

الفصل الثالث عشر
الحماية الإشعاعية في الطب

obeikandi.com

الفصل الثالث عشر

الحماية الإشعاعية في الطب

1.13 التطبيقات:

إن الأشعة المؤينة أداة قديمة في فروع عدة من الطب، فهي تساعد في التشخيص، وتستخدم في العلاج، ففي الأغراض التشخيصية هناك توجهان أساسيان: الأول بتمرير حزمة من الأشعة السينية عادةً خلال الجسم إلى كاشف مثل فيلم فوتوغرافي، ويولد الاختلاف في درجات الامتصاص في الجسم صورة تعطي معلومات عن تركيب الأعضاء الداخلية، فمثلاً تقنيات الأشعة السينية التقليدية يمكن أن تظهر عظام مكسورة، وراث مريضة أو وجود ورم. والتقنية الأخرى ذات الأهمية العظيمة في التشخيص الطبي مبنية على المبدأ نفسه، وهي التصوير المقطعي ويعرف شعبياً بالمسح.

والتصوير المقطعي: هو تصوير لمقطع أي شريحة في جسم الإنسان. والتوجه الثاني يكمن في إدخال مقتفي أثر مشع في داخل الجسم من خلال الفم أو الحقن في مجرى الدم لملاحظة سلوكه باستخدام كواشف خارجية، وهذه التقنية يمكن أن تعطي معلومات عن موضوع وتطور المرض وعمل أجهزة الجسم مثل جريان الدم في المخ.

والتطبيق الرئيس للعلاج بالإشعاع هو في معالجة السرطان، يمكن للإشعاع أن يولد السرطان ومع هذا فمن الغريب أنه يمكن أن يعالج المريض في بعض الأحيان، ويعود ذلك إلى أن الخلايا التي تنقسم بسرعة حساسة بشكل خاص للإشعاع، وحيث إن السرطان هو عبارة عن مجاميع من الخلايا تنقسم بصورة غير منضبطة، فهي - في الغالب - أكثر حساسية للأشعة من الخلايا السليمة، وكما هو الحال في التشخيص فإن إجراء العلاج الإشعاعي يمكن أن يشمل استخدام حزم من الإشعاع تستهدف الأنسجة المريضة، أو تستخدم مادة مشعة تحقن في الجسم أو توضع عليه، والتقنية الأخرى المعروفة بالعلاج عن قرب تشمل غرس مصادر مشعة صغيرة ومغلقة مباشرة في موقع السرطان، ومن

المؤكد أن الجرعة الإشعاعية أو مستويات المواد المشعة المستخدمة في إجراءات العلاج ينبغي أن تكون أكثر بكثير من تلك المستخدمة في التطبيقات التشخيصية.

وتسمى عادة التطبيقات المشتملة على إدخال مواد مشعة في الحالة السائلة داخل الجسم للتشخيص أو للعلاج بتقنيات الطب النووي. إن توزيع وتداول واستخدام التحضيرات المشعة وخاصة ذات مستويات الجرعة الإشعاعية التي يحتاج إليها إجراء العلاج يمكن أن تؤدي إلى تلوث إشعاعي؛ لهذا ينبغي تطبيق إجراءات مناسبة للتحكم. وينبغي بخاصة اتخاذ تدابير خاصة عند التعامل مع المرضى الذين أعطوا مواد مشعة.

إن التقنيات المشتملة على الإشعاع والنظائر المشعة ذات قيمة عظيمة في التشخيص الطبي وفي العلاج؛ ولكن ينبغي أن يبقى مستقرًا في الذهن أن التعرض الإشعاعي الناتج يشتمل على أخطار ينبغي وزنها مقابل الفوائد المرجوة. وكان هذا الأمر يقرره إلى وقت قريب نسبياً الهيئة الطبية، وكان الافتراض السائد أن هذه الأخطار تافهة مقارنة بفوائدها على المريض. إلا أنه في الأنظمة الحديثة ينبغي أن تكون جميع الأعمال الطبية المشتملة على الإشعاع مبررة على الوجه الأمثل؛ لتعطي أكبر فائدة للمريض.

2.13 القواعد العامة والتنظيم:

هناك مشكلات خاصة بالحماية الإشعاعية في الطب؛ لأن سلامة المريض وطمأنينته تأتي في الدرجة الأولى من الأهمية، والمريض الذي يعطى كمية كبيرة من المواد المشعة قد يشكل خطراً إشعاعياً ملحوظاً على الآخرين عند بقاءه في المستشفى، ولا يمكن تطبيق الطرق الاعتيادية في الوقاية - التي شرحت في الفصول الأولى - كالحواجز والمسافة والاحتواء بالشكل المعتاد. ومع هذا فإنه - مع حسن تقدير الأمور - يمكن العناية بالمريض دون تعريض الآخرين لأخطار زائدة.

إن التنظيم والمسؤوليات في الحماية الإشعاعية في المنشآت الطبية تختلف من بلد لآخر، إن الأنظمة الوطنية في دول الاتحاد الأوروبي مبنية على القواعد العامة الموضوعة

في توجيهات المجلس، وبالنسبة إلى حماية المريض فإن توجيه المجلس المقصود هو (97/43/Euratom of 30 June 1997). إن القواعد المهمة ملخصة فيما يلي:

(1) إن التعرض الإشعاعي ينبغي أن يكون مبرراً، بحيث يكون له فائدة خالصة، وعملية التبرير هذه تطبق على مستويين:

(أ) عرض عام (على المستوى الوطني عادةً) لأي نوع من الإجراءات الطبية الجديدة تكون مبررة قبل إدخالها.

(ب) إن تطبيق الإجراء على أي فرد ينبغي أن يكون مبرراً، آخذين في الحسبان أهداف التعرضات والظروف المحيطة بالمريض.

(2) ينبغي أن تكون كل التعرضات الإشعاعية في الذروة وبصورة خاصة:

(أ) ينبغي أن يكون مستوى التعرض الأقل ما يمكن عملياً في الأعمال المتخذة لأغراض التشخيص، وبما يتواءم مع المعلومات المطلوبة.

