

## مقدمة

بالإضافة الى العلاج الجراحي والعلاج الكيميائي والهورموني، لقد أصبح العلاج الإشعاعي الخارجي أحد وسائل العلاج الأساسية لمرض السرطان. ويتم الاعتماد على العلاج الإشعاعي على الأقل في نصف حالات مرض السرطان، في حين أنه يتلقى كثير من المرضى مزيجاً من طرق العلاج المذكورة سابقاً. ويُستخدم العلاج الإشعاعي لشفاء المرضى أو لتسكين الألم، وهذا يعتمد على نوع وموقع وتطور مرض السرطان.



## لمحة تاريخية

بدأ استعمال العلاج الإشعاعي بواسطة الكوبالت عام ١٩٥١، في حين تم استعمال الـ (LINAC) لأول مرة في لندن عام ١٩٥٢. وبعد هذا بفترة قصيرة عام ١٩٥٤ طوّر الباحثون في جامعة ستانفورد (كاليفورنيا، الولايات المتحدة الأمريكية) جهاز LINAC آخر، وقاموا بمعالجة أول مريض عام ١٩٥٦. وفي ذلك الوقت، كان يوجد فقط سبعة أجهزة في العالم ولم يتعدى عدد هذه الأجهزة عام ١٩٦٢، ١٢ جهازاً.

ولكن خلال الـ ٢٥ عاماً الماضية، استبدلت الدول

المتطورة أجهزة العلاج بالكوبالت بالـ LINAC في حين ان هذا الأمر يتم بصورة أبطأ أيضاً في بقية الدول.

إن تاريخ الـ LINAC هو أقدم من تاريخ استعماله الطبي. ففي عام ١٩٢٨ عرض الفيزيائي السويدي (Ising) فكرة طورها لاحقاً الفيزيائي النرويجي (Wider"oe) لكن الفضل لأحداث ثورة في مجال العلاج بالأشعة يعود لمتطلبات الحرب العالمية الثانية. ففي العام ١٩٣٩ تمّ بناء الرادار والذي كان يرتكز على مولدات لأشعة مايكروويف. وهذه الأجهزة كانت ذات طاقة قوية ومناسبة جداً للاستعمال لاحقاً في أجهزة الـ LINAC.

وفي الفترة الممتدة بين الأعوام ١٩٦٠-١٩٧٠، تمّ اختبار أفكار جديدة منها: نظام الشفرات المتعددة لتحديد الأشعة (Multileaf Collimator): تعديل قوة الأشعة (Intensity Modulation Radiation Therapy-IMRT)، أنظمة ديناميكية لمتابعة تحرك الورم، التصوير خلال المعالجة الى جانب اضافة أجهزة تصوير بواسطة الأشعة السينية (X-ray). ولكن النقلة النوعية في استعمال هذه الأفكار بشكل واسع تمّت بين الأعوام ١٩٨٠-١٩٩٠. ويعود الفضل في ذلك الى استعمال الكمبيوتر للتحكم في أجهزة الـ LINAC. وباستطاعتنا قول نفس الشيء عن أنظمة التحكم والمعلوماتية والتي تطورت الى أنظمة كومبيوتر للعلاج بالأشعة.

## كيف يعمل جهاز الـ LINAC؟

يتكوّن جهاز الـ LINAC من ٤ أقسام رئيسية:

- Modulator

- Electron Gun مسدس الالكترونات

- RF Power Source مولّد طاقة كهرومغناطيسية

- Accelerator Guide موجّه المُسرّع

يقوم الـ Modulator بتحويل التيار المتردد (AC) الى درجة أعلى ومن ثم الى نبضات تيار

