بسم الله الرحمن الرحيم

جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا

كليـــة التـــربية

قسم العلوم - شعبة الفيزياء

بحث تكميلي لنيل درجة بكالريوس الشرف

بعنوان :

تطبيقات الفيزياء في بعض الأجهزة الطبية

(السايرترون – المسرع الخطي – القاما كاميرا)

Physics applications in some medical devices
(Alcyrtron - linear accelerator - gamma camera)

أعداد الطالبات :

أحلام إبراهيم فضل
أسماء عبدالله كباشي
جميلة مصطفى عيسى
فاطمة محمد الحسن عبدالرحمن

إشراف :

الدكتورة / هدى محمد كمال

سبتمبر ٢٠١٥م

مستخلص البحث :

تناولنا في هذه الدراسة ما هية الأجهزة الطبية . وايضاً تناولنا الأجزاء الرئيسية لهذه الأجهزة وتعرفنا على جهات العلاج بالأشعة والطب النووي واستخدمنا منهج البحث العلمي لملائمته هذا الموضوع من هذا توصلنا إلى ان افضل اجهزة العلاج بالأشعة هو جهاز السايرترون (الذي يستخدم عنصر الكوبالت المشع) .

الإهداء

إلى إنشودة الحنان ونبع العطاء والسخاء من سهرن على راحتنا ... إليكم يامن تسكن الجنة تحت اقدامكن ... امهاتنا الحبايب ...

***

إلى بحر العطاء الذي لا ينضب أبداً . من علمونا الحياة وزرعوا في نفوسنا حب العلم والعلم، وزالوا العقبات إليكم يا مصدر فخرنا كفانا فخراً أن تكونوا انتم أباؤنا الغالين ...

***

إلى من تفخر بهم ونعتز بوجودهم، من أينعوا ذهورا في حديقة حياتنا لتتم سعادتنا بهم....

أصدقاؤنا ...

إلى سليل عائلة التبجيل فلا إنصاف يضاهي أهل الوفاء ... أساتذتنا الأجلاء ...

***

إلى العاملين في مختلف مجالات الفيزياء

***

إلى الفيزيائيين عامة

***

إلى كل من ساهم معنا في إخراج هذا البحث ....

الشكر والعرفان

الشكر لله أولاً وأخيراً على توفيقه لنا على إكمال هذا البحث

والشكر إلى ذلك الصرح الشامخ جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا الإنتماء والتميز العلمي والشكر إلى وزارة الصحة الولائية ومركز الخرطوم القومي للعلاج بالأشعة والطب النووي كلية العلوم قسم الفيزياء جامعة السودان للعلوم والتكنولوجيا لإتاحتهم لنا هذه الفرصة والشكر إلى ذلك الجبل الشامخ الذي لم يهتم مهما نوالت عليه الصعاب ولم تبخل علينا بعلمها الواسع

الدكتوراة / هدى محمد كمال

الباش مهندس / **عبدالحكيم حسن عبدالله** بمركز الخرطوم القومي للعلاج بالأشعة والطب النووي .

والشكر إلى كل من ساهم معنا في هذا البحث والشكر لهم جميعاً وجزاهم الله عنا كل خير .

الفهرست

الرقم	المحتوى	رقم الصفحة
	الآية	أ
	الإهداء	ب
	الشكر والعرفان	د
	الفصل الأول **الإطار العام**	
1-1	المقدمة	1
2-1	تاريخ الفيزياء الطبية	1
3-1	فروع الفيزياء الطبية	2
4-1	تطبيقات الفيزياء في الطب	2
5-1	العلاج الأشعاعي	3
6-1	مشكلة البحث	4
7-1	أسباب إختيار مشكلة البحث	4
8-1	أهداف البحث	4
9-1	أهمية البحث	5
10-1	أسئلة البحث	5
11-1	فروض البحث	5
12-1	ادوات البحث	5
13-1	حدود البحث	5
14-1	مصطلحات البحث	6
	الفصل الثاني **المعالجة الإشعاعية وجهاز السايرترون**	
1-2	تعريف المعالجة الشعاعية	7
2-2	طرق المعالجة الشعاعية	7
3-2	أنواع المعالجات الإشعاعية	7
4-2	جهاز السايرترون	15-8
5-2	طريقة عمل جهاز السايرترون	15
6-2	أهمية جهاز السايروترون	15

7-2	مميزات جهاز السايروترون	16
8-2	إيجابيات جهاز السايروترون	16
9-2	سلبيات جهاز السايروترون	16
	الفصل الثالث **جهاز المسرع الخطي : linear Accelerator**	
1-3	تعريف المسرع الخطي	17
2-3	مكونات جهاز المسرع الخطي	21-18
3-3	طريقة العمل في المجال الطبي	21
4-3	بعض أنواع المسرعات الخطية	23-22
5-3	إستخدامات الجهاز	23
6-3	مقارنة بين كل من جهاز السايرترون وجهاز المسرع الخطي	24
	الفصل الرابع **جهاز القاما كاميرا**	
1-4	تعريف جهاز القاما كاميرا (Gamma Camera)	25
2-4	الأجزاء التي تتكون منها الجاما كاميرا	30-25
3-4	طريقة عمل جهاز القاما كاميرا	30
	الفصل الخامس **الملاحق**	
1-5	الخلاصة	31
2-5	النتائج	31
3-5	التوصيات	31
4-5	الملاحق	36-32
5-5	الخاتمة	37
	المصادر والمراجع	39- 38

مستخلص البحث :

تناولنا في هذه الدراسة ماهية الأجهزة الطبية . وايضاً تناولنا الأجزاء الرئيسية لهذه الأجهزة وتعرفنا على جهات العلاج بالأشعة والطب النووي وإستخدمنا منهج البحث العلمي لملائمته لهذا الموضوع من هذا توصلنا إلى ان افضل أجهزة الإعلام للأشعة هو جهاز السايرترون (الذي يستخدم عنصر الكوبالت المشع)

Abstract

In this study, we addressed the nature of medical devices. And also we looked at key parts for these devices and learned about the views of radiotherapy and nuclear medicine treatment, we used the scientific research method for this topic suitability of this we have reached the best-ray therapy devices is Alcyrtron (a device that uses radioactive cobalt).

الفصل الأول

الإطار العام

1-1 مقدمة :

من منا لم يقم بعمل أشعة سينية X-Ray للصدر او الاسنان ؟ ماذا عن أشعة تصوير طبقي Scan CT ؟ ربما صورت بإستخدام جهاز الرنين المغناطيسي MRI؟ هل شخص أحد معارفك بمرض السرطان وتمت معالجته بالعلاج الاشعاعي ؟ هل تعرف أحد أصيب بمرض الغدد الدرقية وعولج بالمواد المشعة ؟ او أخر حقنوه بمادة مشعة ليتم تصويره بعدها على جهاز التصوير البيزتروني PET؟ بالتأكيد سمعت عن مضار الاشعة ولعلك سمعت او تعرف فوائد الاشعة – في التشخيص والعلاج كلنا بشكل او بأخر تؤثر الفيزياء الطبية في حياتنا .

الفيزياء الطبية هي إحدى فروع الفيزياء التطبيقية فيها تطبق الفيزياء في المجال الطبي خصوصاً في تشخيص وعلاج الأمراض البشرية (1) .

1-2 تاريخ الفيزياء الطبية :

أكتشف العالم رونتجن الفيزيائي ، الأشعة السينية في عام 1895م ، وإكتشف بيكرل النشاط الإشعاعي الناتج عن بعض المواد في الطبيعة في عام 1869م أدى فوراً إلى تطبيق إستعمال الأشعة المؤينة لتشخيص وعلاج الأمراض . وكان ذلك السبب الرئيسي لدخول الفيزيائين الحقل الطبي .

في عام 1913م قام دوان بالعمل على مصادر الرادون لعلاج السرطان في مستشفى بوسطن ولحقه فايل في عام 1915م . حالياً في مستشفيات أمريكا فايل في عام 1915م . حالياً في مستشفيات أمريكا 4000 فيزيائي طبي . أدى إختراع المصادر الإشعاعية لإيصال العلاج الإشعاعي داخل الانسجة وداخل التجاويف ،

واجهزة العلاج الخارجي الإشعاعي مثل فان دي قراف ، البياترون وحدات كوبالت ، المعالجات الخطية المايكروتوت ، بالأضافة إلى تطبيقات النويرات المشعة الإصناعية في التشخيص الطبي ، وتطوير أجهزة الكشف مثل جهاز القاما كاميرا والتصوير الطبقي بالبروتون المنبعث .

1-3 فروع الفيزياء الطبية :

أ/ فيزياء العلاج الإشعاعي :

(radiological physics therapeutic)

ب/ فيزياء الطب النووي :

(Medical Nuclear physics)

ج/ فيزياء الاشعة التشخيصية :

(Resonance physics magnetic)

د/ الوقاية من الإشعاع (الفيزياء الصحية) :

(Medical Health physics)

يضاف إلى ذلك بعض التقسيمات الأخرى :

أ/ فيزياء أجهزة الليزر : (Laser physics)

ب/ فيزياء الموجات الصوتية : (ultrasound physics)

ج/ فيزياء الموجات الحرارية والعلاج الحراري : (infrared and thermal theory) .

