الفصل السادس

الإشعاع الذري في الطب

٦ – ١ التشخيص بالأشعة السينية

٦ – ٢ الطب النووي

٦ – ٣ العلاج الإشعاعي

٦ – ٤ استخدام النظائر المشعة في التحليلات الطبية المخبرية

٦ – ٥ تصنيع اللقاحات

٦ – ٦ تعقيم المنتجات الطبية

obeikandl.com

obeikandl.com

الفصل السادس

الإشعاع الذري في الطب

هناك عدة استخدامات للإشعاع الذري في الطب فهو يستخدم في كل من التشخيص، والعلاج، وفي تعقيم المنتجات، وفي صنع اللقاحات.

في مجال تشخيص الأمراض يقوم طبيب الأسنان ــ على سبيل المثال ــ بأخذ صور بالأشعة السينية للبحث عن تجويف خفي في الأسنان، ويقوم طبيب العظام بأخذ صور بالأشعة السينية لتحديد كسر في العظام، كما يقوم غيره من المتخصصين بأخذ صور مماثلة للبحث عن بعض الشذوذ الذي يصعب تحديده في جسم الإنسان وهذه المجالات تسمى التشخيص بالأشعة السينية.

وفي مجال الطب النووي تعطى النظائر المشعة لبعض المرضى، لتقييم نشاطات الجسم أو للكشف عن مرض خفي وذلك لأن النظائر تطلق إشعاعاً يمكن كشفه من خارج الجسم بعد تجمعه في أحد الأعضاء.

وفي مجال العلاج الإشعاعي يستخدم الإشعاع على نطاق واسع في مهاجمة الخلايا السرطانية وقتلها، وكذلك في تعقيم المنتجات الطبية وفي تصنيع لقاحات الحيوانات الداجنة وفي فحص كل من الهرمونات والأنزيمات وفيروسات التهاب الكبد وغيرها.

وسنتحدث في هذا الفصل عن هذه الاستخدامات الطبية للإشعاع.

٦ – ١ التشخيص بالأشعة السينية:

لقد استخدمت الأشعة السينية في التشخيص بعد مدة وجيزة من اكتشافها من قبل الفيزيائي الألماني رونتجن عام ١٨٩٥م، وكان رونتجن هو أول من أخذ صورة بهذه الأشعة ليد زوجته حين طلب منها وضع يدها أمام جهاز الأشعة

ووضع خلف اليد فيلماً للتصوير فأظهر الفيلم عظام كف زوجته . وقد أصبحت الأشعة السينية منذ ذلك التاريخ من أهم الأدوات المستخدمة في تشخيص الأمراض .

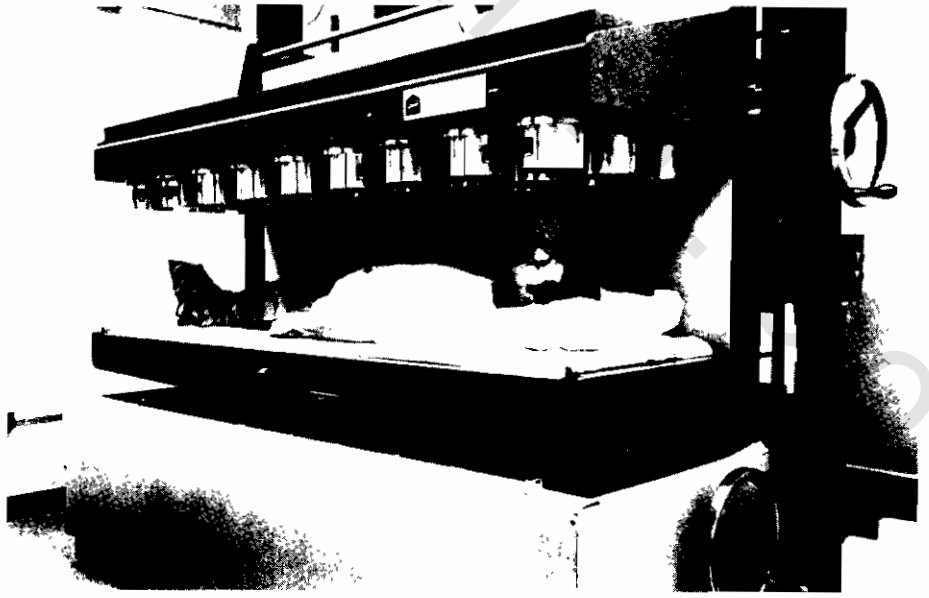
إنّ تكوّن صورة الأشعة السينية مبني على مقدرتها في اختراق الأجسام المادية والحية من مثل جسم الإنسان ، ودرجة امتصاص هذه الأشعة في الأجسام المادية ومنها الأنسجة الحية مختلفة ، فهي تزداد بازدياد الوزن الذري للعنصر وارتفاع كثافته . فمن الأنسجة التي يمكن رؤيتها بوضوح في جسم الإنسان العظام حيث الكثافة العالية نسبيًا للكالسيوم ، ومن هنا يسهل تشخيص الكسور والشروخ في العظام ، وكذا الحال بالنسبة لتحديد الموضع الدقيق للأجسام الغريبة كالأعيرة النارية أو الشظايا في داخل الجسم .

