

## العلاج الإشعاعي التجسيمي

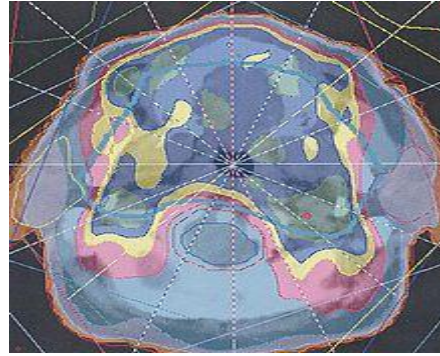
هو نوع من أنواع العلاج الإشعاعي الخارجي يستخدم أدوات خاصة ليتم توجيه الجرعة الإشعاعية إلى الورم المراد علاجه في جسم المريض، ويتم تقسيم الجرعة الإشعاعية إلى كميات صغيرة تعطى للمريض في عدة أيام. يستخدم العلاج الإشعاعي التجسيمي في علاج أورام المخ وإصابات الدماغ الأخرى، ويجرى دراسات على إمكانية علاج أنواع أخرى لمرض السرطان مثل سرطان الرئة. يسمى أيضا العلاج الإشعاعي الخارجي التجسيمي.

## العلاج الإشعاعي بالجسيمات المشحونة

هو نوع من أنواع العلاج الإشعاعي الخارجي يتم فيه تعجيل الجسيمات للحصول على جزيئات نارية ذات طاقة عالية ( مثل البروتون أو نواة الكربون التي تعمل على قتل سرطان الجلد. هذا الأسلوب يستهدف الخلايا السرطانية ذاتها فهو أقل ضررا على الخلايا المجاورة السليمة مقارنة بالعلاج الإشعاعي التقليدي الذي يستخدم مفعول قمة براج للأشعة السينية ذات طاقة عالية.

## تخطيط المعالجة الإشعاعية

إن مصطلح تخطيط المعالجة الإشعاعية يقع تحت إطار إنشاء خطة عمل خاصة مطوّرة للمعالجة إشعاعية من أجل تطويق الورم وإظهار الأنسجة السليمة المحيطة حوله. **المعالجة الإشعاعية** هي علاج المرض بواسطة الأشعة كالأشعة السينية أو أشعة النظائر. **الهدف** من التخطيط الإشعاعي هو تطويق الورم بنسبة تصل إلى حد أعظمي ( 95% )، و السعي قدر الإمكان على الحفاظ على الأنسجة السليمة المحيطة بالورم.



تشعيع لمنطقة الحلق

## الآلية

يتم إنجاز التخطيط من خلال استخدام أجهزة الكمبيوتر التي تحتوي مسبقاً على نظام للتخطيط و بمساعدة تصوير مقطعي محوسب للمريض من أجل تحديد موقع الورم بدقة. و يكون المسؤول عن التخطيط الإشعاعي متخصص في الفيزياء الطبية و ذلك بعد الإنتهاء من مراحل استخدام الأشعة السينية و الوقاية الإشعاعية.

## معالجة عن قرب أو المعالجة الإشعاعية الداخلية: (Brachytherapy)

يطلق هذا المصطلح على شكل من أشكال المعالجة الإشعاعية و التي يكون فيها المادة المستخدمة أو المنبع المشع داخل أو ملاصق للمجال المُشعّع في الجسم.

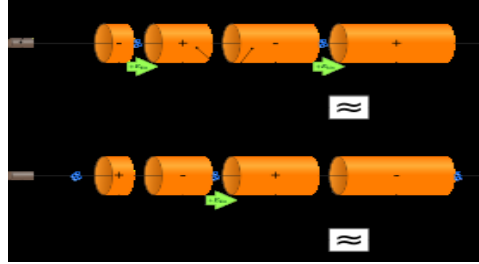
هذا النوع من المعالجة يعتبر فعال جداً في معالجة أمراض السرطان لعنق الرحم، البروستات، الصدر و الجلد . و يمكن استخدام هذه الطريقة لمعالجة الأورام في مناطق أخرى عديدة من الجسم.

