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

في هذا العدد:

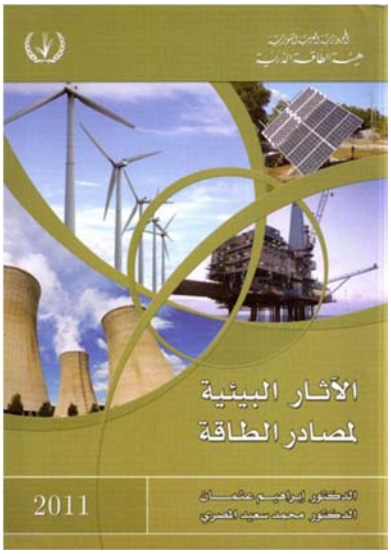
* الطاقة النووية والتغيرات المناخية * التصوير المقطعي المحوسب بالأشعة السينية * داعم الاتصالات اللاسلكية الرقمي/الترددات العالية (DECT)
* ضبط جودة أجهزة التصوير بالأشعة السينية * أثر الغذاء الصحي في الوقاية من الآثار البيولوجية للأشعة المؤينة * حدود الجرعات في التعرضات الإشعاعية المختلفة

الطاقة النووية والتغيرات المناخية

أثبتت محطات الطاقة النووية لتوليد الطاقة الكهربائية من خلال استخدامها اليومي في كافة أنحاء العالم بأنها مستقرة ويمكن الاستقراء بإنتاجيتها وهي أكثر الطرائق والوسائل دقة من الناحية الهندسية، وهي أيضاً أكبر ثالث مصدر للطاقة الكهربائية بعد الوقود الأحفوري والطاقة الكهرومائية، حيث وفرت ما يقارب 2448 تيرا واط ساعي من الكهرباء في العام 2000 أو حوالي 16% من إنتاج الطاقة العالمي، و على الرغم من أن الاعتماد على طاقة الوقود الأحفوري والطاقة المائية الكبرى سيبقى مرتفعاً حتى العام 2020، فإن هاتين الطاقتين سوف تكونان غير قادرتين على تأمين احتياجات العالم من الكهرباء، بصورة مستمرة على المدى البعيد. ومن جهة أخرى، لا تنتج الطاقة النووية الكهرباء فحسب، ولكنها تلبي احتياجات التدفئة وتوليد الحرارة للعمليات الصناعية وتحلية مياه البحر بالإضافة إلى إمكانية استخدامها في إنتاج الوقود الكيميائي مثل الهدروجين، والذي يعد من أهم أنواع الوقود النظيف. إن تطبيقات هذا النوع من الوقود تنمو بسرعة اعتماداً على التقدم المستمر في تقانة خلية الوقود وتمييع الهيدروجين وتخزينه. ومن جهة أخرى، من المحتمل أن ينمو أيضاً الطلب على تحلية ماء البحر عندما تصبح مشكلة عدم كفاية مخزونات المياه العذبة مشكلة عالمية مقلقة وعاجلة.

تعد صناعة الطاقة النووية الصناعة الوحيدة المستخدمة في إنتاج الكهرباء من بدايات تطورها، حيث جرى أخذ التأثيرات البيئية في الاعتبار، وهي إحدى الفعاليات البشرية التي ترافق تطوير أمانها مع تطور تكنولوجيتها. وترخص المحطات النووية من ناحية الأمان والوقاية من قبل منظمات حكومية مستقلة وتخضع إلى موافقات إقليمية وهي ذات تأثير بيئي منخفض جداً إذا ما جرى إدارتها بشكلٍ جيد.