(ب) بالنسبة إلى التعرضات للأغراض العلاجية، ينبغي أن يكون التعرض مخططاً له بصورة فردية، وينبغي التأكد من أن الجرعة الإشعاعية في المناطق خارج حجم الهدف أقل ما يمكن الحصول عليه بشكل مقبول.

(3) ويؤخذ في معنى بلوغ الذروة أيضاً، إضافة إلى التخطيط المتأني - ينبغي تطبيق أفضل التقنيات المتوفرة وأن الإجراء برمته ينبغي أن يخضع لتأكيد الجودة.

(4) ينبغي إجراء الأعمال المشتملة على التعرض الإشعاعي للمرضى تبعاً للبروتوكولات المكتوبة.

(5) ينبغي إجراء التدقيق السريري بصورة دورية للتأكد من فعالية الإجراءات، وهذه يمكن إجراؤها على مستوى الأقسام، والمنشأة الطبية أو على المستوى الوطني.

(6) ينبغي تحديد المسؤوليات بشكل واضح، فمثلاً في معظم الأحيان يحيل - الاختصاصي الطبي (المحيل) المريض لإجراء ما إلى اختصاصي طبي آخر (المهني)

الذي يقرر تفاصيل الإجراءات الإشعاعية، وسوف يجري بعد ذلك مصور الأشعة أو الفيزيائي الطبي، التقني (المشغل) العمل الحقيقي، بمساعدة الفيزيائي الطبي وبخاصة بالنسبة إلى الحصول على الإجراءات الأمثل.

(7) كل هؤلاء المشمولين في الإجراءات ينبغي أن يكونوا قد حصلوا على التدريب النظري والتطبيقي، وينبغي أن يكونوا حاصلين على الشهادات الرسمية المناسبة، مثل الدبلوم أو شهادات.

(8) ينبغي إعطاء عناية خاصة لطلبات الأعمال الإشعاعية التي تشمل الأطفال والنساء الحوامل والأمهات المرضعات، وينبغي إعطاء عناية خاصة أيضاً عندما تكون التعرضات ليست لها فوائد خاصة للأفراد المعرضين مثل المتطوعين المشاركين في الدراسات البحثية.

(9) ينبغي إجراء الأعمال الإشعاعية بحيث تقلل الجرعات للأفراد الآخرين.

إن متطلبات حماية العاملين في المجال الطبي والآخرين الذين قد يتعرضون نتيجة الأعمال الطبية هي بالأساس المطبقة في أي من الصناعات الأخرى المنصوص عليها في توجيه المجلس Euratom 29/96.

إن دول الاتحاد الأوروبي ملتزمة بالتوجيهات ذات العلاقة بواسطة قوانينها وأنظمتها الداخلية، ففي المملكة المتحدة مثلاً كل الأعمال في مجالات الإشعاع محكومة بمتطلبات أنظمة الإشعاع المؤين (1999م)، بناءً على مرسوم الصحة والسلامة في العمل (انظر الفصل 14)، هذه الأنظمة تنطبق على العاملين وعموم الناس الذين يتعرضون للإشعاع نتيجة أنشطة رب العمل، وهناك مجموعة أخرى من الأنظمة تطبق على المرضى، وهي أنظمة الإشعاع المؤين (التعرض الإشعاعي) (2000م). والمسؤولية النهائية في الحماية الإشعاعية في كل مجموعات الأنظمة تقع على عاتق رب العمل. أما في المستشفيات فإن مسؤولية حماية المرضى والعاملين وعموم الناس تقع على عاتق "أمانة الرعاية الأولية" ويستعملون صلاحيتهم عادة عن طريق "لجنة الصحة الإشعاعية"

و"مستشار الحماية الإشعاعية" (RPA). حيث إن مستشار الحماية الإشعاعية قد يغطي أقسام عدة أو حتى مستشفيات عدة؛ لذا من الضروري عادة تعيين "مشرف حماية إشعاعية" (RPS) على أساس العمل الجزئي في كل قسم. وكما أشير سابقاً بالنسبة إلى المرضى فإن المسؤوليات معرفة بشكل مستقل بالنسبة إلى الحيل والمهني والمشغل.

إن مفاتيح الأمور بخصوص السلامة في الحالات الطبية هو التدريب الابتدائي والمستمر للهيئة الطبية وإجراء جميع الأعمال الطبية تحت نظام صارم لتأكيد الجودة، إن هذا النظام ينبغي أن يضمن - من بين أمور أخرى - أن هناك سلسلة واضحة من المسؤولية التي يحدد بها وبشكل صحيح المرضى الذين ستجرى لهم أعمال إشعاعية وأن هذا العمل هو الأمتل، ويجرى ليعطي أكبر فائدة للمريض، ولا بد من التأكد أن الهيئة الطبية والمساعدين الآخرين والراعين للمريض (مثل العائلة والأصدقاء) محميون بشكل كافٍ. لقد تم التأكيد على إعطاء رعاية خاصة قبل إجراء أعمال إشعاعية للأطفال أو النساء الحوامل. وبالنسبة إلى المرأة التي قد تكون حاملاً ينبغي أن يؤخذ في الحسبان موعد آخر دورة، وإن تطبيق إجراءات الطب النووي الذي يشمل إعطاء النظائر المشعة، ينبغي أن يعطى اهتماماً خاصاً إذا كانت المرأة مرضعاً.

إن مسؤولية الحماية الإشعاعية في المستشفيات تقع على عاتق الهيئة المسؤولة التي هي عادة لجنة إدارة المستشفى، ومستشار الحماية الإشعاعية. ولأن المستشار قد يقوم بتغطية أقسام عدة، بل مستشفيات عدة، فمن الضروري تعيين ضابط سلامة إشعاعية غير متفرغ في كل قسم.

من الضروري أن يكون جميع العاملين الذين يُحتمل أن يتعرضوا للإشعاع في أثناء مزاوتهم أعمالهم قد أعلموا بطبيعة الأخطار والاحتياطات التي ينبغي اتخاذها. وتعتمد الاحتياطات وطرق الوقاية على نوع المصدر، ويمكن تقسيمها للسهولة إلى نوعين:

- (1) الحماية من المصادر المغلقة.
- (2) الحماية من المواد المشعة غير المغلقة (المكشوفة).