أما في حالة الأنسجة الرخوة (اللحمية) فإنه يصعب دراستها بالأشعة دونما استخدام تقنيات خاصة ، ذلك لأن امتصاص هذه الأنسجة للإشعاع متقارب نظراً لتشابه تركيبها . فمثلاً في حالة القناة الهضمية يعطى المريض جرعة من خليط الباريوم الذي يمنع الأشعة السينية نسبيًّا من النفاذ ، فعندما تكون القناة الهضمية مليئة بهذه المادة يمكن رؤية حدودها بوضوح ، فأية قرحة أو انسداد في الأمعاء بسبب ورم خبيث أو أي شذوذ آخر أو وجود عارض فيها يمكن إظهارها ـ عادة ـ بهذه الطريقة ، كما يمكن إجراء عدد من الفحوصات الحركية المتتابعة مثل دراسة معدل تفريغ المعدة ، حيث يؤخذ عدد من الصور على فترات متتالية أثناء مرور الباريوم المعتم خلال المعدة وخروجه منها .

وهناك طرق أخرى للتصوير الإشعاعي مثل أخذ مقاطع إشعاعية متعددة للعضو المراد فحصه [Tomography] وهذا يعطي دقة أكثر ، فمثلاً يمكن كشف سرطان الثدي بمثل هذه الطريقة ، وهي أدق بكثير من الصور الإشعاعية الاعتيادية [Plane Film] . وإمكانية كشف الكُتل الورمية أو غيرها في الثدي أو

إن لمعرفة مقدار بعض العناصر في جسم الإنسان أهمية كبيرة في التشخيص الطبي . وقد استخدم التشعيع النيوتروني ـ بصورة تجريبية لهذا الغرض ، حيث تنشّط نسبة من هذه العناصر لتصبح مشعة ، وبقياس نشاطها الإشعاعي يمكن تقدير كميتها .

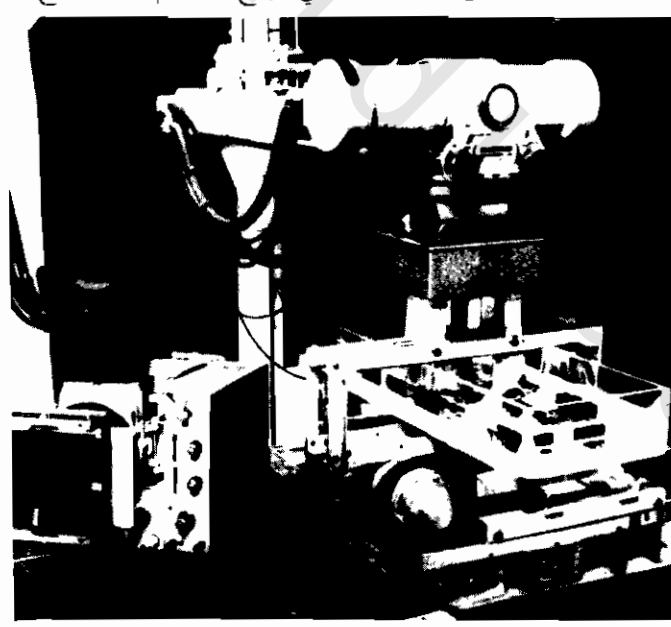
لوحة (٦ – ١) امرأة في موضع التشعيع ، وقد أحيطت بإطار من البولي اثلين لتهدئة النيوترونات السريعة . كما تبدو الأنابيب التي تضخ فيها مصادر النيوترونات بصورة آلية .



لوحة (٦ – ٢) شخص في موضع قياس النشاط الإشعاعي للعناصر في بدنه بعد أن تم تشعيعه ، وتبدو كواشف الأشعة العلوية .

يستعمل الإشعاع في قياس كثافة العظام في الإنسان لغرض تشخيص بعض الأمراض . ويستخدم لهذا الغرض حزمة دقيقة من أشعة جاما أو الأشعة السينية تقوم بمسح أحد عظمي الرسغ ، ويقاس الإشعاع الذي يخترق العظم من الجانب الثاني باستخدام كاشف إشعاعي ، وكلما زادت كثافة العظم أو زاد سمكه كلما قلت الأشعة المخترقة له .

لوحة (٦ – ٣) جهاز لقياس كثافة أحد عظمي الرسغ يستخدم مصدر مشع لجاما .



لوحة (٦ – ٤) جهاز لقياس كثافة أحد عظمي الرسغ يستخدم جهاز أشعة سينية .

لوحة (٦ - ٥) صورة بالأشعة السينية تظهر الرئتين. (مع الشكر لمستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث).

غيرها من الأنسجة الطرية ناتج عن اختلاف ــ ولو بسيط ــ في امتصاص الإشعاع بينه وبين الأنسجة الطبيعية المحيطة به.

وفي عام ١٣٩٠هـ (١٩٧٠م) تم إدخال جهاز بارع للمسح الإشعاعي يسمى إ. ام. آي (E.M.I) يمكنه أخذ صور واضحة لمقاطع في الجسم تظهر الكثير من التفصيلات، وقد طور هذا الجهاز مبدئيا للحصول على تصوير واضح للدماغ، حيث يقوم جهاز الأشعة السينية بالدوران حول رأس المريض مجرياً حوالي أربعين ألف تشعيع بواسطة حزم قلمية من الأشعة السينية، وتعتمد مدة توقف جهاز الأشعة في كل مرة خلال دورته حول الرأس على سمك كل من العظام والأنسجة الطرية المختلفة التي تعترض مسار الأشعة. وبدلاً من سقوط هذه الأشعة على فيلم فإنها تسقط على عداد إشعاعي كهربائي يقوم بقياس الأشعة النافذة ويرسل ذلك إلى حاسب آلي صغير يقوم بتجميع وترقيم المعلومات ويحوّل كل ذلك إلى صورة تعرض على شاشة تلفازية، تظهر بوضوح

حتى التغيرات الفجائية الطفيفة التي تمثل الحدود بين التراكيب المختلفة وتستغرق هذه العملية حوالي خمس دقائق فقط ! . وقد تطورت هذه الأجهزة حاليًا تطوراً كبيراً لتعطي صوراً واضحة جدًّا للأعضاء اللحمية [الرخوة] أو الصلبة كالعظام ، وأصبح دورها كبيراً في كشف الأمراض وبخاصة الأورام وانتشارها .