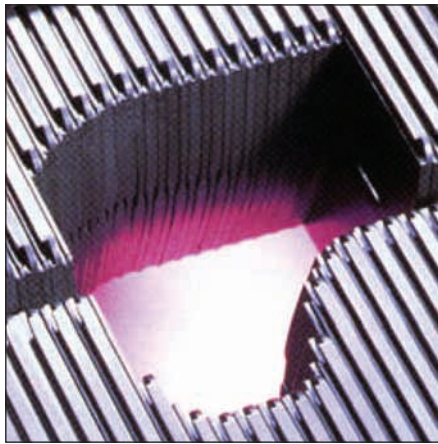
المُسرّع الخطّي  
تكنولوجيا ناضجة  
لا زالت تنمو



المهندس بسام طبشوري

مدير قسم الهندسة الطبية  
في مستشفى الجامعة الأميركية

الـ IMRT والتصوير الطبقي بواسطة الأشعة السينية (X-Ray) مما يسمح للطبيب بتحويل مسار الأشعة وقت إعطاء العلاج.

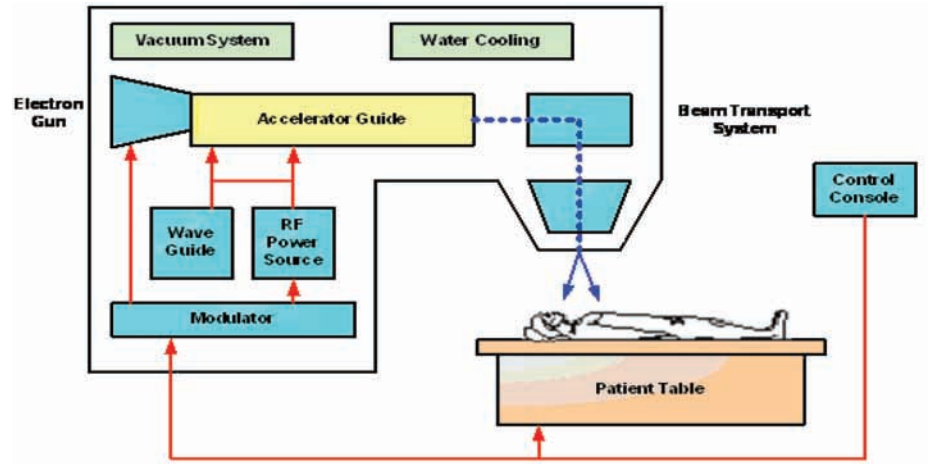


وأخيراً، فإن بعض الأورام - في الرئتين مثلاً - تتحرك مع كل حركة تنفس مما يتطلب استعمال تقنية مختلفة للعلاج (Respiratory Gating). وترتكز هذه التقنية على أخذ صور سريعة للورم من خلال نافذة محددة وعلى إعطاء الأشعة ضمن هذه النافذة عندما يكون الورم داخلها.

### الخلاصة:

ان التجارب المتراكمة عن حوادث العلاج بالأشعة تشير الى ضرورة التأكد من سلامة تقنيات العلاج الجديدة. وهذا يتطلب برامج جيدة لصيانة وتعبير أجهزة الأشعة. كما وان المكننة وتقنيات العلاج المعقدة تتطلب أنظمة مراقبة (Quality Assurance) لجودة ودقة عمل هذه الأجهزة واستعمالها.

حالياً، هنالك ضغط اجتماعي عالمي متزايد لتقييم الجدوى الاقتصادية لكل تقنية علاج طبي جديد. ومهما كانت نتيجة هذا الضغط، فإن الأمر الأكيد هو أن عجلة التغيير التكنولوجي ستستمر في التسارع.



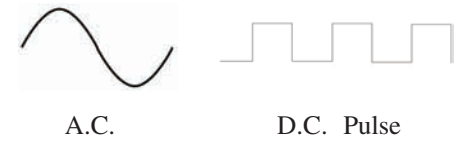
فولت 9-15 + (MV Photon) مليون الكترون فولت MEV - طاقة عالية 12-25 فوتونات مليون فولت 4-22 + (MV Photon) مليون الكترون فولت.