د/ فيزياء الكهرباء الحيوية : مثل (تخطيط كهربائية القلب والدماغ) (2)

1-4 تطبيقات الفيزياء في الطب :

تطبيقات الفيزياء في الطب متنوعة المجالات اهمها التصوير التشخيصي ، الطب النووي ، العلاج بالأشعة ، والفيزياء الصحية وهي المطلوب الأكبر في

المستشفيات وبعدها يتساوى التشخيصي والنووي والصحي مطلوب حتى في المصانع (3) .

1-5 العلاج الأشعاعي :

الاشعة المؤينة تستعمل لقتل الاورام بطريقتين :-

1-5-1 طريقه مباشره :

الفوتون يصطدم مع ذرة الحمض النووي ويقتله .

1-5-2 طريقة غير مباشره :

الفوتون يتفاعل مع جزئ ما وينتج فوتون حر يتفاعل مع الحمض النووي بإستخدام اكثر من حزمة في اتجاه مختلف يمكن تركيز الأشعة على السرطانات وتقليل التأثير على الخلايا العادية . دور الفيزيائي الطبي هنا ضروري طالما هناك قسم علاج بالأشعة من اهم مهامه تصميم الخدمات الاشعاعية ليتم قتل السرطان وترك الخلايا السليمة (4) .

يعتمد الطبيب في عمله بشكل أساسي على الأجهزة المستخدمة في عمليات التشخيص مثل التصوير بالأمواج فوق الصوتية والتصوير بالرنين المغناطيسي والتصوير بأشعة X وغيرها من التقنيات ، نلاحظ ان إسم التقنية يعتمد على الظاهرة الفيزيائية التي يعتمد عليها جهاز التشخيص في عمله وفي هذا الموضوع سوف نستعرض العديد من الاجهزة الطبية وفكرة عملها (5) . (ومن هنا نلقي الضوء على بعض الأجهزة الطبية منها جهاز الكوبالت – 60 ، جهاز التصوير الطبقي CT ، جهاز القاما كاميرا ، جهاز المسرع الخطي .

1-6 مشكلة البحث :

إنتشار العديد من أورام السرطان والتى لا يمكن علاجها إلا من خلال تعريض هذه الاورام لأنواع من الأشعة العلاجية ولذلك تم العمل على أبتكار وتصميم العديد من الاجهزة التي تعمل بهذه الاشعة .

وكذلك ترجع مشكلة البحث إلى خوف وقلق المجتمع بمدى خطورة الاورام السرطانية والتي اصبحت مشكلة متداولة ومؤرقة بين فئات المجتمع المختلفة في كل العالم .

1-7 أسباب إختيار مشكلة البحث :

- التعرف على تطبيقات الفيزياء في بعض الأجهزة الطبية .
- معرفة تركيبات ومكونات بعض الأجهزة الطبية ، للطلاب والمجتمع .
- معرفة إيجابيات وسلبيات العلاج بالأشعة في بعض الأجهزة الطبية .
- تعريف الطلاب والمجتمع بأهمية العلاج بالأشعة .
- توفير الزيارات الميدانية للطلاب الى هذه المؤسسات التي تمارس العلاج بالأشعة .

1-8 أهداف البحث :

- التعرف على تطبيقات الفيزياء في كل من جهاز الكوبالت – 60 ، القاما كاميرا ، المسرع الخطي .
- التعرف على اهميته كل من جهاز الكوبالت – 60 ، القاما كاميرا – المسرع الخطي .
- التعرف على أهميته كل من جهاز الكوبالت – 60 ، القاما كاميرا – المسرع الخطي .

- التعرف على المكونات الأساسية كل من جهاز القاما كاميرا – الكوبالت – 60 المسرع الخطي .
- الغرض الأساسي من معرفة تطبيقات الفيزياء في الأجهزة الطبية واهميتها وتنبيه العامة وخاصة الطلاب بهذه المعلومات .

1-9 أهمية البحث :

- توعية المجتمع بأهمية إستخدام الأجهزة الإشعاعية لعلاج الكثير من الاورام السرطانية التي أصبحت منتشرة في الوقت الحالي والتي لم تكن معروفة سابقاً مما أودى بحياة الكثير من المصابين بهذه الأمراض .

1-10أسئلة البحث :

- ماهي الأشعة العلاجية ؟
- ماهي الأجهزة التي تستخدم الأشعة بشقيها التشخيصي والعلاجي ؟
- ماهي مكونات الأجهزة المستخدمة في العلاج والتشخيص ؟
- ماهي كيفية عمل الأجهزة المستخدمة في العلاج والتشخيص ؟

1-11فروض البحث :

- يعتقد الباحثون بأن كل نوع من الأورام يحتاج لجرعة معينة من الإشعاع .
- يعتقد الباحثون بأن الإفراط في إستخدام الاشعة الغير موجهة بصورة صحيحة يؤدي إلى إصابة الأعضاء السليمة المحيطة بالورم .

1-12أدوات البحث :

المقابلة – السؤال الجواب

1-13حدود البحث :

- الحدود الزمانية :

تمت هذه الدراسة في أبريل – سبتمبر للعام 2015م .

- الحدود المكانية :

ولاية الخرطوم –مركز الخرطوم القومي للعلاج بالأشعة والطب النووي – مركز النيلين التشخيصي – كلية العلوم جامعة السودان – كلية الأشعة جامعة السودان – كلية الهندسة الطبية جامعة السودان – كلية الطب جامعة النيلين.

1-14مصطلحات البحث :

- الكوبالت –60 (Cobalt –60 Machine)

عبارة عن وحدة للمعالجة الإشعاعية تعمل على عنصر الكوبالت – 60 المستخدم لمعالجة الأورام الخبيثة التي تصيب الإنسان وخاصة الأورام العميقة (6)

- الجاما كاميرا (Gamma Camera)

عبارة عن جهاز إلكتروني ، يستخدم في التشخيص الطبي لتصوير توزيع المركبات في الأنسجة (بعد حقن المريض بها) (7) .

- المسرع الخطي (Linear Accelerators)

يدعى ايضاً بإسم Linac وفيه يتم تعجيل الجسيمات المشحونة مثل الالكترونات او البروتونات على مراحل بواسطة فرق جهد متردد كما في السينكلترون (8)

- النشاط الإشعاعي :

هو تفتيت نووي طبيعي وتلقائي تتحول خلاله النواة الأصلية X إلى نواة متولدة Y أكثر إستقراراً ويبعث نواة جديدة (9) .

الفصل الثاني

المعالجة الأشعاعية وجهاز السايرترون

2-1 تعريف المعالجة الشعاعية :

المعالجة الإشعاعية هي علاج المرض بواسطة الأشعة كالأشعة السينية او أشعة النظائر (10) .

2-2 طرق المعالجة الشعاعية :

هنالك طريقتين للمعالجة الشعاعية .

2-2-1 المعالجة البعادية (Teletherapy) :

عندما يكون مصدر الأشعة بعيداً عن الموقع المعالج ، قد يكون المصدر معجل خطي (Accelerator) ، كوبالت (cobalt) اوسيزيوم (Cesium) .

2-2-2 المعالجة الكثبية (Brachytherapy) :

عندما يكون مصدر الأشعة قريباً من العضو المعالج او داخله . قد يكون المصدر حبيبات يود ، إبر ايريديوم (Iridium) سيزيوم والعديد من العناصر الأخرى (11)

2-3 أنواع المعالجات الإشعاعية :

تقسم المعالجات الشعاعية بشكل عام إلى ثلاثة أقسام :

2-3-1 المعالجة الشعاعية الخارجية :

وتستخدم هذه المعالجة عدة أجهزة من ضمنها جهاز (الكوبالت -60) وجهاز المسرع الخطي .

2-3-2 المعالجة بالزراعات المشعة (الكورية) :

ويقصد بها وضع المنبع المشع بتماس كتلة الورم ، ويطلق على المعالجة الكورية ايضاً المعالجة الموضعية او قصيرة الموجة (أشعة بيتا B) ، او المعالجة ضمن الاجواف ، او المعالجة ضمن الانسجة .

وتعتبر المعالجة الكورية من اكثر وقاية للنسيج المجاورة لمنطقة المعالجة .

ويستخدم في هذه المعالجات الاريديوم (Ir_{192})

2-3-3 المعالجة الإستقلابية :

عند إصابة عضو معين بالسرطان ، يعطي المريض العنصر المشع الذي يتركز بالنسج المطلوب معالجته بحيث تتولد فعالية شعاعية تتلف هذا الورم .

وتستخدم هذه المعالجة اليود المشع ، (I_{131}) ، الكالسيوم المشع ، والفسفور المشع كما يستخدم ايضاً الذهب المشع (AU_{198}) (12) .

هنالك بعض الأجهزة التي تستخدم الأشعة في المعالجة من ضمنها جهازي السايرترون والمسرع الخطي .

2-4 جهاز السايرترون :

يستخدم هذا الجهاز عنصر الكوبالت -60

تعريف عنصر الكوبالت – 60 :

ورمزه الكيميائي Co^{60} وهو النظير المشع للكوبالت وله فترة عمر النصف 5.27 سنة وهو نظير إصطناعي غير موجود في الطبيعة (13) وعدده الذري 27 ، ووزنه الذري 58,9332 وكثافته 8.9 جم /سم ، وهو ينصهر عند 1.495مْ ويغلي عند 2.870مْ (14) . وخصائصه مماثلة إلى الحديد والنيكل (15) .