تعد الطاقة النووية من الناحية البيئية من الصناعات التي لا تنتج غاز ثاني أكسيد الكربون أو أي غاز آخر من الغازات الدفيئة ولا تنتج أو ثاني أكسيد الكبريت أو غازات أكاسيد الأزوت التي تؤدي إلى الأمطار الحامضية. تعد هذه الخصائص هامة لدى مقارنتها مع محطات إنتاج الطاقة الأخرى التي تعتمد على الوقود الأحفوري كالفحم الحجري والتي تسهم في 24% من الإنتاج العالمي للكهرباء، وكمقارنة، تسهم محطة تعمل على الفحم الحجري ومزودة بأنظمة لخفض الانبعاثات الغازية بالمقارنة مع محطة نووية بطاقة 1300 ميغا واط، في نشر حوالي 2300 طن من العوالق الهوائية و10 مليون طن من CO_2 و14000 طن من SO_2و7000 طن من NOx، حيث تعتمد الكميات الدقيقة لهذه الانبعاثات على جودة الفحم وخصائص المحطة، وبما أن حوالي 16% من الطاقة الكهربائية تنتج عن طريق الطاقة النووية، فإذا كانت هذه الطاقة تنتج عن طريق الفحم الحجري لأدت إلى إطلاق 2.5 مليار طن من CO_2سنوياً، وهذا يعني أن استخدام الطاقة النووية، سيؤدي إلى خفض كمية انبعاثات CO_2إلى 29%. ومن جهة أخرى، يمكن مقارنة الطاقة النووية مع الغاز الطبيعي الذي يعد أكثر نظافة من الفحم الحجري، يلاحظ بأن حرق الغاز الطبيعي يؤدي إلى إطلاق CH_4, NOx, SO_2و CO وCO_2وبشكل خاص انبعاثات أكاسيد الأزوت التي تؤدي إلى الأمطار الحامضية وCO_2، الغاز الدفيء الأساسي، كانبعاثات رئيسية من احتراق الغاز الطبيعي، وإذا اعتبرنا دورة الطاقة كاملة، فإن هناك انبعاثات لغاز الميثان أثناء الاستخلاص والنقل. يعد غاز الميثان غاز دفيء أقوى من CO_2، وبتحويل كمية الميثان لمكافئ CO_2، فإن انبعاثات الغازات الدفيئة في إنتاج الكهرباء بواسطة الغاز الطبيعي ستكون بنفس المرتبة التي تسببها دورة الفحم الحجري، ولهذا يمكن القول بأن استخدام الغاز الطبيعي، لا يمكن اعتباره حلاً لمشكلة التغيرات المناخية. ولهذا تعد الطاقة النووية حالياً، المصدر الرئيس للطاقة النووية الخالية من الكربون.



ولمزيد من التفاصيل، يمكن العودة إلى كتاب الأثار البيئية لمصادر الطاقة من منشورات هيئة الطاقة الذرية للدكتورين إبراهيم عثمان ومحمد سعيد المصري.

التصوير المقطعي المحوسب بالأشعة السينية

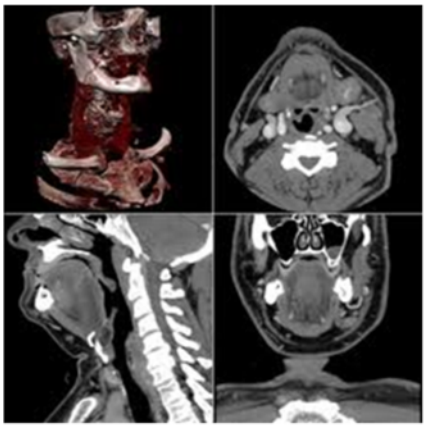
يُعدُّ التصوير المقطعي بالأشعة السينية من الوسائل التشخيصية المهمّة، وهو تقنية التصوير التي كانت تعرف سابقاً بالمسح المقطعي بمساعدة الحاسوب (CAT). تسمح هذه التقنية بعرض صور مقطعية من رتبة 0.5 ملم وعلى طول محور الجسم وبحيث يمكن إعادة تشكيلها بواسطة الحاسوب لإظهار مساقط مختلفة للبنية التشريحية للأعضاء. تتمتع الصور المقطعية بسطوع وتباين جيد بحيث يمكن تكييفها بواسطة الحاسوب عبر إظهارها ضمن نوافذ إظهار مصممة مسبقاً لتعطي أفضل صورة لكل عضو من أعضاء الجسم.

ويعتمد المبدأ الأساسي للتصوير المقطعي على إمكانية إعادة تشكيل التركيبات الداخلية للجسم بناءً على المعلومات التي تصل إلى الكواشف من عدة اتجاهات حول الجسم. استخدم العالم البريطاني هانسفيلد في عام 1972 المبدأ الرياضي الذي وضعه العالم رادون كورماك عام 1917 في إعادة تشكيل الصور المقطعية في التصوير الإشعاعي التشخيصي. تستند هذه الطريقة إلى تقسيم كل شريحة إلى عدة عناصر حجمية صغيرة تدعى (Voxel) ترتبط قيمة كل منها بدرجة توهينها للأشعة السينية.

