نشرة إعلامية فصلية تصدر عن قسم الوقاية والأمان في هيئة الطاقة الذرية السورية

في هذا العدد: * المتطلبات الاساسية لإعداد برنامج الوقاية من الاشعاع * قواعد التصرف الآمن بالنفايات المشعة
* الوقاية الإشعاعية في التصوير المقطعي المحوسب – أسئلة وأجوبة * الآثار البيولوجية لاستخدام الأمواج فوق الصوتية في التطبيقات الطبية
* الجرعة الضوئية للأشعة فوق البنفسجية وأهمية إدراك مفاهيمها في الوقاية الفردية * وقاية الغدة الدرقية للعاملين من التعرض الخطر لليود 131

المتطلبات الاساسية لإعداد برنامج الوقاية من الاشعاع

إن النظام الداخلي في اي مؤسسة يدخل في نشاطاتها التعامل مع المواد المشعة، إذ يجب ان تضع برنامجاً للوقاية الاشعاعية يتضمن المعايير والحدود المعتمدة رسمياً وتحديد كافة المتطلبات والاجراءات الرقابية عند تنفيذ كافة انواع الانشطة والممارسات الاشعاعية ذات العلاقة بالمصادر المشعة (المفتوحة او المغلقة) ويتوجب الحصول على مصادقة الهيئة الرقابية على برنامج الوقاية الاشعاعية قبل المباشرة بالتنفيذ.

1. الهدف العام للبرنامج: يهدف البرنامج الى تبني الادارة لسياسات ونهج وترتيبات تهدف الى وقاية العاملين وصحة المجتمع والمحافظة على سلامة البيئة بالاستناد الى المعايير الدولية والمحلية الصادرة.
2. المسؤوليات: تحدد مسؤوليات الاطراف الرئيسية والاطراف الفرعية (الهيكل التنظيمي) القائمة بأنشطة الممارسات الاشعاعية عند كل عمل يقع ضمن البرنامج وكيفية التنفيذ.
3. برنامج الوقاية من الاشعاع: يتوجب على الشخص المخول بإعداد برنامج الوقاية عرض البرنامج على الهيئة الرقابية للمصادقة عليه، والذي يجب ان يتضمن:

- ذكر ماهيية الاشعاع المؤين، وشرح مبسط الوقاية الاشعاعية (مبادئ طرق الوقاية).
- تحديد مهام ومسؤوليات المستويات الادارية والفنية العاملة من لهم صلة بالتدخل بالممارسات الاشعاعية.
- تصنيف مناطق العمل:
  1. المناطق الخاضعة للمراقبة.
  2. المناطق الخاضعة للإشراف.
- تحديد برنامج رصد للمراقبة الفردية ومكان العمل، للحد من مستويات التعرض.
- الالتزام ببرنامج توكيد الجودة ويشمل:
  1. اعداد تعليمات العمل.
  2. الصيانات المطلوبة.
  3. العناية بالأجهزة والمعايرات الروتينية.
  4. السجلات.
  5. ادارة قواعد المعلومات للمصادر والتعرض الاشعاعي.
- خطط برامج التأهيل والتدريب والتوعية للعاملين.

- تحديد اجراءات حركة المصادر المشعة (النقل الآمن).
- تحديد اجراءات وشروط الخزن وجرد المصادر المشعة.
- الطرق المعتمدة لإدارة النفايات المشعة.
- خطط الطوارئ.
- الاجراءات الروتينية لترخيص الممارسات.
- الاجراءات الروتينية لترخيص العاملين.
- العناية الطبية الروتينية والطارئة.
- إجراءات عمليات إزالة التلوث الاشعاعي (للأشخاص، وبنية مواقع العمل والمعدات والاجهزة).
- إجراءات اعادة المصادر المشعة المستنفذة الى موردها.
- اعتماد نموذج التقرير الدوري عن مستوى خدمات الوقاية.
- ضوابط ومعلومات خاصة تفيد العمل.
- اجراءات المراجعة وتقييم السلامة الاشعاعية.
- المرجعيات المساعدة والمعتمدة بإعداد البرنامج.
- ملحق بنماذج استمارات لتقارير تغطي مجمل فعاليات العمل.

قواعد التصرف الآمن بالنفايات المشعة

نصت القواعد التنظيمية العامة للوقاية الإشعاعية وأمان المصادر الأشعة وأمنها المرافقة المنفذة لأحكام المرسوم التشريعي رقم / 64 / تاريخ 2005 فيما يخص الوقاية الاشعاعية وقواعد التصرف الآمن بالنفايات المشعة على:

المادة 70 الأحكام العامة

أ) لا يجوز لأي شخص طبيعي أو اعتباري التصرف بالنفايات المشعة بأي شكل من الأشكال إلا وفقاً لأحكام المرسوم والقواعد وبموجب ترخيص من الهيئة.