إكتشاف عنصر الكوبالت -60 :

تم إكتشاف الكوبالت عام 1737م على يد الكيميائي السويدي جورج برانت (1694-1768م) وهو من له الفضل في عزل الكوبالت في عام 1737م وقال

أنه كان قادراً على إثبات ان الكوبالت هو مصدر اللون الأزرق والذي قد نسب إلى عنصر البزموت الذي وجد مع الكوبالت (16) .

إنتاج عنصر الكوبالت –60 :

يتم إنتاجه بشكل إصطناعي عن طريق التنشيط النيتروني في مفاعل نووي من نظير الكوبالت – 59 . الكوبالت –60 يضمحل عن طريق إضمحلال بيتا إلى نظير مستقر للنيكل (النيكل –60) ، وايضاً ينتج من إضمحلاله إنبعاث أشعة قاما وطاقتان قياسهما 1.17 ، 1.33 ميغا إلكترون فولت .

وهو ناتج الأبن من تحللB– ومضمحل النويدا (^{60}Fe) (فترة عمر النصف 1.5(3) × 10^6 سنوات)

$$fe_{26}^{60} \longrightarrow co_{27}^{60} + e^{-} + \gamma_{e}^{-} \longrightarrow (1-2)$$

وهو ايضاً يخضع لاضمحلال بيتا (عمر النصف 5.2713 عاماً) ، الذي ينتج نظائر مستقره من النيكل Ni^{60} :

$$co_{27}^{60} \longrightarrow Ni_{28}^{60} + e^{-} + \gamma_{e}^{-} \longrightarrow (2-2)$$ (17).

ويستفاد من الكوبالت – 60 في علاج السرطان لأن الأشعاع الصادر منه يقتل الخلايا السرطانية ، كما يستفاد منه في تشخيص بعض الأمراض (18) .

- تعريف جهاز السايرترون :

عبارة عن وحدة المعالجة الإشعاعية تعمل على عنصر الكوبالت –60 والمستخدم لمعالجة الاورام الخبيثة التي تصيب الإنسان وخاصة الأورام العميقة (إضافة إلى السطحية) (19) .

- أجزاء جهاز السايرترون :

1/ الهيكل الرئيسي مع القاعدة يتضمن :

أ/ الذراع والثقل الموازن (حامل الرأس) :

يتم تثبيته على المحور الذي يتحرك بواسطة المحرك وبالتالي السماح بأستعمال حزمة الأشعة وبشكل ثابت في الاتجاه الذي يتطلبه العلاج كما يقوم الحامل بدعم الرأس والزراع المائل إضافة إلى أنه يحتضن ويحافظ على محور الدوران في هذا الجهاز الذي يعمل على الهواء المضغوط والذي يستعمل من أجل عمليات السحب والدفع للمنبع . بينما الزراع المائل فإنه يرتكز على محور يدور على رولمانات مثبتة على الهيكل الرئيسي .

الهيكل الرئيسي يحوي نظام الدوران والمعدات الكهربائية إضافة إلى نظام التحكم الهوائي والمهمة الاساسية للزراع هو الإيقاف المضاد للثقل الموازن في نقطة والمسدد في نقطة أخرى ، كما يوجد تدريج زاوي دوار على مركز الزراع المائل .

ب/ الرأس (مصدر الأشعة) :

الرأس مصنوع من الفولاذ والرصاص وذلك لمنع تسرب الأشعة من المنبع الذي يبلغ حجمه (1.15–2) سم .

حيث تخرج الأشعة عبر مصاريع مزدوجه ومتصالبة تعطي مساحات مربعة ومستطيلة تبعاً لشكل الساحة المعالجة كما يحوي الجهاز على منبع ضوئي يساعد في رسم حدود الساحة على جسم المريض قبل التشعيع . ويتميز رأس الجهاز بقدرته على الدوران بزاوية تتم 360 درجة بساحة علاجية تتراوح من 3×3cm وحتى 35×35cm مع إمكانية زيادة العلاج حتى 50×50 سم في حال أنزلنا طاولة العلاج على ان لا تذيد المسافة بين المنبع وجسم المريض عن 80cm (20) . يجب تبديل المنبع المستخدم في المعالجة عندما يصبح معدل الخرج الإشعاعي منخفض وهذا يؤدي إلى زمن معالجة طويل وهذا غير مرغوب علاجياً .

ج/ درج المنبع :

عبارة إناء متحرك يحمل منبع الأشعة وهو من النحاس مع فجوة في المنتصف تحوي كبسولة المنبع ويتم تحريكه ميكانيكياً عبر أسطوانة تعمل على ضغط الهواء بإتجاهين وتتأمن هذه الحركة عبر صمامات التحكم والتوقيت الزمني .

فعندما تكون الحزمة الإشعاعية نشطة تكون الصمامات مفتوحة بينما تغلق الصمامات عندما تكون الحزمة غير نشطة . الهواء المضغوط يأتي عبر الخزان إلى الضاغط ثم إلى صمام التفحص ثم إلى خزان أخر داخل الهيكل المعدني ويوجد ايضاً مؤشر يتحكم بكيمة الهواء الداخل إلى الخزان إضافة إلى فلتر مثبت على مخرج الخزان .

ايضاً حساس الهواء المضغوط الموجود على خط الهواء المضغوط مهمته التأكد من ان صمامات التحكم في الاسطوانة لن تعمل إلا إذا بلغ ضغط الهواء في النظام 17Psig وفي حال هبوط الضغط في الجهاز لاقل من القيمة السابقة فذلك لأحد السببين التاليين :-

- الوحدة في حال عدم العمل (الراحة) .
- الوحدة في وضع المعالجة والهواء يتم إستهلاكه شيئاً فشيئاً . وينتج عن ذلك أن دائرة التحكم غير قادرة على العمل او ان الحزمة غير نشطة وبالتالي يعود الدرج إلى مكانه . وايضاً يضم محدد الساحة او المسدد (collimator) وهو مثبت على قاعدة الرأس وله جزءان رئيسيان :
- المحدد الرئيسي : مصنوع من معدن ثقيل (غالباً الرصاص) .
- المسددات الثانوية المصنعة من الرصاص والتي نستطيع التحكم بوضعيتها من أجل تحديد الحزمة الإشعاعية فهي قابلة للحركة حركة إزدواجية عكسية قطرية حتى تشكل حقل الأشعة وعادة يكون عددها 4 .

- وهذا التحرك يتم بعدة زوايا 45–55 –65 وذلك إعتباراً من واجهة المنبع.

المهمة الأساسية لمحدد الساحة تحديد فتحة الأشعة المسلطة على المريض . إضافة لما سبق تتواجد لمبة مضيئة (حديثاً أشعة الليزر) التي تعمل على تحديد ابعاد ساحة العلاج قبل تطبيق الأشعة على المريض كما تتراوح المسافة بين المنبع المشع ومحور الدوران بين(80–100)سم ويوجد منبع ضوئي آخر مهمته قياس المسافة بين الورم ومنبع الأشعة .

2/ سرير المعالجة (الطاولة) :

وهو يتألف من القاعدة ، تقنية الدوران ومرفقاتها ، وقمة السرير .

تصنع القاعدة من الحديد المسكوب وتثبت عليها باقي عناصر السرير وتوصل إلى حمالة كبيرة قابلة للدوران وتثبت الحمالة في نقطة متطابقة عمودياً مع المنبع وتتحرك المنصة 260 درجة ، بينما تدور قمة السرير 360 درجة .

الطاولة عبارة عن ترس من المعدن يحوي نافذه مغطاة بطبقة رقيقه من مادة تدعى (البولي سيترين) من خلال تدوير الجهاز بزاوية 180 درجة فإن الأشعة تصبح قادمة من خلف المريض ، والطاولة تتحرك في ستة إتجاهات وتدور على قاعدة مثبته في ارض الغرفة وكذلك يمكن تدوير النافذة في الطاولة المثبته على القاعدة بحيث تعالج الورم فقط . إضافة لما سبق يوجد قفل بواسطة القدم يسمح بتثبيت السرير بالوضع المطلوب بعد إختيار الوضعية المناسبة . وهناك لوحتا تحكم للسرير كل منها توجد على أحد جوانب السرير وتشتملان على المفاتيح التالية :

- أضواء الوضع الصفري من الناحية العرضية .

- مفاتيح دواره للتحكم بإرتفاع وإنخفاض الطاولة .
- مفاتيح التحكم بفرامل الدوران الرأسي للسرير .
- أضواء الدلاله على حركة السرير الدورانية العلوية .
- فرامل الحركة الطولانية .
- مفاتيح للطوارئ .

وايضاً يوجد ما يسمى بجهاز التصادم (collision Device) وهو جهاز إلكتروميكانيكي حساس جداً يتواجد تحت أعلى السرير على صفيحة قاعدة الجهاز ، ففي حال حدوث التصادم سواء مع أعلى السرير او مع المريض فإن الحساس يؤثر آنياً على دوران الزراع المائل ويوقف الحركة .

