنظم هذه المعلومات فهي مجموعة الأجهزة الكهربائية مثل المحولات والتي تحتوي محولة خافضة للفولطية وأخرى رافعة للفولطية ومجموعة من المقومات (rectifiers) [4].

أ- المحول الذاتي :

يتكون المحول الذاتي من ملف ابتدائي له عدة ملفات ، قلبه من صفائح حديدية معزولة ومكبوسة لتقليل التيارات الدوامة . نتيجة للحث الذاتي في الملف الابتدائي T2 نحصل على فولطية تعتمد على عدد اللفات بين النقطتين وعلى لفات الملف الابتدائي .

ب- دائرة الفتيل :

تقوم هذه الدوائر بتنظيم التيار المار خلال الفتيل أنبوبة الأشعة السينية . تحتوي الدائرة على محمولة خافضة للفولطية رافعة للتيار حيث تخفض الفولطية إلى 10 فولط في الملف الثانوي المربوط إلى الفتيل وترفع التيار المار بين (3-5) مب وهذا التيار يكفي

لتسخين الكاثود T3 وببعث الإلكترونات نتيجة للانبعاث الأيوني الحراري .يربط الملف الابتدائي لهذه المحولة إلى عدد معين من ملفات المحول الذاتي . إن كمية الإلكترونات المنبعثة من الكاثود تمثل تيار الأنبوبة ويجب التحكم بدقة بتيار الفتيل لأن أي تغيير في هذا التيار بشكل كبير في درجة الحرارة بالتالي في تيار الأنبوبة ولغرض هذا التحكم تستخدم مقاومة متغيرة تربط مع الملف الابتدائي أو مثبت الفولطية (Voltage Stabilizer) .

ج- الجهد العالي بين الكاثود والانود :

يزود الجهد العالي باستخدام محولة رافعة للفولطية حيث إن ملفه الثانوي يحتوي على عدد كبير من الملفات مقارنة بالملف الابتدائي الذي يحتوي على عدد قليل من الملفات ويؤخذ من الملف الرئيسي للمحول عدة نقاط من الملف الرئيسي للحصول على فولطية عالية تتراوح بين (40 إلى 150KVp) .

إن قياس الفولطية العالية(KV) بواسطة الفولتميتر يحتاج إلى عزل جيد عند ربطه بين طرفي تلك الفولطية لذلك يفضل إن يربط الفولتميتر بين طرفي الملف الابتدائي للمحولة الرافعة لأن الفولطية المغذية لهذا الملف قليلة وبذلك لا تحتاج إلى عزل كبير ولا توجد خطورة من الصعقة الكهربائية ، أما جهاز قياس تيار الأنبوب (mA) فيربط إلى منتصف الملف الثانوي للمحمولة الرافعة لأن الفولطية عند هذه النقطة تساوي صفرا لذلك لا توجد خطورة للصعقة الكهربائية من هذا المقياس .

د- المقومات (معدل) :

عملية التقويم أو التعديل هي تحويل التيار المتناوب إلى تيار مستمر ويستخدم لهذا الغرض المقوم الثنائي أو (الدايود) الذي يصنع من مادة شبه موصلة وهي السليكون ،والتقويم أما إن يكون التقويم بنصف موجة (half wavc rectifier) أو بشكل لموجة كاملة (full wave rectifier) حيث إن أجهزة الأشعة السينية تستخدم النوع الثاني من التقويم التي تستخدم أربع دايودات مرتبة بشكل قنطرة .

هـ- مؤقت التعرض :

توجد طرائق عديدة لقياس زمن التعرض للأشعة السينية منها المؤقت الميكانيكي والذي لا يستخدم في الوقت الحاضر والمؤقت الإلكتروني والذي يعتمد عمله على إن زمن التعرض للأشعة السينية، يقاس بالزمن اللازم لشحن متسعة خلال مقاومة معينة حيث إن زمن التعرض يبدأ مباشرة من بدء شحن المتسعة وينتهي عندما تشحن هذه المتسعة إلى قيمة تجعلها قادرة على فتح الدوائر الإلكترونية المربوطة معها ويمكن التحكم في زمن شحنة المتسعة بقيمة المقاومة المربوطة مع المتسعة .

أما المؤقت المستخدم في الوقت الحاضر فهو مؤقت المضخم الضوئي (photomultiplier phototimer) يتكون هذا المؤقت من كاشف من اللوسايت (Luecite detector) يطلى بمادة متفلورة لها قابلية على بث الضوء عند سقوط الأشعة السينية عليها.