ب) على المستمر أن يحافظ على كمية النفايات المشعة المتولدة من ممارساته وأعماله وما يترتب عليها من أثر بيئي عند أدنى حد ممكن.

ت) على المستثمر المرخص له بالتصرف بالنفايات المشعة بأي شكل من الأشكال التقيد بما يلي:

(1) توفير المعدات والمنشآت اللازمة، بما فيها أجهزة القياس الملائمة، لقياس تركيز النكليدات المشعة في النفايات أو معدلات الجرعة الناجمة عنها.

(2) توفير أشخاص مؤهلين وبرامج تدريب وإجراءات عمل سليمة لتنفيذ الأعمال المتعلقة بجميع مراحل التعامل مع النفايات المشعة.

(3) وضع برنامج وقاية إشعاعية وفق الفقرة (ب) من المادة 28 والتعليمات الصادرة عن الهيئة.

المادة 71 المصادر المشعة المغلقة المستهلكة

أ) على المستثمر قبل تصنيف مصدر مشع مغلق مستهلك على أنه نفاية أن يتحقق- بالاستفسار من الهيئة أو بأية وسيلة أخرى-عمّا إذا كانت هناك جهات أخرى يمكن أن تستفيد من هذا المصدر المشع.

ب) لا يجوز تفكيك أو فتح أي مصدر مغلق بغرض إعادة استخدامه او استخدام أجزاء منه.

ت) عند شراء مصدر مشع مغلق أو الحصول عليه بأية طريقة أخرى يجب على المستثمر:

(1) أن يسعى إلى الاتفاق مع المنتج أو المورّد على إعادة المصدر إليه خلال فترة مقبولة بعد الاستخدام وذلك بشكل كتابي وقبل توريده أو الحصول عليه كما يجب إرفاق صورة عن بنود الاتفاق المتعلق بإعادة المصدر إن وجد بطلب الترخيص.

(2) إذا كان من المتوقع أن يبقى النشاط الإشعاعي للمصدر بعد 10. سنوات من الشراء أكثر من 100. ميغا بيكريل، وكان العمر التشغيلي الافتراضي للمصدر أقل من 15. سنة، فيجب إبرام الاتفاق المذكور في البند (1.) وبحيث يتضمن أن تكون إعادة المصدر إلى المنتج أو المورّد خلال سنة عل الأكثر من طلب إعادته.

المادة 72 تصنيف النفايات المشعة

على المستثمر تصنيف النفايات المشعة المتولدة لديه حسب نشاطها الإشعاعي وعمر النصف لها وفقاً للتعليمات الصادرة عن الهيئة.

المادة 73 فرز وجمع النفايات المشعة

أ) على المستثمر فرز النفايات المشعة في مكان تشكلها استناداً إلى خواصها الفيزيائية والكيميائية ونشاطها الإشعاعي وعمر النصف للنظائر الداخلة في تركيبها. وبعد فرز النفايات يجب كل صنف على حدة وفقاً للتعليمات الصادرة عن الهيئة.

ب) يراعى في حفظ النفايات المشعة ذات الأخطار الأخرى غير الإشعاعية (البيولوجية، الكيميائية...) الشروط اللازمة للحد من هذه الأخطار.

المادة 74 تخزين النفايات المشعة

أ) يجوز تخزين النفايات المشعة لدى المستثمر-ولفترة معقولة توافق عليها الهيئة-في الحالات التالية:

(1) خلال فترة التحقق من وجود مستثمرين محتملين يمكن لهم الاستفادة من المصدر المشع وفقاً للفقرة (أ) من المادة 71.

(2) بالنسبة للمصادر المستهلكة: خلال فترة الانتظار إلى حين إعادة المصدر المستهلك إلى المنتج أو المورد.

(3) خلال الفترة التي يمكن فيها أن يضمحل النشاط الإشعاعي للنفايات المشعة إلى مستويات رفع الرقابة أو المستويات التي يجوز فيها إطلاقها في البيئة.

(4) خلال فترة دراسة الأساليب المثلى للتخلص النهائي من النفايات المشعة.

ب) على من يقوم بتخزين نفايات مشعة ضمان وقاية الجمهور وحماية البيئة والممتلكات من أخطارها، وضمان أمان هذه النفايات وأمنها وفق التعليمات الصادرة عن الهيئة.

المادة 75 معالجة النفايات المشعة وتوضيبها

على المستثمر معالجة النفايات المشعة وتوضيبها إذا كان ذلك ضرورياً لتحسين نوعيتها قبل إطلاقها في البيئة أو تخزينها أو التخلص منها وذلك وفق المعايير التي تضعها الهيئة.

المادة 76 تصريف النفايات المشعة في البيئة

يخضع تصريف النفايات المشعة في البيئة إلى أحكام المادة 61. المتعلقة بإطلاق المواد المشعة في البيئة.