#### النظائر المشعة المستخدمة

العنصر المشع	الطاقة	عمر النصف	النوع
سيزيوم-137 ( $^{137}\text{Cs}$ )	0,662 MeV	30,17 سنة	$\gamma$ - أشعة
كوبالت-60 ( $^{60}\text{Co}$ )	1,17; 1,33 MeV	5,26 سنة	$\gamma$ - أشعة
إيريديوم-192 ( $^{192}\text{Ir}$ )	0,38 MeV	74,0 يوم	$\gamma$ - أشعة
يود-125 ( $^{125}\text{I}$ )	27,4; 31,4 , 35,5 keV	59,6 يوم	أشعة سينية
بالاديوم-103 ( $^{103}\text{Pd}$ )	21 keV	17,0 Tage	أشعة سينية
روثينيوم-106 ( $^{106}\text{Ru}$ )	3,54 MeV	1,02 سنة	$\beta$ - أشعة

### جهاز المسرع الخطي : linear Accelerator

يدعى هذا المسرع باسم ليناك Linac وفيه يتم تعجيل الجسيمات المشحونة مثل الإلكترونات او البروتونات على مراحل بواسطة فرق جهد متردد كما في السيكلترون ، 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 ليوسز الاردي عام 1928 وتم تطوير الجهاز بعده على يد رولف ايدور وهي تعمل على توليد الأشعة السينية عالية الطاقة وتستخدم في اعراض طبية علاجية وربما تستخدم في التجارب الفيزيائية النووية .



الشكل يبين توالي تغير شحنات القطاب بواسطة جيد كهربائي متردد

#### مكونات جهاز المسرع الخطي

يتكون المعجل الخطي من عدة سلاسل من الإلكترونات ذات الشكل والتي ترتبط ببعضها البعض من خلال مصدر فرق جهد متردد . 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 تساوي 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 بناءً على سرعة الجسيمات المعجلة بعد كل مرحلة ، فإذا كان نصف الزمن الدوري للجهد المطبق هو  $(t/2)$  فإن طول الاسطوانة رقم  $(n)$  يعطي بالمعادلة :

$$L_n = v_n \frac{t}{2} \dots (1)$$

وطاقة الحركة المكتسبة بعد مرورها من الاسطوانة رقم n يعطي بالعلاقة :

$$\frac{1}{2}mv_n^2 = nev_0 \dots (2)$$

يتألف الجهاز من مصدر للمجسيمات ويختلف المصدر باختلاف الجسيمات المراد تسريعها ووجود مصدر للجهد العالي ، غرفة جوفاء تحوي الأنابيب المفرغة ويختلف طول الغرفة باختلاف الغرض من المسرع. أما في الاغراض النووية فقد يصل إلى عشرات الأمتار ويوجد داخل هذه الغرفة أقطاب أسطوانية معزولة كهربائياً مختلفة الأطوال على طول الغرفة يتم التحكم بطول هذه الأسطوانات من خلال الطاقة الدافعة ، وفي كل أسطوانة تزداد الطاقة المطبقة وبالتالي يجب ان يزداد الطول ، كما يجب ان تلفت الإنتباه ان الطاقة المطبقة تختلف مع إختلاف الجسم فمثلاً تختلف ما بين إلكترون وبروتون . وقد نحتاج إلى مصدر طاقة ذات ترددات راديوية 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 إستخدامها لغير أغراض فيوجد مبردات لطرق مختلفة.

### طريقة العمل في المجال الطبي

عند تطبيق فرق جهد على مولد الجسيمات فإن الذرات تنثار 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 ترند تنتج أشعة سينية موجهة نحو المريض ونقوم بتبريد المصعد بإستخدام الماء او اشياء أخرى.

### استخدامات الجهاز

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

### مقارنة بين كل من جهاز السايترترو وجهاز المسرع الخطي

ت	جهاز السايترترو	جهاز المسرع الخطي
1	يعطي نوع واحد من الاشعة وهي الفوتونات	يعطي نوعين من الاشعة فوتونات او إلكترونات
2	يعطي مقدار 200 rad/min	يعطي مقدار 400 rad/min

3	المقدار الأعظم للأشعة على عمق 5cm	المقدار الأعظم للأشعة على عمق 15-30 cm
4	بعد مصدر الأشعة عـف الجسم 80cm	بعد مصدر الأشعة عن الجسم 100cm
5	الوقاية الإشعاعية أقل لأنه مشع باستمرار	الوقاية الإشعاعية أكثر لأنه يعمل على الكهرباء
6	توجد حادثة شبه الظل	لا توجد حادثة شبه الظل
7	لا يحتاج لتيار كهربائي ولا لدارات تبريد	يحتاج لتيار كهربائي ولدارات تبريد
8	سهل الصيانة	صعب الصيانة ويحتاج لمعايرة يومية
9	رخيص الثمن	غالي الثمن