طرق وأنظمة تشغيل آمنة للجهات المستخدمة للمصادر المشعة بمستشفى جامعة الملك عبد العزيز

وليد أبو الفرج ، سمير عبد المجيد و عبد الرحيم كنسارة
كلية الهندسة – جامعة الملك عبد العزيز

بحث رقم : ٤٢١/١٠٣

مقدمة

تتوفر بمستشفى جامعة الملك عبد العزيز أفضل أجهزة التشخيص بالأشعة السينية بأنواعها المتخصصة كما يعتبر الطب النووي بالمستشفى قسماً متطوراً بأجهزته حيث تستخدم النظائر المشعة بشكل واسع في التشخيص والأبحاث. ولأجل سلامة العاملين والمرضى والجمهور يجب أن تكون هناك قواعد للوقاية الإشعاعية عند استخدام النظائر المشعة وإلا انقلبت الفائدة إلى ضرر كبير تعرض أرواح المرضى والفنيين والأطباء إلى خطر كبير . وكما هو معروف فقد أدى التفريط في الوقاية الإشعاعية بأجهزة الأشعة السينية والنظائر في أول عهدها إلى وفاة عدد كبير من الأشخاص واعتبرت أجهزة الأشعة السينية قاتلاً كبيراً .

تستخدم النظائر المشعة في كليات وأقسام أخرى كثيرة في الجامعة . ففي كلية الهندسة يوجد عدد غير قليل من مصادر نيوترونية ومصادر أشعة جاما عالية الشدة . ويتوفر بكلية العلوم كذلك مصادر لأشعة جاما تستخدم في أبحاث التعليم . ويوجد في الكليات الأخرى مثل كلية علوم الأرض وكلية الأرصاد مصادر نيوترونية متعددة ومصادر لأشعة جاما.

إن كل هذه المصادر تحتاج إلى طرق وأنظمة تشغيلية دقيقة . ويقضي الحال أن يكون لكل كلية دليل مكتوب بشكل واضح يعطي خطوات الاستخدام المطلوبة آخذين بنظر الاعتبار المصادر الإشعاعية الموجودة ، والمعامل التي تحويها ، وأجهزة قياس الأشعة المتوفرة .

تهدف هذه الورقة إلى وضع طرق وأنظمة تشغيلية آمنة للمصادر المشعة الموجودة بالجامعة ، مع التركيز على قسم الطب النووي ، يتمثل في الحفاظ على سلامة العاملين من أطباء وفنيين وموظفي الأمن والزوار وغيرهم من مخاطر الإشعاع . كما يتمثل في تقليل الجرعات الإشعاعية للمرضى عند إجراء الفحوصات التشخيصية ومنع تعرضهم لجرعات لا لزوم لها . وهذا يؤدي إلى تقليل خطورة الإصابات السرطانية في مرحلة قريبة أو لاحقة من حياة هؤلاء الأشخاص .

من المعروف أن العمل ضمن الحدود الإشعاعية المسموح بها يمنع حصول إصابات سرطانية ، فكيف هو الحال عند تجاوز الحدود الإشعاعية أو في حالات الإهمال التي قد تصاحب استعمال الإشعاع . لقد جاءت الوكالات الدولية بمبدأ ما يسمى (ALARA) ، الذي اعتبر مكملاً أساسياً للحدود الإشعاعية . يقول المبدأ أن مستوى الإشعاع يجب أن يقلل تحت الحدود الإشعاعية قدر ما هو مستطاع وممكن عملياً واقتصادياً . إن المرضى الخاضعين للتشخيص لا تطبق عليهم الحدود الإشعاعية ، وممكن أن يتم تجاوز تلك الحدود بعد أخذ صورة إشعاعية واحدة فقط أو أكثر. وإذا أخذنا عنصر الإهمال واللامبالاة عند التعامل مع الإشعاع كعنصر واقعي وموجود في

بعض المستشفيات ، فإن الجرعات الإشعاعية قد تصل إلى مستويات عالية للمرضى أو العاملين في المستشفى . إن التقليل من تلك الأضرار إلى أدنى حد هو أحد أهداف هذه الورقة.

اكتشف رو نتجن الأشعة السينية سنة ١٨٩٥ [١] حيث دخلت مجال الاستخدامات الطبية مباشرة تقريباً . وقبل نهاية ١٨٩٦م كانت معظم المستشفيات الرئيسة في الولايات المتحدة تملك جهاز أشعة. من ناحية ثانية فقبل نهاية عام ١٨٩٦م ظهرت ثلاثة وعشرين حالة عانى أصحابها من ضرر شديد من الأشعة شاملة حروقاً وغيرها [٢] . وفي عام ١٩٠٢م ظهرت حالات عديدة من السرطان سببها نفس الأشعة ، وكان دالي وهو مساعد لتوماس أديسون أول شخص توفي بسبب تعرضه للأشعة [٣] . وبين عامي ١٩١١ إلى ١٩١٤م ثبت وجود مائة وثمانية وتسعون حالة أورام خبيثة سببتها الأشعة نتج عنها أربعة وخمسون حالة وفاة . ولاحقاً في عام ١٩٣٤م كان مائتا مصور إشعاعي قد لاقى حتفه [٤] كما توفي العديد من أفراد الجمهور[٥] . هذا ويعتبر وليم رولنز ، أحد أطباء الأسنان ، أول من وضع أسس الحماية الإشعاعية من الأشعة[٦] . وقد حصل منذ ذلك الوقت العديد من التطورات في هذا المجال لعل أهمها التقرير الصادر عن جمعية الحماية الإشعاعية العالمية سنة ١٩٩٠م والتي أوصت فيه أن تكون الحدود الإشعاعية ٢٠ ملي سيفرت في السنة للعاملين في مجال الإشعاع وواحد ملي سيفرت لأفراد الجمهور والمؤسسات التعليمية[٧] .

في مجال الوقاية الإشعاعية يعطي المرجع رقم [٨] الصادر عن الوكالة الدولية للطاقة الذرية أسس الوقاية الإشعاعية للعاملين في مجال الإشعاع . ويعالج المرجع رقم [٩] الصادر عن الجمعية العالمية للوقاية الإشعاعية نفس الموضوع تقريباً . أما المرجعين [١٠،١١] الصادرين عن الوكالة الدولية فيركزان على القواعد العامة والمعايير الأساسية للتعامل مع الإشعاع والمواد المشعة في مجال الصناعة والطب والتعليم . المرجعين [١٢،١٣] يركزان على الوقاية والتعامل مع المواد المشعة في المجال الطبي ، المرجع رقم [١٤] يعالج موضوع استثناء النظائر المشعة قليلة النشاط من القوانين الخاصة بالرقابة الإشعاعية . المرجع رقم [١٥] يضع برنامجاً متكاملاً للوقاية الإشعاعية بصورة عامة شاملاً القياسات المطلوبة ، وأجهزة القياس ، وحالات الطوارئ وغيرها ، أما المرجع رقم [١٦] فيعالج موضوع الأساليب التي توصي بها الوكالة الدولية في نقل المواد المشعة . المرجع رقم [١٧] يضع كذلك تصوراً للأساليب السليمة في التعامل ونقل المواد المشعة وهو صادر عن المجلس الأمريكي الوطني للوقاية الإشعاعية والقياسات. المرجع رقم [١٨] مصدر جيد يعالج الوقاية الإشعاعية في المستشفيات بصورة عامة شاملاً كل الأقسام التي يستعمل فيها الإشعاع من أجهزة أشعة سينية إلى الطب والعلاج النووي والنفايات المشعة ، وقد شارك في إعداده عدد من المؤلفين ، كل مؤلف اختص بفصل واحد . أما المرجع رقم [١٩] فيحوي معلومات وأشكالاً وأرقاماً وجداول أساسية في الوقاية الإشعاعية والحسابات المتعلقة بها . الجرعات الخاصة بجمهور الناس والعاملين الناتجة عن الممارسة الطبية عولجت في المرجعين [٢٠،٢١] ، أما الحدود الإشعاعية وتطبيقاتها فقد روجعت في المرجعين [٢٢،٢٣] وعرضت أسس التدريب على الوقاية الإشعاعية في المرجع [٢٤] .

القياسات

لأجل وضع التعليمات بشكل دقيق فقد أجرينا قياسات مستفيضة بأقسام الطب النووي ستقدم في ورقة لاحقة فلا مجال لذكرها في هذه الورقة وسنستعرض هنا فقط بعض النتائج الأساسية .

قياسات الجرعات الشخصية :

تم إجراء الجرعات لمدة ٥٦ يوما في قسم الطب النووي حيث وضعت الحبيبات الحرضوئية في أربعة مناطق في جسم الفني شاملاً منطقة الصدر ، منطقة الظهر (قرب الرقبة) ، عند الوسط (الحزام) وكذلك عند الأصابع لثلاثة من الفنيين . وقد أظهرت النتائج أن الجرعات الشخصية عند الصدر تراوحت ما بين ٠,٢٧ – ٠,٣٣ ملي سيفرت وعند الظهر ما بين ٠,٤٩ – ١ ملي سيفرت ، والظهر بين ٠,٢٨ – ٠,٩١ ملي سيفرت ، أما عند الأصابع فتراوحت بين ٠,٧٨ – ١٠,٧٧ ملي سيفرت . وبالرغم من أن الجرعات كلها كانت ضمن الحدود الإشعاعية إلا أن التراوح الكبير في جرعة الأصابع تبين التفاوت في طريقة التعامل مع النظائر ، كما تظهر النتائج أنه بالإمكان تقليل الجرعات بشكل ملحوظ لو استعملت مهارات معينة .

النظائر التي استخدمت في الطب النووي كانت ^{67}Ga , ^{208}Tl , ^{131}I , ^{99m}Tc وجاء استعمال النظير ^{99m}Tc بزيادة عن عشرة أضعاف أي من النظائر الأخرى . أظهرت قياسات جرعة الأصابع أن الجرعة السنوية تساوي ١٢ % من الجرعة القصوى المسموح بها .

قياس مستوى التسرب الإشعاعي للمكاتب المجاورة للمختبر الحار :

استخدمت خمسة كروت تحوي عشرة حبيبات حر- ضوئية تم لصقها على جدران المكاتب والغرف المجاورة للمختبر الحار على ارتفاع تسعين سنتمتراً لفترة سبعة وثلاثون يوماً . وعلى افتراض أن التعريض ليس مستمراً على نفس المستوى وأنه حاصل أثناء ساعات العمل عند إخراج المصادر من مواقعها فإن معدل التعريض كان ٢,٣ مايكرو سيفرت/ساعة . أما إذا افترض أن مستوى التعريض ثابتاً بنفس المستوى حتى بعد ساعات الدوام فيكون معدل التعريض ٠,٦٤ مايكرو سيفرت/ساعة ، وهذه النتائج تقارب نتائج سابقة سبق عملها في نفس المكان باستخدام عشرون حبيبة حر- ضوئية .

قياس مستوى الإشعاع داخل المختبر الحار :

لأجل القياس تم استخدام كاشف نوع Mini SPEC-GR130 مصنوع من شركة Exploronium في كندا مكون من كاشف وميضي نوع NaI(Tl) مع عداد جايجر يقوم بقراءة التعريض الإشعاعي إضافة إلى التعرف على نوع المصدر. كان مستوى التعريض على سطح الدرع الإشعاعي للمولد ^{99m}Tc لم يتجاوز حوالي ٥ مايكروسيفرت/ساعة . أما على سطح الدولاب الذي تخزن فيه المولات فهو بدوره لم يتجاوز ٥ ملي سيفرت/ساعة باستثناء قراءة واحدة جاءت مرتفعة بشكل واضح من مجموع حوالي ثمانية قراءات . أما أعلى قراءة على سطح حاوية ^{131}I فجاءت ٥٠ مايكروسيفرت/ساعة ، وواضح أن القراءات تعتمد على كمية المادة الإشعاعية المتوفرة .

وجاءت القراءة عند جهاز فحص ثبوتية القراءة بدون الدرع الإشعاعي فكانت معظمها حوالي ٢ مايكروسيفرت/ساعة مع أعلى قراءة حوالي ٦ مايكروسيفرت/ساعة . أما في حاوية السرنجات فقد كانت معظم القراءات أقل من ٥ مايكروسيفرت/ساعة عدا قراءة واحدة وصلت حوالي ٨ مايكروسيفرت/ساعة .

قياسات أخرى :

أجريت قياسات متعددة في أماكن مختلفة شملت غرف الكاميرا ، غرف التخزين ، غرف العدد والممرات والمكاتب ، وقد تكرر إجراء تلك القياسات على فترات متعددة استغرقت بضعة أشهر كما تم إجراء قياسات على أماكن مختلفة على أجسام مرضى حاملين مواد مشعة .

التعليمات

تعليمات عامة

يجب أن تستوفي الشروط التالية في حالة التعامل مع مواد مشعة تتجاوز الكميات المسموح بها بدون ترخيص :

١ - أن تكون الجامعة قد حصلت مسبقاً على ترخيص بالحصول على المصادر المشعة المفتوحة من مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

٢ - أن تشتري الجامعة المصادر المشعة أو تعيدها إلى مؤسسة مرخص لها باستيراد ونقل المواد المشعة المفتوحة .

٣ - أن لا ينقل مصدراً مشعاً من موقعه إلى موقع مؤسسة أخرى ما لم تكن تلك المؤسسة المنقول لها المصدر المشع مرخص لها بحيازة المواد المشعة المفتوحة وبعد موافقة مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على النقل .