وتشير المصادر المغلقة في هذا السياق إلى النويدات المشعة المكبسلة التي تطلق أشعة بيتا أو جاما، وإلى الأجهزة التي تولد الأشعة ومن ضمنها وحدات الأشعة السينية، ومعجلات الإلكترون، ومولدات النيوترون. والفرق الأساسي بين المصادر المغلقة، وغير المغلقة، هو أن النوع الأول ليست له مشكلات حدوث تلوث إشعاعي.

13-3 الإجراءات التشخيصية:

13-3-1 التشخيص بالتصوير الإشعاعي:

إن فحوصات التشخيص التي تشتمل على إجراء التشخيص الإشعاعي معتادة جداً في الطب الحديث، فمثلاً في المملكة المتحدة يجري نحو 40 مليون فحص إشعاعي كل سنة، والسواد الأعظم منها هو في الطب المعتاد، وأشعة الأسنان، ولكن هناك ازدياداً في الفحوص الأكثر تعقيداً التي تجري مثل المسح المقطعي (CTscans) وهي قد تجري إما بوصفها جزءاً من فحص الأعراض لدى أفراد المرضى، أو جزءاً من عملية مسح عام. وهذا الأخير يعرف بالـ **عرضي (Asymptomatic)** لأنها لا تجري نتيجة أعراض مقررّة ولكن بوصفها جزءاً من برنامج لغرض الاكتشاف المبكر لأحوال طبية محددة. ومن الأمثلة المهمة لهذا تصوير الثدي الذي يوفر للنساء في مجموعة الأعمار بين 50 و70 سنة الكشف عن العلامات الأولى لسرطان الثدي.

لقد كانت تجري معظم فحوصات التشخيص الإشعاعي، حتى وقت قريب باستخدام وحدات الأشعة السينية مع أفلام الأشعة، وهذه الأنظمة بدأت تستبدل تدريجياً على الأقل في المنشآت الأكبر نتيجة التطورات التقنية، وذلك باستخدام أنظمة الصور الرقمية المباشرة (DDR). وهذه تستخدم مجموعة كواشف الحالة الصلبة، وتمتاز بكون الصور المتكونة يمكن تخزينها بوسائط إلكترونية (مثل الحاسوب) ويمكن الحصول عليها عن بعد من قبل الطاقم الطبي.

ومهما كان نوع التقنية المستخدمة، فإن الاختيار المثاني لجودة الأشعة السينية (الجهود) والتعرض، تمكن من الحصول على صور إشعاعية ذات جودة جيدة باستخدام جرعة منخفضة جداً للمريض، فمثلاً إن استخدام أفضل تقنية متوافرة لأشعة الصدر يمكن أن تعرض صدر المريض لجرعة قليلة قد تصل إلى 100 مايكرو سيفرت، ومع التصميم والتشغيل المناسبين ومع استخدام أدنى مساحة عملية للحزمة، تكون الجرعة لأجزاء الجسم الأخرى أقل من ذلك بكثير، وقد يكون من الضروري في بعض الأحيان أخذ أكثر من صورة إشعاعية، وحينها ينبغي أن يكون عدد الصور هو الأدنى مطلقاً.

يمكن تقليل الجرعة التي يتعرض لها من المصدر الإشعاعي بالتصميم الجيد للتجهيزات، مثل إعداد قسم من الغرف مفصول بحاجز واقٍ، حيث يجب على المصور الوقوف خلفه حتى يتمكن من تشغيل الوحدة. وقد تنشأ بعض الصعوبات أحياناً، فمثلاً قد يكون من الضروري إمساك الأطفال الصغار في الموضع الصحيح، فإذا لم يكن بالإمكان استخدام اللجام المثبت، فمن المستحسن أن يقوم أحد الوالدين بإمساك الطفل بدلاً من المصور الإشعاعي. وقد تحدث أحياناً مشكلة مشابهة في التصوير الإشعاعي للأسنان عندما يتعذر تثبيت الفيلم في موضعه الصحيح في الفم، وفي هذه الحالة يجب على المريض إمساك الفيلم بدلاً من طبيب الأسنان أو أحد أعضاء الطاقم الطبي.

وهناك نقطة يجب أن تستقر في الذهن في أعمال الأشعة السينية الطبية، وهي أنه بالإمكان خفض الجرعة بصورة ملحوظة باستخدام حاجز واقٍ رقيق (إلى حد ما)، والسبب يعود إلى الانخفاض النسبي لطاقة الأشعة السينية المستخدمة (غالباً أقل من 100 كيلو فولت قمة)، فمثلاً توجد مواد مشبعة بالخصائص يمكن أن تعمل منها صديريات أو قفازات، وهي مساوية في مقدرة حجزها للملي متر من الرصاص أو ما يقاربه.

وإضافة إلى أخطار الحزمة الأساسية يمكن أن تنشأت الأشعة السينية من المريض أو من المواد القريبة، وبذا تشكل خطراً إضافياً، وهذا ينبغي أخذه في الحسبان عند تقرير كيفية حماية العاملين وعموم المواطنين الذين قد تكون لهم مشاركة.