آلية الدوران كما اسلفنا فإن آلية الدوران وجميع عناصرها الميكانيكية تتواجد في الهيكل الرئيسي وهذه الآلية تتألف بشكل أساسي من محرك كهربائي متصل مع علبة سرعة قابلة للتعديل حيث تتصل هذه العلبة بواسطة مسنن إلى مسنن الدوران عبر حزام للتوقيت ومحور يتم تعديل سرعة الدوران حتى لفة واحدة في الدقيقة وذلك باستخدام مقياس الجهد (potentiometer) حيث يختار الفولت المناسب للسرعة. كما يتم تجهيز وحدة تعديل السرعة بفرامل ديناميكية من أجل تجنب الخروج عند حدود المكان المطلوب للمعالجة .

3/ لوحة التحكم الرئيسية (control CONSOL) تتواجد لوحة التحكم خارج غرفة العلاج وهي مجهزة بمفاتيح التحكم بالسرير ووحدة الدوران إضافة إلى أضواء التنبيه والقيادة المثبتة على جهاز التحكم والتي تبلغ عن اوضاع الجهاز الحالية إضافة إلى وجود جهاز يدوي للتحكم عن بعد موجود على كلا جانبي السرير من أجل التثبيت عند بدء العمل يفضل ان يكون جهاز التحكم سلكياً وذلك لمنع وجود اي إشارات لا سلكية قد تتداخل مع إشارات الجهاز .

المؤقت : ويتراوح مداه من الصفر وحتى 60 دقيقة .

حالة الحزمة الاشعاعية : يكون الضوء اخضر في حالة الحزمة النشيطة بينما يكون أحمر في حالة الحزمة غير النشيطة وتكون الحزمة في كلا الحالتين في الوضع الأقصى وفي حال أضاء الاثنان مع بعضهما البعض فهذا يعني ان درج المنبع في المنتصف .

المفتاح الرئيسي لتشغيل الجهاز : (on/off)

هو مفتاح إعادة الإقلاع للدائرة الكهربائية للمعالجة (بعد التصادم او بسبب فتح باب الغرفة أثناء المعالجة).

- مفتاح إيقاف التشغيل في حال الطوارئ .
- مفتاح ضوء التصادم (برتقالي اللون) .
- أضواء الحركة المختارة بحسب نوع المعالجة : (arc , skip , rotate , fixed) .
- إختيار جهة الدوران للزراع المائل .
- فيوز الحماية .

4- **غرفة الجهاز :**

تتحدد أبعاد الغرفة حسب نوع الجهاز المستخدم وطاقته حيث يبلغ متوسط الطاقة في جهازنا انف الذكر 1.22Mev وللغرفة باب ثقيل الوزن مصنع من الخشب المغطى بالرصاص ، والباب مزود بمفصلات تعمل على ضغط الهواء من أجل تحمل ثقل الباب . ويوجد نوعان من الجدران في هذه الغرفة :-

- الجدران الثانوية والتي تصطدم بها الاشعة المشتتة .

- الجدران الاساسية ذات السماكة الاكبر . الحد الادنى لسماكة السقف (2.5m) وللجدران (2.25m) كما يتم وضع الرمل في أعلى الغرفة وذلك لمنع الاشعة من الإرتداد على شكل مظلة وبالتالي الحيلولة دون تأثيرها الخطير وإنتشارها في الغرفة . الجدران تكون من الاسمنت المسلح عالي الكثافة وأرضية الغرفة يجب تصنيعها بدقة عالية بحيث تكون مستوية تماماً دون نتوءات ، ثم يتم وضع الجهاز في منتصف الغرفة وذلك بعد ان يتم حفر حفره في هذا المكان ومن ثم ردمها بالأسمنت .(21)

2-5 طريقة عمل جهاز السايرترون :

يتم تحريك العنصر المشع داخل الأنبوبة بطريقتين :

- داخل ضغط الهواء حيث يتم تحريك العنصر المشع بدفع الهواء داخل الأنبوبة إلى ان يصل إلى collimator (المنطقة التي تسمح بخروج الاشعة وهي مثبته على رأس الجهاز) بعد إنتهاء فترة المعالجة يتم سحب الهواء عن طريق صمام حتى يعود المصدر المشع إلى موقعه الأساسي .
- الطريقة الكهربائية حيث يتم توصيل الجهاز بتيار مباشر (DC) وبالتالي يتحرك العنصر المشع داخل الانبوبة إلى أن يصل إلى collimator وبع إنتهاء فترة المعالجة يتم عكس التوصيلة وبالتالي يعود المصدر المشع إلى موقعه الأساسي (22) .

2-6 أهمية جهاز السايروترون :

علاج للأورام السرطانية والإشعاع الذي يخرج منه يحد من إنتشار المرض . (23)

2-7 مميزات جهاز السايروترون :

- يعطي نوع واحد من الأشعة وهو الفوتونات .
- يعطي مقدار 200 راد / دقيقة .
- المقدار الاعظمي للأشعة على عمق 5 ملم .
- يبعد مصدر الأشعة عن الجسم 80cm .
- مساحة العلاج 3x3 cm – 35×35cm .
- لا يحتاج لتيار كهربي عالي ولا لدارات تبريد (24) .

2-8 إيجابيات جهاز السايروترون :

- رخيص الثمن .
- فعال في علاج الامراض .
- أحادي الطاقة .
- سهل الصيانة .
- له عمر نصف إفتراضي 5 سنة .
- غرفته سهلة التصميم (25) .

2-9 سلبيات جهاز السايروترون :

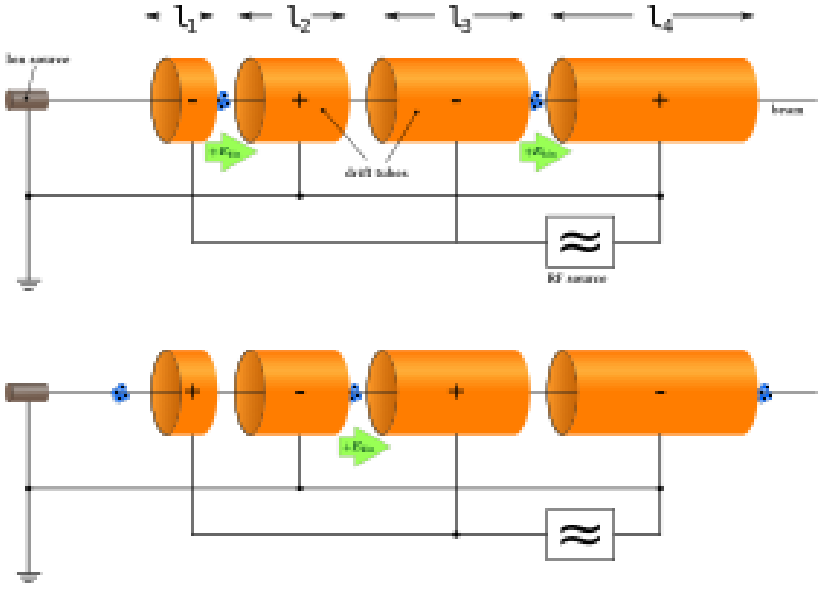
- الطاقة ضعيفة .
- العمق العلاجي بسيط .
- إستخدامه محدود .
- إذا كان باب غرفة الجهاز مفتوح الجهاز لا يعمل .
- التخطيط الغير سليم لمنطقة الورم يؤدي إلى إصابة أنسجة سليمة وبالتالي يؤدي إلى ظهور ورم في المنطقة السليمة .
- عند إيقاف مصدر الأشعة في الجهاز بعد إجراء المعالجة لا يختفي اثر الاشعة تماماً (26) .

الفصل الثالث

جهاز المسرع الخطي : linear Accelerator

3-1 تعريف المسرع الخطي :

يدعى هذا المسرع بإسم لينـاك Linac وفيه يتم تعجيل الجسيمات المشحونة مثل الإلكترونات او البروتونات على مراحل بواسطة فرق جهد متردد كما في السينكلترون ، ولكن الفرق أن مسار الجسيمات المشحونة يكون هنا في خط مستقيم حيث لا نحتاج إلى المغناطيس الباهظ التكلفة والذي به نستطيع تسريع الجسيمات في مدار دائري محدود القطر . وهو نوع من المسرعات التي تعمل على تسريع الجسيمات الذرية ودونها والتي تعني إخضاع الجسيمات إلى عدد من الحركات المدروسة والتي لها أهداف معينة واخترعت هذه الطريقة على يد ليوسزالارد عام 1928م وتم تطوير الجهاز بعده على يد رولف ايدور وهي تعمل على توليد الأشعة السينية عالية الطاقة وتستخدم في أغراض طبية علاجية وربما تستخدم في التجارب الفيزيائية النووية .