٦ – ٢ الطب النووي :

تم أول تطبيق عملي لتوظيف المادة المشعة في اقتفاء الأثر [٢٤] على يد جورج دي هيفزي وهو أحد الرواد في استعمال المواد المشعة وبخاصة في البحوث الحياتية والكيميائية ، ففي عام ١٩١١ عندما كان هيفري معيداً في جامعة مانشستر حيث طلب منه فصل بعض المواد المشعة الطبيعية . وكان هيفزي في ذلك الحين قليل المال ويعيش في منزل متواضع ويتناول طعامه مع ربة المنزل التي يقطن عندها ، وكان يكدره منها تقديم الطعام ذاته بين حين وآخر ، ويساوره شك في أن بعض الأطباق المقدمة هي من طبخ أيام بل أسابيع خلت ، ولم يكن لديه دليل قاطع على ظنه ، وأثبت هيفزي صحة شكوكه بأن أخذ كمية قليلة من مادة مشعة ووضعها في الطعام المتبقي الذي تناوله . وبعد عدة أيام قدم له الطعام ذاته ، فاستعمل جهازاً بسيطاً لكشف الإشعاع وهو عبارة عن مكشاف الكهربائية ذي الورقتين الذهبيتين كي يعرف أيحوي الطعام مواد مشعة أم لا ؟ وتمّ له ذلك عندما لاحظ نقص انفراج الوريقتين تأكد له أن الطعام نفسه قدم له سابقاً ، ولكن ربة المنزل لم تدرك مرماه من التجربة وادعت أن أعماله هي ضرب من السحر وطلبت منه أن يغادر منزلها ! ، بينما توصل هو إلى اكتشاف جديد .

إن كثيراً من الدراسات التشخيصية يمكن إجراؤها إما باستعمال المنتجات الصيدلانية المشعة ، أو باستخدام منتجات صيدلانية غير مشعة والتي يمكن

لوحة (٦ - ٦) جهاز للفحص الإشعاعي المقطعي الـذي يقوم بتصوير مقاطع في الجسم تظهر الكثير من التفصيلات. (مع الشكر لمستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث).

لوحـة (٦ - ٧) كاميرا أشعة جـاما تستخدم في الطب النـووي لتتبع النظير المشع الذي يعطى المريض لإجراء الفحص التشخيصي المطلوب، وذلك بكشف وقياس أشعة جاما التي يطلقها النظير المشع وتكوين صـورة واضحـة لتـوزيعـه أو لحركتـه في العضـو (مع الشكـر لمستشفى الملك فيصل التخصصي ومـركـز الأبحاث).

لوحـة (٦ - ٨) خلية حارة [غرفـة لمعالجة المواد شديدة الإشعـاع] تستخدم فيها الأيدي الميكـانيكية في معالجة المادة المشعـة عبر حاجز زجـاجي مرصص. (مع الشكر لمستشفى الملك فيصل التخصصي ومـركز الأبحاث).

مـزجها [تعليمهـا] مع المواد المشعـة، وتعطى بعـد ذلك المريض لغرض إجـراء الفحص المطلوب، ويوجد حاليًا الكثير من هذه المنتجات التي تستخدم بشكل رتيب في الفحـوصـات الطبيـة لمختلف أعضـاء الجسم، ويمكن تطبيق هـذه الفحوصات لدراسة عمل الغدة الـدرقية والرئة والقلب والكبد والكلية والعظام والمفاصل واستقلاب الأملاح المعدنية وجريان الدم الموضعي وغيرها.

ولقد فتح توافـر النظائر المشعة الباب على مصراعيـه لمجال كامل من مجالات الطب يعرف بالطب النووي، الذي أصبح تخصصـاً قائماً بذاته، على أساس من استعمال النظائر المشعـة، فعندمـا يعطى نظير مشع إلى شخص ما ــ عن طريق الفم أو الدم ــ يمكن اقتفاء أثـره [أي معرفـة موضع ذلك النظير وكميـة وكيفية توزيعه في الجسم]، وذلك باستعمال كاشف يقيس الإشعاع من خارج الجسم، ممـا يعين على تشخيص العـديـد من الأمراض. ونظـراً للحسـاسيـة الكبيرة لهذا الفحص فإنه يمكن إجراؤه بإدخال كمية صغيرة جدًا من المادة المشعة إلى الجسم ممـا يعني أن الجرعـة الإشعـاعية التي يتعـرض لها المريض نتيجـة هـذا الفحص منخفضة وفي الحدود المسموح بها طبيًا.

ومن أنـواع الاختبـارات والمعالجات المستعملـة في مجال واحـد من المجـالات المذكورة أعلاه وهو مجال الغدة الدرقية يمكن إيراد ما يلي (٢٤):

١ - امتصاص الغدة الدرقية لليود المشع.

٢ - سرعة دورة اليود الاستقلابية.

٣ - الدورة الاستقلابية لليود الذي تمثلته البلازما.

٤ - استجابة مريض الانسمام الدرقي للعلاج.

٥ - الاستجابة للمعالجة بالأدوية المضادة للدرقية.

٦ – الاستجابة للمعالجة بعد استعمال اليود المشع أو الاستئصال شبه التام للغدة الدرقية.