٤ - ألا تستخدم المصادر المشعة المفتوحة في التشخيص أو العلاج ما لم تكن هناك فائدة راجحة للمريض من ذلك الاستخدام .

٥- أن يتوفر مسؤول حماية إشعاعية يعمل تحت إشراف وتوجيه اللجنة الدائمة للوقاية من الإشعاع بالجامعة يقوم بتطبيق قواعد السلامة والحماية من الإشعاع للعاملين من أطباء وفيزيائيين وفنيين مساعدين ، وللمرضى دون المساس بعمل الأطباء وللجمهور من زوار ومراجعين وغيرهم .

٦- يعتبر مسؤول الحماية مؤهلاً لأداء عمله بعد اجتيازه الاختبارات اللازمة في مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

٧ - يجب أن يحرص القائمون على العمل في عدم تجاوز الحدود الإشعاعية للعاملين والجمهور بأي شكل من الأشكال . وفي حالة تجاوز تلك الحدود في الحالات الطارئة فإنه يتم الحرص على تصحيح ذلك التجاوز قدر المستطاع .

٨- تقلل الجرعات الإشعاعية إلى أدنى حد مقبول وعملي أو كما جاء في ما يسمى مبدأ "ALARA" (As Low As Reasonably Achievable) ، أي أن تقلل الجرعة الإشعاعية إلى المستوى القابل للتطبيق دون المساس بشكل واضح في نوعية الخدمة المقدمة . وبهذا الخصوص يجب أن تعطى كمية الجرعة الإشعاعية للمريض بأدنى قدر ممكن وعملي وأن يتم استغلال المعلومات السابقة المتوفرة عن المريض لتحاشى قدر

المستطاع التشخيص بالمواد النووية إن توفرت طرق أخرى وخاصة للحوامل والأطفال أو الذين تعرضوا لجرعات إشعاعية سابقة . كما يجب أن تختار الصيدلانيات التي تعطي أدنى جرعة إشعاعية .

٩- ينبغي أن تكون كمية النشاط الإشعاعي للصيدلانيات التي تعطى للمرضى للأغراض التشخيصية ضمن حدود الممارسات الطبية . ويعتبر تجاوز تلك الكميات مقبولاً إذا استند إلى مبرر طبي قوي .

١٢ - تعتبر المنطقة التي يتم فيها ممارسة الطب النووي "منطقة مراقبة" حسب تعريف المناطق المراقبة في "المعايير الأساسية للحماية من الإشعاعات المؤينة" الصادر عن مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية.

١٤ - يعامل المرضى من النساء الحوامل واللواتي يرضعن أطفالهن من حليبهن وكذلك الأطفال ممن هم دون الثامنة عشر معاملة تختلف عن بقية البالغين فيما يخص الحماية من الإشعاع.

١٥ - تعامل العاملات من الحوامل أو اللاتي يرضعن أطفالهن من حليبهن معاملة تختلف عن بقية العاملين أو العاملات في مجال الطب النووي .

الحدود الإشعاعية :

الحدود الإشعاعية حسبما جاء في "المعايير الأساسية للحماية من الإشعاعات المؤينة " كالآتي :

أولاً : حدود التعرضات المهنية للبالغين (١٨ سنة فأكثر) :

١ - معدل الجرعة الفعالة للمهنيين هو عشرون ملي سيفرت في السنة ، ويؤخذ هذا المعدل لأي خمس سنوات متتابعة بحيث لا تتجاوز الجرعة الكلية لهذه السنوات الخمس مائة ملي سيفرت ، وألا تزيد الجرعة في أي سنة واحدة من هذه السنوات عن خمسون ملي سيفرت .

٢ - الحد السنوي للجرعة المكافئة لعدسة العين هو ١٥٠ ملي سيفرت وفي الأطراف (اليدين والقدمين) والجلد هو ٥٠٠ ملي سيفرت .

٣ - الحد السنوي للطلبة والمتدربين الذين تتراوح أعمارهم بين السادسة عشر والثامنة عشر والذين يتطلب تدريبهم استخدام المصادر المشعة ، فإن الحد السنوي للجرعة الفعالة لهم هو ٦ ملي سيفرت ، والحد السنوي للجرعة المكافئة لعدسة العين لهم هو ٥٠ ملي سيفرت ، وللأطراف والجلد هو ١٥٠ ملي سيفرت .

٤ - لا يجوز تعرض الأشخاص الذين تقل أعمارهم عن ستة عشر سنة تعرضاً مهنياً .

٥ - للنساء الحوامل لا تتجاوز الجرعة ٢ ملي سيفرت على سطح البطن وألا تتجاوز حدود الإدخال السنوي عن ١/٢٠ من الحدود للعاملين الآخرين .

ثانيا: حدود التلوث :

يعتبر السطح ملوثا إذا تجاوز التلوث ٤ بيكرل/سم٢ للمصادر التي تعطي أشعة بيتا وجاما و ٤و٠ للمصادر التي تطلق أشعة ألفا

ثالثا : حدود التعرض للجمهور :

١ ـ الحد السنوي للجرعة الفعالة لأفراد الجمهور هو ١ ملي سيفرت في السنة ، وقد تصرح السلطة التنظيمية المختصة بزيادة هذا الحد في سنة ما ، إلا أنه يجب عندئذٍ ألا تتجاوز الجرعة الفعالة لخمس سنوات متتالية ٥ ملي سيفرت .

٢ ـ الحد السنوي للجرعة المكافئة لأفراد الجمهور لعدسة العين هو ١٥ ملي سيفرت وللجلد هو ٥٠ ملي سيفرت .

٣ ـ حد الجرعة الإشعاعية لمن يقوم بمساعدة المريض أثناء الفحص أو العلاج هو ٥ ملي سيفرت للمرة الواحدة للبالغين .

٤ ـ حد الجرعة الإشعاعية لزوار المريض المحقون بمواد مشعة هو ٥ ملي سيفرت للبالغين و ١ ملي سيفرت للأطفال .

رابعا : حدود التعرض الطبي :

لا توجد حدود للتعرض الطبي أثناء الفحص أو العلاج ، ولكن تقلل الجرعة للحد الأدنى للأنسجة السليمة قدر المستطاع عملياً .

بناءً على ما جاء أعلاه في الحدود الخاصة بالعاملين (٢٠ ملي سيفرت في السنة) فإن التعريض الإشعاعي المستمر يجب ألا يتجاوز ١٠ مايكرو سيفرت/ساعة على افتراض ٤٠ ساعة عمل في الأسبوع أو ٢٠٠٠ ساعة عمل بالسنة . كما يؤخذ معدل التعريض للجمهور ٠،٥ مايكرو سيفرت/ساعة على افتراض أن أي من الجمهور لا يتعرض أكثر من ٢٠٠٠ ساعة في السنة بصورة مستمرة .

خامسا: التخوف المبالغ فيه من الإشعاع :

قد يكون هناك أحياناً تخوفاً مبالغاً فيه من الإشعاع من قبل العاملين في المجال الطبي مما يؤثر على نوعية الخدمة الطبية المقدمة للمرضى . وهنا يجب أن يكون واضحاً أن الناس جميعا يستلموا جرعات إشعاعية وبصورة مستمرة . الأشعة الكونية تعطي حوالي ٠,٣٠ ملي سيفرت في السنة (٥,٤) وتزداد بازدياد الارتفاع عن سطح الأرض ، حيث يستلم طاقم الطائرات التجارية حوالي ١,٧ ملي سيفرت في السنة . الجرعة الإشعاعية نتيجة وجود المواد المشعة في التربة ومواد البناء تعادل حوالي ١,٥ ملي سيفرت في السنة لخلايا الجسم وحوالي ٢٨ مليون ملي سيفرت في السنة للشعب الهوائية في الرئة (٥) . جسم الإنسان نفسه يحتوي على مواد مشعة أهمها البوتاسيوم-٤٠ الذي يعطي الجسم جرعة كلية تعادل حوالي ١,٦ ملي سيفرت في السنة وللغدد التناسيلة حوالي ١٠,٥ ملي سيفرت في السنة (٥) . هذه الجرعات تتغير من كائن لآخر بشكل كبير وهي عموماً أعلى من الجرعة الإشعاعية المسموحة للجمهور التي مقدارها ١ ملي سيفرت في السنة .

إن من المهم جداً أن يفهم العاملون في المجال الطبي أن هناك حماية كافية لهم وأن الخطورة لا تتجاوز الخطورة من أي مهنة أخرى .

استعمال الحواجز الإشعاعية :

تستعمل حواجز شفافة من الرصاص منقولة عند إعداد العينات لمنع الإشعاع من الوصول إلى الجزء الأعلى من الجسم . الحقن والقناني توضع في حواجز رصاصية مناسبة متوفرة تجارياً .

الحواجز الكبيرة الشفافة يمكن استعمالها بين المريض ومشغل الجهاز عند أخذ التصوير بالطب النووي ، ويمكن استخدام نفس النوع من الحواجز توضع بين المريض المحقون بالمواد المشعة العلاجية وبين الزوار . يجب كذلك الانتباه إلى أن مستوى الإشعاع في الغرف المجاورة والممرات يجب أن يكون منخفضاً وقد تكون هناك حاجة لاستعمال حواجز إضافية بين المصدر والجدران . كما أن استعمال الصدرية المرصصة عند المصدر يقلل من مستوى الإشعاع للجزء الوسطي والأسفل من الجسم إن لم يكن هناك عرقلة لحركة الفني أو المعالج ، كما أنه من المفيد استعمال النظارات الواقية . يمكن كذلك وضع حاجز عند مريض يحمل مواد مشعة علاجية

الرصاص هو أفضل مادة لأشعة جاما والأشعة السينية وهو متوفر على شكل بلوكات أو شرائح . ويمكن أن يستعمل الحديد إذا لم يتوفر الرصاص لكن قابليته على حجز أشعة جاما أقل بشكل ملحوظ عن الرصاص . أما الخرسانة فيمكن استعمالها كجزء من البناء لمنع تسرب الإشعاع للخارج .

لحجز أشعة بيتا تستعمل مادة قليلة العدد الذري مثل البلاستيك بأنواعه أو الألمنيوم وذلك لتقليل الأشعة السينية التي تنتجها أشعة بيتا عند تفاعلها مع المواد الثقيلة . ويمكن وضع طبقة من الرصاص خلف الحاجز البلاستيكي لامتصاص الأشعة السينية المنتجة .

استلام وتخزين المواد :

عند استلام المواد المشعة لأول مرة فإن الحاوية تفحص من ناحية سلامتها ويفحص التلوث الخارجي والتسرب وتسجل المعلومات مباشرة كماً ونوعاً في سجل خاص. وفي حالة وجود مستودعات مركزية فإنها تنقل بأسرع وقت من المستودعات المركزية إلى الجهة المستخدمة والتي تقوم بفحصها من ناحية سلامتها وقياس مستوى الإشعاع الخارجي وفحص التلوث ، وتسجل المعلومات في سجل خاص بذلك القسم . وينبغي أن تنقل المواد من المستودع إلى الجهة المستخدمة بواسطة عربة ، وأن يؤخذ المسار الأقل حركة والأقل ازدحاماً .

وفي حالة خزن المواد المشعة في المستودع المركزي لفترة محدودة فإنه يجب أن يكون لها مكاناً خاصاً يحتوي على علامات التحذير الإشعاعية اللازمة .

إذا استعملت حجيرة التهوية لخزن بعض المواد المشعة فيراعى ألا يتجاوز المستوى عن الحد الأعلى للإشعاع .

في القسم المختص مثل قسم الطب النووي تخزن المواد بعيداً عن أماكن حركة الأشخاص وأن توضع في حاويات ذات حواجز إشعاعية كافية مع وضع علامات التحذير الإشعاعية اللازمة على السطح الخارجي للحاويات .

تحفظ مولدات ^{99m}Tc في منطقة منعزلة نسبياً في المعمل ويمكن أن تحاط بطبقة من الرصاص ولا يشترط حفظها في حجيرة التهوية Hood فالمادة غير متطايرة ، عكس ^{131}I الذي مركباته غير مستقرة ويمكن أن ينتشر في الهواء ، لذلك يحفظ مؤقتاً في حجيرة التهوية . كذلك يجب أن يكون هناك حذراً كبيراً لمنع انسكاب هذه المادة التي تنتشر بسرعة .

النفايات المشعة

إن أفضل طريق للتخلص من النفايات في المستشفيات هو تخزينها ليضمحل نشاطها الإشعاعي إلى أن يصل إلى مستوى مقارباً للخلفية الإشعاعية ، حيث أن معظم النظائر ذات عمر قصير . ويجب أن يكون لدى مسؤول الحماية الإشعاعية فكرة جيدة عن الفترة المطلوبة للتخزين حسب نوع النظائر وتركيزها ، ويمكن بعد ذلك إطلاقها مع النفايات العامة. ولا يشمل ذلك النفايات الصلبة الناتجة عن مصدر مغلق ولا التي أعمارها طويلة (أكثر من بضعة أشهر) .