المادة 77 التخلص النهائي من النفايات المشعة

إذا كانت النفايات المشعة غير مناسبة للتصريف في البيئة وفق المادة 76. ولا يمكن إعادة استخدامها، ولا يمكن أن ينخفض نشاطها الإشعاعي إلى مستويات رفع الرقابة خلال زمن معقول، وتعذّرت إعادتها إلى المنتج أو المورد، فيجب على المستثمر التخلص النهائي منها بإحدى الطريقتين التاليتين:

(1) تسليمها إلى البيئة لإدارتها كنفاية مشعة.

(2) اقتراح الأسلوب الأمثل للتخلص منها وتقديم طلب إلى الهيئة للموافقة على ذلك.

المادة 78 الحماية المادية للنفايات المشعة

على المستثمر اتخاذ جميع التدابير الإدارية والفنية الضرورية لمنع التصرف غير الآمن أو غير المأمون بالنفايات المشعة. وعلى وجه الخصوص يجب عليه في حال فقدان أو سرقة نفايات مشعة إعلام الهيئة فوراً، ورفع تقرير خطي لها حول ذلك يبين الإجراءات التي اتخذت خلال ثلاثين يوماً من اكتشاف الواقعة.

المادة 79 السجلات والتوثيق

على المستثمر الاحتفاظ بسجلات تتعلق بجمع ومعالجة وتخزين النفايات المشعة ورفع تقرير بذلك سنوياً إلى الهيئة وفقاً للتعليمات الصادرة عنها.

الوقاية الإشعاعية في التصوير المقطعي المحوسب - أسئلة وأجوبة

1. ما هو التصوير المقطعي المحوسب؟

يوفر التصوير المقطعي المحوسب (CT) صورًا لأقسام الجسم (شرائح) باستخدام أجهزة خاصة بالأشعة السينية وأجهزة كمبيوتر متطورة. توفر الأشعة المقطعية للأعضاء الداخلية والعظام والأنسجة الرخوة والأوعية الدموية مزيدًا من الوضوح وتكشف تفاصيل أكثر من اختبارات الأشعة السينية أو التصوير الشعاعي البسيطة والتي تكون السينية تمثيل ثنائي الأبعاد للمنطقة المصورة بينما تعرض صور CT جميع الأبعاد الثلاثة. يمكن للأطباء باستخدام الأشعة المقطعية تشخيص المشاكل بسهولة أكثر مثل السرطان وأمراض القلب والأوعية الدموية والأمراض المعدية والصدمات النفسية واضطرابات العضلات والعظام.

2. ما هي الجرعات الإشعاعية النموذجية المرتبطة بفحوصات CT؟

تعرض فحوصات الأشعة المقطعية للرأس، على سبيل المثال، المرضى إلى ما يكافىء عام واحد من التعرض الناتج عن الإشعاع الطبيعي وهو يكافىء أيضاً حوالي 100 ضعف من الجرعة الإشعاعية الناتجة عن صورة إشعاعية بسيطة للصدر. تتضمن فحوصات CT الأخرى جرعات إشعاعية أعلى قد تصل إلى ثمانية أضعاف الجرعة المستلمة من إشعاع الخلفية في عام واحد.

3. لماذا الجرعة الإشعاعية في الأشعة المقطعية أعلى من الأشعة السينية التقليدية (الصور الشعاعية)؟

تكون أعلى جرعة إشعاعية على سطح الجسم حيث يدخل الإشعاع الجسم. في فحص الأشعة السينية التقليدي، تدخل الحزمة الجسم من مسقط واحد – أمامي أو خلفي أو أي جانب واحد بينما يدور أنبوب الأشعة السينية في الأشعة المقطعية حول جسم المريض ويدخل الإشعاع الجسم في العديد من النقاط.

4. كم عدد فحوصات الأشعة المقطعية الغير آمنة؟

لا توجد إجابة مباشرة لهذا السؤال. لا توجد حدود لعدد فحوصات CT التي يمكن للمريض الخضوع لها، حيث لا يعتبر أي قدر من الإشعاع أكثر من اللازم بالنسبة للمريض عندما يكون الإجراء مبرراً من قبل الطبيب. ويأخذ هذا التبرير في الحسبان الخطر المتمثل في أنه حتى كمية صغيرة يمكن أن تسبب السرطان. هناك مبادئ توجيهية وتوصيات راسخة لمساعدة الأطباء على تحديد مدى ملاءمة الفحص لحالة مرضية معينة. بشكل عام ، يجب أن يبقى التعرض للإشعاع منخفضًا بقدر ما يمكن تحقيقه بشكل معقول (مبدأ ALARA) دون المساس بالمزايا الطبية.