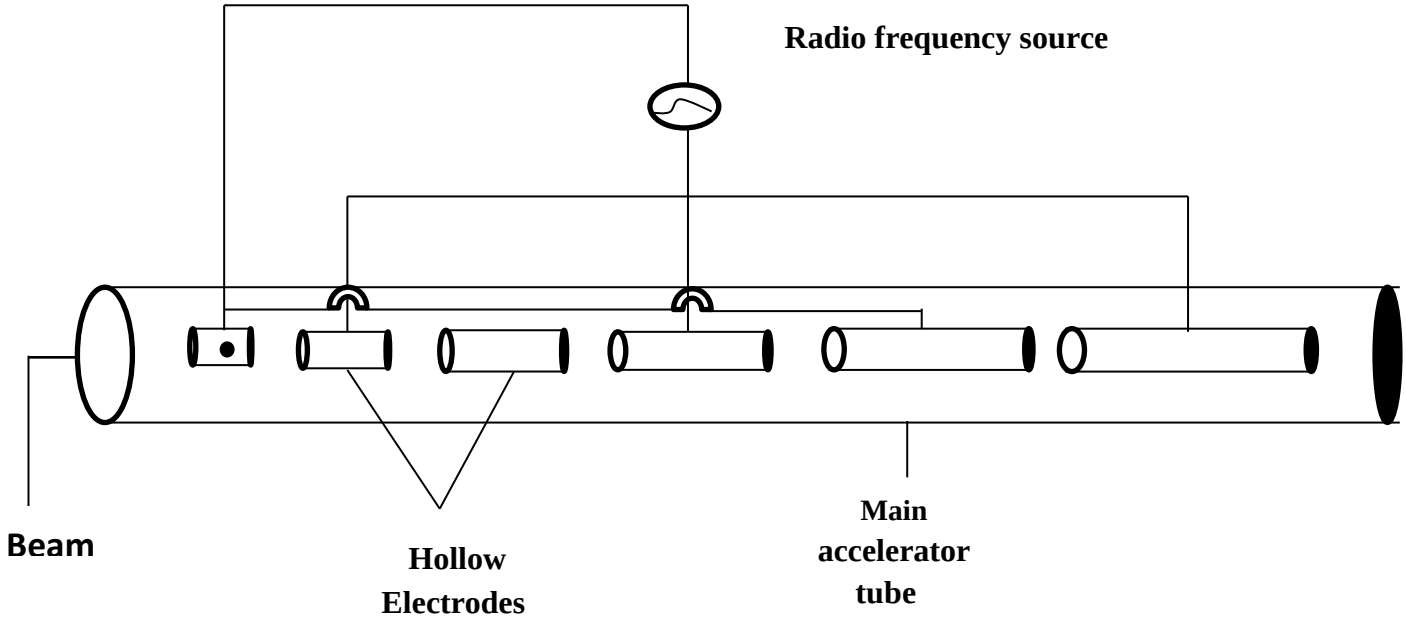


شكل (3-1) يبين توالي تغير شحنات الأقطاب بواسطة جهد كهربائي متردد (27)

تعد المسرعات الخطية التي لا تحدث فيها خسارة في الطاقة بالأشعاع أفضل المسرعات لتسريع الألكترونات وأحسنها مردوداً . والجدير بالذكر أن اطولها هو مسرع جامعة ستانفورت الذي انجز عام 1957م وطوله نحو 3كم وهو يسرع الالكترونات حتى تبلغ طاقة تساوي 2Gev اي 2×10^9 ev وتختلف المسرعات الخطية عن المسرعات المعتمدة على الكهرباء الساكنة بأستخدامها حقولاً كهربائية عند تواترات راديوية عالية لتسريع الجسيمات بدلاً من إستخدامها جهد عالى وحيد (28) . إبتدع علماء الفيزياء المسرعات الخطية لدراسة تراكيب وقوى نويات الذرات . وقام عالم الفيزياء البريطاني السير جون كوكروفت وعالم الفيزياء الايرلندي ارنسيت تي . اس والتن بإنشاء اول مسرع لتحطيم الذرات في عام 1932م تختلف المسرعات الخطية وفقاً للطريقة التي تزيد بها من سرعة الجسيمات الذرية (29) .

3-2 مكونات جهاز المسرع الخطي :

يتكون المعجل الخطي كما في الشكل التوضيحي التالي من عدة سلاسل من الالكترودات ذات الشكل والتي ترتبط ببعضها البعض من خلال مصدر فرق جهد متردد .



شكل (3-2) يوضح سلاسل الألكترودات التي يتكون منها المعجل الخطي

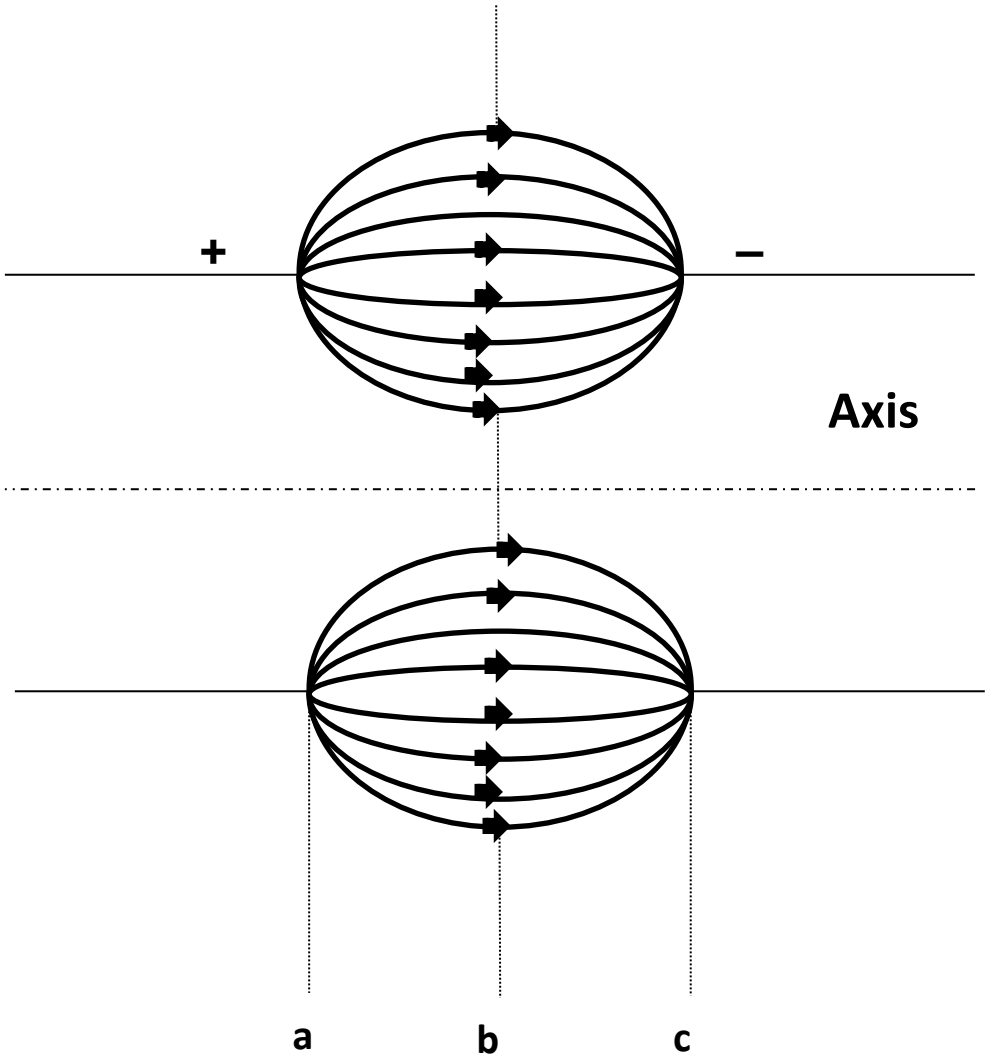
تكتسب الجسيمات المعجلة طاقتها من الفجوة بين الاسطوانات نتيجة لفرق الجهد المطبق عليها وفي داخل الاسطوانة حيث لا يوجد مجال . تدفع الجسيمات تحت تأثير قوة إندفاعها لفترة من الزمن تساوى نصف الزمن الدوري لفرق الجهد المتردد بحيث تغير قطبية فرق الجهد المطبق على الاسطوانة التي تليها وتعتمد فكرة عمل المعجل الخطي على التزامن بين الطاقة التي يكتسبها الجسم المشحون بين الإسطوانات مع المجال الكهربائي المتردد المطبق على الاسطوانات ولضبط هذا التزامن فإن طول الإسطوانة يصمم بناءاً على سرعة الجسيمات المعجلة بعد كل مرحلة ، فإذا كان نصف الزمن الدوري للجهد المطبق هو $\frac{t}{2}$ فإن طول الاسطوانة رقم (n) يعطي بالمعادلة :-

$$L_{n=} v_n \ \frac{t}{2} \quad \longrightarrow \ (1-3)$$

وطاقة الحركة المكتسبة بعد مرورها من الاسطوانة رقم N يعطي بالعلاقة

$$\frac{1}{2}\, mv_n^2 = ne\, v_0 \quad \longrightarrow (2-3)$$

ومن المعادلتين السابقتين يكون طول الاسطوانة n عند خروج الجسيمات المعجلة من الاسطوانة تتعرض إلى مجال كهربي كما في الشكل التوضيحي التالي :



شكل (3–3) يوضح المجال الكهربي الذي تتعرض له الجسيمات المعجلة عند خروجها من الاسطوانة (30) .

يتألف الجهاز من مصدر للجسيمات ويختلف المصدر بأختلاف الجسيمات المراد تسريعها ووجود مصدر للجهد العالي ، غرفة جوفاء تحوي الأنابيب المفرغة ويختلف طول الغرفة بإختلاف الغرض من المسرع .