النفايات الصلبة :

تتكون النفايات الصلبة من الورق والمواد البلاستيكية ، القفازات المستعملة ، الحقن الطبية المستعملة ، الأنابيب الماصة ، الأغطية المختلفة ، الأدوات الشخصية البلاستيكية ، وغير ذلك . وهذه النفايات يمكن أن تكون نفايات قابلة للإنضغاط مثل الورق والمواد البلاستيكية ونفايات غير قابلة للانضغاط مثل الحقن الطبية والأنابيب الماصة . ومن الأهمية بمكان عمل الآتي :

أ- تقليل إنتاج النفايات المشعة قدر المستطاع .
ب- عدم خلط النفايات المشعة مع غير المشعة وإلا أعتبرت كلها مشعة مما يزيد حجمها ، ولذلك يجب وضع برميلين لحفظ كل نوع .
ج - ينبغي وضع كل نوع من أنواع الصيدلانيات في كيس منفصل وذلك لتسهيل عملية "التأخير والتحلل" Delay and Decay كونها الطريقة الأكثر عملية في معالجة النفايات . وفي حالة وجود نظائر متعددة فيمكن وضع النفايات ذات الأعمار المتقاربة مع بعض (كما سنأتي على ذكره لاحقا).
د - عند رفع النفايات يتم إجراء مسح على السطح الخارجي للكيس للتأكد من عدم وجود تلوث خارجي ، ثم يغلق الكيس بإحكام ، وفي حالة وجود تلوث خارجي يوضع الكيس داخل كيس آخر نظيف .
ه - عند رفع أكياس النفايات يجب أن يكتب على الكيس نوع النفايات المشعة الموجودة وتاريخ رفعها أو أن توضع قصاصة تدبس على الكيس بصورة جيدة توضع فيها هذه المعلومات . ويمكن كذلك وضع رقم الكيس والتاريخ مع وضع علامة التحذير الإشعاعية من الخارج بما يفيد بوجود "مواد مشعة" .
و - توضع الأكياس داخل براميل بلاستيكية أو معدنية ذات غطاء محكم في مستودع النفايات أو في مناطق مخصصة لذلك . وفي المستشفيات الكبيرة التي تنتج نفايات صلبة بحجم كبير يمكن أن تستخدم مكبس لتقليل حجم النفايات . ويراعى عند الكبس عدم نشر النفايات . إحدى الطرق تشمل كبس البرميل بأكمله مع غطائه المحكم ، وبالطبع تكبس النفايات القابلة للإنضغاط فقط .
ز- قبل التخلص من الحاوية التي رفعت منها المواد المشعة يجب عمل فحص داخلي وخارجي للتأكد من خلوها من التلوث .

توضع النفايات في أكياس بلاستيكية سميكة توضع داخل براميل . النفايات المشعة التي تعطي تعريضاً مرتفعاً تحفظ وتنقل في براميل ذات جدار من الرصاص ، أو أن يستعمل برميلان الواحد داخل الثاني على أن يكون الداخلي أصغر بكثير من الخارجي لحفظ فراغ جيد بينهما لتقليل التعريض على سطح البرميل الخارجي .

النفايات السائلة :

لا تطلق المواد المشعة السائلة إلى المجاري إلا إذا كان هناك تأكدا من أنها ستصل لمستوى التخفيف المسموح بإطلاقه . ولحساب تركيز المواد المشعة التي تطلق إلى الصرف الصحي فإنه يؤخذ بعين الاعتبار التخفيف الحاصل لها في مجاري المستشفى وبذلك يكون التركيز هو كمية المادة المرسلة للصرف الصحي في اليوم الواحد مقسوم على كمية المياه المستهلكة في اليوم الواحد . وفي حالة عدم توفر معلومات كافية يفترض حصول تخفيف مقداره ألف لتر لكل سرير في المستشفى .

يتم قياس ثنايا المواسير وغيرها للتأكد من عدم تجمع المواد المشعة فيها .

عند إطلاق مادة للصرف الصحي فإنه يتم فتح حنفية الماء لفترة معينة أولاً وسكب المادة المشعة تدريجياً في فم البالوعة .

إذا كان التركيز في الأصل مرتفعاً فيمكن أن يخفف ثم تطرح النفايات وهذه عملية قد تسبب تلوثاً إن لم يتم إجراؤها بدقة وتحت إشراف مسؤول الحماية الإشعاعية . ولكن الأفضل خزن النفايات لفترة معينة تسمح لنشاطها الإشعاعي بالاضمحلال ثم إطلاقها .

يجب أن تكون النفايات السائلة قابلة للانتشار أو الذوبان في الماء لكي لا تتركز في مناطق معينة مثل ثنايا المواسير أو غيرها . وللتأكد من عدم حصول ذلك تقاس هذه الأماكن بعداد حساس مثل الكاشف الوميضي .

مستودع النفايات:

يجب أن يحفظ سجل واضح ودقيق للنفايات التي تدخل مستودع النفايات يشتمل على :

١- تاريخ الدخول
٢- رقم العبوة
٣- الجهة المرسلة
٤- وصف بسيط للمحتويات
٥- نتيجة المسح السطحي في أماكن مختلفة ويفضل إجراء القياس بكاشف عداد مثل الكاشف الوميضي أو عداد جايجر بدلاً من قياس التعريض بجهاز حجيرة التأين التي تكون أقل كفاءة في القياس .
٦- تاريخ إطلاقها
٧- جهة الإطلاق
٨- فترة التخزين
٩- العد عند السطح الخارجي عند الإطلاق والذي يجب أن يكون قريباً جداً من الخلفية الإشعاعية.
١٠- أية معلومات أخرى يجدها مسؤول الحماية ضرورية .
١١- يجب أيضاً أن يكون هناك سجل لمسح إشعاعي للتعريض داخل المستودع وقياس التلوث خارج العبوات يتم إجراؤها أسبوعياً على الأقل .

يجب أن يكون المستودع محكم الإغلاق وبعيداً قدر الإمكان عن المناطق المزدحمة . ويجب ألا يزيد مستوى التعريض الإشعاعي داخل المستودع على ١٠ ميكرو سيفرت/ساعة إذا كان

مسؤول المستودع يقضي وقتاً طويلاً فيه . أما إذا كانت الفترة الزمنية التي يقضيها مسؤول المستودع قصيرة فيراعى عندئذٍ عامل الإشغال ، فمثلاً لو بقي خمس ساعات من مجموع ٤٠ ساعة أسبوعياً فيمكن زيادة التعريض بنفس النسبة أي : (٤٠/ ٥) = ٨ مرات ، أي يكون المستوى المطلوب ٨٠ ميكرو سيفرت في الساعة ، كحد أعلى على أن يقلل قدر المستطاع.

يجب أن يراعى أن مستوى الإشعاع خارج الجدران يتماشى مع الحدود المقبولة سواء أكان للجمهور أو للعاملين مع مراعاة عامل الاشغال كذلك ، فللجمهور يكون المستوى هو ٠,٥ ميكرو سيفرت/ساعة ، إلا إذا كانت المنطقة خارج الجدران قليلة الحركة فيراعى عندئذٍ زيادة هذا الحد بنفس نسبة الإشغال .

يجب عدم خلط النفايات التي من نوع واحد والتي دخلت المستودع في أوقات متفاوتة وإلا فستكون فترة التخزين طويلة .

تخزن المواد السائلة بطريقة لا تسمح بكسر العبوة أو تمزيق الحاوية أو تلف الأكياس ، عليه يكون المستودع ذا مواصفات تراعى فيها المحافظة على النفايات . وإذا كان هناك احتمالاً لانبعاث غازات أو مواد متطايرة فيجب أن يكون المستودع جيد التهوية .

يجب تخزين النفايات القاعدية والحمضية كل واحدة منها منفصلة عن الأخرى مع وضع علامة من الخارج تفيد أنها حامضية أو قاعدية نظراً لأن خلطها يسبب تفاعلات كيميائية قد تنتج حرارة مما قد يسبب تطاير الجزيئات . كما يجب مراعاة عدم وضع النفايات غير المائية non-aqueous مثل السوائل الوميضية Scintillation في حاويات بلاستيكية . إن وضع النفايات غير المائية داخل حاويات بلاستيكية يؤدي إلى تآكل جدار الحاوية ، ويجب في كل الأحوال أن تكون الحاوية غير قابلة للكسر ومحكمة الإغلاق وفي حالة استعمال حاويات زجاجية فتوضع داخل حاويات من المعدن مع وجود مادة ماصة مناسبة بين الجدران . وتعتبر حاوية بحجم ١٠ – ٢٠ لتر مناسبة لعملية التخزين . ويفضل إعداد النفايات للتخزين داخل حجيرة التهوية مع مراعاة لبس الملابس الواقية .

يجب أن توضع علامة "مواد مشعة" على البوابة الخارجية للمستودع وعلى الرفوف والحاويات داخله .

بعد انتهاء فترة التخزين تفحص الحاويات بجهاز حساس مثل الكاشف الوميضي كما يعمل مسح على الجدران الخارجية للتأكد من عدم وجود تلوث ثم تطلق بعد ذلك مع نفاية البلدية .

فترة التخزين :

تكون فترة تخزين كل عبوة حسب عمر النصف وشدة الإشعاع للمادة المشعة داخلها . ويمكن إعطاء فكرة مبسطة عن فترة التخزين لنفايات المستشفيات كالآتي :

١ - النفايات التي عمر النصف لها أقل من ٤ أيام تكون فترة التخزين حوالي ١ – ٢ شهر . ويشمل ذلك النظائر ^{qqm}T ، ^{18}F ، ^{24}N ، ^{42}K ، ^{64}C ، ^{67}G ، ^{87m}Sm ، ^{87}Y ، ^{80}Y ، ^{201}T ، ^{113}I ، ^{123}I ، ^{132}I ، ^{198}A ، ^{197}H

٢ - النفايات التي عمر النصف لها بين ٤ – ٨ أيام ، تكون فترة التخزين حوالي ٤٥ – ٩٠ يوماً ويشمل ذلك : ^{131}I ، ^{47}Ca ، ^{206}Bi .

٣ - النفايات التي عمر النصف لها بين ٨ – ٢٠ يوماً ، تكون فترة التخزين حوالي ٨٠ – ٢٠٠ يوماً ، ويشمل ذلك : P ، ^{86}Rb .

٤ - النفايات التي عمرها أكثر من ٢٠ يوماً ويشمل ذلك ^{125}I وكذلك النظيرين طويلي العمر ^{14}C و ^{3}H ، وهذه يجب أن تخفف للمستوى المطلوب .

النفايات الغازية :

أن غاز ^{133}Xe له عمر نصف مقداره ٥,٣ يوم . يمكن التخلص من هذا الغاز بإرساله مباشرة إلى خارج البناية بواسطة ماسورة خاصة ، حيث لا يجب أن يتجاوز التركيز ما هو مسموح به . ولذلك يجب أن يطلق على ارتفاع عال نسبياً لكي يتم تخفيفه في الهواء . أو قد يستخدم الفحم Charcoal لامتصاصه وحجزه ، ثم يخزن الفحم لحين اضمحلال الغاز المشع . ولكن يجب مراقبة الفحم بصورة مستمرة للتأكد من أنه يمتص الغاز بشكل فعال .

تخزين المواد المشعة غير النفايات :

إذا اقتضت الضرورة تخزين المواد المشعة فيجب أن تخزن في أماكن خاصة بها ولا تخلط مع المواد الطبية الأخرى . يجب أن يحتوي المستودع على علامات التحذير "مواد مشعة" مع التأكد من السيطرة التامة في الدخول لهذا المستودع ووجود قفل مناسب منعاً للسرقة أو العبث في هذه المواد وخاصة ممن يجهل صفاتها وتأثيرها . كما يجب ألا يزيد مستوى التعريض في المستودع على الحد المقبول وأن يتم إجراء مسح للتلوث بصورة دورية .

يحفظ سجل واضح للمواد المشعة يحمل تاريخ الدخول للمستودع ، الجهة التي تم الاستلام منها ، وصف مبسط للعبوات ، كمية المواد المشعة ونوعيتها ، العد الخارجي للسطح أو التعريض الإشعاعي الخارجي ، فحص التلوث ، والجهة التي ترسل إليها العبوة . أما بالنسبة لقياس التعريض والتلوث فيجب إجراؤهما أسبوعياً .

يجب أن يحتفظ بنسخة من سجل محتويات المستودع خارج المستودع نفسه وذلك للرجوع لها في حالة حصول حريق .

الرصد والممارسات

يجب أن يكون هناك برنامج متكامل لمراقبة الإشعاع ، تسجل فيه مستويات التعرض الإشعاعي والتلوث وأي حادثة مهما كانت صغيرة . من الأفضل ألا تشمل المراقبة عدداً كبيراً من الأشخاص لا اتصال لهم بالمصادر المشعة أو بالمرضى المحقونين بالمواد المشعة . إلا أن جميع العاملين في "المناطق المراقبة" يجب أن يكونوا خاضعين للرقابة الإشعاعية . ويجب أن يكون هناك برنامج لمعالجة النفايات ووجود خطة للطوارئ .

ينبغي وضع برنامج تعليمي مستمر يرفع من المستوى العلمي للعاملين في مجال الطب النووي . كما ينبغي تثقيف العاملين بالطب النووي عن المخاطر المصاحبة في التعامل مع المواد المشعة المفتوحة دون المبالغة فيها مما قد يؤدي إلى تخوف لا داعي له يؤدي إلى تقديم خدمات دنيا للمريض .

ينبغي أن يخضع العاملون في مجال التشخيص أو العلاج إلى مراقبة صحية مستمرة وأن يوضع سجل بذلك ، ويمكن أن يكون الفحص سنوياً .