٧ – تحديد نسبة هرمونات الغدة الدرقية بالدم.

إن من أوائل الفحوصات التي طورت في الطب النووي هي تقييم عمل الغدة الدرقية التي تقع في القسم الأمامي من الرقبة، وهي على صغر حجمها كبيرة الأهمية، فهي تقوم بإنتاج هرمون مهم يدعى الثايروكسين، فالأفراد الذين يزداد عندهم نشاط الغدة الدرقية يميلون إلى العصبية وسرعة الانفعال وكثرة التعرّق مع شدة نحول الأبدان، بينما يؤدي ضعف الغدة الدرقية إلى الكسل والخمول وزيادة في الوزن، وبطء في الكلام، وتزول هذه الأعراض سريعاً بعد إعطاء المريض هرمون الغدة الدرقية – على شكل حبوب صغيرة – عن طريق الفم، وحيث إن هذه الأعراض لا تقتصر على اختلال عمل الغدة الدرقية فحسب، بل قد يكون سببها شيء آخر، فإنه من المهم إجراء فحص يسير للتأكد من الحالات التي تكون فيها الغدة الدرقية هي السبب، فيصبح علاجها عندئذ يسيراً.

لإجراء فحص الغدة الدرقية هناك طريقتان:

(١) يسقى المريض كمية صغيرة من اليود المشع [المنتج بتشعيع اليود بالمفاعلات النووية] حيث يمتص هذا اليود عن طريق الأمعاء إلى الدم، ومنه ينتقل قسم منه إلى الغدة الدرقية، والقسم الآخر يطرح خارج الجسم عن طريق البول.

إن كمية اليود التي تصل إلى الغدة الدرقية تعتمد على نشاطها، فالغدة المفرطة النشاط التي تنتج كمية فائضة من الثايروكسين تستهلك كمية كبيرة من اليود والعكس صحيح، حيث إن الغدة الخاملة تستهلك كمية قليلة من اليود

المشع . وتقاس كمية اليود المشع المتجمعة في الغدة، وانتظام انتشار هذا التجمع باستعمال أجهزة خاصة تدعى «كامرة جاما» وذلك لتقييم نشاطها وتشخيص علّتها .

إن تضخم الغدة الدرقية يكون سببه أحياناً قلة اليود في الطعام، وليس بسبب مرض الغدة الدرقية، فمثلاً لسنوات عديدة خلت كان سكان الجبال البعيدة عن البحر يعانون تضخم الغدة الدرقية نظراً لعدم تناول الأسماك والمواد الأخرى التي يتوافر فيها اليود، ويضاف اليود حاليًّا إلى ملح الطعام، لسد النقص في اليود الذي قد يحصل لعدم تناول الأطعمة الغنية به .

(٢) أما الطريقة الثانية لفحص عمل الغدة الدرقية فيتم بقياس مقدار هرمونات الغدة الدرقية بالدم، وذلك بأخذ عينة من الدم وقياس كمية الهرمونات فيها بواسطة طرق خاصة تستخدم فيها المواد المشعة، ولا يحتاج المريض بهذه الطريقة إلى أخذ مادة مشعة أو غير مشعة بل تؤخذ عينة الدم أولاً ثم تُضاف إليها المادة المشعة .

وبالإضافة إلى ذلك فإن العلاج الأمثل لنسبة ملحوظة من المرضى الذين يعانون ارتفاع نشاط الغدة الدرقية هو اليود المشع، وفي هذه الحالة تعطى جرعة مرتفعة – تزيد ألف مرة على تلك المستعملة في فحص الغدة الدرقية . فيرتكز معظم اليود المشع ويستقر في الغدة الدرقية مما يعرضها إلى جرعة مركزة من الإشعاع، وبذلك يضعف نشاطها إلى المستوى الطبيعي، وتزول أعراض المرض بعد ذلك بفترة قصيرة .

وبنفس الطريقة يمكن دراسة أنسجة مختلفة من الجسم مثل الهيكل العظمي والدماغ باستخدام نظائر مشعة مناسبة، كما يمكن استعمال النظائر المشعة في قياس أحجام السوائل التي لا يمكن قياس أحجامها بالطرق المباشرة مثل الدم .

٦ – ٣ العلاج الإشعاعي :