عند سقوط الأشعة السينية على الكاشف تبعث ومضات ضوئية من المادة المتفلورة تناسب شدتها مع شدة الأشعة السينية . تسقط الومضات الضوئية على مضاعف (مضخم) ضوئي حيث تسقط على الكاثود الضوئي والذي يحول الومضات الضوئية إلى تيار كهربائي يتم تكبيره ليتحول إلى إشارة كهربائية تشحن المتسعة وعندما تصل شحنة المتسعة إلى الشحنة المحددة فأنها تفتح الثايرستور المربوط إلى دائرة الأشعة السينية وتنهي التعرض .

(3-5)المرشحات

الأشعة السينية تحتوي على طاقات متعدد لذلك فعند سقوطها على الجسم المريض فإن الأشعة ذات الطاقة الواطئة تمتص كليا خلال السنتيمترات الأولى من الجسم حسب الظاهرة الكهروضوئية ولاتصل إلى الفلم الأشعة القليل لتكون الصورة وتكون الجرعة التي يستلمها المريض كبيرة .أما الأشعة ذات الطاقة العالية فأنها تخترق الجسم لتكون صورة الأعضاء التي اخترقتها وتكون الجرعة المستلمة قليلة نسبيا . لذلك يمكن تقليل الجرعة المستلمة بامتصاص الأشعة السينية ذات الطاقة الواطئة قبل وصولها إلى جسم المريض ويمكن تحقيق ذلك بوضع مرشح بين أنبوبة الأشعة السينية وجسم المريض ، والمرشح قطعة معدنية الغرض منها امتصاص الأشعة السينية ذات الطاقة الواطئة وزيادة النسب بين الفوتونات المخترقة لجسم المريض إلى الفوتونات التي يمتصها جسم المريض ولا يكون لها فائدة في التصوير الإشعاعي . استخدم المرشحات الموضوعة في طريق الحزم الإشعاعية يؤدي إلى قسية الحز مة الإشعاعية وزيادة نفاذيتها ، وهي بالرغم من بساطتها

وقلة كفتها تؤثر بشكل فعال جدا في تحسين الصورة وتخفيض الجرعة الإشعاعية للمرضى.

وفي عملية الفحص الإشعاعي فأن الأشعة السينية ترشح بثلاث طرق[4].

(3-5-1)المرشحات الأساسية :

يحصل الترشيح للأشعة السينية نتيجة لمرورها في مكونات أنبوبة الأشعة السينية ولا يمكن التخلص من هذا الترشيح لان قسم كبير من الأشعة السينية يرشح عند مروره في الغلاف الزجاجي أو المعدني، الكاثود ، الانود ، الزيت العازل الذي يحيط بأنبوبة الأشعة السينية و أخيرا في النافذة التي تخرج منها الأشعة السينية والتي غالبا ما تكون من مادة المايلر . وجميع هذه المرشحات يكافئ مرشحا من الألمنيوم سمكه يتراوح بين (1-0.5)ملم . وفي بعض الحالات وخاصة عندما تكون طاقة الأشعة السينية قليلة ، فإن هذا الترشيح غير مفيد لأنه يقلل من تباين الصورة ونحصل على صورة إشعاعية ذات نوعية غير جيدة . لذلك تستبدل النافذة بمادة البريليوم (عدد الذري 4) والتي يكون الترشيح فيها عند الطاقات الواطئة للأشعة السينية أقل ما يمكن .

(3-5-2)المرشحات المعدنية :

وهي عبارة عن رقائق معدنية توضع بين أنبوبة الأشعة السينية والمريض لامتصاص معظم الطاقات الواطئة للأشعة السينية والسماح للطاقات العالية بالمرور وبذلك يتم تقليل حصول الظاهرة الكهروضوئية ، وزيادة احتمال حصول استطارة كومتين . من أكثر المرشحات المعدنية شيوعا في الأشعة السينية ذات الطاقة الواطئة . كذلك يستخدم

النحاس (عدده الذري 29) كمرشح للأشعة السينية العالية الذي يمتص الأشعة السينية وهذا الامتصاص للطاقة يؤدي إلى انبعاث أشعة سينية مميزة من مرشح النحاس طاقتها حوالي (8keV) ويمكن أن تصل إلى المريض فتؤدي إلى التأثير بجرعة إشعاعية غير مبررة ، لذلك يوضع بعد مرشح النحاس مرشح آخر من الألمنيوم يمتص الأشعة السينية المميزة للنحاس كليا حسب الظاهرة الكهروضوئية مولدا أشعة سينية مميزة للألمنيوم طاقتها (1.5KVp) والتي يمكن أن تمتص في الهواء بين الأنبوبة والمريض .