٥-١ الرصد :

٥-١-١ رصد الجرعات الشخصية:

يجب أن يكون هناك مراقبة مستمرة للجرعات الشخصية توضع في سجل واضح ، ويحق للشخص صاحب العلاقة الإطلاع على الجرعة المستلمة الخاصة به . ومن المعتاد أن ترصد الجرعات شهرياً . ويجب على مسؤول الحماية الإشعاعية مراجعة الجرعات وملاحظة أي ارتفاع فيها حتى إن كانت تحت مستوى الحدود ، كما عليه أن يحاول أن يوجد بيئة عمل مناسبة للتقليل من الجرعات . ويستحسن استعمال الحبيبات الحر ضوئية TLD من نوع LiF لأنها تعطي استجابة مشابهة للجرعة التي يتلقاها الجسم عند طاقات الأشعة المختلفة وكذلك جهاز قياس الجرعات الجيبي الغازي ، كما يمكن استخدام شريحة الفلم (Film Badge) لكنها تعطي استجابات مختلفة عن الطاقات المختلفة .

يجب أن يحمل كاشف جرعات شخصي كل من :

١ - يعمل بصورة مستمرة في أي جزء توجد فيه مواد مشعة .
٢ - يتعامل مع النفايات المشعة بصورة مستمرة .
٣ - يعمل بالقرب من مرضى يحملون مواداً مشعة بصورة مستمرة .
٤ - كل من يتوقع أن يأخذ جرعة تعادل حوالي ١٠/١ من الحدود الإشعاعية .
٥ - أي أشخاص آخرين يرى مسؤول الحماية الإشعاعية ضرورة أن يحملوا كاشفاً شخصياً مثل الأشخاص الذين يدخلون إلى مناطق معرضة للإشعاع لفترات قصيرة كعمال الصيانة عند الحوادث أو غير ذلك .

لغرض تقييم الجرعات الإشعاعية بشكل جيد ينبغي أن تستعمل ثلاثة كاشفات في الجسم يوضع الأول قريباً من الرأس على الياقة والثاني عند الخصر والثالث عند الظهر . كما ينبغي استخدام كاشفات للأصابع إن لم تكن تعرقل عمل الفني .

٥-١-٢ مستوى التحري :

يجب أن يوضع مستوى شهري للجرعات الإشعاعية يسمى "مستوى التحري" يتم فيه التحقيق في ارتفاع الجرعات عن الحد الاعتيادي للتأكد من :

أ) أن الطرق المتبعة تسير بشكل اعتيادي .
ب) عدم وجود خلل في الأجهزة المستعملة .
ج) عدم وجود حوادث غير معروفة .

٥-١-٣ رصد التعريض الإشعاعي Exposure :

ينبغي أن يُرصد التعريض الإشعاعي بجهاز "حجيرة التأين" (Ionization Chamber) على الأقل أسبوعياً من قبل مسؤول الحماية أو من قبل الفني في أماكن العمل . ويمكن الاستعاضة عن

جهاز "حجيرة التأين" باستخدام عداد جايجر مدرجاً ليعطي التعريض مع ملاحظة التعديل compensation اللازم للجهاز.

وبالإمكان في المراكز الطبية كثيفة الاستعمال للمصادر المشعة أن يوضع جهاز مثبت في مكان معين يقرأ بصورة مستمرة ، ويعطي علامة إنذار في حالة ارتفاع مستوى الإشعاع عن مستوى معين .وينبغي ألا يزيد معدل مستوى الإشعاع في غرفة تحضير العينات وفي مستودع المواد المشعة عن ١٠ مايكرو سيفرت/ساعة .

٥-١-٤ رصد التلوث :

ينبغي تزويد قسم الطب النووي بأدوات غسل اليدين التي تسمح بإغلاق الحنفية دون استعمال اليد. لأجل تقليل ومنع التلوث يجب عزل المواد والمعدات التي تستخدم في المواد المشعة عن غيرها .

كما ينبغي أن يرصد مسؤول الحماية الإشعاعية التلوث السطحي في أماكن مختلفة من أماكن العمل بالطب النووي وخاصة أماكن تحضير الجرعات الإشعاعية وأماكن خزن المواد المشعة.

ويعتبر التلوث موجوداً إذا أعطت القياسات قراءات مقدارها ٤ بكرل/سم٢ لأشعة بيتا أو جاما و ٠،٤ لأشعة ألفا أو أكثر . ولأجل القيام بعملية القياس تؤخذ ورقة ترشيح أو قطعة قطن أو قطعة قماش تبلل بمادة مزيلة للأوساخ ، ثم يتم مسح منطقة ذات مساحة معينة . وكلما كبرت المساحة الممسوحة كانت القراءة أكثر دقة . ثم تؤخذ هذه القطعة بعيداً عن مصدر الإشعاع وتوضع قريباً من الكاشف الوميضي أو عداد جايجر إذا كان المصدر يصدر أشعة جاما ، أما إذا كان المصدر يعطي أشعة بيتا فتوضع القطعة بالقرب من كاشف جايجر ذات نافذة رقيقة . ولكن يجب أن يلاحظ أنه حتى عداد جايجر ذات النافذة الرقيقة قد لا يمكنه أن يقيس أشعة بيتا ذات طاقة أقل من حوالي 50 keV . في هذه الحالة يستعمل كاشف الغاز التناسبي أو الكاشف الوميضي السائل . الجهازان الأخيران غاليا الثمن وقد لا يتوفرا في المراكز الطبية ، كما أن القياس باستعمال الكاشف الوميضي السائل يعتبر عملية معقدة ، إلا أنه من ناحية ثانية فإن النظائر التي تصدر أشعة بيتا فقط المستخدمة في العلاج أو التشخيص محدودة .

٥-٢ الممارسات في الطب النووي:

٥-٢-١ الطب النووي التشخيصي:

٥-٢-١ ــ ١ استلام وتخزين المواد :

عند استلام المواد المشعة لأول مرة فإن الحاوية تفحص من ناحية سلامتها ويفحص التلوث الخارجي والتسرب وتسجل المعلومات مباشرة كماً ونوعاً في سجل خاص. وفي حالة وجود مستودعات مركزية فإنها تنقل بأسرع وقت من المستودعات المركزية إلى الجهة المستخدمة والتي تقوم بفحصها من ناحية سلامتها ومستوى الإشعاع الخارجي وفحص التلوث ، وتسجل المعلومات في سجل خاص بذلك القسم . وينبغي أن تنقل المواد من المستودع إلى الجهة المستخدمة بواسطة عربة ، وأن يؤخذ المسار الأقل حركة والأقل ازدحاماً .

وفي حالة خزن المواد المشعة في المستودع المركزي لفترة محدودة فإنه يجب أن يكون لها مكاناً خاصاً يحتوي على علامات التحذير الإشعاعية اللازمة .

إذا استعملت حجيرة التهوية لخزن بعض المواد المشعة فيراعى ألا يتجاوز المستوى عن الحد الأعلى للإشعاع .

في القسم المختص مثل قسم الطب النووي تخزن المواد بعيداً عن أماكن حركة الأشخاص وأن توضع في حاويات ذات حواجز إشعاعية كافية مع وضع علامات التحذير الإشعاعية اللازمة على السطح الخارجي للحاويات .

تحفظ مولدات ^{99m}Tc في منطقة منعزلة نسبياً في المعمل ويمكن أن تحاط بطبقة من الرصاص ولا يشترط حفظها في حجيرة التهوية Hood فالمادة غير متطايرة ، عكس ^{131}I الذي مركباته غير مستقرة ويمكن أن ينتشر في الهواء ، لذلك يحفظ مؤقتاً في حجيرة التهوية . كذلك يجب أن يكون هناك حذراً كبيراً لمنع انسكاب هذه المادة التي تنتشر بسرعة .

٥-٢-١-٢ تحضير الجرعات

ينبغي أن يتم تحضير الجرعات ومعايرتها في غرفة مخصصة مفصولة بجدار أو حاجز عن مكان حقن المريض ، كما ينبغي أن تكون القنينة Vial داخل الحاجز أثناء رفع الصيدلانيات إلى جهاز المعايرة ، وينبغي استخدام الملقط في رفع القنينة إلى الجهاز مع أخذ منتهى الحذر في عدم كسر القنينة التي يمكن أن تحتوي على كمية عالية قد تصل إلىواحد كوري والتي يسبب انسكابها تلوثاً كبيراً . كما ينبغي عدم رمي القنينة التي ما يزال فيها كمية من المواد المشعة . وينبغي كذلك التمييز بين القنينة متعددة الجرعات وتلك التي تستعمل لجرعة واحدة بوضع علامة أو لون مختلف لكل منها .

٥-٢-١-٣ نقل وانسكاب المواد

يجب الحرص على منع انسكاب المواد المشعة ، وفي حالة حصول الانسكاب يجب عدم نشر التلوث ، وفي هذا الخصوص يمكن استخدام صينية ذات أطراف مرتفعة وغطاء محكم لنقل المواد المشعة ويفضل استخدام عربة . كما ينبغي وضع مادة ماصة من الأعلى غير نافذة على الأسفل لامتصاص المواد السائلة في حالة حصول الانسكاب . كما يجب أن تكون هناك تعليمات وإرشادات مكتوبة وواضحة حول أساليب العمل في الحالات الاعتيادية وعند الطوارئ .

٥-٢-١-٤ حقن المريض

الحقن ينبغي أن تكون داخل الحاجز أثناء حقن المريض إلا إذا كان الحاجز يعرقل عملية الحقن ، حيث أن الحقن يعطي جرعة عالية للأصابع وأن وجود كاشف الجرعات في الأصابع يساعد على تقييم الجرعة . كما يجب أن تمسك الحقنة من طرفها البعيد عن المادة المشعة أثناء تحريكها.

هناك بعض العوامل التي تؤثر على الجرعة المستلمة من قبل الفني أو الممرض ، تشمل :

١ - إلى أي مدى يكون المريض متعاوناً ومتفهماً ، وعموماً فإن الأطفال وربما بعض كبار السن تكون السيطرة على حركاتهم أصعب .
٢ - عدد الصور المطلوبة وفترة أخذ الصور .
٣ - نوع وكمية المواد المشعة المستعملة .

٤ - حجم غرفة التصوير .

فيما يخص النقطة الأولى فإن الاستعداد والتخطيط المسبق للعمل يؤدي إلى تقليل الجرعة. إن الشرح المسبق لما هو مطلوب من المريض والتفاهم الجيد معه يساعد على إنجاز العمل بسرعة.

قد يجد الممرض صعوبة لدى بعض المرضى في العثور على الشريان لحقن المواد المشعة، عليه فقد تستغرق العملية بعض الوقت مما يعطي جرعة للممرض . لذلك فإن التدريب المسبق على مثل هذه الحالات قد يقلل من الجرعة الإشعاعية .

بعد حقن المريض بالمواد المشعة يجب أن يتم التأكد أن الجرح من الإبرة لا يخرج دماً والذي يكون حاوياً على مواد مشعة . ويجب على الممرضين لبس قفازات بلاستيكية ذات استعمال واحد عند التعامل مع المرضى .

إن المواد المشعة التي تدخل جسم المريض تنتشر في السوائل الموجودة في جسمه كالعرق والبول واللعاب أو تذهب إلى البراز . لذلك على الممرضين والممرضات الذين يتعاملون مع هؤلاء المرضى ضرورة لبس قفازات بلاستيكية ذات استعمال واحد منعاً للتلوث .

المرضى الذين يستعملون غاز ^{133}Xe يجب أن يتنفسوا في أكياس هوائية خاصة تفرغ في حجيرة التهوية أو في الخارج أو أن يستعمل أنبوب خاص يطرح الغاز للخارج .

قد يكون هناك أحياناً ضرورة لحقن المريض خارج وحدة الطب النووي كغرفة العناية المركزة ، في هذه الحالة يؤخذ حرص كبير في عدم نشر التلوث وحصر كافة المواد المستعملة في أكياس داخل براميل لإرجاعها لوحدة الطب النووي .

يجب أن تكون هناك طريقة للتأكد من إعطاء الجرعة للمريض المطلوب ، كأن يقوم الفني بسؤاله عن اسمه أو إبراز هويته الشخصية ويقارن مع سجله الخاص .

يجب أن تكون هناك طريقة لإعطاء المريض الصيدلانيات المطلوبة وبالكمية المطلوبة ومنع أي خطأ بهذا الخصوص ، كأن يكتب على الحقنة نوع النظير وكميته واسم المريض .

٥-٢-١-٥ التصوير

ينبغي أن تكون غرفة التصوير الإشعاعي منفصلة وكبيرة لتسمح للمشغل لأن يكون بعيداً عن المريض أو أن يكون هناك حاجزاً بينه وبين المريض ويمكن أن يكون الحاجز ثابتاً أو متحركاً .

يمكن إسناد المريض الذي يحتاج مساعدة كالطفل أو الشيخ المسن بوساند أو مساند أو استعمال أشرطة لاصقة بدل مسكه أثناء عملية التصوير .
يستلم الفني أعلى نسبة من الجرعات (حوالي ٩٠%) أثناء عملية التصوير ، لذلك يجب الابتعاد قدر المستطاع عن المريض أو وضع حاجز إشعاعي .

٥-٢-١-٦ النفايات

توضع النفايات في أكياس بلاستيكية سميكة توضع داخل براميل . النفايات المشعة التي تعطي تعريضاً مرتفعاً تحفظ وتنقل في براميل ذات جدار من الرصاص ، أو أن يستعمل برميلان الواحد داخل الثاني على أن يكون الداخلي أصغر بكثير من الخارجي لحفظ فراغ جيد بينهما لتقليل التعريض على سطح البرميل الخارجي .