يتألف جهاز التصوير المقطعي من طاولة متحركة يمكن التحكم بها عن بعد ومن حلقة دائرية الشكل (تدعى gantry) مثبت عليها بشكل متقابل كلٌ من أنبوب الأشعة ومصفوفة الكواشف الإشعاعية يتراوح عددها بين 700 و900 كاشف متوضعة على طول منحني الدائرة التي يقع مركزها في محرق أنبوب الأشعة. كما يزود الجهاز بلوحة تحكم ونظام حاسوبي وظيفته معالجة وإعادة تشكيل الصور وأرشفتها بصيغة رقمية.

خلال التصوير المقطعي، يتم إدخال المريض ضمن الحلقة ويدور أنبوب الأشعة مع الكواشف حول المريض بمقدار 360 درجة، يتم خلالها مسح شريحة رقيقة لمنطقة معينة من الجسم باستخدام حزمة على شكل مروحي من الأشعة السينية تغطي كامل جسم المريض. تكون استجابة الكواشف المقابلة لهذه الشريحة متناسبة مع مجموع معاملات التوهين الخطية لمكونات النسيج المارة عبرها فوتونات الأشعة السينية، وبعدها تنتقل البيانات من الكواشف إلى الحاسب. يدور أنبوب الأشعة والكواشف في أجهزة الأجيال التقليدية من التصوير المقطعي دورة كاملة حول المريض من أجل اقتباس صورة مقطعية واحدة ومن ثم يتم الانتقال إلى الصورة التالية. أما في الأجيال الحديثة فيكون دوران أنبوب الأشعة والكواشف في حول المريض بشكل حلزوني مؤدياً إلى اقتباس حجم كبير من المعطيات عن كامل المنطقة المصورة من الجسم وبالتالي تخفيض الزمن اللازم لإجراء المسح بشكل كبير مما يُمكّن من تصوير منطقة كبيرة من الجسم خلال حجز نفس واحد للمريض. تستطيع الماسحات المقطعية الحلزونية أيضاً من إعادة تشكيل صور ثلاثية الأبعاد للأعضاء وبدقة كبيرة، وتسمح الأجيال الحديثة منها بإجراء اقتباس لمجموعة من المقاطع عددها 4،6،8،16،32،64 مجتمعة عند كل دورة لأنبوب الأشعة حول الجسم وبالتالي زيادة سرعة عملية اقتباس الصورة والتخفيض من أثر حركة الأعضاء الداخلية عليها.

يتميز التصوير المقطعي بالمجال الواسع لتطبيقاته والتي تشمل كلاً من دراسات الدماغ، النخاع الشوكي، البطن، الحوض، الصدر، الرقبة، والجيوب الأنفية بالإضافة إلى الفحوص العظمية للأطراف وصور الأوعية الدموية باستخدام المادة الظليلة. ويساعد التصوير المقطعي في إجراء الخزع من الأنسجة المراد دراستها مخبرياً وذلك في التحديد الدقيق لمكان الخزع. ويستخدم التصوير المقطعي أيضاً كأداة إسعافية مهمّة خاصة في تحديد النزيف الدماغي أو البطني، فعلى سبيل المثال، وفي حالات السكتة الدماغية، يستخدم التصوير المقطعي لاستبعاد النزيف الدماغي قبل الشروع بمعالجة خثرات الأوعية الدموية، لذلك من الطبيعي تواجد جهاز تصوير مقطعي واحد على الأقل ضمن قسم الطوارئ في المشفى.