13-3-2 التشخيص اللصافي:

في الفلورة تستبدل اللوحة الفوتوغرافية المستخدمة في التصوير الإشعاعي بشاشة لصف (فلورة)، وبدلاً من استخدام نبضة واحدة قصيرة في التصوير الإشعاعي، يستمر عمل أنبوب الأشعة (أو تستمر النبضات) خلال الاختبار، وتتفلور الشاشة نتيجة التشعيع، ولهذا تعطي صورة حية. إن أساس هذه التقنية موضح في شكل (13-1)، إلا أنه ينبغي التأكيد أن هذا التنظيم لم يعد يستعمل نتيجة الجرعة العالية التي يتعرض لها كل من المريض والمريض. لقد مضت التقنية قدماً، والأنظمة المستخدمة حالياً أكثر تعقيداً. ومع مستويات التعرض المقبولة حالياً للأشعة السينية، فإن الصور المتكونة تكون خافتة ما اضطر إلى استخدام مكثف للحصول على صورة يمكن رؤيتها من قبل الطبيب. ومن التحسينات أن الخارج من مكثف الصورة يمكن إيصاله إلى نظام فيديو، وهذا يعطي سجلاً للفحص، ويسمح للهيئة الطبية في مشاهدة الصور في منطقة ذات معدل جرعة منخفض، ويمكن الحصول على صور تكون أعلى جودة بكثير في بعض أنواع الفحوصات باستخدام جرعة منخفضة، وذلك بحقن وسيط مغاير، وهي محاليل كيميائية تمتص الأشعة السينية بشكل أكفأ من أعضاء الإنسان أو السوائل، وبهذا تعطي صورة محسنة. وتستخدم هذه التقنية عادةً في تصوير الأوعية الدموية (Angiography) المختصة بفحوصات الأوعية الدموية.

وتستخدم الفلورة أيضاً خلال إجراءات التدخل حتى يتمكن الجراح مثلاً من رؤية الإجراء المتخذ داخل جسم المريض. والشكل (13-2) يبين تجهيزات حديثة من هذا النوع، أما من ناحية الحماية الإشعاعية فإنه ينبغي إعطاء اهتمام خاص لهذا الأمر لكون يدي الجراح قد تكونان في مسار حزمة الأشعة السينية لمدة ملحوظة؛ لذا ينبغي مراقبة الجرعة الناتجة والتحكم فيها، وقد يتطلب الأمر إضافة إلى ذلك حماية عيون الجراح نتيجة الأشعة المستطارة إلى الخلف، وفي هذه الحالة ينبغي استخدام إما نظارات رصاص زجاجية أو وضع شاشة رصاص زجاجية.

وعند التصوير الإشعاعي المصغر لكامل الصدر، يقف المريض أمام الشاشة في الحالة الاعتيادية، إلا أن شاشة الفلورة تصوّر باستخدام فيلم صغير، وعند استكمال تعرض لفة الفيلم، يعالج وتُرى الصور الإشعاعية على شاشة عرض، والمحاسن الرئيسة في هذه اقتصادية؛ نظراً لأن كلفة الفيلم والمعالجة والخزن تقل بشكل كبير، أما المساوئ فإن الجرعة التي يتعرض لها المريض هي 1 ملي سيفرت تقريباً أو أكثر مقارنةً بـ 0.1 ملي سيفرت في التصوير الإشعاعي المعتاد لفحص الصدر باستخدام أفضل ممارسة.



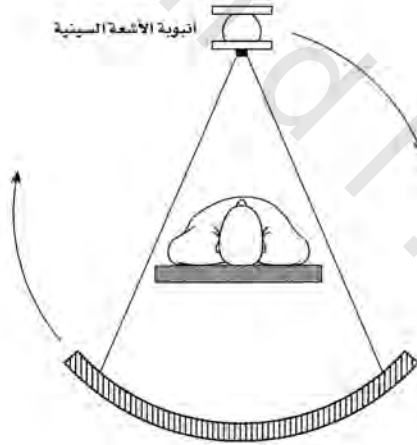
شكل (1-13) أساس الاختبار اللصافي



شكل (2-13) استخدام التصوير اللصافي خلال إجراء عملية جراحية

13-3-3 التصوير المقطعي:

إن التصوير المقطعي الاختراقي (ويختصر عادةً بـ سي تي CT) يستخدم أنبوبة أشعة سينية ومجموعة من الكواشف مرتبة على هيكل، تثبت لتدور حول المريض وتختزق حزمة الأشعة السينية المحزمة الدائرية بشكل مستمر خلال الجسم، وتحلل ناتج قياسات الكواشف بالحاسوب الذي يولد صوراً لمقاطع أو شرائح الجسم. وكما هي الحال في التصوير اللصافي، يمكن تحسين الصورة بشكل كبير بحقن وسيط مغاير. والشكل (3-13) يوضح أساس تشغيل نظام التصوير المقطعي، حيث يدور المصدر والكواشف حول المريض، عندما يعتزض هو أو هي الحزمة، والشكل (4-13) يوضح مثلاً لمنشأة حديثة. إن التصوير المقطعي يستخدم في كثير من أنواع الفحوصات الإشعاعية وهو مفيد بصورة خاصة في تشخيص الأورام السرطانية ومتابعتها.



شكل (3-13) رسم توضيحي للتصوير المقطعي الاختراقي



شكل (13-4) منشأة حديثة للتصوير المقطعي التحريري (سي تي)

والجرعة التي يتعرض لها المريض تعتمد على نوع الأجهزة ومدة الفحص، وهي عادةً بين 1 و10 ملي سيفرت تقريباً ولكن هذه الجرعة موضعية، وتوضع الأجهزة عادةً في غرفة مدرعة ويكون مصور الأشعة في غرفة مجاورة تحت التحكم بمجهزة بشاشة للنظر، وفي حالة احتياج المريض إلى الرعاية ستتوقف حزمة الأشعة السينية آلياً عند فتح الباب. وهناك تقنية تشخيصية مشابهة تدعى التصوير المقطعي لإطلاق البوزترون (PET)، الذي يتضمن حقن نظائر مشعة داخل الجسم. وسناقش هذا لاحقاً في هذا الفصل في الموضوع العام للطب النووي.

4.13 العلاج الإشعاعي:

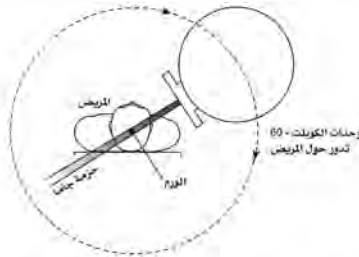
لقد لوحظ أنّ التطبيق الرئيس للعلاج الإشعاعي هو في معالجة السرطان، والهدف هو تعريض الأنسجة السرطانية إلى أعلى جرعة ممكنة دون إحداث جروح زائدة بالأنسجة الصحيحة المحيطة، وتعطي عادةً جرعات امتصاص تبلغ بضع عشرات الجراي،

تعطى هذه - عادة - بسلسلة من الجرعات الصغيرة مقدارها 20 جرعة كل منها 2 جري مثلاً، بينها يومان أو ثلاثة، وهذا التقسيم ضروري لتقليل الآثار الجانبية.