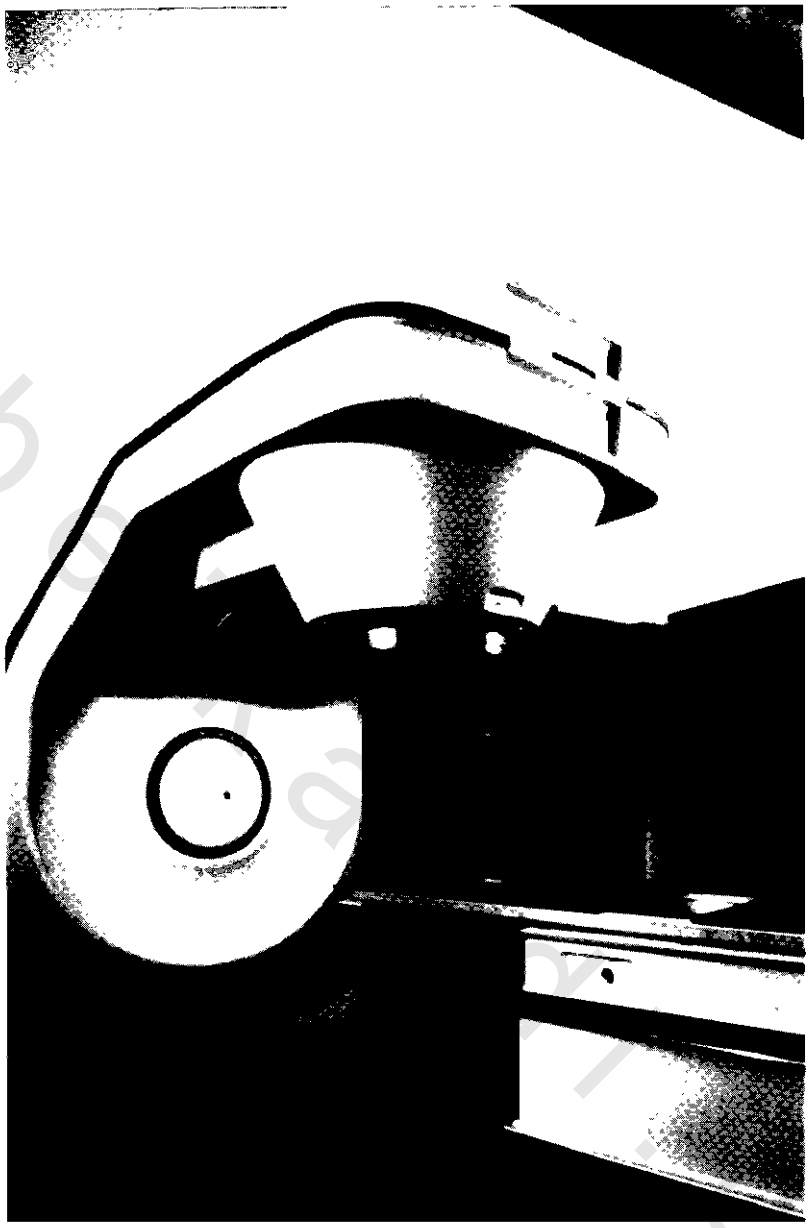
يمثل العلاج الإشعاعي أحد الطرق الرئيسة الثلاث لعلاج السرطان وهي : العلاج الإشعاعي، الجراحة، والعلاج الكيميائي، وهناك طريقة رابعة تجرى حولها بحوث كثيرة في الوقت الحاضر وهي طريقة العلاج بالحرارة، وطريقتا العلاج الإشعاعي والجراحة تستعملان في السيطرة على الأورام الموضعية، بينما يقتصر العلاج الكيميائي على السرطان المنتشر في الجسم.

إن العلاج الإشعاعي مبني على مقدرة الإشعاع الذري على قتل الخلايا، أو جعلها غير قادرة على التكاثر والانتشار، فالورم السرطاني ينمو بسبب التكاثر غير المنضبط للخلايا السرطانية، ولهذا فإن أية وسيلة توقف هذه المقدرة على التكاثر يمكنها أن تتحكم في نمو السرطان، والإشعاع من الوسائل الفعالة في هذا المجال.

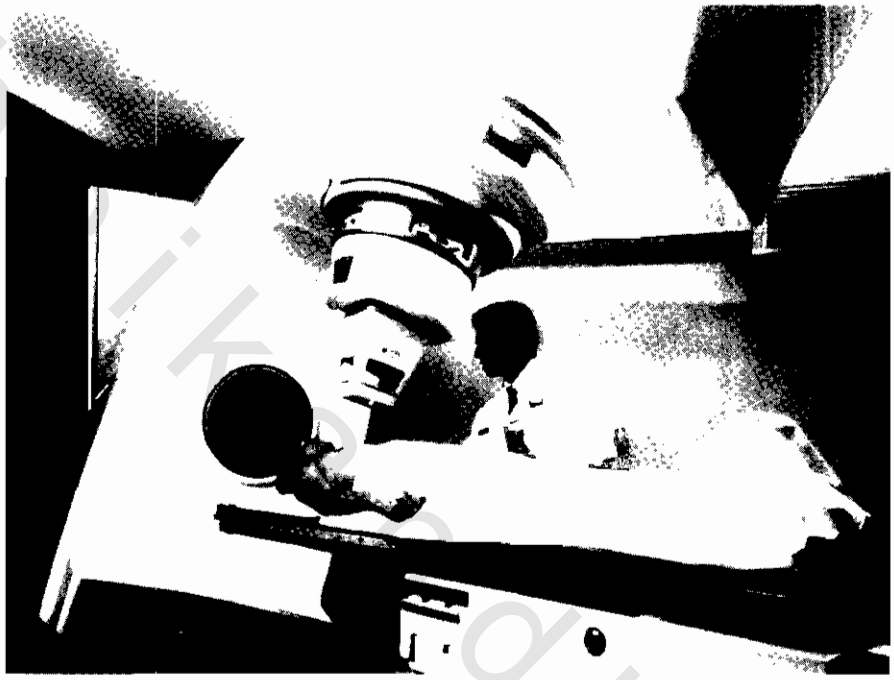
أ – العلاج الإشعاعي للأورام :

وفي العلاج الإشعاعي للأورام السرطانية توجه حزمة الأشعة نحو الورم بصورة دقيقة لتشمل كتلته المعروفة فقط مع التقليل ـ ما أمكن ـ من حجم الأنسجة الصحيحة المعرضة للإشعاع، ويجب أن يتجنب في ذلك تشعيع الأنسجة الحساسة ـ بصورة خاصة ــ كالحبل الشوكي والعين. وقد وجد بالخبرة أن العلاج الذي يعطى بجرعات إشعاعية صغيرة على فترات تصل إلى خمسة أيام في الأسبوع وتمتد من أربعة إلى ثمانية أسابيع هو الأكثر فعالية في قتل الخلايا السرطانية مع تقليل التلف للأنسجة الصحيحة ما أمكن.