(3-5-3)المرشح الإسفيني :

يستخدم هذا النوع من المرشحات للحصول على شدة منتظمة للأشعة السينية الساقطة على الفلم حيث يستخدم عند فحص جزء سميك من الجسم وآخر نحيف حيث يقابل السميك القليل للمرشح الجزء السميك من الجسم والسمك العريض للمرشح يقابل الجزء النحيف من الجسم .

(3-5-4)مرشحات المعادن الثقيلة :

يؤدي استخدام مرشح الألمنيوم إلى امتصاص الطاقات الواطئة ونفوذ مدى واسع من طاقة الأشعة السينية خلال هذا المرشح . ولتقليل مدى طاقات الأشعة النافذة من المرشح تستخدم مرشحات المعادن الثقيلة هذه المرشحات تحدد مدى الطاقة النافذة ضمن امتصاص حافات .K(absorption – edge) . وبذلك نحصل على صورة ذات تباين جيد .

أساس عمل مرشحات المعادن الثقيلة مثل المولبدينيوم ، الكادولينيوم والتنكستن هو إمرار مدى ضيق لطاقة الأشعة السينية حيث يمتص كل من الطاقات الواطئة والعالية ويمرر الطاقة الخاصة بحافات امتصاص k لأن امتصاص الطاقة الواطئة يقلل من جرعة المريض . وامتصاص الطاقات العالية يؤدي إلى حصول صورة واضحة التباين . ولأن هذه المرشحات تمتص كمية من طاقة الأشعة السينية العالية فيجب زيادة معامل التعرض (mAS) (حاصل ضرب التيار وزمن التعرض) لتعادل امتصاص الطاقة العالية .

(3-6)محددات حزمة الأشعة السينية :

محددات حزمة الأشعة السينية عبارة عن أجهزة مساعدة توضع على فتحة أنبوبة الأشعة السينية والغرض منها تنظيم حجم وشكل حزمة الأشعة السينية الواصلة إلى المريض بحيث تسقط على المريض بمساحة أقل وبذلك تقل الجرعة الإشعاعية. يكون تشتت الحزمة الضيقة أقل من العريضة بمساحة أقل من الحزمة العريضة لذلك تكون نوعية الصورة الإشعاعية جيدة عند استعمال المحددات. تصنع المحددات عادة من الرصاص الذي له قابلية على امتصاص الأشعة السينية بكفاءة عالية على حسب الظاهرة الكهروضوية بسبب عدده الذري العالي ويمكن تصنيفها بسهولة [4].

(3-7)أنواع توليد صور أشعة روتنجين

- مبدأ الإظهار المباشر .
- مبدأ التصوير.

يتم في مبدأ الإظهار المباشر مراقبة الجسم المفحوص بشكل مباشر بواسطة شبكة إضاءة مساوئ هذه الطريقة بالمقارنة مع مبدأ التصوير قلة التفاصيل الممكن مشاهدتها ، التعرض الكبير للإشعاع لكل من الفاحص و المفحوص و كذلك ضرورة العمل في غرفة مظلمة مما يسبب نوعا من الخمول العام للعناصر الفاحصة .

أما مبدأ التصوير المباشر فيعتمد على استخدام صفائح فلميه ، و هذه الطريقة هي الأكثر استخداما حيث تظهر صورة العضو المدروس و تعتمد دقة الصورة المأخوذة على:

- خواص الفلم المستخدم و معالجته .
- جهد الصمام .
- تيار الصمام .
- زمن التعرض الإشعاعي .

إن اختيار جهد الصمام يعتمد على سماكة الهدف المدروس ، و زيادة الجهد يؤدي إلى زيادة قساوة الأشعة ، و كذلك باختيار الصمام يجب أن نلاحظ أن الأشعة القاسية تولد كمية من الأشعة المتناثرة. إن هذه الأشعة غير المرغوب فيها تقلل من جودة الصورة لذلك فإن الاختيار الملائم لجهد الصمام ذو أهمية كبيرة للتصوير الجيدة ولكي يتم توليد صورة معينة فإن أشعة رونتجين يجب أن تؤثر الطبقة الفلميه خلال فترة زمنية محددة (وهذا يماثل زمن الإضاءة لفلم التصوير العادي) .

و يمكن مبدئيا الحصول على الصورة نفسها من خلال زمن تأثير طويل و شدة قليلة لشعاع رونتجين أو من خلال شدة عالية و زمن تسليط مخفض للشعاع .

ومن الأهمية بمكان أن يكون الناتج لشدة إشعاع رونتجين و زمن التعرض بالنسبة لحجم ما ثابتا و القيم التي تحدد بالنسبة لمولد أشعة رونتجين هي (MAS) وهذا يكافئ التيار بال MA و زمن تعرض بالثانية .