5. هل أحتاج إلى فحص CT آخر؟

يمكنك المساعدة في تجنب الفحوصات المتكررة غير الضرورية عن طريق إخبار طبيبك عن الفحوصات السابقة (الأشعة السينية، التصوير المقطعي المحوسب، التصوير بالرنين المغناطيسي، الموجات فوق الصوتية وفحوصات التصوير الأخرى) ومشاركة النتائج متى أمكن ذلك. هناك حاجة أحيانًا إلى إجراء تحقيقات متكررة للفحص، أو بعد الخضوع لعلاج السرطان لتقدير فعاليته. قد يتضمن فحص CT في بعض الأحيان حقن مادة ظليلة في الوريد حيث يجري التصوير في نقاط زمنية متعددة قبل وبعد الحقن. يتضمن كل اختبار مجموعات من الصور يُشار إليها باسم "سلسلة". يجب إجراء سلسلة متعددة فقط إذا تمت الإشارة إليها سريريًا، وبالتالي كلما انخفضت عدد السلاسل كانت الجرعة الإشعاع المرافقة لها أقل.

6. ل يمكنني الخضوع لفحص الأشعة المقطعية أثناء الحمل؟

نعم ، إذا كان هناك ما يبرر ذلك طبيا ومع بعض الاحتياطات. ويكون الهدف هو تقليل التعرض للإشعاع لدى الجنين والذي يعد أكثر حساسية من البالغين أو الأطفال إلى تأثيرات إشعاعية سلبية محتملة. لا تكون منطقة الحوض في العديد من الفحوصات مثل CT من الرأس (بما في ذلك فحص CT بالأشعة السينية) والصدر والأطراف في الحزمة المباشرة وبالتالي تكون الجرعة إلى الجنين منخفضة للغاية. قد يفكر الأطباء في تأخير الإجراءات التي من شأنها وضع منطقة الحوض والجنين في المسار المباشر للحزمة الإشعاعية. في حال كون الإجراء ضرورياً لصحة الأم، فإن الأطباء يتخذون إجراءات خاصة للحفاظ على جرعة الجنين بأقل قدر ممكن. على سبيل المثال، يمكن اختيار عدد أقل من عوامل التعريض ويمكن للحوامل الحوامل حماية مناطقهن الحوضية أثناء العملية.

7. هل من المهم معرفة ما إذا كنت حاملًا لإجراء فحص CT؟

نعم فعلا. لأي فحص يتضمن التعرض المباشر من أسفل البطن، ينبغي استبعاد الحمل، أو ينبغي التحقق من حالة الحمل كجزء من عملية التبرير.

8. هل يجب أن أشعر بالقلق من الإشعاع إذا تم وصف طفلي لـ CT؟

كجزء من عملية التبرير، يحدد الأطباء ما إذا كانت فوائد الأشعة المقطعية تفوق المخاطر، ويجب أن يكونوا قادرين على توضيح السبب الذي يحتاج إليه طفلك لفحص الأشعة المقطعية. كما يجب أن يكون التعرض للإشعاع لدى الأطفال منخفضا قدر الإمكان نظراً لأنه أكثر حساسية للإشعاع من البالغين ولديهم حياة أطول أمامهم.

9. هل يجب أن أطلب من طبيبي إجراء فحص CT كامل للجسم؟

لا يوجد أي دليل على أي فوائد من فحص CT كامل الجسم للأفراد. تركز العديد من الدراسات البحثية حول فعالية استخدام الأشعة المقطعية لفحص الأشخاص من أجل استقصاء خطر الإصابة بأمراض معينة في مثل هذه الدراسات، يتم إشعاع جزء محدود فقط من الجسم ولنوع محدد من المرض.