وطريقة العلاج الأكثر شيوعاً تستخدم المسارعات الخطية مثلاً التي تستطيع رفع حزم الإلكترونات إلى طاقة عالية 6-20 مليون إلكترون فولت أو أشعة سينية ذات طاقة عالية 6 ملايين فولت قمة. وتستخدم أيضاً أشعة جاما من مصادر كوبلت - 60، كما تستخدم أشعة سينية بطاقة نحو 200 كيلو فولت قمة في علاج الأنسجة السطحية.

وتخفف جرعة الأنسجة الصحيحة كذلك بعد اختيار الطاقة المناسبة بتغير اتجاه الحزمة حول الجسم، ويتم ذلك إما بإجراء العلاج من اتجاه مختلف في كل مرة أو بتدوير المصدر بصورة مستمرة حول الورم السرطاني خلال العلاج، وأساس ذلك موضح في الشكل (13-5) الذي يظهر معالجة لسرطان في المخ باستخدام وحدة علاج دوارة تحوي مصدراً كبيراً لكوبلت - 60، ومع أن الورم يتشبع باستمرار، فإن المناطق المحيطة به تتعرض للإشعاع خلال نسبة قصيرة من الوقت فقط. ومن الضروري استخدام حزمة محددة تماماً يمكن الحصول عليها باستخدام المسدّات (collimators).

ماعدًا في الجهد المنخفض (أقل من 100 كيلو فولت قمة) فإنه ينبغي توفير الحاجز الموضعي، بحيث يجري العلاج في غرفة حاجزة للإشعاع فيها مشابك مرتبة بحيث تتوقف الأجهزة عند فتح الباب، كما يتطلب وجود نافذة مشاهدة حاجزة للإشعاع ووسيلة للاتصال مع المريض.



شكل (13-5) معالجة ورم في الدماغ باستخدام علاج بالكوبلت - 60

يجرى جميع العلاج الإشعاعي ضمن نظام شامل لضمان الجودة، وهذا يتطلب خطة معالجة مفصلة للمريض. وتطبيق جودة تحكم مناسبة في جميع المراحل وهذا يتضمن عادة نظام محاكاة يشمل مسح سي تي لغرض التحديد الدقيق للمنطقة المراد تشيعيها. وعادة ما يعمل قالب للمريض، وهذا له وظيفتان: كمثبت للمريض ووسيلة في تحديد اتجاه الحزمة، ويتم التحكم آلياً في زمن التعرضات للتثبيت من صحة الجرعة للمنطقة المستهدفة.

إن مفتاح ضمان الجودة هو الفحص والمعايرة المنتظمة للمعدات (بشكل يومي عادةً). وكما مر بنا سابقاً، فإن العلاج الإشعاعي يمكن أن يكون فعالاً كذلك بالعلاج عن قرب الذي يشمل وضع مصادر صغيرة مغلقة داخل الورم أو قريباً منه، وتستعمل هذه المصادر عادةً بالوضع السطحي أو توضع في تجاويف الجسم أو الأعضاء بأنظمة وضع مصممة خصيصاً لهذا الغرض. وتجزأ الجرعة في هذه الحالات وتكون مدة التعرض الواحدة من دقائق عدة إلى ساعات عدة، وفي بعض الأحيان - كما هي الحال في سرطان البروستاتا - تغرس جراحياً جوبب صغيرة لمصدر مشع، وتبقى في الجسم مفرغة جرعتها بمعدل منخفض نسبياً حتى إتمام الجرعة المطلوبة، وأكثر المصادر المعتاد استخدامها في العلاج عن قرب هي الأريديوم - 192، والسيزيوم - 137 واليود - 125.

إن أنظمة وضع المصادر مصممة لكي تخفض نسبة تعرض العاملين الطبيين للإشعاع، وعندما تغرس الحبوب المشعة في باطن المريض ينبغي إعطاء اهتمام خاص للتحكم في تعرض الممرضات والعاملين الطبيين، وينبغي وضع تحكم على الزوار، ويمكن الحصول على تحكم مقبول بالتطبيق المعقول لقواعد الزمن والمسافة والحواجز. وينبغي إجراء فحص دوري للتسرب بالنسبة إلى المصادر التي يعاد استخدامها، وينبغي أن تكون هناك إجراءات طوارئ مكتوبة تحدد الخطوات العملية التي ينبغي اتخاذها في حالة حدوث تلف أو فقدان المصدر. ومن الممكن في بعض الحالات السماح للمرضى الذين تحتوي أجسامهم مصادر مشعة بالمغادرة، ويتم تقرير كل حالة على حدة آخذين في الحسبان

نوع النويدات المشعة، وعمر نصفها، ومعدل الجرعة التي تحدد مقدار الخطورة على الأشخاص الآخرين.

وأخيراً ينبغي العلم أن الهدف من العلاج الإشعاعي؛ هو دائماً توصيل جرعة محددة مسبقاً للمنطقة المعالجة مع خفض الجرعة للأنسجة السليمة المجاورة، مهما كانت طريقة العلاج، سواء كانت حزمة خارجية، أو مصادر مغلقة، أو عن طريق حقن مادة مشعة داخل الجسم.

13-5 الطب النووي:

يشير مصطلح الطب النووي إلى إدخال نظير مشع في حالة سائلة (وفي بعض الأحيان في حالة غازية) إلى داخل الجسم، إما لغرض التشخيص أو العلاج أو لدراسة المرض، ومع أن هذه الطريقة تعد قليلة الاستخدام، قياساً مع عملية استخدام حزم الإشعاع الخارجية؛ لكنها طريقة معتادة ومستخدمة، ففي المملكة المتحدة مثلاً تم عام 2000م نحو 700,000 إجراء طب نووي، وكان نحو 98% منها لغرض التشخيص و2% لأغراض العلاج.