إن قدرة الإختراق للأشعة تتغير بحسب الطاقة؛ فبينما تخترق الالكترونات سنتيمترات قليلة، فان الفوتونات تخترق إلى عمق أكبر وعندها مفعول بين عمق 0,5 سنتم 3 - سنتم تحت الجلد مما يحميه من الأشعة. هنالك حاجة لحصر الأشعة بمناطق محددة لحماية الأنسجة السليمة الخالية من المرض. ولهذه الغاية تستخدم أجهزة (MLC - Multi-leaf Collimators) والتي تتألف من أوراق معدنية متعددة يمكن تحريك كل ورقة منها مما يسمح بتحديد دقة المنطقة التي ستعرض للأشعة.

إن بعض هذه الأجهزة تستخدم (Micro Multi-Leaf Collimators MMLC) أوراق معدنية مصغرة لإجراء عمليات للدماغ بواسطة الأشعة. ويتم الاعتماد على هذه التقنية إما بالإضافة أو عوضاً عن عمليات الدماغ الجراحية التي هي أخطر وأصعب وأكثر كلفة للمريض. وترتكز عمليات الأشعة للدماغ على استخدام أشعة مركزة يتحكم بها كومبيوتر. إن إحدى التقنيات الحديثة تركز على العلاج بواسطة أشعة متغيرة الكثافة بحيث يقوم الكومبيوتر بتحديد شكل شعاع العلاج وقوته ومدته التعرض له، إضافة الى التحكم بحركة الشفرات المعدنية.

إن بعض الأورام الخبيثة تتحرك داخل الجسم، مما يعني ان مكان الورم قد يتغير من وقت التصوير الى وقت العلاج. ولحل هذه المشكلة طورت طريقة إعادة توجيه الأشعة بواسطة التصوير. وهذه التقنية تجمع بين

ثابت (D.C.) ويتم استعمال هذه النبضات لتشغيل مسدس الالكترونات ومولد الطاقة الكهرومغناطيسية.



ويطلق مسدس الالكترونات شحنات الالكترونات في موجه المسرع (Accelerator Guide) بواسطة نبضات محددة التوقيت والسرعة والموقع بهدف الحصول على أعلى تسارع ممكن لهذه الجزيئات. وهذا الشعاع الالكتروني بالامكان استخدامه للمعالجة المباشرة أو غير المباشرة حيث يتم تحويله إلى هدف معدني مما يولد أشعة سينية (X-Ray).

أما مولد الأشعة الكهرومغناطيسية، فانه يصدر موجات فائقة التردد (3000 MHZ) والتي تستعمل لتسريع الجزيئات التي يضخها مسدس الالكترونات في موجه المسرع. ويتكون هذا الموجه (Accelerator Guide) من فجوات نحاسية جمعت في هيكل واحد.

وأخيراً، فان كل أجهزة الـ LINAC مجهزة بوسائل لقياس كمية الإشعاع. وهذه توضع في رأس الجهاز. عادة يوجد جهازين لقياس الإشعاع. وهذان يقومان بقياس عدم التناظر (Asymmetry) في أشعة المعالجة في نقطتين مختلفتين ويوقف الأشعة، إذا كان عدم التناظر أعلى من نسبة معينة.

إن مؤسسة ECRI وضعت التصنيف التالي لأجهزة الـ LINAC (بحسب مستوى طاقتها): - طاقة منخفضة 4-6 فوتونات مليون فولت (MV Photon)

- طاقة متوسطة 8 - 10 فوتونات مليون



Prendre soin de quelqu'un,  
c'est lui donner ce qu'on ne nous a jamais donné:  
De l'attention, du professionnalisme, du temps, une  
présence affectueuse, et **UN SOURIRE**



**HÔPITAL NINI**

Mina, Tripoli, Liban Nord

Tel: 0961 6 431400 Fax: 0961 6 448442

Web site: [www.hopitalnini.com](http://www.hopitalnini.com)

Email: [info@hopitalnini.com](mailto:info@hopitalnini.com)