أما في الأغراض النووية فقد يصل إلى عشرات الأمتار ويوجد داخل هذه الغرفة أقطاب أسطوانية معزولة كهربائياً مختلفة الأطوال على طول الغرفة يتم التحكم بطول هذه الإسطوانات من خلال الطاقة الدافعة ، وفي كل أسطوانة تزداد الطاقة المطبقة وبالتالي يجب ان يزداد الطول ، كما يجب ان نلفت الإنتباه ان الطاقة المطبقة تختلف مع إختلاف الجسم فمثلاً تختلف ما بين إلكترون وبروتون . وقد نحتاج إلى

مصدر طاقة ذات ترددات راديوية اواكثر وفي المسرعات ذوات الطاقة العالية نحتاج إلى مصدر طاقة لكل أسطوانة وذلك للحصول على أكبر طاقة ممكنة ويوجد مبردات بالرش المائي على التنجستان في حالة إستخدام الجهاز في مجال توليد الاشعة السينية اما في حال إستخدام لغير أغراض فيوجد مبردات لطرق مختلفة (31) .

يتألف أنبوب التسريع في الجهاز من قطاعات تشحن بشحنات موجبة وسالبة على التناوب وعندما تمر حزمة جسيمات مشحونة كهربائياً عبر الأنبوب فإنها تتلقى دفعاً من الغطاء الذي غادرته وتتلقى جذباً من الغطاء القادمة إليه ومن ثم فإن التسريع الذي تكتسبه هو حصيلة دفعات وجذبات متتالية . يشار إلى أن المسرعات الخطية تستخدم اليوم لتسريع الإلكترونات الثقيلة مثل أيونات الكربون والنيون والإزوت (32)

3-3 طريقة العمل في المجال الطبي :

عند تطبيق فرق جهد على مولد الجسيمات فإن الذرات تثار وتصدر هذه الإلكترونات وتتخذ مسارها في الأنابيب وذلك بسبب الشحنات المطبقة على الاسطوانات وعند مرورها تكتسب طاقة تظهر على شكل سرعات عالية جداً حتى تقترب هذه السرعات من سرعة الضوء حيث يتحول جزء من هذه الطاقة إلى زيادة في الكتلة للإلكترون ويكون مسار هذه الإلكترونات ضيق وذلك لضمان المسار والهدف وعندما تصل هذه الجسيمات إلى نهاية المسار تصطدم بمصعد تنجستان وعندما ترتد تنتج أشعة سينية موجهة نحو المريض ونقوم بتبريد المصعد بإستخدام الماء او اشياء أخرى . (33)

3-4 بعض أنواع المسرعات الخطية :

3-4-1 المسرع الخطي ذو الموجة الثابته :

في هذا النوع تنزل الجسيمات في خزان تفريغ أسطواني خلال سلسلة من الأنابيب تسمى أنابيب الإنسياق تفصل بينها فجوات . وفي أثناء إجتياز الجسيمات لهذه الفجوات تقوم موجات كهرومغناطيسية تسمى الموجات الثابته بزيادة سرعتها في الاتجاه الذي تتحرك نحوه . وتوفر الموجات مجالاً كهربائياً يؤدي إلى زيادة سرعة الجسيمات الزرية نتيجة للتأثير على شحنتها الكهربائية وتجعل أنابيب الإنسياق الجسيمات تنساب من فجوة إلى أخرى دون تخفيض سرعتها .

3-4-2 المسرع الخطي ذو الموجة المتحركة :

وهذا النوع يزيد من سرعة الجسيمات الذرية خلال أنبوب واحد طويل بوساطة موجة كهرومغناطيسية تتحرك مع الجسيم وتسمى هذه الموجة ذات الذبذبات العالية الموجة المتحركة ، ويكون المجال الكهربائي المتعاقب في مقدمة الموجة في الاتجاه الصحيح لزيادة تحرك الجسيمات بطاقة متزايدة . وتستمر الجسيمات في أكتساب الطاقة ما دامت تنساب بسرعة الموجة نفسها ، وتستعمل المسرعات الخطية ذات الموجة الثابته في المقام الأول لتوفير الجسيمات للمسرعات الأخرى الأكثر قوة مثل معجل البروتونات التزامني .

وتستطيع أكبر الأدوات الخطية من هذا النوع تسريع الجسيمات الى طاقات تصل إلى 200 مليون إلكترون فولت . وتستعمل المسرعات الخطية ذات الموجه المتحركة في المقام الأول لأغراض الأبحاث العلمية المتعلقة بالقوة التي تربط مكونات نواة الزرة بعضها ببعض . كما تستعمل ايضاً بمثابة آلالات أشعة سينية قوية في الصناعة والطب . يوجد أكبر واقوى مسرع خطي ذو موجه متحركة بالعالم بالولايات

المتحدة في مركز ستانفورد بجامعة إستانفورد . وهذا الجهاز يمكن ان يسرع الإلكترونات حتى 30 بليون إلكترون فولت ، ويستعمل لتوجيه الجسيمات نحو هدف معين هو مركز ذرات ساكنة ، او لإيداع الجسيمات في دائرتي تخزين .

ويمكن توجيه الجسيمات داخل دوائر التخزين الى ان تتصادم رأسياً وينتج عن هذا التصادم مضاعفة الطاقة الناتجة عن القذف نحو هدف معين ويمكن تشغيل مسرع إستانفورد كمصادم يستطيع إنتاج شعاعين كل منهما بقوة 50 بليون إلكترون فولت إحداهما من الالكترونات والآخر من البوزتيرونات (المادة المضادة) ثم يوجه الأشعة في مسارات متعرجة حتى يتصادم بعضها مع بعض تصادماً رأسياً فينتج عن هذا التصادم بوزونات ضعيفة غير مشحونة (البوزون) وتحمل هذه الجسيمات تحت الذرية الضعيفة التي تعمل داخل مركز الذرات ويدرس العلماء البوزونات للتوصل إلى فهم أعمق للقوة النووية الضعيفة (34)

3-5 إستخدامات الجهاز :

استخدمت هذه التقنية لعلاج السرطان وقتل الخلايا السرطانية وذلك في عام 1953م في لندن وفي عام 1955م في الولايات المتحدة . يستخدم الجهاز المعدن المشع (التكتينيوم) في الجزء المولد للجسيمات ولذلك الحصول عليه أسهل من الحصول على المعدن المستخدم سابقاً وهو اليورانيوم 235 المخصب (35) .

3-6 مقارنة بين كل من جهاز السايرترون وجهاز المسرع الخطي (36)

جهاز السايرترون	جهاز المسرع الخطي
1- يعطي نوع واحد من الاشعة وهو الفوتونات	يعطي نوعين من الاشعة فوتونات او إلكترونات .
2- يعطي مقدار 200 راد/دقيقة	يعطي مقدار 400 راد/دقيقة
3- المقدار الأعظمي للأشعة على عمق 5 سم	المقدار الاعظمي للأشعة على بعد 15-30سم
4- بعد مصدر الاشعة عن الجسم 80سم	بعد مصدر الاشعة عن الجسم 100سم
5- الوقاية الشعاعية اقل لأنه مشع بإستمرار	الوقاية الشعاعية أكثر لأنه يعمل على الكهرباء
6- توجد حادثة شبه الظل	لا توجد حادثة شبه الظل
7- لا يحتاج لتيار كهربائي ولا لدارات تبريد	يحتاج إلى تيار كهربائي ولدارات تبريد
8- سهل الصيانة	صعب الصيانة ويحتاج لمعايره يومية
9- رخيص الثمن	غالي الثمن

جدول رقم (3-1)

الفصل الرابع

جهاز القاما كاميرا

4-1 تعريف جهاز القاما كاميرا (Gamma Camera)

عبارة عن جهاز الكتروني يستخدم في التشخيص الطبي لتصوير توزيع المركبات الإشعاعية في الانسجة (بعد حقن المريض) .

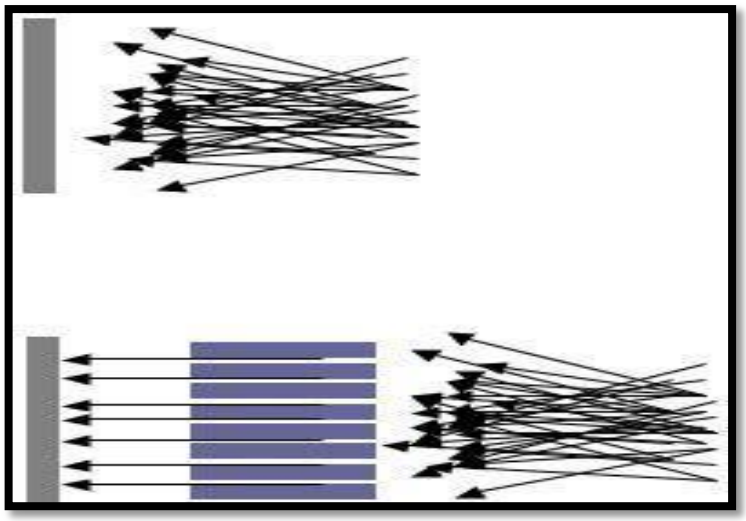
بشكل عام : هو جهاز للتصوير يستخدم في مجال الطب غالباً في الطب النووي لتصوير اشعة جاما المنبعثة من المركبات الإشعاعية في الجسم وهو جهاز يتكون من كاشف او اكثر (detector) منصوبة بين المكان الذي يوضع فيه المريض وموصول بنظام تحكم لتشغيل الجهاز وتخزين الصورة (37) .