الآثار البيولوجية لاستخدام الأمواج فوق الصوتية في التطبيقات الطبية

في شهر نيسان عام 1917، في حوض سفن البحرية الفرنسية في مدينة تولون، شهدت مجموعة صغيرة من العلماء والمهندسين اختبار محول طاقة قوي وجديد للأمواج فوق الصوتية. كانت هذه المجموعة ممولة من الحكومة الفرنسية لتطوير أساليب للكشف عن الغواصات الألمانية. في ذلك الوقت لم تكن نتائج التجربة متوقعة، حيث أن جميع الأسماك التي صدف تواجدها ضمن مجال الحزمة ماتت على الفور، إذ كانت طاقة الحزمة كانت حوالي 1 كيلو واط. في وقت لاحق، نشر أحد العلماء "R. W. Wood" أنه عندما تُغمَس اليد في الماء بجانب محول الطاقة للأمواج فوق الصوتية "فإن المرء سيشعر بألم لا يمكن احتماله". وهكذا، فإن الملاحظات الأولى للآثار الحيوية للأمواج فوق الصوتية صاحبت نشوء طرق الكشف بالأمواج فوق الصوتية والتي تم الحصول عليها قبل حوالي عام من التمكن من إنجاز أول جهاز ناجح في الكشف عن الغوصات بالأمواج فوق الصوتية. لقد كانت التقارير الواردة من هذه التجارب الأساس في الفهم اللاحق لآليات الآثار الحيوية للأمواج فوق الصوتية. كان من شبه المؤكد أن الأسماك قتلت بسبب تمزق مثانة السباحة الخاصة بهم (مثانة السباحة هي كيس مملوء بالهواء يُمَكِّن السمكة من التحكم بعمليتي الطفو والغوص)، على الرغم من أن ملاحظة فقاعات صغيرة في خزان الاختبار توحي بأن التجاويف الناتجة من الفقاعات الغازية المتشكلة في الجسم الحي ربما تكون قد ساهمت في موتهم السريع. أما ما لاحظه R.W. Wood فقد كان الألم الناتج عن ارتفاع الحرارة في عظام اليد، وهو ما أدى إلى ملاحظة الحساسية العالية في أعصاب طبقة السمحاق التي تغطي العظم. إذاً للأمواج فوق الصوتية آثار حيوية ضارة يجب التعرف على الفيزياء المتعلقة بها من حيث كيفية تشكلها وآلية تأثيرها في النسج الحية.

يؤدي التعرض للأمواج فوق الصوتية إلى الآثار التالية:

تسخين النسيج:

تتحول معظم الطاقة الصوتية المودعة إلى حرارة، وذلك بسبب خواص المرونة واللزوجة لهذه النسج، مما يرفع درجة حرارة النسج وبالتالي ازدياد المخاطر المرافقة لهذا الارتفاع. تعتمد هذه الخسارة الطاقية على معامل امتصاص السعة للنسيج α، والذي يحدد الخسارة الأسية لسعة الموجة مع العمق. تزداد قيمة αبزيادة التواتر وبشكل خطي تقريباً ضمن مجال الترددات المستخدم في التطبيقات الطبية. تمتلك العظام أعلى معامل امتصاص، سوائل الجسم هي الأخفض، بينما النسج الرخوة لها قيم وسطية. لذلك تزداد درجة حرارة العظام بشكل أسرع بكثير من النسج الرخوة. على المستوى الخلوي، وفي حالة التغيرات الطفيفة في درجة الحرارة، فإن الخلية تستطيع التأقلم مع ارتفاع الحرارة من خلال اصطناع بروتينات "الصدمة الحرارية" داخل الخلية والذي يكون خلال 10 إلى 15 دقيقة بعد بدأ التسخين، وخفض الاصطناع الطبيعي للبروتينات الاستقلابية ضمن الخلية مما يؤدي إلى تباطؤ في الدورة الخلوية. وقد يؤدي ذلك إلى زيادة في الموت المبرمج للخلية (الاستموات). بشكل عام، تحت 43 C^o إن آليات التأقلم الحراري تعمل على حماية الخلايا من الخطر الحراري. لكن هذه الآليات ستفشل على نحو متزايد فوق هذه الدرجة، مما يؤدي إلى موت الخلية نتيجة تمسخ البروتينات الأكثر حساسية للحرارة. فوق 43 C^o تتناقص الفترة الزمنية التي تسبب الضرر المزمن إلى النصف لكل درجة مئوية زيادة في درجة الحرارة. وتختلف الحساسية الحرارية للضرر المزمن باختلاف النسج؛ عند 43 C^o الزمن اللازم لتلف أنسجة العضلات والدهون هو 240 دقيقة، وبحدود 30 دقيقة بالنسبة للدماغ والكلى.

التجويف الصوتي:

عندما تتعرض فقاعة غازية موجودة في سائل لتغيرات في الضغط بسبب موجة صوتية، فإن حجمها سيتغير، تتوسع خلال فترة انخفاض الضغط وتتقلص في النصف الآخر لدورة الانضغاط الموجية. يدعى هذا السلوك بالتجويف الصوتي. كما يستخدم مصطلح التجويف الصوتي للإشارة إلى نشوء فقاعات في سائل بواسطة الحقل الصوتي في بعض النقاط مثل الشوائب المجهرية، خشونة السطح، أو حتى اختلافات الكثافة المحلية صغيرة النطاق. هناك صنفان رئيسيان للخطر المرافق لهذه التجاويف: الأول من المدى الواسع للقوى الميكانيكية المعقدة المطبقة على السائل المحيط، أو على أي سطح ملتصق بالفقاعة أو بين الفقاعات المتجاورة. أما الخطر الثاني فهو كيميائي؛ فالانضغاطات السريعة ستؤدي إلى ارتفاع شديد ولحظي في درجة حرارة الفقاعة مما يؤدي إلى تشكل الجذور الحرة شديدة التفاعلية.