ويتم عادة في مجال التصوير الإشعاعي للتشخيص استخدام زمن تعرض إشعاعي (زمن الإضاءة) قصير وذلك لتجنب تأثير التحرك في جودة الصورة ، وهذا يتطلب بالتالي شدة إشعاع عالية لتحقق ذلك [7].

(8-3)وحدة التحكم الآلية بزمن التعرض للجرعات الإشعاعية

يتم وفقا لنوعية الصورة المراد أخذها وكذلك وفقا للجسم المعاملات المختلفة من كثافة و مساحة ، وجهاز التحكم بالجرعات الإشعاعية مصنع بطريقة يمكنه من تحديد الزمن اللازم والذي من خلاله يحدث تسليط الجرعات الإشعاعية على الجسم المفحوص بصورة مباشرة بحيث يمكن أن تظهر الصورة على الفلم ويستخدم الجهاز الآلي لهذه العملية إشارات قياس يمكن بموجبها التحكم بالزمن المطلوب وفق المعادلة :

الجرعة الإشعاعية =ستطاعة الجر عة * زمن التعرض

ولكي يتم تحديد استطاعة الجرعة يتم استخدام مستشعر قياس Measurement unit يركب بصورة مباشرة أمام الفلم .

إن جهاز التحكم الآلي قد ركب بشكل متوافق مع المعادلة :

زمن التعرض = ثابت / التيار الأيوني

وهذه المعادلة تقدم الزمن الصحيح المطلوب .

ويمكن من خلال تغير الثابت تحديد الحساسية للفلم المستخدم و كذلك يمكن مراعاة لوحة التضخيم [7].

(3-9)تجهيزات رونتجين

إن تجهيزات الاستخدام الإشعاعي هي تجهيزات تستخدم في تحقيق التوافق بين شعاع رونتجين و المريض ومجموعة توليد الصورة.

وتشتمل الأجزاء الأساسية على مثبت stative أو موجه إشعاعات طاولة الاستلقاء للمريض ، وحدة احتواء مجموعة إظهار الصورة .

وا ٍن أشكال التصنيع أو التركيب للتجهيزات تسمح بتحديد مجال الاستخدام [7].

(3-10)تجهيزات رونتجين لأخذ الصورة

إن أهم جهاز للحصول على الصورة الإشعاعية مع الجزء الذي يتم من خلاله إنجاز الصورة ، هو طاولة التصوير الإشعاعي ، ويطلق عليها اسم (Bucky table) .

وتوضع في طاولة التصوير هذه وتحت صفيحة الطاولة شبكة الانتشار الإشعاعي (Scattered radiation grid) وكذلك حامل الكاسيت الذي يحتوي على الفيلم الحساس للأشعة .

بالإضافة إلى ذلك يمكن أن توجد تجهيزات تحديد المساحة العملية للفيلم المستخدم ، ولكي لا يظهر تأثير صفيحة شبكة الانتشار الإشعاعي في الفيلم ، يتم استخدام طاولة مزودة بمغذي حركة الشبكة مما يسمح بالتالي للشبكة بتمرير الأشعة المفيدة وحجب الإشعاعات المنتشرة أو التي يمكن أن تسبب خيالا على الصورة المفيدة .

وتستخدم طاولة التصوير المبينة في الشكل (3-1) للمريض بحالة الاستلقاء أما من أجل التصوير للمريض بحالة الوقوف أو الجلوس فيتم استخدام جدار بوكي (Bucky wall stand) الموضح في الشكل (3-2) [7].

شكل(3-1)

شكل(3-2)

(3-11) المواصفات القياسية لأجهزة الأشعة السينية التشخيصية

يجب أن تكون الدائرة الكهربائية التي تغذي الجهاز مرتبطة مباشرة مع لوحة التحكم الرئيسية وتتحمل عبأ تشغيل الجهاز بأعلى طاقة ، كما يجب أن تكون هنالك حماية من التحميل الزائد نتيجة للاستخدام المتكرر أو للاستخدام لفترات زمنية طويلة ، وحماية من التعرض لزمن طويل نتيجة لأي خلل في مؤقت الزمن وحماية من خطر التعرض لصدمات الكهربائية.

يجب تصميم الغلاف الحافظ للأنبوبة الأشعة بحيث لا تزيد مستويات الأشعة المتسربة منه عن (100mR) على بعد متر من مصدر الأشعة وخلال التشغيل لفترة ساعة كاملة أو (2.5Gy/mAsm) للتعريض الواحد عند أعلى ظروف تشغيل ، كما يجب وجود علامة على السطح الخارجي للغلاف الحافظ لأنبوبة الأشعة تبين مكان منبع الأشعة .