شكل (4-1) جهاز القاما كاميرا

4-2 الأجزاء التي تتكون منها الجاما كاميرا :

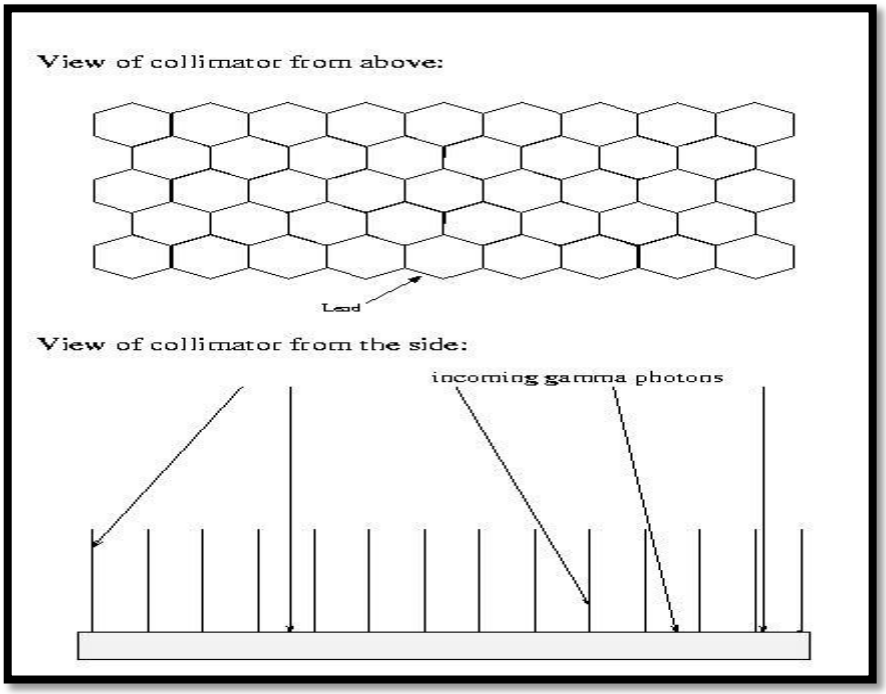
1- الكوليميتر (Collimator)

بإختصار هو أشبه بفلتر يفلتر سيل من الأشعة بحيث أنه يمرر فقط الأشعة التي تكون متوازية تقريباً مع بعض كما هو موضح في هذه الصورة .



شكل (4-2)

ويتم التقاط هذه الصورة في جهة واحده من الإشعاعات المتوازية التي تتم فلترتها اما إذا تم إستخدام الجهاز بدون كولاميتر سيقوم بتصوير الجزء المرغوب من كل الجهات حسب الأشعة القادمة من كل جهة وبالتالي لن تنتج صورة واضحة او دقيقة.وهنا صورة له من الأعلى ومن الجانب .



شكل (4-3)

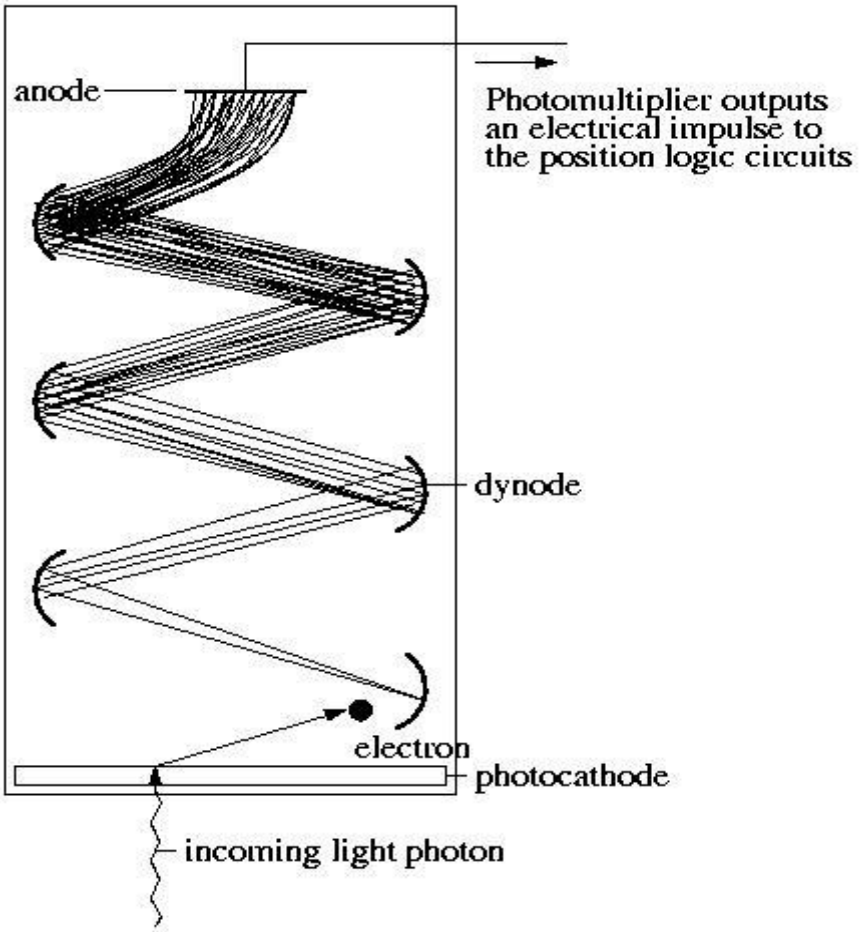
2- كاشف وامض (scintillation Detector) :

وعادة يستخدم هذا الكاشف للكشف عن فوتونات جاما ، والكاشف الذي عادة يتم إستخدامه في كاميرات الجاما تتكون من [NaI (TL)]) ويتم إستخدام هذا المركب نظراً لجودته وقوة فعاليتة في إلتقاط او الكشف عن إشعاعات جاما المنطلقة من المركب المشع ، ويتفاعل هذا الكاشف مع فوتونات اشعة جاما بالنظرية الكهروضوئية او نظرية كومبتون مع ايونات اليود في البلوره (التي يتكون منها الكاشف) .

وهذا التفاعل يتسبب بإطلاق الإلكترونات والتي بدورها تتفاعل مع البلورة لإنتاج الضوء في عملية تعرف بإسم (scintillation) او الوميض او إطلاق الشرارات .

3- Photomultiplier Tubes :

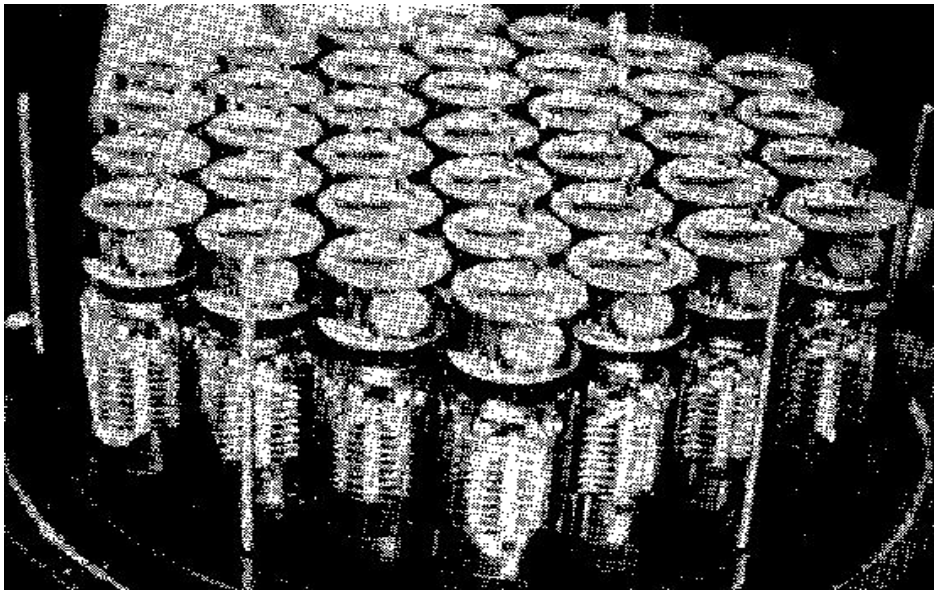
من كاشف الوميض لا يصلنا سواء كمية قليلة من الضوء ، ولذلك الـ Photomultiplier tubes هي أنابيب متصلة بالجهة الخلفية من البلورة في مقدمة الـ Photomultiplier tubes يوجد ما يسمى بالفوتوكاثود الذي إذا تم تحفيزه بفوتونات الضوء يطلق إلكترونات الـ Photomultiplier tubes عبارة عن آله تكشف وتكبر الإلكترونات التي ينتجها الفوتوكاثود لكل من 7-10 فوتونات موجهة على الفوتوكاثود يتم توليد إلكترون واحد فقط ، وهذا الإلكترون الذي من الكاثود يتم تركيزه على الداينود الذي يختزن هذا الإلكترون ويعيد إطلاق العديد من الإلكترونات عادة من 6 - 10 وهذه الالكترونات الجديدة يتم تركيزها على الداينود وتعاد العملية مره أخرى واخرى في الـ dynodes متعددة وفي قاعدة الـ Photomultiplier tubes يوجد أنود الذي بدوره يجذب هذه المجموعة الكبيرة من الألكترونات وتحويلها إلى نبض كهربائي وهذه صورة توضيحية له .