إن تشكل التجويف الصوتي مستبعد في التطبيقات التشخيصية بسبب غياب الفقاعات الغازية الحرة التي تشكل التجويف. لكن إدخال عامل التباين "المملوء بالغاز" إلى المجرى الدموي أو النسج الداخلية يمثل الحالة الوحيدة التي يشكل فيها التجويف الصوتي خطراً. يتكون عامل التباين من فقاعات غازية مستقرة قطرها يتراوح بين 1 إلى 10 ميكرومتر وعادة ما تكون محاطة بطبقة من اللبيدات أو قشرة بوليميرية. عندما يتم تفعيل عامل التباين بالأمواج فوق الصوتية قد تتلف قشرته ما يؤدي إلى تحرر فقاعات غازية حرة تؤدي إلى تشكل التجويف الصوتي. تتعرض الأنسجة المحتوية على عامل التباين إلى ضرر التمزقات الشعرية مع تسرب محتويات الدم إلى النسج المحيطة بالأوعية الدموية.

تتمة: الآثار البيولوجية لاستخدام الأمواج فوق الصوتية في التطبيقات الطبية

أثر الجسم الغازي:

يتواجد الغاز في جسم الإنسان في الرئتين والطرق الهضمية بشكل طبيعي، على عكس التجاويف الصوتية التي تنشأ من الفقاعات الغازية. بما أن وجود التجاويف الغازية ضمن الوسط يغير من خواص الوسط الصوتية، فإن أي سطح فاصل بين الغاز والنسيج يعتبر حاجزاً أمام الأمواج فوق الصوتية التي سوف تتفاعل مع هذه السطوح بحسب نطاق وتوزع الفراغات المملوءة بالغاز. إذا كان السطح الفاصل بين الغاز والنسيج مستوياً فإنه سيعكس كامل طاقة الصوت مما يؤدي إلى مضاعفة كثافة الطاقة عند السطح الفاصل. في الجسم الحي، لم يتم بعد تقييم تعقيد التوزع المكاني للفراغات الغازية والنسيجية للتنبؤ بالانتشار الصوتي بشكل مفصّل. إن توضع الطاقة في مثل هذه البنى له عدة مكونات؛ التسخين بسبب معامل الامتصاص العالي والموزع، سلوك شبيه بالتجاويف الصوتية، وضغط الإشعاع الناتج عن التدرج المرتفع كثافة الطاقة على السطوح الفاصلة بين النسيج والغاز. لقد ثبت أن الأمواج فوق الصوتية النبضية تسبب تلفاً في الأنسجة الرئوية في مجموعة واسعة من أنواع الحيوانات. ولذلك فمن المعقول أن رئة الإنسان قد تتضرر في ظروف مماثلة لتلك التي شوهدت عند الحيوانات. أما بالنسبة للأمعاء فقد تم الإبلاغ عن حالات مثل فرط التفق الدموي hyperaemia وحدوث نزيف حبري petechial haemorrhage، كما لوحظ زيادة في جسيمات الإستموات وانخفاض في عدد الخلايا الغدية المعوية المنقسمة في أمعاء الفأر بعد التصوير الشخيصي مما يشير إلى أثر التسخين. كما قد تحدث بعض التغيرات المورفولوجية في الأمعاء إلا أن الآلية لا تزال بحاجة إلى توضيح.

الضغط الإشعاعي:

أثناء مرور الأمواج فوق الصوتية في المادة، فإن المادة تواجه الإجهاد الموضعي الناتج عن تدرج كثافة الطاقة للانتشار اللاخطي للصوت، والذي يوصف بكمية الضغط الإشعاعي. إذا تجاوزت قيمة الضغط الإشعاعي قدرة احتمال النسج فإن ذلك سؤدي إلى تخرها وإلى إحداث نزيف داخلي.

إن الآثار الحيوية للأمواج فوق الصوتية تستلزم اهتماماً بالغاً في مراقبة استخدام هذه التقانة في مجالي التشخيص والمعالجة. وقد اتخذ الاتحاد العالمي للأشعة فوق الصوتية وفي الطب وعلم الأحياء WFUMBزمام المبادرة في إنشاء وثائق، متفق عليها دولياً، تشمل الاستنتاجات والتوصيات الخاصة باستخدام الأمواج فوق الصوتية. كما أن عدداً من المنظمات قامت أيضاً بنشر استنتاجتها وتوصياتها حول هذا الموضوع منها: المجلس الوطني للحماية من الإشعاع NCRPفي الولايات المتحدة الأمريكية ، جمعيات الطب والبيولوجيا للاتحاد الأوروبي EFSUMB، والمعهد الأمريكي للأمواج فوق الصوتية في الطب AIUM.