كذلك فقد طورت أجهزة العلاج بالأشعة لزيادة كفاءتها وقدرتها على علاج أنواع السرطانات العميقة، ويوجد الآن في معظم المراكز الكبيرة للعلاج الإشعاعي مسرِّع نووي أو أكثر أحياناً، ومثل هذه الأجهزة تولد أشعة لها القدرة



لوحة (٦ - ٩) معجل خطي للإلكترونات، وينتج أشعة سينية بطاقة قمة مقدارها ٨ ميجا إلكترون فولت وإلكترونات بطاقات مختلفة [٤ و ٦ و ٨ و ١٠ ميجا إلكترون فولت]. تستخدم الأشعة السينية في علاج الأورام السرطانية العميقة داخل الجسم، كما تستخدم الإلكترونات في علاج الأورام السرطانية السطحية. (مع الشكر لمستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث).



لوحة (٦ - ١٠) جهاز علاج الأورام السرطانية العميقة بالنيوترونات. تنتج النيوترونات في هذا الجهاز من اصطدام حزمة بروتونات بهدف من التريتيوم، وتعجل البروتونات بمسارع دائري مقام في غرفة مجاورة، وتبلغ طاقة النيوترونات المنتجة ١٤ مليون إلكترون فولت. (مع الشكر لمستشفى الملك فيصل التخصصي ومركز الأبحاث).

على الوصـول إلى الورم السرطـاني في أعماق الجسم، كما تـوجد وحـدات العلاج الكوبلتي التي تستخـدم أشعة جاما من مصدر «الكـوبلت ـ ٦٠» المشع لنفس الغرض.

ومن التطورات الحديثة نسبيًّا في العلاج الإشعاعي استخدام النيـوترونات في علاج السرطان بدلاً من الأشعـة السينية أو أشعة جاما. ومن الجدير بـالذكر أنه قـد أنشئ في مستشفى الملك فيصل التخصصي بـالريـاض مولـد للنيـوترونـات ومسرّع نـووي لعلاج بعـض مرضى السرطـان ولإنتـاج النظـائر المشعة التتبعيـة للاستخدام الطبي.

ويستخـدم في عدة معـاهد في العـالم نوع آخـر من الجسيمات لمعالجة مـرضى السرطان، ويدعى «البايون السالب[1]». وتمتاز البايونات السالبة بإمكانية تركيز جـرعتها الإشعـاعيـة في حجم محدود للغـاية يحوي الـورم السرطـاني مع تقليل الجرعة لـلأنسجة الصحيحة المحيطة بـه، وهذا العلاج يستخدم منـذ سنوات ـ بصورة تجريبية ـ في مركز لوس آلاموس بمدينة نيومكسيكو الأمريكية (١٥).

لقد حقق العلاج بـالإشعاع نجاحاً ملحوظاً في العديـد من أنواع السرطان إذا كان في مـراحله الأولى، مثل سرطـان عنق الرحم عنـد النساء، وسرطـان الرأس والـرقبة، ومـرض (هودكن) الـذي يصيب ـ بصـورة رئيسة ـــ العقد والأنسجـة اللمفاوية، وبعض أنواع سرطان العظام، وسرطان الجلد وغيرها، أما في المراحل المتقدمة للسرطـان حيث يعد العلاج بأية طريقـة من المعجزات، يمكن للعلاج الإشعاعي أن يُسكّن الألم. ومـع أن هذا التسكين غير مرغـوب فيه كـالعلاج إلا أنه ـ أحياناً ـ ذو فائدة كبيرة في تخفيف معاناة المريض حتى حين (١٥).

---

(١) البايون: جسم ذو كتلـة أكبر من كتلة الإلكترون بـ ٢٧٠ مرة تقريباً وقد يحمـل الشحنة السالبة كما في البايميزون السالب أو الشحنة الموجبة كما في البايميزون الموجب أو يكون متعادلاً.

ب ـ علاج الأورام بالنظائر المشعة :

وهناك طريقتان أخريان للعلاج بالأشعة ؛ وتسمى الأولى الطب النووي العلاجي ، حيث يعطى المريض المادة المشعة المناسبة التي تتجمع في العضو المصاب للعلاج بالإشعاع ، كما في بعض أنواع سرطان الغدة الدرقية . وتقوم الطريقة الثانية على تعريض العضو المراد علاجه بالتشعيع المباشر وذلك بإدخال المصدر المشع داخل أنبوبة حافظة إلى مكان التشعيع داخل الجسم ، أو بوضع المصادر المشعة المغلقة على السطح المراد علاجه ، كما هو الحال في علاج سرطان عنق الرحم .

ج ـ العلاج بالنظائر المشعة للأمراض الأخرى :

هناك أمراض أخرى غير الأورام يمكن علاجها باستخدام النظائر المشعة ، ومن أهمها وأكثرها شيوعاً مرض فرط عمل الغدة الدرقية ، حيث يعطى المريض جرعة مناسبة من اليود المشع تبعاً لشدة المرض ، لتقليل عمل الغدة الدرقية إلى الحد الطبيعي المطلوب ، كما سبق وأن أوضحنا . وهناك الفسفور المشع الذي يستخدم في معالجة الزيادة المفرطة لكريات الدم الحمراء ، كما أنه يوجد عدد من المواد المشعة المستخدمة في معالجة بعض أمراض المفاصل ، وبخاصة أمراض المفاصل الروماتيزمية ، ولكن هذه الطريقة ليست شائعة الاستعمال .