يجب توفر منظومة لتحديد مجال الإشعاع طبقا للمطلوب إكلينيكيا وتكون لهذه المنظومة القدرة على امتصاص الإشعاع الرئيسي بنفس قدرة الغلاف الحافظ لأنبوبة الأشعة ، كما يجب أن لا تقل المسافة من منبع الأشعة إلى سطح جسم المريض عن (30cm) مع وجود وسيلة مناسبة لقياس المسافة .

يجب أن توضع على لوحة التحكم جميع العوامل الفيزيائية المستخدمة مثل (الكيلو فولت – شدة التيار – زمن التعرض – أو ملي أمبير ثانية)، و يجب أن تحتوي لوحة التحكم على مؤشر يبين نسبة التحميل الزائد أو درجة السخونة و توقف الجهاز من إنتاج الأشعة أوتوماتيكيا ، مؤقت الزمن يجب أن يوقف التعرض الإشعاعي أوتوماتيكيا عند انتهاء

الزمن المحدد و يجب أن يكون مشغل الجهاز قادرا على إنهاء التعرض قبل انقضاء الزمن المحدد، كما يجب أن يثبت على الغلاف أنبوبة الأشعة و في مكان واضح لوحة معدنية مبين فيها المسافة أو المساحات الفعلية لمنبع الأشعة ومقدار المرشح الكلي(الداخلي +المضاف) [8].

(12-3) معايرة الأداء لأجهزة أشعة التصوير العادي

أقصى نسبة خطأ مسموح بها في فرق الجهد يجب أن لا تتعدى 5% ، وأقصى نسبة خطأ مسموح بها في مؤقت زمن التعرض يجب أن لا تتعدى 5% . عند فرق جهد ثابت يجب أن يتناسب مقدار الجرعة مع الملي أمبير ثانية خطيا لجميع قيم الملي أمبير و الزمن ، كما يجب أن تكون مقدار الجرعة ثابتة و في حدود 20% و يفضل أن تكون 10% لجميع قيم شدة التيار و زمن التعرض عند أي قيمة ثابتة لكل من الملي أمبير ثانية و فرق الجهد ، كما يجب أن لا يزيد نسبة الخطأ بين إضاءة تحديد مجال الأشعة و المجال الفعلي للأشعة عن 2% من المسافة بين منبع الأشعة و الفيلم ، و مستوى التعرض من الأشعة المتشتتة عن 2.5mR/mAs أو 0.01mGy/hr .

أيضا يجب أن لا يقل سمك المرشح المكافئ الكلي (الداخلي+المضاف) عن سمك 1.5mm من الألمنيوم عن فرق جهد أقل من 70kv ، وسمك 2mm من الألمنيوم عند فرق جهد لا تزيد المساحة الفعلية للبؤرة في منبع الأشعة 2mm^2 بأي حال من الأحوال [8].

(3-13) برنامج ضبط الجودة

تأكيد الجودة هو كل العمليات التي تضمن نظام الجودة و التأكد من كل الخطوات من صيانة لأجهزة الأشعة و التأكد من التدريع و تخطيط غرف الأشعة و تطبيق قواعد الوقاية و السلامة الإشعاعية ، و نظام ضبط الجودة هو جزء من برنامج تأكيد الجودة .

نظام ضبط الجودة هو برنامج لإنتاج جودة تشخيصية عالية بأقل كلفة مادية و أقل تعرض للمرضى ،وينقسم إلى قسمين :

(3-13-1)ضبط الجودة :

هو مجموعة من الإجراءات و القياسات لمجموعة من المعاملات الفيزيائية في جهاز الأشعة للتأكد من أنها تعمل بصورة جيدة ، ويشمل الاختبارات الدورية التي تجري على الأجهزة للتأكد من سلامتها . وهذه العمليات تجرى إما بعد الصيانة أو عندما يكون الجهاز جديد و هذه تسمى اختبارات القبول ، أو كتفتيش بصفة دورية للتأكد من سلامة الجهاز .

(3-13-2)التشخيص :

عندما يكون جهاز الأشعة يعمل بصورة جيدة تكون الصورة واضحة ويستطيع الطبيب التشخيص الصحيح .

(4-1) المقدمة

يعرض هذا الجزء من البحث على الاستنتاجات والخلاصة والتوصيات والخاتمة .