الجرعة الضوئية للأشعة فوق البنفسجية وأهمية إدراك مفاهيمها في الوقاية الفردية

جرعة الأشعة فوق البنفسجية هي مقدار ذو قيمة عالية وله انعكاسات حيوية هامة. فعندما نخرج من المنزل في أي يوم كان وفي أي ظروف مناخية كانت، نتعرض لجزء من الأشعة فوق البنفسجية الشمسية؛ وفي الأحوال العادية، يحدث التعريض لأجراء الجسم المكشوفة وبشكل عام العينين والوجه والعنق واليدين. تكون الجرعة الضوئية للأشعة فوق البنفسجية التي يتلقاها الفرد خارج المنزل متناسبة مع الشدة الضوئية للأشعة فوق البنفسجية الشمسية وزمن التعريض. فإذا تلقينا كمية كبيرة من الأشعة فوق البنفسجية خلال زمن قصير تكون الجرعة عالية بما يكفي لظهور الحروق الشمسية المؤذية. وإن الجرعة التجميعية للأشعة فوق البنفسجية والتي يتلقاها الفرد عبر السنين، وخاصةً في مرحلة الشباب، تؤدي إلى زيادة خطر الإصابة بالساد البصري وسرطانات الجلد مع تقدم العمر. فمن المهم إيجاد التوازن المناسب لتلقي الجرعة اللازمة للحصول على الفائدة الصحية من الأشعة فوق البنفسجية وعدم تلقي أي جرعة زائدة. إن وجود تقدير لجرعة الأشعة فوق البنفسجية المحتملة في الوقت الحقيقي يقدم لنا قيمة شدة الأشعة فوق البنفسجية في أي وقت خلال النهار. وبأخذ سوية الأشعة وزمن التعريض في الحسبان، يمكننا تقدير الجرعة الكلية المتلقاة خلال النهار والتي تعبّر عن الجرعة التجميعية التي من المحتمل أن تسبب الحروق الشمسية وتخريب الجلد. فمن خلال تقدير واضح حول التغيرات الفعلية للجرعة الضوئية للأشعة فوق البنفسجية بزمن حقيقي يمكننا اختيار الوقت المناسب للوقاية سواء من خلال تقليل زمن التعرض (أو عدم التعريض) أو من خلال استخدام وسائل ومستحضرات الحماية الشمسية. وتقدر جرعة الأشعة فوق البنفسجية عادة بواحدة الجرعة القياسية المسببة لاحمرار الجلد (الحمامى) (Standard Erythemal Dose or SED) وغالباً تكفي جرعة قدرها (2 SED) لظهور الحروق الشمسة لدى شخص أبيض البشرة، مع الإشارة إلى أن الأعراض لا تظهر مباشرة على الجلد إنما بعد عدة ساعات من التعرض. أنه من الصعب جداً تقدير الجرعة المتلقاة أثناء العمل أو خلال فترات الاستجمام أو اللعب تحت أشعة الشمس، وحتى في حالة الجو البارد أو الغائم، إذ تبقى نسبة الأشعة فوق البنفسجية الشمسية التي تصل إلى سطح الأرض عالية، وهذا ما يجب أن ندركه دائماً ونأخذه بالحسبان.

وقاية الغدة الدرقية للعاملين من التعرض الخطر لليود 131

تؤدي العديد من استعمالات المصادر المشعة المفتوحة إلى تعرض العاملين إلى اندخال جزء من هذه المواد المشعة إلى داخل الجسم ونذكر من هذه التطبيقات: قياسات النشاط الإشعاعي، خزن المنابع المشعة، النقل الداخلي للمنابع، تحضير الصيدلانيات المشعة، إعطاء الجرعة للمرضى، العناية بالمريض المنشط إشعاعياً، معاملة النفايات المشعة النشطة إشعاعياً، الحوادث الإشعاعية...إلخ.

يحدث التلوث الداخلي للعاملين باليود المشع بشكل أساسي من خلال استنشاق اليود المحمول جواً كأيروسول (aerosol) وبخار اليود (iodine vapor) أو من خلال الابتلاع أو الحقن بدرجة أقل بالنسبة للمهنيين.

ويُفترض، وفق النموذج الحيوي الحركي (Biokinetic model) الخاص بهذا العنصر، أن يتراكم في الغدة الدرقية 30% من اليود المشع الذي يصل إلى الدم، بينما يُطرح 70% مباشرة مع البول.

يتحد اليود المشع (I-131) الذي تراكم في الغدة الدرقية مع هرمونات الغدة ويغادر الغدة بعمر نصف حوالي 80 يوماً. عموماً، تنخفض الجرعة الإشعاعية المودعة بسرعة بسبب عمر النصف الفيزيائي القصير لليود131 والبالغ 8 أيام. ويمكن قياس كمية اندخال اليود في الغدة الدرقية وفق الطريقة المباشرة (direct measurement) باستعمال كاشف خاص يوضع أمام الغدة الدرقية لتسجيل اصدارات غاما المنبعثة من اليود 131 الموجود في الغدة.