ينبغي اتخاذ عناية خاصة في الطب النووي للنساء المرضعات، فقد يكون من الضروري نصيح المريضة المرضع بالتوقف عن الرضاعة، حتى يتبين أن الخطر على الطفل منخفض بشكل كافٍ، وهذا يعتمد على الإجراء، وقد يكون من المطلوب اتخاذ الحذر لحماية الأقارب والأصدقاء والآخرين الذين يكونون على اتصال مع المرضى، وخاصة عند إخراج المريض من المستشفى، إذ لا يزال في جسمه مادة مشعة.

13-5-1 فحوص التشخيص بالنظائر المشعة:

إن الغرض من فحوص التشخيص بالنظائر المشعة هو دراسة عمل الجسم، وذلك بإدخال مقتني أثر مشع بشكل مناسب إلى داخل الجسم وملاحظة سلوكه باستخدام

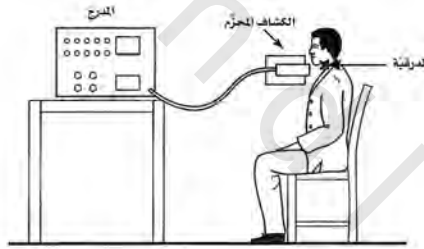
كواشف خارجية أو بمراقبة الخارج (من السيلين). إن نمط توزيع النظير التتبعي يمكن تكوينه باستخدام كاميرا جاما التي تتكون من عدد كبير من الكواشف المسددة، ولقد بدأ الآن استخدام عمل مطور لهذا المبدأ الأساسي، الذي يشمل التصوير المقطعي ذا الإشعاع الواحد (PECT) وكما يشير فإن هذه مشابهة كثيراً للـ سي تي النافذة ولكن هذا الجهاز يكشف أشعة جاما المنطلقة من النظائر المشعة التتبعية في داخل الجسم، ويكون صورة لمقطع خلال العضو أو الجسم كاملاً، والأعضاء التي يمكن دراستها بهذه التقنية تشمل الرئتين والمخ والكبد والطحال والكليتين والغدة الدرقية والدم، ومعظم هذه الفحوصات تستخدم مستحضرات صيدلانية مناسبة موسومة بنظير مشع، وهو عادة تكنيسيوم - 99 م (TC-99m)، وهذا له ميزة كبيرة، وهي إمكانية الحصول عليه من مولّد نظير مشع، وهذا المولّد يحتوي عادةً على 0.04 تيراإيكريل موليبيدوم - 99 (^{99}Mo) الذي له عمر نصف مقداره 66 ساعة ويضمحل إلى مطلق خالص لأشعة جاما Tc-99m الذي يبلغ عمر نصفه 6 ساعات، إن ^{99}Mo يمتص في أكسيد القصدير، وعند إنتاج Tc-99m الوليد يتحرر إلى محلول ملحي في المولد وينقى في قوارير، ويركب إذا كان ضرورياً مع مستحضرات صيدلانية في أخرى؛ ليكون جاهزاً للصرف.

والتقنية الأخرى المستخدمة هي تقنية إطلاق البوزترون (PET). وفي هذه الحالة يكون النظير المشع المتبع هو مطلق بوزترون، وهو عادة فلورين-18، وجهاز الكشف يستبين أشعة جاما ذات الطاقة 0.51 مليون إلكترون فولت من فناء البوزترون⁽¹⁾ وهذه الأشعة تحتاج إلى حواجز كبيرة مقارنة بأشعة جاما المنخفضة الطاقة، المنبعثة من بعض النظائر المشعة الأخرى، وتستخدم أيضاً تقنيات أخرى أقل تعقيداً لا تقوم بالتصوير، فمثلاً عند دراسة نشاط الغدة الدرقية يستخدم كاشف واحد يكون قريباً منها، (انظر شكل (13-6) يعطي معلومات حول نشاطها.

(1) البوزترون: هو الجسيم المضاد للإلكترون، فهو مماثل له في الكتلة؛ ولكنه يحمل الشحنة الموجبة، ويفنى في اتحاد مع الإلكترون، مطلقين شعاعاً جاما كل منهما بطاقة كتلة الإلكترون (0.51 مليون إلكترون فولت).

إن كميات النظائر المشعة المستخدمة في هذه الفحوصات تتراوح بين عشرات إلى مئات الملائين بيكريل، والجرعة التي يتعرض لها المريض عادةً ملي سيفرات عدة. ومع ازدياد المسح الإشعاعي بتقنية إطلاق البوزترون (PET) وخاصة التي تشمل استخدام الفلورين-18 ينبغي المراقبة الدقيقة والتحكم بالعاملين المشاركين في إجراءات الطب النووي، ويمكن عادة التحكم في جرعة رؤوس الأصابع والعين باستخدام الطرق المناسبة في العمل، وفي أحيان كثيرة تكون الجرعة الكلية للجسم هي المحددة.

يمكن السماح للمريض بالمغادرة مباشرة بعد استكمال الفحص في معظم الأحيان؛ لأن النشاط الإشعاعي المنخفض الذي اشتمل عليه الفحص لا يمثل خطراً ملحوظاً على الأشخاص الآخرين، ويهبط النشاط الإشعاعي عادةً إلى مستوى منخفض جداً خلال أيام عدة، بالاضمحلال الإشعاعي والخارج (من السيلين).