لا تطلق المواد المشعة السائلة إلى المجاري إلا إذا كان هناك تأكدا من أنها ستصل لمستوى التخفيف المسموح باطلاقه . ولحساب تركيز المواد المشعة التي تطلق إلى الصرف الصحي فإنه يؤخذ بعين الاعتبار التخفيف الحاصل لها في مجاري المستشفى وبذلك يكون التركيز هو كمية المادة المرسلة للصرف الصحي في اليوم الواحد مقسوم على كمية المياه المستهلكة في اليوم الواحد . وفي حالة عدم توفر معلومات كافية يفترض حصول تخفيف مقداره ١٠٠,٠٠٠ أو افتراض ألف لتر لكل سرير في المستشفى .
يتم قياس ثنايا المواسير وغيرها للتأكد من عدم تجمع المواد المشعة فيها .

عند إطلاق مادة للصرف الصحي فإنه يتم فتح حنفية الماء لفترة معينة أولاً وسكب المادة المشعة تدريجياً في فم البالوعة .

٥-٢-١-٧ معدات الوقاية في الطب النووي التشخيصي :

حواجز إشعاعية :

١ - بلوكات أو شرائح رصاص :

أ- لوضعها تحت المصدر الإشعاعي لمنع وصول الإشعاع إلى الجزء الأسفل من الفني .
ب- وضعها حول أو جنب المصدر المشع لخفض المستوى الإشعاعي خارج الغرفة إلى المستوى المطلوب .

٢ - حاويات خاصة لحفظ المواد المشعة غير المستعملة مع وضع علامات التحذير الإشعاعية المناسبة خارجها.

٣ - حاجز شفاف يستعمله الفني عند تحضير الجرعات الإشعاعية لتقليل مستوى الإشعاع إلى الجزء الأعلى من جسمه.

٤ - نظارات خاصة لتقليل التعرض الإشعاعي للعينين للفنيين إلا إذا شعر الفني أنها معرقلة لعمله .

٥ - حاجز كبير متنقل لاستعماله عند التصوير في الطب النووي التشخيصي وكذلك جنب المريض المعالج بالمواد المشعة أو في أماكن أخرى ، إلا إذا كان هناك حاجزا هو جزءا من البناء

٦ - حاويات خاصة مرصصة للحقن والقناني عند تحضير الصيدلانيات المشعة ، وثلاجات ذات جدار مرصص وحاويات مرصصة لتخزين المواد المشعة .

٧ - صدرية مرصصة لاستعمالها عند التعامل مع المريض المحقون بالمواد المشعة العلاجية أو عند التصوير في الطب النووي أو في أماكن أخرى .

٨ - حاويات ذات جدار سميك لنقل المصادر المرتفعة داخل المستشفى فمثلاً حاوية بجدار سمكه ٥ سم فمثلاً تستخدم لنقل I^{131} بشدة ١٠ ^{9} بيكرل .

٩- عربة دفع صغيرة توضع عليها المواد المشعة عند نقلها من غرفة لأخرى .

مواد ذات استعمال واحد :

١ ـ قفازات بلاستيكية تستعمل عند تحضير العينات .
٢ ـ أكياس بلاستيكية توضع في براميل خاصة للنفايات المشعة الصلبة مثل القطن الملوث عند حقن المريض ، أو الحقن المستعملة . يجب أن يضع الفني معلومات على الكيس تبين محتوياته من المواد المشعة وتاريخ رفعه من البرميل كنفايات .
٣ ـ صينية ذات حافات مرتفعة وغطاء لنقل القوارير والحقن غرضها حفظ المواد المشعة إذا سقطت من يد الفني لمنع انتشارها وكذلك لحفظ مسافة معينة بينه وبين المواد المشعة .
٤ ـ مواد منظفة لإزالة التلوث .
٥ ـ ورق ترشيح أو قطن لقياس التلوث .
٦ ـ معطف طبي ذو استعمال واحد أو قابل للتنظيف .
٧ ـ غطاء ماص للسوائل من الأعلى لا يسمح بالنفاذ من الأسفل .
٨ ـ ملقط بذراع طويل لرفع المواد المشعة عن بعد .

الكاشفات :

كاشفات التلوث

١ ـ كاشف وميضي محمول أو عداد جايجر محمول ذو نافذة رقيقة لمصادر أشعة جاما.
٢ ـ كاشف وميضي سائل أو الكاشف الغازي التناسبي لمصادر أشعة بيتا

كاشف التعريض

لأجل قياس التعريض الإشعاعي تستخدم حجيرة التأين ، ويمكن استخدام عداد جايجر المعدل compensated.

كاشف الجرعات الشخصي

١ ـ الكاشف الحر ضوئي ، أو
٢ ـ الكاشف الفلمي

٥ـ٢ـ١ـ٨ خلاصة الممارسات في الطب النووي التشخيصي:

١ ـ يجب على كل مؤسسة ومنتسبيها التقيد بالمعايير الأساسية للحماية الإشعاعية الصادرة عن مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .
٢ ـ يجب على كل من يرغب القيام بخدمات مسؤول الحماية اجتياز الامتحان الخاص المعد من قبل مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية للحصول على رخصة الممارسة .
٣ ـ ينبغي على العاملين في مجال الطب النووي أخذ دورة واحدة على الأقل في مجال الحماية الإشعاعية ، وعلى المؤسسة التي يعملون بها تحديث المعلومات دائماً بهذا الخصوص .
٤ ـ يجب على العاملين في الطب النووي وضع كاشف للجرعات الإشعاعية لتقييم الجرعة ، وينبغي وضع أكثر من كاشف واحد لتقييم الجرعة بشكل أدق ، كما ينبغي لبس كاشف الجرعات للأصابع .
٥ ـ يجب توفر جهاز لقياس تعريض الإشعاع Ionization Chamber وعداد حساس لقياس التلوث .
٦ ـ يجب أن تخضع أجهزة قياس الجرعات الإشعاعية وقياس التعريض الإشعاعي إلى معايرة مستمرة من جهة معتمدة .

٧- توضع كاشفات الجرعات في أماكن مخصصة غير معرضة للإشعاع وأن يتم وضعها أثناء العمل ولا يجب نسيانها في أي مكان معرض للإشعاع .
٨- في حالة تخزين كاشفات الجرعات الشخصية قبل فحصها ينبغي وضعها داخل مكان مظلم وتحاط بحاجز رصاصي .
٩- يجب عدم أخذ الطعام أو الشراب أو التدخين أو وضع مواد التجميل أو مرطبات الشفاه أو وضع أقلام بالفم أو غير ذلك في الأماكن التي توجد فيها مواد مشعة .
١٠- لا يجوز تخزين الطعام أو الشراب أو السجاير أو غيرها في الأماكن التي توجد فيها مواد مشعة .
١١- يجب توفر واستعمال الملابس والعدد الواقية (معطف المعمل ، قفازات بلاستيكية ، ملاقط ، مواد تنظيف ، عدة طوارئ ، حاويات رصاص للسرنجات والقوارير) داخل معمل الطب النووي .
١٢- يجب توفر حاجز واقي شفاف أثناء إعداد الجرعة الإشعاعية ، كما يجب توفر كميات رصاص كافية أو حواجز لوضعها حول المصادر المشعة وذلك لتقليل الجرعة داخل وخارج جدران المكان إلى المستوى المطلوب (إن كان للجمهور أو للعاملين) .
١٣- يجب عدم استخدام الفم في الماصة عند سحب السوائل .
١٤- يجب أن يقاس مستوى الإشعاع والتلوث قبل البدء بالعمل وبعد الانتهاء منه .
١٥- يجب غسل اليدين ومراقبة اليدين والرجلين بالكاشف العداد قبل ترك مكان العمل .
١٦- يجب وضع علامات تحذيرية إشعاعية على كل الحاويات التي تحوي مواد مشعة وعلى المواد الملوثة وعلى النفايات المشعة .
١٧- يجب وضع النفايات في براميل خاصة بها مع وجود علامات التحذير من الخارج .
١٨- يجب نقل المواد المشعة من مكان لآخر بحاويات ذات حواجز تقلل مستوى الإشعاع خارج الحاوية إلى المستوى المطلوب (حوالي ٠,٥ – ١ ميلكروسيفرت على بعد ١ متر) ولتمنع نشر التلوث . كما ينبغي اختيار المسار والوقت بحيث يتعرض أقل عدد من الأشخاص للإشعاع .
١٩- يجب أن تكون احتمالية الانسكاب أقل ما يمكن ، لذلك تنقل المواد السائلة داخل صينية ذات حواف عالية وغطاء محكم ، ويفضل وضع الصينية في عربة دفع صغيرة ووجود غطاء ماص من الأعلى غير نفاذ من الأسفل .
٢٠- ينبغي العمل مع المواد المتطايرة مثل اليود داخل حجيرة التهوية ، كما ينبغي وجود فلتر خاص للحجيرة يفضل أن يكون من الفحم Charcoal .
٢١- القناني والحقن تكون داخل الحاجز أثناء حقن المريض ، إلا إذا كان ذلك يعرقل عملية الحقن .
٢٢- يجب معايرة الجرعة بدقة قبل إعطائها للمريض .
٢٣- يجب أن تكون هناك طريقة للتأكد من إعطاء الجرعة للمريض المطلوب ، كأن يقوم الفني بسؤاله عن اسمه أو إبراز هويته الشخصية ويقارن مع سجله الخاص .
٢٤- يجب أن تكون هناك طريقة لإعطاء المريض الصيدلانيات المطلوبة وبالكمية المطلوبة ومنع أي خطأ بهذا الخصوص ، كأن يكتب على الحقنة نوع النظير وكميته واسم المريض.
٢٥- يجب أن تتم قياسات التلوث بصورة عامة في أماكن العمل والحاويات وخارج براميل النفايات وأية أماكن أخرى مرة واحدة في الأسبوع على الأقل وتوضع النتائج في سجل خاص .
٢٦- المرضى المحقونين بالمواد المشعة والذين ينتظرون دورهم للتصوير ، ينبغي وضعهم في غرفة انتظار خاصة قدر الإمكان وألا يختلطوا مع بقية المرضى .
٢٧- يجب حفظ تهوية جيدة في معمل الطب النووي .

٢٨- عند تفريغ الحقنة المحتوية على المواد المشعة لا يجوز دفع المادة إلى الهواء بل يجب أن توضع الإبرة داخل مادة ماصة تعامل كنفاية مشعة بعد ذلك .

٥-٢-١-٩ تعليمات للمريض المحقون بمواد مشعة لأغراض التشخيص

تعطى للمريض التعليمات التالية :

١ - المحافظة على النظافة والاغتسال خلال اليوم أو اليومين التاليين .
٢ - عدم تقبيل الأطفال أو احتضانهم لفترة طويلة أو النوم معهم بالفراش لبضعة أيام بعد ترك المستشفى.
٣ - عدم تقبيل الأصدقاء والأهل لبضعة أيام بعد ترك المستشفى .
٤ - عند دخولك للحمام أحرص على النظافة التامة ويفضل استعمال الحمام الغربي لمنع نشر التلوث ، وفي حالة استعمال الحمام الشرقي يحرص على عدم نشر التلوث .
٥ - يتبول الرجال في وضع الجلوس .
٦ - يسحب السيفون مرتين قبل ترك الحمام .
٧ - يتم غسيل الملابس بصورة منفصلة لمرة واحدة عن بقية ملابس العائلة بعد الذهاب إلى المنزل .
٨ - على الزوج المحقون بالمادة المشعة عدم الاقتراب من زوجته لبضعة أيام إذا كانت في الأسابيع الأولى من الحمل .
٩ - على السيدة الحاملة للمواد المشعة التي ترضع طفلها بحليبها الانقطاع عن رضاعته حسب تعليمات المستشفى . ويمكنها الاحتفاظ بكمية من حليبها لإرضاع طفلها قبل استلامها المواد المشعة .

يبين الجدول رقم (١) الفترة الزمنية التي تنقطع فيها السيدة المرضع عن إرضاع طفلها حسب نوع الفحص. أما في الفحوصات غير الموجودة في الجدول فيمكن اعتبار فترة ٢٤ ساعة فترة مناسبة للنظير Tc و ثلاثة أيام للنظير I^{131}.

٥-٢-١-١٠ المتوفى المحقون بالمادة المشعة للتشخيص :

في حالة وفاة مريض محقون بالمادة المشعة لغرض التشخيص فإن كمية المادة تكون في الغالب قليلة وبالإمكان وضع علامة على الجثة تفيد أن الجثة تحمل مواد مشعة .

يجب أن يستشار موظفو الحماية عن أفضل طريقة للغسل . إن تغسيل الميت حسب الشريعة الإسلامية يقضي إفراغ أحشائه من الفضلات ولذلك يجب الانتباه إلى التلوث وإلى الجرعة الإشعاعية التي يمكن أن يستلمها مغسل الميت . وعلى المغسل أن يلبس طبقتين من القفازات وذلك لتقليل الجرعة من أشعة بيتا . كما يجب أن يلبس صدرية واسعة من البلاستيك تبدأ من الرقبة إلى الأسفل ، ويفضل أن تكون القفازات بأذرع طويلة وأن يعطى كاشف جرعات إشعاعي أثناء عملية الغسل . وتعطى تعليمات للمغسل بأن يقوم بإجراء التغسيل بسرعة . وبعد الانتهاء من التغسيل يقوم بغسل المكان جيداً ثم يقوم مسؤول الحماية الإشعاعية بفحص المكان للتأكد من إزالة أي تلوث .