(4-2)أثر الأشعة السينية على الخلايا الطبيعية

الظاهر الأولى في حلقة تأثيرات الأشعة السينية على الخلايا الحية عي ظاهرة فيزيائية بحتة . فالتقاء الفوتونات السيني بكهيربات الذرات وجزيئات المواد الكيميائية الموجودة في الخلية يؤدي إلى إحدى الظاهرتين التاليتين :

- تحرير كهيرب من إحدى الذرات التي تصبح أيونا.
- امتصاص كهيرب لطاقة الفوتون السيني وانتقاله إلى مستوى طاقة أعلى داخل الذرة نفسها التي تتحول إلى ذرة محرضة .

وخصائص الأيون والذرة المحرضة تختلف عن خصائص الذرات العادية التي لم تتعرض للأشعة السينية .وهكذا فخصائص البوتين تتغير للضرورة ، وقد تتحول جزيئاته إلى جزيئات مواد أخرى أكثر بساطه من جزيئات البروتين . هذا يعني وجود مواد غريبة عن الخلية الحية تؤدي إلى تغير في شكل و وضيفة الخلية نفسها . وفي هذا المجال يمكن استخلاص الملاحظات التالية :

أ- بعد تعرض الخلايا للأشعة السينية تظهر التغيرات بعد مرحلة كمون ، أي بعد انقضاء فترة على هذا التعرض . ويمكن أن تكون هذه الفترة قصيرة جدا لو كان بإمكاننا أن نعرف بدقة التغيرات الكيميائية والبيولوجية في المادة . ويمكن أن تكون طويلة إذا

اعتبرنا أن التغيرات تنحصر في الموت أو في حدوث خلل واضح للعيان كالتهاب الجلد مثلا. ويمكن أن نرد هذا الكمون بأن التغيرات الكيمائية التي تحدثها الأشعة السينية في نواة الخلية تتراكم تدريجيا بحيث لا يظهر مفعولها إلا بعد اكتمالها .

ب- قدرة الخلية على التنفس تتضاءل بعد تعرضها الطويل للأشعة السينية وذلك حسب رأي الكثيرين من الذين عملوا في هذا الميدان .

ج- سرعة انقسام الخلية الطبيعية أقل من سرعة انقسام خلايا الأورام الخبيثة. وهذا يعني أن الأشعة السينية تقضي على خلايا الأورام أكثر من قضائها على الخلايا الطبيعية .

هـ- أثر الأشعة السينية على الخلايا لا يتغير بتغير طول الموجة برغم من الملاحظة التي تقول بأن الأشعة أحدية طول الموجة هي أكثر فكا من الأشعة معددة طول الموجة[9].

(3-4)أثر الأشعة السينية على أنسجة جسم الإنسان

تبعا لتغير قيمة جرعة الأشعة السينية المسلطة ، يمكن تحديد أربع درجات في إصابة الجلد .

الدرجة الأولى : لا يظهر أي التهاب على الجلد ، ثم تتساقط الشعر ، ثم يتغير لون الجلد . وتستمر هذه الحالة من أسبوعين إلى أربع أسابيع ثم تشفى شفاء تاما .

الدرجة الثانية :طفح جلدي معتدل ، وتمدد واضح للأوعية الدموية ، وا ٍحساس بارتفاع درجة الحرارة في الجزء المصاب ، وتساقط الشعر مع تلون الجلد . وتستمر الإصابة من ستة أسابيع إلى اثني عشر أسبوعا مع إمكانية الشفاء وتغير لون الجلد .

الدرجة الثالثة :طفح جلدي لونه بين الأحمر والأزرق ، وتساقط الشعر ، وموت الغدد المفرزة للعرق ، وشعور بألم . وتستمر الإصابة بين ثمانية أسابيع وستة عشر أسبوعا ويتم الشفاء مع ترك أثار واضحة عللا الجلد دون أن تنبت شعرة واحدة . وهناك إمكانية حدوث مضاعفات بعد مرور سنوات عديدة على الإصابة.

الدرجة الرابعة : طفح أزرق يميل للاحمرار وظهور نفطات وما يشبه القرحة ،وألم رهيب .وهناك شك في إمكانية الشفاء .

وأما بالنسبة للأنسجة غير الجلدية فالنتائج تختلف من نسيج إلى آخر وذلك نظرا اختلاف حساسية الخلايا الحية المؤلفة لهذه الأنسجة :

- الغدد التناسلية حساسة جدا أيضا :200 رونتجين تكفي للحصول على عقم مؤقت 300 رونتجين تسبب عقما دائما .
- الكبد قليل الحساسية.
- القصية الهوائية قليلة الحساسية أيضا .
- الجدار الداخلي للأمعاء يموت تحت تأثير جرعة شديدة .
- الجهاز العصبي والعامود الفقري والنخاع : تتحمل جرعات قوية ولا تظهر أي أعراض غير طبيعية.
- العين غير حساسة عدا القزحية .