شكل (13-6) فحص امتصاص الدرقية لليود المشع



شكل (13-7): نظام التصوير المقطعي التحرري

13-5-3 العلاج بالمصادر المشعة:

من الأفضل في بعض الحالات إجراء العلاج الإشعاعي باستخدام محاليل نويدات مشعة، تعطى إما عن طريق الفم أو بالحقن داخل الجسم، ويتم اختيار نويدات معينة تتجمع في العضو المراد علاجه، وبهذا تنخفض الجرعة التي يتعرض لها بقية الجسم. في معظم إجراءات العلاج المشتملة على إعطاء نويدة ذات عمر قصير إلى حد ما (8 أيام أو أقل) ويتم اختيار الكمية المعطاة بحيث تفرغ الجرعة المطلوبة، من وقت الأخذ حتى تحلل النويدة أو طرحها، والتطبيق الرئيس للعلاج بالنظائر المشعة هو في علاج سرطان الغدة الدرقية وفي نشاطها المفرط **thyrotoxicosis** باستخدام اليود-131. ويعطى (المريض) كمية من المواد المشعة تصل إلى نحو 500 مليون بيكريل لمعالجة سرطان الغدة الدرقية إلى جرعة 100 جراي وجرعة لكل الجسم تصل حتى 1 جراي، إن معالجة النشاط المفرط للغدة الدرقية مع أنه أكثر شيوعاً من معالجة سرطان الدرقية لكنها تشمل إعطاء عشر كمية اليود -131؛ لذا فهي تحدث عشر الجرعة.

ويجب رعاية المرضى الذين يعطون كميات علاجية من المواد المشعة تحت ظروف تسمح بالاحتواء السهل للمواد المشعة في حالة حصول تلوث، والأمثل توفير غرف خاصة مع تجهيزات في الموقع، وأن تصمم جميع السطوح لتسمح بالتنظيف السهل، وإذا كان الأمر يشمل استخدام باعثات جاما (مثل اليود-131) فقد يتطلب الأمر وضع الحواجز للتثبت من أن معدل الجرع في المناطق المجاورة لا يزداد بشكل ملحوظ، ولكي يكون نظام التهوية مثاليًا يجب أن يتغير الهواء من (5 - 10) مرات في الساعة، وينبغي أن يصمم النظام بحيث يتثبت من انتفاء إمكانية تدوير الهواء إلى المناطق الأخرى، وينبغي ارتداء صدرات وقفازات عند إمساك المريض أو الشراشف الملوثة أو إفرازات الجسم، ويجب توافر مستودع خاص لحفظ مخلفات الشراشف الملوثة وعينات الإفرازات، ويقوم مشرف الصحة الإشعاعية (RPS) بتحديد القيود على مدة إجراءات الرعاية ومدد الزيارة، وينبغي توفير تجهيزات تنظيف ومراقبة للاستخدام عند مغادرة المنطقة على أن

تجري مسوح إشعاعية منتظمة للجنح. ومن المعتاد توجيه المخلفات السائلة وإفرازات الجسم عن طريق نظام مجارٍ مخصص، ولكن يفرغ إلى نظام المجاري العامة حيث تخفف بكميات السوائل من المناطق الأخرى التي تكبرها بكثير.

وفي بعض الحالات مثل معالجة النشاط المفرط للغدة الدرقية، يُجرى للمرضى علاج الطب النووي بوصفهم مرضى خارجيين، ويخرجون في يوم العلاج نفسه. أما إذا كانت كمية المادة المشعة المعطاة أكبر، كما هي الحال في علاج سرطان الغدة الدرقية، فإن المريض يبقى عادةً في المستشفى أياماً عدة، وخلالها ينخفض مستوى النشاط الإشعاعي المتبقي في الجسم بسرعة.

يُجرى إعداد المصدر المشع في مختبرات إشعاعية كيميائية اعتيادية وتتحقق الحماية فيها بالطرق المفصلة في الفصل التاسع، التي تتمثل في تقليل كميات المواد المشعة المتداولة وفي احتوائها ما أمكن، وفي استخدام إجراءات وتجهيزات جيدة. ينبغي أن تكون درجة المختبر مناسبة للشدة الإشعاعية ولكمية النويدات المشعة المستخدمة، وينبغي تذكر إعطاء عناية خاصة في هذه المختبرات للمساحات الأخيرة للسطوح والتهوية. وخزانات الأبخرة من المواصفات الأساسية حتى في حالة استخدام مستويات منخفضة فعلاً.

إن من المهم جداً أن يكون هناك تجهيزات منفصلة للتشخيص ولأعمال العلاج؛ لأن الفحوصات التشخيصية قد تفشل بسبب التلوث من المعدات ذات النشاط الإشعاعي المرتفع والمستخدم في أعمال العلاج.

13-6 التحكم والتخلص من المواد المشعة :

قد يحتوي المستشفى الكبير على عدد كبير جداً من المصادر المشعة من كلا النوعين المغلق وغير المغلق، ولهذا فهي تتطلب منطقة خاصة للхран، وتوضع في مكان يقل فيه خطر تلفها بسبب حريق أو فيضان، ويجب ألا يغفل التأكيد على أهمية وضع سجلات

جيدة لموضع كل مصدر، والتفقد المنتظم لكل المصادر⁽¹⁾، ويجب إجراء فحوص البحث عن التسرب لكل المصادر المغلقة مرتين سنوياً، وينبغي الإيقاف المباشر لاستخدام أي مصدر يُظهرُ تسرباً ملحوظاً. ويجب حفظ ونقل المصادر التي هي خارج المستودع الرئيس في حاويات مصرح لها فقط، وينبغي بناء هذه الحاويات بحيث توفر الحجز والاحتواء الكافيين لمنع الانتشار في حالة حدوث تلف المصدر، ويجب أن يكون مؤشراً عليها بوضوح أنها مشعة، وتحمل علامة الإشعاع ذات الوريقات الثلاث المتعارف عليها، ويجب توافر الإجراءات المكتوبة التي تفصل ما ينبغي اتخاذه في حالة فقد مصدر ما أو تسربه.

يشترط في المصادر المغلقة الكبيرة متطلبات خاصة للتأكد من بقائها في أمن وأمان لتجنب الحوادث وإساءة الاستخدام.

إن التخلص من المصادر الكبيرة مكلف جداً؛ لذا ينبغي التأكد من توافر التمويل الكافي لهذا الغرض في نهاية الحياة المفيدة للمصدر.

يطلب من المستشفيات في المملكة المتحدة بناءً على إجراء المواد المشعة لعام 1993م تسجيل المواد المشعة والحصول على تصريح لكل من التجميع والتخلص من المخلفات المشعة. إن السياسة العامة للتخلص من المخلفات المشعة في المستشفيات هي باستخدام الطرق التقليدية المحلية كلما كان ذلك ممكناً. إن المخلفات الصلبة التي تحوي مواد إحيائية (وتسمى عادة المخلفات السريرية) تجمع عادةً في أكياس بلاستيكية صفراء، وترسل للحرق في درجات عالية.