الميت المحقون بالمواد المشعة والخاضع للتشريح يعامل بطريقة مشابهة حيث أن السوائل والفضلات تكون كلها مشعة ، ويجب أن تتم العملية تحت إرشاد موظف الحماية .

٥-٢-٢ ممارسات العلاج الإشعاعي :

يجب أن تخصص غرف خاصة والتي لها حمامها ومرافقها في الداخل للمعالجين بالمواد المشعة . وينبغي أن يوضع سرير المريض بعيداً عن جدران الغرفة إذا كان خلف الجدار غرفة مريض آخر أو ممرات للجمهور . في هذه الحالة يكون مستوى الإشعاع خارج الغرفة ٠,٥ – ١ مايكروسيفرت ، وقد يكون هناك حاجة إلى وضع حواجز إضافية . جدران وأرضية الغرفة يجب أن تكون غير قابلة لامتصاص السوائل وأن تكون سهلة التنظيف .

نظراً لشدة مستوى الإشعاع في المعالجة فإنه يجب أن يخصص ممرضين أو ممرضات مدربين تدريباً جيداً للعناية بالمرضى المحقونين بالمواد المشعة العلاجية مثل اليود-١٣١ (I^{131}). ويبين الشكل رقم (١) الجرعة حول سرير مريض محقون بجرعة مقدارها ٣٧٠٠ ميجابيكرل من السيزيوم-١٣٧ أو ٥٥٥٠ ميجابيكرل من اليود-١٣١ .

ينبغي أن يعطى الممرض أو الممرضة تعليمات واضحة مكتوبة حول العناية بهؤلاء المرضى . كما ينبغي للممرض أو الممرضة أن يحتفظ بأكبر مسافة بينه وبين المريض وخاصة في اليومين التاليين لإعطاء المريض المواد المشعة .ولا يسمح للممرضة الحامل أو المرضع العناية بالمرضى المعالجين بـ I^{131} . وبالإمكان مداولة الاعتناء بالمرضى الحاملين لـ I^{131} من قبل أكثر من شخص لتقليل الجرعة للشخص الواحد .

يجب أن يحمل كل مريض معالج بالإشعاع علامة إشعاعية تحذيرية تفيد بوجود المواد المشعة في جسمه . كما يجب أن تكون حركة المريض خارج غرفته محدودة قدر المستطاع ، وأن تكون الحركة داخل المستشفى هي الأقل تعريضاً للإشعاع للآخرين .

يجب إفهام المريض أن إفرازاته وفضلا ته تحوي مواد مشعة وعليه أن يحافظ على كل أساليب النظافة ، وعليه أن يترك الماء مفتوحاً لفترة طويلة نسبياً بعد الانتهاء من استعمال التواليت ، وينبغي على المريض أن يسحب السيفون مرتين قبل خروجه من الحمام ليسمح بتخفيف المواد المشعة في المجاري كما عليه أن يترك الدش مفتوحاً لفترة جيدة بعد الانتهاء من الاستحمام ، كما أن على الرجال التبول من موقع الجلوس والحرص على عدم نشر الفضلات لتذهب مباشرة للمجاري .

يعطى المريض الحامل لـ I^{131} أدوية معينة للتقليل من الرشح ، إذ أن إفرازات الأنف ستكون حاوية على مواد مشعة . ويوصى المريض بشرب كمية كبيرة من السوائل لطرح اليود خارج الجسم .

بعد حقن المريض بالمواد المشعة يجب أن يتم التأكد أن الجرح من الإبرة لا يخرج دماً والذي يكون حاوياً على مواد مشعة . ويجب على الممرضين لبس قفازات بلاستيكية ذات استعمال واحد عند التعامل مع المرضى .

إن المريض المعالج بالمواد المشعة تكون كل إفرازاته مشعة من عرق إلى بول أو مخاط أو براز ، لذلك فإن أي شئ يحتك به سيكون مشعاً ، لذلك ينبغي إعطاء ملابس أو أدوات طعام للمريض

ذات استعمال واحد ليتم التخلص منها . و تجمّع المواد التي استعملها المريض الحامل لليود يومياً في كيس خاص وترفع إلى مستودع النفايات .

يجب أن يتم أسبوعياً الكشف على الغدة الدرقية بجهاز حساس مثل الكاشف الوميضي لكل من يتعامل مع اليود-١٣١ (I^{131}) أو المرضى الذين يحملون هذا النظير .

بعد ترك المريض غرفته يجب أن يتم تنظيف كامل للغرفة تحت إشراف مسؤول الحماية الإشعاعية وأن يتم عمل مسح إشعاعي متكامل بالكاشف العداد للتأكد من خلو الغرفة من الإشعاع قبل دخول مريض آخر ، كما يجب ألا يزيد مستوى التلوث عن حوالي ٤ بكريل/سم٢ .

٢-٢-١ تعليمات إلى مريض يحمل اليود- ١٣١

أخـــي المريض .. لا شك أنك حريص على حماية أفراد عائلتك وأصدقائك . إن وجود مواد مشعة داخل جسمك يمكن أن تسبب لهم ضرراً يمكن تلافيه بسهولة لو أنك اتبعت التعليمات السليمة حسبما يلي :

١ - عدم الاقتراب من الأطفال أو احتضانهم أو تقبيلهم قبل مرور ثلاثة أسابيع بعد خروجك من المستشفى .
٢ - عدم تقبيل واحتضان أفراد العائلة أو الأصدقاء قبل عشرة أيام من مغادرة المستشفى .
٣ - احرص على النظافة التامة والاغتسال بصورة مستمرة على أن تترك الماء مفتوحاً لفترة معينة بعد الانتهاء . وعند دخول الحمام إحرص على سحب السيفون مرتين بعد الانتهاء واحرص على عدم نشر الفضلات ، ولا تدع أي من الأهل أو الخدم أن يقوم بالتنظيف بدلاً عنك ، وذلك لفترة خمسة أيام بعد مغادرة المستشفى .
٤ - تغسل ملابسك بصورة منفصلة عن بقية ملابس أفراد العائلة على أن تغسل بالغسالة الكهربائية ، واحرص على أن تأخذ الغسالة دورة أخرى دون وجود ملابس ، وفي حالة عدم توفر الغسالة الكهربائية حاول غسل ملابسك بنفسك .
٥ - الحرص على رمي القيء مباشرة إلى حوض الحمام وأن يغسل الحوض جيداً بعد ذلك .
٦ - يمكنك الرجوع للعمل بعد أسبوع من مغادرة المستشفى مع الحرص قدر المستطاع على تجنب الاقتراب من الآخرين أو احتضانهم أو تقبيلهم .
٧- وعدم إعداد الطعام للآخرين لفترة حوالي خمسة أيام بعد ترك المستشفى .
٨- تجنب النوم مع الزوج أو الزوجة لمدة أسبوعين بعد ترك المستشفى

٥-٢-٢-٢ خضوع المريض لحالات طارئة :

إذا حدث للمريض المحقون بالمادة المشعة العلاجية مثل اليود-١٣١ حالة طارئة تقتضي تدخل سريع مثل إجراء عملية جراحية له فإن عملية إنقاذ حياته لها الأولويات قبل كل شئ وأن التعرض الإشعاعي للطبيب أو المساعدين لا يعتبر ذا خطورة ، ولكن يفضل استشارة مسؤول الحماية الإشعاعية حول أفضل الطرق لتقليل التعرض ومنع التلوث .

٥-٢-٢-٣ خلاصة الممارسات في العلاج الإشعاعي :

تتلخص الممارسات في الطب النووي العلاجي في الآتي :

١- ينبغي توفر تعليمات واضحة للممرضين والمساعدين .

٢- يقوم مسؤول الحماية الإشعاعية بعمل مسح إشعاعي للمريض بعد أخذه المواد المشعة ليعين مستوى التعريض الصادر عنه .
٣- يجب أن يحمل المريض علامة تظهر أنه يحمل مواداً مشعة .
٤- يجب عمل مسح إشعاعي للغرف المجاور للتأكد أن مستوى الإشعاع لا يتجاوز ٠,٥-١ مايكروسيفرت .
٥- يجب عدم تعيين ممرضات حوامل للعناية بالمرضى المعالجين بالمواد المشعة .
٦- يجب تخصيص غرفة خاصة للمرضى المعالجين بالمواد المشعة خاصة النظير مع اليود- ١٣١ (^{131}I).
٧- يجب على المرضى البقاء في غرفهم وألا يتركوا الغرف إلا بعد أخذ إذن خاص . كما يجب المحافظة على النظافة داخل الغرفة من قبل المريض .
٨- يوصى المريض أن يتقيأ داخل حوض الحمام إذا حصل تقيؤ . وعلى المريض سحب السيفون مرتين بعد استعمال الحمام ويحرص على عدم نشر الفضلات .
٩- يعطى للمريض أدوات طعام ذات الاستخدام الواحد ومناديل ورقية للاستعمالات العامة ..
١٠- على المريض غسل وتجفيف الملابس الداخلية بنفسه داخل غرفة المستشفى .
١١- لا يسمح للزوار دون الثامنة عشر سنة أو النساء الحوامل بزيارة المرضى ولا يسمح للآخرين قبل يومين من أخذ المريض المادة المشعة .
١٢- يجب حفظ مسافة لا تقل عن مترين بين المريض والزوار الآخرين أو وضع حاجز شفاف بينهم
١٣- يعطى المريض تعليمات واضحة بعد تركه المستشفى وألا يترك المستشفى إلا بعد انخفاض التعريض إلى الحد المطلوب .

٥-٣ ـ حماية المرضى

١ - ينبغي أن يأخذ الطفل جرعة تشخيصية تتناسب مع وزنه .
٢ - عند حقن أي مريض بمادة مشعة يجب قراءة نوع النظير بشكل دقيق على القنينة للتأكد من أنها النوع والتركيز المطلوبين ، والتركيب الكيميائي المطلوب .
٣ - يجب ملاحظة جهاز معايرة الجرعة Calibrator بصورة دقيقة .
٤ - تكتب لافتة للسيدات تفيد بتنبيه الطبيب أو الفني بأنها حامل أو مرضع .
٥ - لا تأخذ المرأة الحامل مواد مشعة للتشخيص إلا إذا اعتقد الطبيب أن الخطورة المصاحبة للجنين تقل عن الفائدة المرجوة من الفحص بالمواد المشعة ، ويفضل استعمال طرق أخرى إن توفرت ، كما يمكن النظر في تأخير عملية الفحص لفترة معينة .
٦ - إذا اقتضت الضرورة فحص السيدة الحامل بالمواد المشعة للتشخيص فيجب أن تكون كمية المادة المشعة ونوعها بحيث تعطي أقل جرعة للجنين . ويمكن استعمال النظائر المشعة التي تعطى جرعة أقل مع إطالة فترة استعمال الكاميرا . علما إن الخطورة المصاحبة عند أخذ مواد إشعاعية لغرض التشخيص من قبل سيدة حامل لا تبرر بأي شكل من الأشكال إسقاط الحمل .
٧ - على السيدة المرضع التي تعطى ^{99m}Tc طرح حليبها خارج الجسم وعدم إرضاعها طفلها خلال ٢٤ ساعة من أخذ المواد المشعة أو حسبما جاء في الجدول (١) الخاص بالفترة اللازمة للانقطاع عن الرضاعة .
٨ - تستعمل طرق فحص أخرى للسيدات الحوامل غير المواد المشعة أو الانتظار لما بعد ٢٢ أسبوعاً من بدء الحمل . ويجب ألا تأخذ السيدة الحامل مواد مشعة علاجية إلا إذا كانت هناك (حسب تقدير الطبيب) خطورة واضحة على المريضة أو أن تكون الجرعة الإشعاعية للجنين قليلة جداً أو معدومة .

٩ - السيدة المرضع التي أخذت I^{131} طرح حليبها خارج الجسم وعدم إرضاعها طفلها خلال ثلاثة أو أربعة أيام ، ويمكنها الاحتفاظ بكمية من حليبها قبل أخذ المواد المشعة .

٤- حماية الجمهـور :

١ - يجب أن يمنع منعاً باتاً دخول "المناطق المراقبة" لأي فرد من الجمهور ما لم يكن هناك سبب أساسي مثل مساعدة المريض لدى الفحص أو مساعدة الأطفال . كما يجب أن يكون الدخول للمنطقة المراقبة متحكماً فيه مثل وجود أبواب قابلة للغلق أو حواجز واضحة .

٢ - يجب أن توضع علامات تحذير إشعاعية واضحة على المناطق المراقبة تشمل : " تحذير – منطقة إشعاع " وكذلك " مواد مشعة " و " ممنوع دخول الأشخاص غير المرخص لهم " .

٣ - يجب عمل قياسات دورية حول مستوى الإشعاع في المناطق التي يدخلها الجمهور والتي تكون قريبة من الأماكن التي تخزن أو تستعمل فيها المواد المشعة وأماكن المرضى الحاملين للمواد المشعة ويوضع سجل بالقراءات الدورية .

٤ - الجرعة الإشعاعية للأشخاص أو الأقارب القائمين على خدمة المريض الحامل للمواد المشعة يجب ألا تتجاوز ٥ ملي سيفرت طيلة فترة الخدمة عدا في حالات الطوارئ .