- العظام قليلة الحساسية تحت تأثير جرعات متوسطة الشدة . وأما عند الصغار الذين لم يكتمل نموهم طبعا بعد فيمكن أن تؤدي الجرعات إلى وقف النمو في العضو المعرض للأشعة السينية .

- الدم لا يتأثر كثيرا بالأشعة السينية ولكن قدرته على التخثر تتضاءل، ولكن التعرض الطويل ، ولو بكميات ضئيلة ، للأشعة السينية يؤدي إلى مضاعفات خطيرة كفقر الدم .

- أنسجة نخاع العظام حساسة جدا [9].

(4-4)التأثيرات الكيميائية

قلنا أن الأشعة قادرة على تشريد الجزيئات العضوية وبالتالي تحليل الروابط الكيميائية فيها وبالتالي الأشعة قادرة على تفكيك العديد من جزيئات أخلاط الجسم، معظم الجسم يتركب من الماء والذي تحلله الأشعة إلى هدروجين، أكسجين وهدروكسيل حيث يعاد الاتحاد ويتشكل ماء أكسجيني أو أن تتحد الجذور مع جذور أخرى مؤدية إلى نواتج ضارة

(4-5)مبادئ الحماية من الإشعاع

1-تبرير الممارسة

ويقصد به انه لا يجب ان يشرع العمل في أي أعمال او ممارسات تتضمن إستخدام المواد المشعة او الأجهزة المصدرة للإشعاعات المؤينة ما لم تؤدي هذه الأعمال إلى فائدة كافية للأشخاص المتعرضين أو المجتمع ككل تبرر الضرر الإشعاعي الذي قد يترتب عنها.

2-أمثلة الحماية من الإشعاع

بعد أن يتم تبرير العمل بالمواد المشعة أو الأجهزة المصدرة للإشعاعات المؤينة يتم إنجاز هذا العمل عند ادني حد يمكن بلوغه بحيث نحافظ علي جرعات المتعرضين عند الحد الأدنى مع اخذ العوامل الاقتصادية والاجتماعية بالحسبان.

3-حدود التعرض

بعد أ تم تبر ير الممارسة وأمثلة الحماية يجب أن يخضع تعرض الأشخاص لحدود معينه ولا يجوز تجاوزها وهي:

أ- التعرض المهني

هو التعرض الذي يواجهه العاملون نتيجة لمقتضيات وظائفهم الدائمة أو المؤقتة ، وتطبق حدود التعرض المهني علي جميع العاملين الذين بلغت أعمارهم الثامنة عشر بما في ذلك العاملين المؤقتين والعاملين تحت التدريب والطلاب الذين يتعرضون للإشعاع نتيجة للدراسة والمتدربين الذين تتراوح أعمارهم بين الثامنة عشر والسادسة عشر .ما فوق الثامنة عشر جرعه فعاله لكامل الجسم 20ملي سيفرت في السنة ويمكن أن يتم تجاوزها إلي 50 ملي سيفرت بحيث لا تزيد عن 100 ملي سيفرت خلال 5 سنوات.

150ملي سيفرت جرعة مكافئة لعدسة العين.

500ملي سيفرت جرعة مكافئة للجلد و للأطراف.

بين الثامنة عشر والسادسة عشر. الطلاب والمتدربون

6 ملي سيفرت جرعة فعالة لكامل الجسم

50ملي سيفرت جرع مكافئة لعدسة العين 150 ملي سيفرت جرعة مكافئة للجلد والأطراف **ب- التعرض الطبي** وهو التعرض الذي يحدث للمريض أثناء الفحوصات التي تتضمن استخدام مادة مشعة أو جهاز مصدر للإشعاع ولا توجد حدود معينه للتعرض الطبي ولكن يشترط أن تكون الفوائد المرجوة من الفحص كافيه و اكبر من الأضرار المحتملة وأن يتم الفحص عند ادني حد يمكن إنجازه ويعتبر تعرض المرافقين للمريض إذا كان من الضروري بقاؤهم مع المريض من التعرضات الطبية .

ولا يعتبر تعرض الأطباء أو طاقم التمريض تعرضا طبيا بل يعتبر تعرضا مهنيا.

ج- تعرض الجمهور(عموم الناس)

وهو التعرض الذي سيواجهه عموم الناس ممن ليس لهم علاقة بالمنشأة.

يجب أن لاتتجاوز جرعاتهم التالي:

15ملي سيفرت جرعة مكافئة لعدسة العين-

50ملي سيفرت جرعة مكافئة للجلد والأطراف

1ملي سيفرت جرعة فعالة لكامل الجسم.