A Photomultiplier Tube

شكل (4-4)

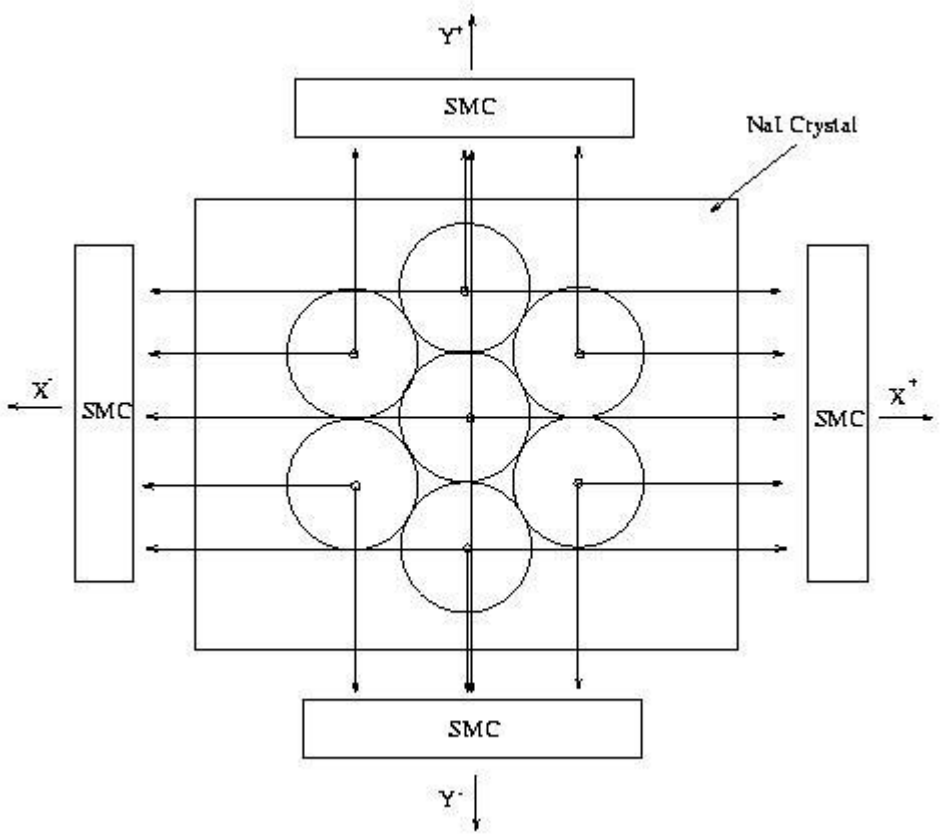
كل جاما كاميرا لها مجموعة من هذه الأنابيب يتم ترتيبها بشكل هندسي معين ، والكاميرا النموذجية تحتوي من 37 – 91 كما موضح في الشكل التالي



شكل الأنابيب في جهاز القاما كاميرا شكل (4-5)

4- وضعية التسليكات الكهربائية : position circuitry

منطقياً يعني الوضعية يجب ان تكون تابعة لانابيب الفوتومالتيبلاير بحيث انها تستقبل النبضات الكهربائية من الأنابيب إلى SMC وهو إختصار samming matrix circuit او قالب تجميع النبضات وهذا يسمح بوضعية الدوائر ان تحدد كل ومضة حدثت على بلورة كاشف .



شكل (4-6)

5- Data Analysis computer : (غرفة التحكم)

في النهاية يتم تحويل كل هذه الإشارات إلى الكمبيوتر وبعدها يتم إستخدام برامج معينة لإخراج الصورة بشكل ثلاثي الأبعاد أما تكون رمادية او ملونة على حسب البرنامج المتوفر وبعدها يتم تبسيطها ليتم تخزينها على الاقراص وهذه هي الخمسة أجزاء المهمة في جهاز القاما كاميرا (38) .

4-3 طريقة عمل جهاز القاما كاميرا :

لها كاشف كبير يسمى بـ البلورة الوامضة هذا الكاشف يكشف الأشعة المنبعثة من المركبات المشعة في النسيج مثلاً وتحولها إلى إشارات ضوئية وهذه الإشارات الضوئية تتحول إلى إشارات كهربائية التي بدورها تتحول إلى إشارات في الكمبيوتر ويتم تحويلها ببرامج معينة إلى صور (39) .

الفصل الخامس

5-1 الخلاصة :

تم في هذه الدراسة التعرف على تطبيقات الفيزياء في بعض الأجهزة الطبية وأجزائها الرئيسية وطريقة عمل كل جهاز من الأجهزة التشخيصية او العلاجية .

5-2 النتائج :

- يعتبر جهاز السايرترون افضل أجهزة العلاج بالأشعة لأنه رخيص الثمن فعال في علاج المرض واحادي الطاقة وسهل الصيانة وله عمر نصف إفتراضي 5 سنوات وهنالك سهولة في تصميم غرفته .
- افضل أجهزة القاما كاميرا هي التي تحتوي من 37 – 91 انبوب وتسمى القاما كاميرا المحتوية على هذا العدد من الأنابيب بالقاما كاميرا النموذجية

5-3 التوصيات :

1-أنوه للزين يرغبون الدراسة في هذا الموضوع ان يتطرقوا للناحية العلاجية والتشخيصية بصور عملية بهذه الأجهزة .

2-يجب ان يكون هنالك تخطيط سيلم للمريض من قبل الأطباء .

3-توفير الأجهزة الطبية في كل المؤسسات وبتكلفة أقل لسهول الحصول عليها .

4-توفير اجهزة طبية خاصة لتدريب الطلاب .

5- توفير معدات الصيانة بتكلفة قليلة .

6- يجب ان يكون هنالك وقاية تامة للعاملين والموظفين من الأشعة .

7-عدم صعوبة التعامل مع طلاب التدريب والبحوث والسماح لهم بالدخول للمستشفيات دون اي معوقات وذلك لخدمة التعليم .

5-4 الملاحق

(5-1) صورة توضح الرأس في جهاز السايرترون

(5-2) صورة توضح السايرترون

(5–3) توضح صورة مقربة للرأس في جهاز السايرترون

(5–4) صورة توضح جهاز السايرترون

(5-6) صورة توضح سرير المعالجة في جهاز السايرترون

(5-7) صورة توضح جهاز المسرع الخطي

(5-8) صورة توضح سرير المعالجة في جهاز المسرع الخطي

(5-9) صورة توضح جهاز القاما كاميرا

(5-10) صورة توضح الرأس لجهاز القاما كاميرا

(5-11) صورة توضح سرير المعالجة في جهاز القاما كاميرا (40)

5-5 الخاتمة :

وبحمد الله قد تناولنا تطبيقات الفيزياء في بعض الأجهزة الطبية وتعرفنا على مكوناتها الرئيسية بإيجاز وأهمية هذه الأجهزة في علاج الأمراض التي تشكل خطر فادح في حياة البشرية والتي اصبحت تهدد مجتمعنا اليوم ونسأل الله ان يقينا وإياكم من هذه الأمراض .

المصادر والمراجع :

1- dahalwi 4eveer .com/med phys /?

2- http://ar.m.wikipidia.org /wiki/ فيزياء طبية

3- نفس المرجع رقم (1)

4- نفس المرجع رقم (1)

5-www.hazemsakeek.net/magazine /index - php/..15833003882 .

6- http://www.phmcy .org /vb /showthread.php ?

7- http://medicalphys .wordpress.com

8-http://ar.m.wikipidia .org /wiki/ مسرع خطي

9-http://sites.google .com/site/chahrirachid /deuxime-bac/course4 .

10- www.webteb.com

11- نفس المرجع رقم (10)

12- http://nazlah.com/vb/showthread.php

13- http://ar.m.wikipidia.org/wiki

14- http://www.startimes .com

15- Basic radiation oncology

16- نفس المرجع رقم (14)

17- نفس المرجع رقم (13)

18- نفس المرجع رقم (14)

19- نفس المرجع رقم (6)

20- نفس المرجع رقم (12)

21- نفس المرجع رقم (6)

22- مركز الخرطوم القومي للعلاج بالأشعة والطب النووي

23- نفس المرجع رقم (22)

24- نفس المرجع رقم (12)

25- نفس المرجع رقم (22)

26- نفس المرجع رقم (22)

27- نفس المرجع رقم (8)

28- Www.arab-ency.com/index.php

29- http://ency.kacemb.com

30- www.hazensakeek.com/scientific - Assay/phpsics/accelerators .htm.

31- نفس المرجع رقم (8)

32- نفس المرجع رقم (28)

33- نفس المرجع رقم (8)

34- نفس المرجع رقم (29)

35- نفس المرجع رقم (8)

36- نفس المرجع رقم (12)

37- نفس المرجع رقم (7)

38- نفس المرجع رقم (7)

39- نفس المرجع رقم (7)

40- نفس المرجع رقم (22)