٦ – ٤ استخدام النظائر المشعة في التحليلات الطبية المخبرية (٢٤) :

تدعى طريقة استخدام النظائر المشعة في التحليلات الطبية المخبرية بالطريقة الإشعاعية المناعية [RADIOIMMUNOASSAY] وتمتاز بحساسيتها الفائقة ، ولهذا تستعمل في تحليلات طبية مخبرية متعددة تشمل كلاً من الهرمونات والأنزيمات والفيتامينات وفيروسات التهاب الكبد (اليرقان الإنتاني) وبعض البروتينات المصلية وبعض الأدوية ومواد أخرى عديدة ، وفي هذه

الحالـة، تؤخـذ عينـة من مصل دم المريض ــ أو أحد سـوائل الجسم الأخـرى ـ وتضاف إليها النظـائر المشعة المناسبة وذلك لفحص المادة المرغوبـة (الهرمونات خاصة) مثل قياس تركيزها ومعرفـة البروتين الرابط الذي قد يرافقها عادة. وتمتاز هذه الطـريقة بأنها لا تحتـاج إلى تعريض المريض للإشعـاع، كما تمتاز بـرخصها عادة لأنها لا تتطلب أكثر من أخذ عينة دم أو بول مثلاً [٢٥]. وتعد هذه الطريقة من أحدث الطـرق المستعملة على نطـاق واسع للتشخيص باللجـوء إلى النشاط الإشعاعي، وتقـدر عدد الفحوصـات التي تجرى سنويًّا بهذه الطـريقة بعشرات بل مئـات الملايين !. ولعل أوسع استعمال لهذه الطـريقة البـديعـة النـوعية هـو استعمالها في فحص الهرمون الدرقي الثـايروكسين والدايجبتوكسين وهـرمون النمو البشري، ويمكن كذلك ـ وهذا ما يحدث غـالباً ـ فحص الدم المتبرع به لاحتمال احتوائه على الفيروسات الخطرة التي قد تسبب التهاب الكبد.

وقد وجد أن تشخيص الإصابة بالقصور الدرقي لدى حديثي الولادة يجب أن يجري بأسرع مـا يمكن بعـد الـولادة لأنـه سرعـان ما يحدث تلفـا في الـدمـاغ لا يشفى. وفي بعض البلدان الأوروبيـة هناك مـولود من بين كل ألفين تقـريباً من حديثي الولادة يعـاني قصوراً درقيًّا، ولذلك تركب الآن أجهـزة آلية بشكل كامل للمعايرة الإشعاعية المناعية يستطيع كل منها أن يقوم بمائة ألف معايرة في العام؛ فإذا ما ثبتت الإصابة بالمرض بوشر بالمعالجة بالهرمونات بعد أيام من الولادة.

ويمكننا القول عموماً إن المعايرة المنـاعية الإشعاعية هي اليوم إحدى الطرائق الأكثر استعمالاً للتشخيص والأقل كلفة.

ويتكـاثر استعمال المعـايـرة المناعيـة الإشعـاعية في الطب البيطـري، ويتسع نطـاقهـا هنـا كما في الطب البشري، لكشف وقيـاس عـدد متـزايـد من المواد الأساسية.

٦ – ٥ تصنيع اللقاحات (٢٤):

تم تطوير لقاحات خاصة وذلك بتوهين الجراثيم والطفيليات بالإشعاع لوقاية حيوانات المزارع من الأمراض السارية التي تضر بالإنتاج، ويفيد الإشعاع هنا في تخفيض القدرة المرضية لطفيل معين بنسب دقيقة مما يمكن من استخدامه لقاحاً دون أن يقلل من قدرته على إحداث المناعة لدى «المريض».

وقد استخدمت اللقاحات الإشعاعية على نطاق واسع في وقاية الماشية من عدة أمراض طفيلية مثل الالتهاب الشعبي الديداني الذي تسببه «الدودة السلكية» التي تصيب البقر، والالتهاب الشعبي الديداني الذي تسببه «الدودة السلكية» التي تصيب الغنم، وكذلك «الدودة الشعبية الكلبية». ولهذا اللقاحات إمكانية كبيرة للسيطرة على الأمراض المشار إليها في عدد كبير من بلدان العالم، ويمكن بسهولة الحصول على كميات كبيرة من الطفيليات في طور الإصابة والتحصين (التمنيع) اللازم لإنتاج اللقاح، كما يمكن تخزينها لمدة مقبولة. والعجول والحملان الملقحة بجرعتين من هذا اللقاح تقاوم التحدي الكبير حين تعرضها للعدوى الدائمة في الظروف الحقلية.

وقد وجدت مؤخراً طريقة يؤمل منها الحصول على لقاح ضد مرض البرداء (الملاريا)، فقد طور لقاح وأنتجت منه كميات قليلة، يجعل طفيليات الملاريا غير فعالة في الطور الجرثومي، وذلك بتعريض البعوض الحامل لطفيل البرداء للإشعاع ثم السماح للبعوض الذي ينجو من الإشعاع بأن يلدغ متطوعين ناقلاً إليهم الجراثيم العاجزة التي ـ برغم عدم قدرتها على التكاثر ـ تحرض دفاعهم على توليد المناعة، ولكن تبقى بعض العقبات والشكوك حول هذه التجارب مما يستدعي مزيداً من البحث قبل استعمالها.