د-العاملات الحوامل

يجب أن لا تتعدي الجرعة للجنين 1 ملي سيفرت حيث يعامل علي أنه من عموم الناس ولا تتعدي الجرعة علي سطح بطن العاملة الحامل 2 ملي سيفرت أثناء الحمل.

(6-4)غرفة الأشعة السينية المثالية

طورت تقانات حسابات سماكة التدريع اللازمة من أخطار الأشعة السينية في العشرينيات من القرن الماضي وتم التعرف على السماكة اللازمة للتدريع بدلالة طبقة نصف القيمة HVL ، وقد غدت مطلوبات التدريع حديثا أشد صرامة بسبب تقلص معايير تعرض العاملين في مجال الأشعة وكذلك عامة الناس وقد تراكم خلال المائة عام المنصرمة قدر كبير من المعطيات التدريع الخاصة بأجهزة توليد الأشعة السينية الطبية ، وتستخدم تلك المعطيات على هيئة جداول أو رسوم بيانية مع معادلات بسيطة للتنبؤ بسماكة لتدريع اللازمة للوقاية .

عند تصميم غرفة الأشعة السينية يجب الأخذ بالاعتبار وقاية العاملين داخل الغرفة وخارجها بالإضافة إلى وقاية العاملين غير المصنفين إشعاعيا (التمريض – السكرتارية - المستخدمين)وعموم الناس خارج الغرفة بحيث لا يزيد معدل التعرض عن الحد المسموح به لكل فئة كما يجب أن نأخذ بعين الاعتبار سهولة حركة دخول وخروج الطاقم الطبي إلى خلف الحواجز المدرعة التي تضم وحدة التحكم وتشغيل جهاز الأشعة، كما يجب تحديد الحزمة الإشعاعية لتخفيض معدل تعرض الغرفة المجاورة [8].

الخلاصة

خلاصة القول أن الأشعة السينية موجات كهرومغناطيسية وقد أصبحت للأشعة السينية في وقتنا الحالي أهمية كبرى في شتى مجالات الحياة فنجد أن الأشعة السينية تستخدم في المطارات في تفتيش الحقائب والتحقق من جودة المنتجات كما أنها تستخدم في مجال الطب على نطاق واسع حيث أنها تستخدم في الكشف عن الكسور في العظام وتشوهات في الأسنان كما أنها تستخدم في الكشف عن الآثار وتنظيم البلورات.

من السابق يتضح لنا بالرغم أن الأشعة السينية لها مميزات إلا أنها لها أضرار حيث أنها تؤثر على الجسم البشري وتسبب اضطراب في الخلايا وتسبب سرطان الجلد فيجب علينا الحد من استخدام الأشعة السينية .

التوصيات

وفي الختام نحمد الله على ما أعان ويسر فله الحمد أولا وآخرا ، على نعمه وآلائه المتجددة وهو صاحب الفضل والنعم ،ثم نثني ببعض التوصيات :

1- استخدام حواجز من الرصاص لأن الأشعة السينية لا تتمكن من اختراق الرصاص

2- توجيه الأشعة السينية نحو البقعة المستهدفة فقط بدل التهاون في استخدامها عشوائيا

3- يجب أن يكون تعريض المرأة الحامل للتصوير بالأشعة السينية في حالات الضرورة

4- لايجوز استخدام الأشعة السينية إلا بعد توفير الحماية الكافية للأشخاص جميعهم

المراجع :

1- الأشعة السينية وبعض تطبيقاتها ، د- رفيق عبده ، د-منذر حجل، أ-علي منذر، د- موسى نعمة.

2- أساسيات العلوم الفيزيائية ،د- أحمد فؤاد باشا ،د- محمد نبيل يس بكري ،د- فوزي حامد عبد القادر ، د-شريف أحمد خيري ،1429/ 2008 .

3- الفيزياء الحديثة ، أحمد علي عبد الله ، 1431/ 2010 .

4- الفيزياء الإشعاعية (الأشعة السينية التشخيصية)، أ.د-غذاب طاهر الكناني 2008 .

5- أساسيات العلوم الفيزيائية لطلبة الطب وعلم الأحياء ، تأليف: دي إم يرنز ،إس جي جي ماكدونالد ، ترجمة: د- يحيى نورى الجمال ، عبد الحميد التاج علي .

6- Faulkner, physics in diagnostic radiology .

7- أسس الهندسة الطبية الحيوية ،Khalid been – Alwalid .

8- منتدى الفيزياء الطبية والإشعاعية .

9- الأشعة السينية و بعض تطبيقاتها .