٥ - إذا ترك المريض المحقون بالمواد المشعة المستشفى يجب أن يحرص على تقليل الجرعة لأهله وأصدقائه ، كما يجب ألا يزيد التعريض الإشعاعي على بعد ١ متر عن نصف مايكروسيفرت في الساعة وألا تزيد الجرعة الإشعاعية للجمهور ولأي فرد من الأفراد عن ١ مللي سيفرت ماعدا في حالة الطوارئ.

٦ - المرضى المحقونين بالنظير Tc^{99m} يجب ألا يختلطوا مع المرافقين أو الزوار أثناء الانتظار، وينبغي أن تخصص غرفة انتظار خاصة بهم . وبعد الحقن والتصوير وانتشار المادة المشعة في سوائل وبراز المريض ينبغي أن يكون لهؤلاء المرضى حمام (تواليت) خاص ، والذي يجب أن يجرى فيه مسح إشعاعي بصورة مستمرة ، ويعطى المريض تعليمات حول التقيد بأساليب السلامة وعدم نشر التلوث . كما ينبغي إجراء عملية للتنظيف تحت إشراف مسؤول الوقاية أو الممرض وبوجود جهاز المسح الإشعاعي بصورة مستمرة .

٧ - يجب أن يعطى المريض تعليمات واضحة حول تصرفه بعد ترك المستشفى ليقلل من الجرعة الإشعاعية للآخرين وعدم نشر التلوث .

٨ - لا يترك المريض المحقون باليود-١٣١ المستشفى إلا بعد أن يكون مستوى الإشعاع بين ٢٠٠-٤٠٠ ميجابيكرل (400 MBq – 200 MBq) أو نصف مايكروسيفرت بالساعة ، إلا أنه يؤخذ في نظر الاعتبار وضع المريض الاجتماعي وسنه وعمله ، ويمكن لمسؤول الحماية تقدير الكمية المناسبة . لقد بينت الدراسات أن المريض الذي يحمل 200MB يعطي جرعة إشعاعية للزوج أو الزوجة تساوي ٦,٢ ملي سيفرت ، معظم هذه الجرعة تم استلامها عند النوم في نفس السرير مع المريض .

٩ ـ يجب عدم السماح للأطفال دون الثامنة عشر والنساء الحوامل من زيارة المريض المحقون بمادة إشعاعية علاجية . كما يجب الحرص على إبقاء مسافة لا تقل عن مترين بين موقع الزوار والمريض وأن تكون الزيارة بعد يومين على الأقل من أخذ المواد المشعة وألا تزيد فترة الزيارة عن حوالي نصف ساعة إلا أنه يمكن زيادة هذه الفترة إذا كان الزوار ذوي أعمار متقدمة ، ويفضل استخدام حاجز شفاف بين المريض والزوار . ويجب ألا يسمح للزوار بلمس أي من حاجات المريض الشخصية ولا أي من أدوات الطعام أو غيرها من التي يستعملها .

٥ـ ٤ حماية الأشخاص غير العاملين بصورة مستمرة مع الإشعاع

يعامل موظفو الأمن وعمال النظافة وعمال الصيانة وغيرهم من غير العاملين بصورة مستمرة مع الإشعاع معاملة الجمهور من ناحية الجرعات الإشعاعية

٥ـ٤ـ١ موظفو الأمن

يجب أن يكون موظفو الأمن على دراية بمكان المصادر المشعة في المستشفى وأن يكون لديهم تعليمات واضحة في كيفية التصرف عند الطوارئ بعد الدوام الرسمي وتلاحظ بصورة خاصة الأمور التالية :

١ ـ عند مراقبة المكان بعد الدوام الرسمي عليهم تجنب الدخول إلى هذه الأماكن والاكتفاء بمراقبتها عن بعد منعاً لاستلام جرعات إشعاعية .

٢ ـ عند ملاحظة أي شئ غير اعتيادي في أماكن المصادر المشعة عليه الاتصال مباشرة بمسؤول الحماية الإشعاعية .

٣ ـ في حالة اضطرارهم لدخول المكان لأي سبب من الأسباب يجب أن يكون لديهم معرفة بكيفية تجنب التعرض للإشعاع .

٥ـ٤ـ٢ عمال النظافة :

يجب أن تتم النظافة تحت إشراف مسؤول الحماية الإشعاعية أو الفني المختص لتجنب التلوث ومنع انتشاره . يجب أن يقوم العامل بغسل يديه جيداً وأن يتم إجراء مسح إشعاعي لليدين والقدمين قبل مغادرة المكان . كما يجب ألا يطلب من عامل النظافة رفع النفايات المشعة أو التعامل معها . ولكن يمكنهم المشاركة في إزالة التلوث بعد أن يكونوا قد أخذوا كافة الاحتياطات اللازمة من لبس قفازات بلاستيكية أو غير ذلك وتحت إشراف مسؤول الحماية . كما يجب ألا يتم تعريضهم لإشعاع دون علمهم . وقد يرى مسؤول الحماية توزيع كاشفات إشعاع في حالة توقع جرعة إشعاعية تعادل ١٠/١ من الحدود الإشعاعية .

٥ـ٤ـ٣ عمال الصيانة :

يجب أن تتم الصيانة مثل صيانة المواسير أو التكييف أو الإصلاحات الأخرى تحت إشراف مسؤول الحماية أو من ينوب عنه ، إذ من الممكن أن تكون مواسير المغاسل حاوية على ترسبات مواد إشعاعية وكذلك الفلاتر الخاصة بحجيرة التهوية . وبعد إنهاء العمل على العامل غسل يديه وأجزاء جسمه الأخرى جيداً وعلى مسؤول الحماية الإشعاعية أو من ينوب عنه إجراء مسح إشعاعي على العامل قبل تركه المكان . وقد يرى مسؤول الحماية تزويده بقفازات أو صدرية ذات استعمال واحد إذا رأى احتمالاً للتلوث . ثم على مسؤول الحماية أو من ينوب عنه إجراء مسح إشعاعي على المكان بعد الانتهاء من العمل.

٤- انسكاب مواد مشعة :

٤-١ المواد والأجهزة المطلوب توفرها لمعالجة الانسكاب :

١ - عداد حساس مثل الكاشف الوميضي وعداد جايجر ذو نافذة رقيقة .
٢ - ملابس واقية : صدريات ، معطف طبي ، غطاء الرأس ، أحذية مطاطية ، أقمشة تنظيف .
٣ - مواد تنظيف : منظفات مختلفة للتنظيف وإزالة التلوث (هناك أنواع مختلفة متوفرة تجارياً)، حاويات لجمع المواد الملوثة مثل جرادل أو براميل أو غيرها ، فرش ، ملاقط ، أكياس بلاستيكية بأحجام مختلفة ، صابون ومنظفات شخصية ، اسفنجات ، أقنعة كالأقنعة المستخدمة في الجراحة .
٤ - علامات تحذير تعلق على حبل يستعمل كحاجز مؤقت .
٥ - حبوب طبية لاستعمالها في حالة دخول المواد المشعة إلى الجسم .

٤-٢ معالجة انسكاب المواد المشعة :

في حالة انسكاب مواد مشعة ينبغي عمل ما يلي :

١- الاتصال مباشرة بالأشخاص المسؤولين عن معالجة الحادث وأولهم مسؤول الحماية الإشعاعية ، وقد تكون هناك حاجة لموظفي الأمن للمساعدة .
٢- حصر وغلق المكان الذي حصل فيه الانسكاب بوضع حبل وعلامات التحذير حول المنطقة ، ومنع الأشخاص الآخرين من الاقتراب .
٣- لبس الملابس الواقية وإعداد المواد الأخرى .
٤- وضع فوط ماصة أو اسفنجات ماصة كبيرة فوق المادة المنسكبة .
٥- توضع قطعة قماش كبيرة خارج منطقة التلوث ويطلب من الأشخاص المشكوك في حصول تلوث فيهم بالوقوف فوقها بعد خلع أحذيتهم التي يمكن أن تكون ملوثة .
٦- يجب فحص هؤلاء الأشخاص بدقة بجهاز قياس حساس ، أما الأشخاص غير الملوثين فيطلقون مباشرة .
٧- يستعمل الكاشف الوميضي أو عداد جايجر أو أي جهاز حساس آخر إذا كانت المادة تبعث أشعة جاما كما يستعمل عداد ذا نافذة رقيقة للمادة التي تبعث أشعة بيتا .
٨- الأشخاص الذين حصل لهم تلوث ، يجب أن يزال التلوث بشكل جيد وأن يتركوا ملابسهم وأحذيتهم الملوثة ولا يطلقوا إلا بعد التأكد من إزالة التلوث .
٩- توضع الملابس والأحذية الملوثة في البراميل والحاويات المخصصة لذلك .
١٠- يتم الغسل بالمواد المنظفة في أقرب مغسلة مع مراعاة عدم نشر التلوث قدر المستطاع . ويعتبر المسار من المنطقة التي حصل فيها التلوث إلى المغسلة هو أيضاً منطقة ملوثة خاضعة للفحص .
١١- يتم إجراء غسيل جيد لإزالة التلوث من الأشخاص حيث تغسل البشرة والأيدي بالمنظفات واستعمال ماء دافئ والتجفيف بفوط نظيفة ، وتنظف العينين والأنف والفم وأي جرح في البشرة بشكل جيد مع مرور الماء فوقه لفترة طويلة نسبياً ، ثم يتم إجراء فحص التلوث مرة أخرى .
١٢- تستعمل الملاقط لرفع المواد الملوثة وغيرها ووضعها في الحاويات الخاصة بالمواد الملوثة.
١٣- تستعمل المنظفات الخاصة بإزالة التلوث مع الاسفنجات وقطع القماش وتوضع بعد ذلك في الحاويات الخاصة بإزالة التلوث .

حالات الطوارئ

٦-١ خطة الطوارئ :

يجب على المستشفى أن تعد خطة طوارئ وتختبرها وتراجعها دورياً . كما يجب أن تتم المراجعة إما سنوياً أو عند تغير ظروف العمل . وتشمل الخطة ما يلي :

١ - تصور جيد وواقعي لما يمكن أن يحدث وحجم الحادثة ونوعها .
٢ - تعليمات واضحة حول كيفية التصرف عند الحادثة والأشخاص المعنيين بالحادثة .
٣ - توزيع واضح ومحدد للمسؤوليات عند الحادثة للأشخاص المعنيين وكيفية الاتصال بهم والاتصال مع بعضهم .
٤ - الأجهزة والمواد المستعملة لكل نوع من الحوادث .
٥ - خطة للتعامل مع الأشخاص الذين تعرضوا للجرعات الإشعاعية أو التلوث .
٦ - الجهات الخارجية التي يقتضي الاتصال بها إذا دعت الضرورة .

٦- ٢ أنواع الحوادث المتوقعة في الطب النووي :

١ - انسكاب المواد المشعة : وهذه تمثل أكثر الحوادث احتمالاً للحدوث وبدرجات مختلفة .
٢ - تقيؤ أو نشر فضلات من مريض يحمل مواد مشعة .
٣ - حريق .
٤ - فقدان أو سرقة مصدر مشع .
٥ - عطب أو عطل جهاز له علاقة بالمواد المشعة .
٦ - تلوث داخلي أو خارجي لأشخاص نتيجة خطأ معين .
٧ - إطلاق مريض من المستشفى يحمل مواد مشعة عالية .
٨ - حوادث أخرى .

٦-٣ الأشخاص الذين يشاركون في معالجة الحادث :

الأشخاص الذين يشاركون في معالجة الحادث هم :

١ - الشخص الذي سبب الحادث .
٢ - مسؤول الحماية الإشعاعية بالمستشفى .
٣ - جهاز الأمن بالمستشفى .
٤ - أشخاص آخرين من الطب النووي أو من أقسام أخرى .
٥ - جهات خارجية إذا اقتضت الضرورة وذلك مثل الدفاع المدني أو الشرطة في حالة سرقة مواد مشعة .

١٤- يتم التنظيف بدفع التلوث من الخارج إلى الداخل ويتم التجفيف باستعمال فوط ورقية .
١٥- يقوم بإجراء فحص التلوث شخص لم يقم بالمشاركة في إزالة التلوث .
١٦- إذا بقي التلوث بعد القيام بالتنظيف فيوضع غطاء كبير ذا مادة ماصة في الأسفل وغير نفاذة من الأعلى (مثل مادة بلاستيكية) فوق مادة اسفنجية وتلصق بشريط بانتظار إجراء آخر أو لحين انحلالها
١٧- في حالة وجود شك في حصول تلوث داخلي عند بعض الأشخاص فتتم عملية قياس هذا التلوث
١٨- يتم إجراء قياس خارج المنطقة الملوثة للتأكد من عدم انتشار التلوث . وفي حالة انتشاره تحصر المنطقة التي انتشر فيها وتعامل معاملة المنطقة الملوثة .
١٩- تستعمل الحبوب الطبية الخاصة بالتلوث الداخلي بإرشاد مسؤول الحماية الإشعاعية .
٢٠- في حالة القيام بهذه الإجراءات ولم تحل المشكلة بعد ، فيجب الاستعانة بمؤسسات خارجية للمساعدة .

٦-٤-٣ انتشار الغازات المشعة :

يجب أن تكون هناك خطة واضحة لإزالة الغازات إذا انتشرت عن طريق الخطأ ، وكذلك تقدير الوقت المستغرق لإزالتها ، حيث أن ذلك سيساعد على تقييم الجرعات .