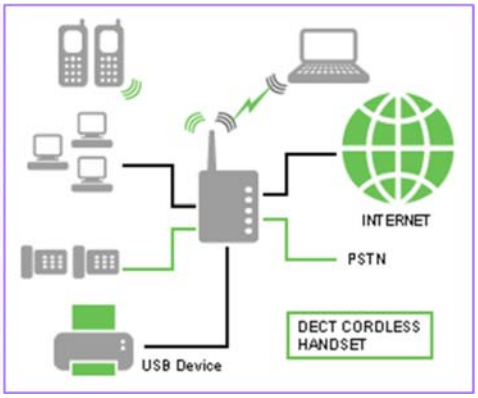
تستعمل بعض المواد الظليلة أيضاً في التصوير المقطعي وخاصة في دراسات البطن حيث يعطى المريض محلولاً عن طريق الفم لمادة ظليلة من مركبات الباريوم قبل فترة زمنية قصيرة من التصوير وذلك لتمييز أنسجة أعضاء الجهاز الهضمي عن الأنسجة المحيطة. كما يمكن إعطاء المادة الظليلة وريدياً (محلول يودي) من أجل زيادة تباين صور بعض أعضاء الجسم وتحسين ظهور الأوعية الدموية فيها كما في دراسات الصدر، البطن والبلعوم أو في دراسات الدماغ لتحسين مشاهدة صور أنسجته. وتُعدُّ المادة الظليلة الوريدية أساسية في التصوير المقطعي للأوعية الدموية لإظهارها بشكل متمايز عن العظام والأنسجة المحيطة بها. يمكن حقن كمية المادة الظليلة عند البدء بالتصوير وكذلك خلاله بشكل مستمر بواسطة حاقن آلي.

يُعدُّ التصوير المقطعي إجراءً غير تدخليّ وغير مزعج للمريض بالرغم من أنه قد يترافق ببعض الخوف الذي يتطلب قليلاً من الشرح لضمان حسن تعاون المريض خلال التصوير والحصول على نتائج مرضية. يوضح الشكل التالي نماذج عن الصور الإشعاعية المقطعية مع مساقطها المختلفة.

داعم الاتصالات اللاسلكية الرقمي/الترددات العالية (DECT)

تستعمل داعمات الاتصالات اللاسلكية الرقمية (DECT: DIGITAL ENHANCED CORDLESS TELECOMMUNICATIONS/ HIGH FREQUENCY) لإنشاء نظام اتصال لاسلكي قابل للتطبيق في المنازل وفي مواقع العمل؛ وكما وجد حديثاً لهذه التقنية استخدامات عملية فعالة في التحكم عن بعد في عدد من التطبيقات الصناعية أو الاستخدامات اليومية كأجهزة مراقبة الأطفال الرضع.

تعمل هذه الأنظمة عند ترددات من مرتبة الميغاهرتز، والتعرض للأمواج الصادرة عنها يقع في مجال الحقل البعيد بالمقارنة مع محطات الهاتف الخلوي وأجهزة الخلوي وشاشات العرض والذي يقع التعرض الناتج عن استخدامها ضمن مجال الحقل القريب (يرتبط الحد الفاصل (D) بين منطقتي الحقلين القريب والبعيد حول هوائي مرسل بطول الهوائي (l) وطول موجة الحقل الكهرطيسي الصادر (λ) من خلال العلاقة ($D=2.L/\lambda$)). وبالتالي، يكون التعرض البشري للترددات العالية عادةً منخفضاً باستخدام هواتف نظام داعم الاتصالات اللاسلكي الرقمي (DECT) بالمقارنة مع أجهزة الهاتف الخلوي؛ حيث تكون الطاقة المستهلكة لإرسال الإشارة في هذا النظام أقل منها في أنظمة الهاتف الخلوي، حيث المسافة بين الهاتف ومحطات الإرسال كبيرة.