ويتم التخلص من رماد الحرق مع المخلفات الصلبة ذات الإشعاع المنخفض مع المخلفات العادية (غير المشعة) التي تجد طريقها عادة إلى موضع إلقاء القمامة في المنطقة.

(1) يمثل هذا التفقد المنتظم للمصادر المشعة يمكن تلافي حوادث ليست في الحسبان، مثل الحادث المولم الذي وقع في مدينة الحمدية في المغرب.

وكما نوقش سابقاً، فإن المخلفات السائلة ذات الإشعاع المنخفض مثل غسيل المختبر أو إفرازات المرضى يُتخلَّص منها عن طريق شبكة المجاري الاعتيادية.

وينبغي وجود سجل محفوظ لكل المخلفات الصلبة والسائلة التي يتم التخلص منها، وقد لا يكون من العملي - عادة - قياس نشاط المخلفات وتركيبها، ولكن يمكن عمل تقدير معقول لها من معرفة كميات النويدات المختلفة المستخدمة. وقد تم شرح موضوع التخلص من المخلفات الإشعاعية بتفصيل أكثر في الفصل الحادي عشر.

خلاصة الفصل:

الإشعاع: أداة قديمة في الطب، تُستخدم في التشخيص والعلاج.

المبررات: إن الإجراءات الطبية المتضمنة إشعاعاً ينبغي استخدامها عندما يكون لها فوائد مباشرة للمريض.

بلوغ الذروة: ينبغي الوصول إلى الذروة لأجل الحصول على أقصى فائدة.

التصوير الإشعاعي: هو عبارة عن حزم أشعة - ويكون عادة بواسطة الأشعة السينية - تُساعد في الكشف عن كيفية تركيب الأعضاء الداخلية، وتستخدم الأفلام الفوتوغرافية في معظم التطبيقات، ولكن تطبيق الطرق الرقمية بازدياد، ما يعني إمكانية تخزين الصور في وسائط إلكترونية يمكن الوصول إليها عن بعد.

التصوير اللصافي: وسيلة للحصول على صور متحركة للعمليات الفسيولوجية (وظائف الأعضاء) وبذلك يتم الحصول على معلومات حول عمل أعضاء الجسم. ويمكن زيادة حساسية الفحص في كثير من الحالات باستخدام وسيط مغاير. ومكثف الصور جزء أساسي في العملية إذا أُريد إبقاء جرعة المريض والعاملين في الحدود المقبولة. ينبغي اتخاذ عناية كبيرة في تصميم وتشغيل التجهيزات اللصافية لتجنب التعرض الزائد للمريض وللهيئة الطبية.

التصوير المقطعي التحريري (CT): الاسم المشهور له المسح. يستخدم حزمة أشعة سينية ومجموعة من الكواشف لتكوين سلسلة من الصور لمقاطع الجسم. ويمكن تحسين جودة الصورة بشكل كبير باستخدام وسيط مغاير. وتوضع الأجهزة عادة في غرفة محجوزة، ولا يحتاج المصور عادة إلى دخول الغرفة في أثناء المسح.

العلاج الإشعاعي: العلاج بالأشعة السينية وأشعة جاما والإلكترونات والنيوترونات أو المصادر المشعة الصغيرة. ينبغي استخدام العلاج الإشعاعي بحزمة الأشعة في غرفة معالجة

مصممة خصيصاً لهذا الغرض. ينبغي الانتباه بشكل خاص في تصميم الدروع والأقفال وأجهزة الإنذار لخفض الجرعة التي تصيب العاملين.

العلاج الإشعاعي عن قرب: يشمل وضع مصادر مغلقة صغيرة مباشرة في موقع السرطان. ينبغي أخذ الاحتياطات لمنع المريض الذي يحمل مصدراً مشعاً صغيراً مغلقاً من أن يصبح مصدر خطر إشعاعي للمرضى الآخرين والزوار، وربما ينبغي اعتبار المناطق التي يعالج فيها مثل هؤلاء المرضى مناطق متحكمًا فيها.

الطب النووي: هو عبارة عن استخدام النظائر المشعة في التشخيص والعلاج، وهذا يتطلب عناية خاصة في تصميم المختبرات وأقسام النظائر المشعة لتناسب الأنشطة مثل الصيدلية الإشعاعية (تركيب الأدوية)، والحزن الموضعي والطرح، وإعطاء النظير المشع للمريض، والقياسات السريرية، وقياس العينات، وإزالة التلوث.

ويستخدم في فحوص التشخيص نظائر ذات أعمار أنصاف قصيرة ونشاط إشعاعي قليل، في حين يستخدم في العلاج الإشعاعي نشاط إشعاعي مرتفع. ومن الضروري اتخاذ احتياطات خاصة في رعاية المرضى لتجنب انتشار التلوث. ينبغي ممارسة التحكم على العاملين في التمريض ومساعدتي المريض مثل العائلة والأصدقاء.

التخلص من المخلفات: يشمل النظر في الطرق المصرح بها للتخلص من المخلفات (مثل المجاري والمناطق المحلية لتجميع القمامة بعد الحصول على تصريح بذلك). وينبغي الاحتفاظ بسجل للكميات والنشاط الإشعاعي للمخلفات التي يتم التخلص منها.

أسئلة للمراجعة :

- (1) ما التطبيقات الرئيسة للمواد المشعة ومصادر الأشعة المؤينة الأخرى في الطب؟
- (2) اكتب قائمة ببعض القواعد الأساسية التي يجب تطبيقها في حماية المرضى والعاملين؟
- (3) ناقش الطرق المختلفة للتشخيص الإشعاعي المتوفرة باستخدام المصادر المغلقة وقارن بين مميزاتها؟
- (4) اشرح المشكلات الإشعاعية الخاصة التي قد تنتج عند رعاية المرضى الذين أعطوا كميات علاجية من المواد المشعة؟