٦-٤-٤ تقدير الجرعات :

يعتمد تقدير الجرعات على كمية المواد المشعة التي دخلت الجسم عن طريق الجهاز الهضمي أو التنفسي أو عن طريق الجلد . وهناك عوامل تحويل تقوم بتحويل الكمية الداخلة إلى جرعات ، وقد تكمن الصعوبة في تقدير الكميات الداخلة للجسم .

إذا كانت المادة الداخلة هي اليود ، فيمكن تقدير الكمية الداخلة للجسم عن طريق قياس الإشعاع في الغدة الدرقية ، وهي عملية سهلة نسبياً . أما للنظائر الأخرى التي تنتشر في الجسم فيمكن استخدام جهاز "العداد الكمي للجسم" whole body وهو جهاز ثمنه مرتفع جداً ولكنه يتوفر في بعض المراكز القليلة في المملكة منها جامعة الملك عبد العزيز .

الطريقة الأخرى في تقدير كمية المواد المشعة التي دخلت الجسم فيكون عن طريق قياسها في فضلات وسوائل الجسم كاللعاب والبول والعرق والبراز والدم .

٦-٥ حوادث التقيؤ وانتشار الفضلات :

تعامل هذه معاملة انسكاب المواد المشعة ، لذلك يجب أن يتوفر إناء خاص يوضع بجنب المريض المتوقع أن يصدر عنه القيء . أما كبار السن ممن لا يستطيعون التحكم في إخراج الفضلات فيجب أن يزودوا بحفاظات خاصة .

٦-٦ الحرائق

تُعطى الأولوية لإطفاء الحرائق أولاً لأنها أكثر خطورة وأكثر ضرراً إن لم يتم السيطرة عليها ، ولكن يجب أن تتوفر خطة مسبقة لإطفاء الحرائق في الغرف التي توجد فيها مواد مشعة تحدد فيها أدوار : ١) مسؤول الحماية الإشعاعية. ٢) موظفي الأمن والسلامة. ٣) موظفي إطفاء

الحريق إن أمكن ذلك. ٤) الأشخاص الآخرين ذوو العلاقة . وفي حالة حصول حريق تكون الإجراءات بصورة عامة كالتالي :

١ - يستدعى مسؤول الحماية مباشرة .
٢ - يتم إغلاق أجهزة التهوية مباشرة لمنع انتشار المواد المشعة .
٣ - يحاول مسؤول الحماية بمساعدة موظفو الأمن في حصر انتشار المواد المشعة وعدم تعريض الأشخاص للإشعاع .
٤ - بعد إطفاء الحريق يتم إزالة التلوث بإشراف مسؤول الحماية حيث يبدأ بموظفي إطفاء الحرائق أنفسهم ، وترفع الملابس والعدد الملوثة وتوضع في حاويات خاصة بها ، ويتم بعد ذلك تنظيف المكان حسبما جاء في انسكاب المواد المشعة .
٥ - يقوم مسؤول الحماية بعمل قياسات مستفيضة بعد إنهاء العملية للتأكد من خلو التلوث.

٦-٧ فقدان مصدر مشع :

في حالة فقدان مصدر مشع عن طريق الخطأ أو بسبب مقصود ، فيتم إجراء ما يلي :

١ - يستدعى مسؤول الحماية الإشعاعية مباشرة .
٢ - يقوم مسؤول الحماية بعمل مسح إشعاعي سريع بجهاز حساس مثل الكاشف الوميضي الصلب أو عداد جايجر لمعرفة مكان المصدر .
٣ - يستدعى موظفو الأمن لمنع خروج مواد من المستشفى ربما شملت على سبيل الخطأ المادة ويفضل إغلاق باب المستشفى .
٤ - إذا لم يوجد المصدر بسرعة يتم إجراء تفتيش عام في المستشفى يشارك فيه مسؤول الحماية وموظفو الأمن.
٥ - يعد تقرير مفصل عن الحادثة .

٦-٨ حوادث أخرى :

هناك احتمال لحوادث أخرى ناتجة عن خطأ بشري قد تشمل : إعطاء مواد مشعة لمريض آخر غير المطلوب ، خطأ في نوعية المواد المشعة المعطاة للمريض ، رمي مواد مشعة في القمامة أو المكان المخصص للمواد غير المشعة ، إطلاق مريض يحمل مواد مشعة إلى خارج المستشفى عن طريق الخطأ .

يمكن التغلب على إعطاء مريض مواد مشعة عن طريق الخطأ بواسطة التأكد من هويته بأكثر من طريقة قبل إعطائه المواد المشعة ، أما الخطأ في نوعية المواد المشعة فيتم التغلب عليه بكتابة نوع المواد المشعة على القنينة أو الحقنة بشكل دقيق ، وقد يمكن التغلب على رمي مواد مشعة في مكان غير مكانها عن طريق فصل واضح لحاويات كل منها أو وضع لون محدد لحاويات النفايات المشعة . أما مشكلة إطلاق المريض الذي يحمل مواد مشعة فيتم التغلب عليها بواسطة قياس المريض من قبل موظفي الطب النووي وكذلك مسؤول الحماية الإشعاعية . كما يجب أن يكتب اسم المريض ، وتلفونه أو أسرع طريقة للاتصال به واسم وعنوان وتلفون أقرب أقربائه للاتصال به عند الضرورة وذلك في سجل خاص قبل إطلاق أي مريض . ويجب أن يتم تقييم دقيق للجرعات التي تعرض لها الأشخاص الآخرين نتيجة خروج المريض من المستشفى عن طريق الخطأ .

أما بالنسبة للحوادث الأخرى التي تشمل عطب في الأجهزة أو الحاويات فتعامل كل حالة حسب ظروفها وتحت إشراف مسؤول الحماية الإشعاعية .

٦-٩ كتابة التقارير عن الحوادث :

يكتب تقرير مفصل عن كل حادثة من قبل مسؤول الحماية الإشعاعية لرفعه إلى لجنة الحماية أو المسؤولين في المستشفى . الغرض الرئيس هو منع تكرار حوادث من نفس النوع مستقبلا . ويجب أن يحوي التقرير على تفاصيل تحديد الجرعات المستلمة من قبل الأشخاص المختلفين .

برنامج توكيد الجودة

١ - يجب توفر برنامج توكيد الجودة حسبما تراه المستشفى أو لجنة الحماية الإشعاعية .
٢ - يجب أن يكون هناك مراجعة دورية للأجهزة للتأكد من عملها حسب مواصفاتها الأصلية ضمن الخطأ المقبول .
٣ - فحص جهاز معايرة الجرعات للتأكد من إعادة القراءات Reproducibility والخلفية الإشعاعية وقراءة الصفر . وفي حالة وجود قراءات تدل على خلفية عالية ، يتم فحص الجهاز ومراجعة معامل التصحيح لكل نوع من الحقن والقناني .
٤ - مراجعة إنجاز جهاز كاميرا أشعة جاما .
٥ - مراجعة إنجاز وتوفر الأجهزة المخصصة للحوادث .
٦ - مراجعة جودة الصيدلانيات .
٧ - مراجعة الطرق المستخدمة في التشخيص النووي والعلاج النووي بصورة دورية .
٨ - فحص ومعايرة أجهزة قياس الإشعاع بأنواعها الشخصية وأجهزة المسح المحمولة وأجهزة القياس الثابتة وأجهزة تحليل الأشعة .

السجلات

ينبغي توفير السجلات التالية :

١ - الاحتفاظ بسجل ترخيص الممارسة .
٢ - سجل برخصة ممارسة المهنة لمسؤول الحماية الإشعاعية .
٣ - سجل بالدورات التدريبية التي شارك فيها أي من منسوبي المستشفى والمتعلقة بالحماية الإشعاعية أو استعمال النظائر المشعة .
٤ - سجل باستلام المواد المشعة وكميتها ومُصنّعها .
٥ - سجل بالمواد المشعة الموجودة في أي وقت داخل المستشفى .
٦- سجل بنقل المواد المشعة من المستشفى إلى مكان آخر .
٧ - سجل شهري بالتعريض الإشعاعي للأشخاص عن طريق الكاشف الشخصي .
٨ - سجل أسبوعي بالتعريض الإشعاعي في منطقة العمل ومستوى الإشعاع في أماكن محددة مثل أكواع المواسير أو غيرها .
٩ - سجل أسبوعي بالتلوث الإشعاعي بمكان العمل .

١٠- سجل بكميات المواد المشعة المعطاة لكل مريض يحوي السجل تاريخ إعطاء المادة ، هوية المريض ، جنس المريض (ذكر/أنثى) ، عمر المريض ، طريقة إعطاء الجرعة (الفم أم الحقن) ، النشاط الإشعاعي ، الغرض من الجرعة ، وللسيدات إن كانت السيدة حامل أم لا .
١١- سجل بمستوى التعرض الإشعاعي على بعد متر عند ترك المريض المستشفى .
١٢- سجل بمعايرة الأجهزة وحالتها .
١٣- سجل بإصلاح الأجهزة .
١٤- سجل بمستوى الإشعاع خارج المنطقة المراقبة .
١٥- سجل بالنفايات التي تنقل من قسم الطب النووي إلى مستودع النفايات .
١٦- سجل بالنفايات التي ترفع من مستودع النفايات .
١٧- سجل تفصيلي بالحوادث الإشعاعية إن كانت صغيرة أو كبيرة .
١٩- سجل بتوكيد الجودة .

References

1. Roentgen W.C. "On a new kind of rays". Nature 53, 274, 1896.
2. Stone R.S. "Fifty years of radiology: From Roentgen to era of atomic power". Western J.Surg. 54, 153, 1946.
3. Brodsky A., Kathren R.L. and Willis "History of the medical uses of radiation: regulatory and voluntary standards of protection". Health Physics 69 (5) 783, 1995.
4. Colwell H. A. and Russ S. "X-ray and radium injuries" prevention and treatment". Oxford University Press, London 1934.
5. Schubert J. and Lapp R. "Radiation, what it is and it affects you". Viking Press, New York, 1957.
6. Kathren R.L. "William Herbert Rollins (1852-1929): X-ray Protection Pioneer". J. Hist. Med. XIX 287, 1964.
7. Bushong S.C. History of standards, certification and licensure in medical health physics". Health Physics 69 (5) 824, 1995
8. IAEA safety series 83 " Radiation Protection on Occupational Health",. International Atomic Energy Agency, Vienna, 1987.
9. ICRP 75 "General principles for the radiation protection of workers". International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford, 1997.
10. IAEA safety series 102 "Recommendations for the safe use and regulation of radiation sources in industry, medicine and teaching". International Atomic Energy Agency, Vienna, 1990.
11. IAEA safety series 115 "International safety standards for protection against ionizing radiation and for the safety of radiation sources". International Atomic Energy Agency, Vienna, 1996.
12. ICRP 33 "Protection against ionizing radiation from external sources used in medicine". International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford, 1981.
13. 13. ICRP 25 "The handling, storage use and disposal of unsealed radionuclides in hospitals and medical research establishments". International Commission on Radiological Protection, Pergamon Press, Oxford, 1971.
14. Safety Series No. 89, "Principle of exemption of radiation sources and practices from regulatory control", International Atomic Energy Agency, Vienna, 1998.
15. *NCRP-39* "Basic radiation protection criteria". National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland, 1980.

16. IAE Safety Standard Series No. ST-1 (1996) "Regulations for the safe transport of radioactive materials", International Atomic Energy Agency, Vienna, 1996.
17. NCRP 92 "Safe handling of radioactive materials, handbook 92". National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland.
18. Eichholz G.G. and Shonka J.J. Editors, "Hospital health physics", Proceeding of the Health Physics Society, Summer School, 1993.
19. Shlein B. and Pharm D., "The health physics and radiological health handbook", Scinta, Inc. Silver Spring Md. 20902, USA, 1992.
20. NCRP 100 "Exposure of the U.S. population from occupational radiation". National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, MD 1989.
21. NCRP 100 "Exposure of the U.S. population from occupational radiation". National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, 7910 Woodmont Avenue, Bethesda, MD 1989.
22. ICRP-60, "Recommendations of the International Commission on Radiological Protection", Pergamon Press, New York, 1991.
23. "Limitation of exposure to ionizing radiation", National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland 1993.
24. NCRP-71 "Operational radiation safety-training", National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Bethesda, MD 1983.

Rules and Protocols for the Safe Use of Radiation Sources at King Abdulaziz University Hospitals

Waleed Abulfaraj, Samir Abdul-Majid and **Abdul-Rahim Kinsara**
Faculty of Engineering, King Abdulaziz University

P.N. 103/421

Abstract : King Abdulaziz university contains large number of radioactive sources used in nuclear medicine at the University Hospital and at colleges of Engineering, Science, Earth Science, Marine Science, Meteorology and other colleges.

The use of radiation sources and radiation equipment should be governed by proper rules and procedures for: personnel radiation protection, sources storage, radwaste managements, and emergencies. Without such rules the benefit expected from radiation can carry with it radiation hazard to workers, physicians, and patients. It is well known that the early use of x-rays, which was used without proper protection, is cosodered a real killer.

This paper aims to put radiation protection rules, procedures and protocols for the safe use of radiation sources and equipment to physcians, technical staff security personnel, and others.It also discusses reducing doses to patients and avoiding unnecessary exposure. This is expected to reduce cancer incidents at early or late stages and prevent catastrophic and fatal accidents, like those which took place in Brazil and other countries, where many people lost their lives.

Emphasis was put on safe protocols in Nuclear Medicine after elaborate data collection. Proper and safe instructions were given to workers, patiens carrying radioactive materials and public.