أظهرت الدراسات التي أجريت في منطقة Bryansk في روسيا بعد حادثة تشرنوبل أن الخطورة النسبية المتزايدة لسرطان الغدة الدرقية المتعلق بالتعرض لليود 131 أعلى بمرتين في المناطق التي لديها عوز باليود الطبيعي من المناطق التي لديها اندخال طبيعي لليود.

يمكن اتخاذ تدابير وقائية لخفض كمية اليود المشع الذي يتراكم في الغدة الدرقية من خلال حصول الأشخاص العاملين على كمية مناسبة من اليود المستقر في طعامهم أو على شكل كبسولات من يوديد البوتاسيوم (KI). في حالات الحوادث تعطى مادة KI لعمل حصر (Blockade) للتقليل من كمية اليود المشع التي يمكن أن تصل إلى الغدة الدرقية. إن إعطاء كمية مقدارها من 50 إلى 100 ملغ من KI للأشخاص البالغين عن طريق الفم يمكن أن تكون كافية لتخفيض قبط الغدة الدرقية من اليود المشع. ومن جهة أخرى، درس بعض الباحثين المفعول الوقائي لمادة KI عن طريق دراسة تأثير زمن إعطاء KI بعد حدوث تعرض إشعاعي لليود المشع ، والمستوى الغذائي من اليود المستقر في طعام الأشخاص. بيّنت النمذجة الحاسوبية لاستقلابات الغدة الدرقية أن الأشخاص البالغين سويّ الغدة الدرقية (Euthyroid) الذين يتلقون كمية كافية من اليود في نظامهم الغذائي (حوالي 250 ميكرغرام في اليوم)، يمكن أن يحصر إعطاء KI قبل 48 ساعة من تعرض هؤلاء لليود 131 امتصاص الغدة الدرقية لليود المشع بشكلٍ كامل وبالتالي يخفض كثيراً الجرعة الإشعاعية الممتصة في الغدة الدرقية؛ وإن إعطاء KI قبل 96 ساعة أو أكثر قبل التعرض لليود 131 فليس لهذا أي تأثير وقائي!. من جهة ثانية، إن إعطاء KI بعد التعرض لليود المشع يُحدث نقصاناً صغيراً وسريعاً لعملية امتصاص الغدة لليود المشع، وإذا أعطي KI بعد 16 ساعة أو أكثر من التعرض لليود المشع فلن يكون هناك سوى تأثير بسيط على امتصاص الغدة لليود المشع وبالتالي سيكون الأثر الوقائي ضعيفاً أو حتى مهملاً!

وبيّنت النمذجة أيضاً أن الجرعة الممتصة في الغدة الدرقية من اليود 131 هي أكبر بمرتين لدى الأشخاص الذين لديهم مستوى غذائي غير كافٍ من اليود في نظامهم الغذائي (2900 cGy/37 MBq) مقارنة بالأشخاص الذين يحصلون على كمية كافية من اليود في غذائهم (1500 cGy/37 MBq).

بينت العديد من الدراسات أن اعتناء العاملين في مجال الأشعة بنظامهم الغذائي له دور كبير في وقاية الغدة الدرقية لديهم؛ وقد اقترحت بعض الجهات الصحية العالمية أن يتناول العاملون كميات من الأعشاب البحرية لهدف وقاية الغدة الدرقية. حيث تحتوي الأعشاب البحرية على أكبر مجموعة من المكونات المعززة للصحة بالمقارنة مع غالبية النباتات الأخرى والأغذية الحيوانية، وهي مصدر غني بالمعادن الأساسية مثل اليود والمغنيزيوم والكالسيوم والنحاس والبوتاسيوم والسيلينيوم والزنك والحديد وتحتوي على كمية قليلة جداً من الدهون، وهي أيضاً كنز وثروة من المواد المضادة للأكسدة، وتحتوي على الفيتامينات A، B، C، E.

وقد أوصت وكالة الطاقة الذرية الأميركية (U.S. Atomic Energy Commission) أن استهلاك 57-85 غراماً من الأعشاب البحرية في الأسبوع أو كبسولتين من المكملات الغذائية في اليوم يعطي وقاية قصوى من التسمم الإشعاعي.

شارك في هذا العدد:

د. محمد سعيد المصري د. م. يحيى لحفي
د. عصام أبو قاسم د. عبد القادر بيطار
د. محمد حسن عبيد أ. ابراهيم عواد

الإخراج الفني: زهير شعيب

للمراسلة:
هيئة الطاقة الذرية السورية—قسم الوقاية والأمان
دمشق - سوريا - ص.ب 6091
هاتف: 00963112132580- فاكس:00963116112289
بريد إلكتروني: protection@aec.org.sy
الموقع الالكتروني: www.aec.org.sy

الصفحة 6