٦ – ٦ تعقيم المنتجات الطبية :

من المعروف أن الجرعات العالية من الإشعاع تقتل البكتيريا، ولذلك يستخدم الإشعاع وعلى مدى واسع في تعقيم المنتجات والأجهزة الطبية، فما استجد من الحقن البلاستيكية التي تستخدم لمرة واحدة، وأجهزة نقل الدم ـ على سبيل المثال ـ قد أدى إلى ثورة في عمل التمريض، فلقد قلل أعمال التنظيف اليومي، وأنقص إلى حد كبير حصول حوادث العدوى، وهكذا فالأجهزة المعقدة، كأجهزة «الرئة والقلب» الصناعية ووحدات تنظيف الدم لمرضى الكلى غالباً ما تعقم إشعاعيًّا قبل الاستعمال لأنها الطريقة الأفضل في التعقيم، ويوجد في مدينة الدمام مصنع للحقن الطبية يستخدم الإشعاع في التعقيم، ويبلغ إنتاجه السنوي حوالي تسعين مليون حقنة من مختلف الأحجام. وتُعرَّض الحقن بعد تصنيعها وتغليفها إلى جرعة من أشعة جاما قدرها حوالي خمسة وعشرين ألف جراي، باستخدام مجموعة من مصادر النظير المشع «كوبلت ـ ٦٠» تبلغ شدتها الإشعاعية الكلية حوالي ٦ × ١٠ ١٥ بيكريل[١] [أي حوالي ١٦٧,٠٠٠ كوري]، وتحفظ هذه المصادر عند عدم استخدامها في حوض ماء خاص، يبلغ عمق الماء فيه ٩ أمتار، وذلك للوقاية من الأشعة التي تطلقها تلك المصادر باستمرار.

وهناك طرق أخرى تستخدم في تعقيم المنتجات الطبية مثل التعقيم بالحرارة، أو باستخدام المواد الكيماوية، إلا أن طريقة التعقيم الإشعاعي تمتاز عليها بما يلي:

---

(١) وقد أضيف لها حديثاً مجموعة أخرى من نفس المصدر المشع، يبلغ مجموع شدتها الإشعاعية ٩ × ١٠ ١٥ بيكريل، وذلك لغرض زيادة الإنتاج بتقليل مدة المعالجة الإشعاعية.

لوحة (٦ - ١١) حاويات الحقن الطبية في موضع التعقيم الإشعاعي حينما تتوسطها مصادر أشعة جاما المخزونة حاليًا في حوض الماء. ويستغرق التعقيم نصف ساعة. (مع الشكر لمصنع الشفاء للحقن الطبية بالدمام، السعودية، وللمصور عبد الله بشراوي).

لوحة (٦ - ١٢) حوض الماء المستخدم في خزن مصادر الكوبلت - ٦٠، ويظهر في الصورة النور المتولد نتيجة انطلاق جسيمات بيتا بسرعة تفوق سرعة الضوء في الماء (أشعة جرنكوف) وذلك نتيجة اصطدام أشعة جاما بها. (مع الشكر لمصنع الشفاء للحقن الطبية بالدمام، السعودية، وللمصور عبد الله بشراوي).

جدول (٦ - ١) المنتجات الطبية المعقمة بالإشعاع (٢٤)

القطن الطبي الماص

ضماد للحروق من رغوة البوليوريتان

أوراق مطاطية وبلاستيكية

الأشرطة المعالجة بمواد طبية

قفازات الفحص وقفازات الجراحة

المساحيق الماصة على المضادات الجراحية

الخيوط الجراحية القابلة للامتصاص (أمعاء الغنم)

الخيوط الجراحية غير القابلة للامتصاص (حرير ـ نايلون ـ بوليسترين ـ أسلاك معدنية)

لوازم غسيل الأمعاء

أدوات خزع الأنسجة المخاطية

الأنابيب الطبية (أنبوب الفج أو الاثني عشري، أنابيب كار Karr، أنابيب حديثي الولادة، أنابيب الإنعاش، وغيرها)

أدوات تنظيف الدم الشرياني والوريدي بعملية الميز Dialysis

أدوات نقل الدم

أدوات حقن المتحللات (المحاليل الشاردية ـ الكهرليتية)

القساطر (الأكسجين، الوريدية، الأحليلية، القلبية)

أكياس البزل

وحدات الضخ (المضخات)

المسابر

صمامات القلب والبدائل الصناعية

الأدوات الجراحية (المِلوق، شفرات المواسي (جمع موس)، الإبر، المشرط، المقص، المنشار)

المحاقن التي تستعمل مرة واحدة.

أ - يمكن أن تكون المواد المراد تعقيمها موجـودة ضمن عبوات محكمة السد، لمنع دخول المتعضيـات الدقيقة، فتخترق أشعـة جاما العبـوات لتبلغ كل أجزاء الجسم المراد تعقيمـه، وتبعا لـذلك يبقى مفعـول التعقيم قائماً لأمـد غير محدود عمليًا إذا لم تفتح عبوة المادة المعقمة.

ب - لا يحدث الإشعـاع (في حدود الجرعـات المستعملـة عادة للتعقيم) أيـة زيـادة محسـوسـة في درجة الحرارة، الأمـر الـذي يسمح بتعقيم المواد الحسـاسـة للحـرارة كالبـلاستيك وهذه هي الطـريقـة المثلى، إن لم تكن الوحيـدة، لتعقيم المحضّرات ذات المنشأ الحيوي أو العضوي.

جـ - إن التعقيم بـالأشعة يمكن أن يجري بـاستمرار وآليـا، ولا يوجـد سوى وسيط واحد ينبغي ضبطه، ألا وهو زمن التعريض.

ويبين الجدول (٦ - ١) لائحـة بمـواد طبيـة صـار من المألـوف تعقيمهـا بالإشعاع.