تتميز الترددات العالية (HF) بالقدرة على اختراق جسم الإنسان (يتناسب عمق الاختراق عكساً مع التردد) وهي تسبب ارتفاع الحرارة في النسيج الحيوي المعرض. وعادةً، يقوم الجسم بتعديل ارتفاع الحرارة البسيط بالآلية نفسها التي تحدث عند القيام بنشاطات رياضية، فالتنظيم الذاتي للحرارة الداخلية للجسم أمر طبيعي وتلقائي. غير أنه، وعند سويات أعلى من حد معين (حد العتبة)، يؤدي التعرض للترددات العالية إلى ارتفاع الحرارة في الجسم قد تسبب آثاراً صحية هامة مثل تخرب النسيج (حروق) أو صدمة حرارية. أما في حالة التعرض للترددات المطبقة في نظام داعم الاتصالات اللاسلكي الرقمي يكون الارتفاع في حرارة النسج أقل من العتبة بكثير ولا تتأثر حرارة الجسم. أجريت العديد من الأبحاث حول الآثار الحادة والآثار طويلة الأمد الناجمة عن التعرض للترددات المرتفعة كتلك المستخدمة في نظام داعم الاتصالات اللاسلكي الرقمي ولم يصدر عنها دليل مباشر على وجود الأثر الصحي. فمعظم تلك الأبحاث كانت قد استنبطت نتائجها من مرجعيات ترتبط بالهاتف الخلوي ومحطات البث القاعدية الخاصة به حيث اعتبر أن هناك تشابه كبير في الأثر. على أية حال، كان الهدف المباشر للدراسات الوبائية هو دراسة خطر حدوث أورام في الرأس في جوار الأذن أو في الدماغ. لقد أظهرت بعض تلك الدراسات وجود ارتفاع طفيف في احتمال الإصابة بأورام الدماغ في عينات، ممن يستخدمون كثيراً الهاتف الخلوي؛ وقد درس على تلك العينات الأثر طويل الأمد للتعرض للترددات العالية الخاصة بشبكة الهاتف الخلوي، غير أنه، من المحتمل وجود خطأ كبير في تلك النتائج وضعف في دلائل إثباتها. هذا، ولم يعلن عن أي زيادة في احتمالية الاصابة بأورام الدماغ في تقارير العديد من الدراسات البحثية الطبية على مستخدمي الهاتف الخلوي؛ كما أن الدراسات المخبرية على الحيوانات والخلايا لم تتمكن من إثبات نتائج الدراسات الوبائية، ولم تتوصل تلك الأعمال إلى آلية بيوفيزيائية يمكن أن تشرح الأثر المسرطن المحتمل للتعرض طويل الأمد عند سويات إشعاعية منخفضة. إضافةً إلى ذلك، إن الخطر المتزايد الذي تبنته بعض الدراسات الوبائية لا يتوافق مع استقرار تردد حدوث تلك الأورام بين الناس. ولكن، لا بد من التنويه إلى أن لهذه النتائج اعتبارات هامة وخاصةً بعد الانتشار الواسع لاستخدام الهاتف الخلوي خلال العقدين الماضيين.

من ناحية أخرى، تجري العديد من الأعمال البحثية على العلاقة بين الحقول ذات الترددات العالية وبعض الأمراض مثل الصداع، ضعف الذاكرة، القلق، الوظائف الذهنية، الآثار القلبية، وغيرها، ولم تثبت تلك الأبحاث حتى الآن وجود أي أثر صحي مع ملاحظة وجود أثر بسيط على نشاط المخ قيس بواسطة التخطيط الدماغي الكهربائي (EEG). إن هذه الظاهرة الحيوية غير واضحة حتى الآن ولم تواكبها أي دراسة على آثارها الصحية كالقلق مثلاً. على أية حال، توصلت نتائج الأبحاث بأنه من غير المحتمل أن يرافق التعرض للحقول الكهرطيسية ذات الترددات العالية، عند سويات أقل من العتبة الحرارية، أية آثار صحية ضارة.

ولتجنب المخاطر الصحية المحتملة للتعرض طويل الأمد للحقول الكهرطيسية ذات الترددات العالية، يجب الالتزام بحدود ارتفاع الحرارة في الجسم والرأس الموصى بها عالمياً. وقد أوصت الهيئة الدولية للوقاية من الأشعة غير المؤينة (ICNIRP) بأن توضع حدود للتعرض مرتبطة بامتصاص طاقة الأمواج الكهرطيسية عالية التردد في الرأس والجسم المعبر عنه بمقدار معدل الطاقة النوعية الممتصة (SAR) والذي يرتبط بارتفاع الحرارة. إن هذه الحدود والتوصيات في تعديل مستمر وفقاً لما يرد إلى الهيئة الدولية ICNIRP من معلومات جديدة ونتائج أبحاث مستمرة تجري حول العالم.

ضبط جودة أجهزة التصوير بالأشعة السينية

يوجد العديد من الأجهزة الطبية التي تستعمل الأشعة السينية للحصول على معلومات تشخيصية لتحديد آفات مرضية ضمن البنية التشريحية الداخلية للمريض. يعتمد المبدأ العام لهذه الأجهزة على الحصول على خيال واضح على الصورة الإشعاعية أو على شاشة التنظير أو على شاشة تلفزيونية. ويفضل أطباء الأشعة الحصول على "خيال" ذي نوعية مثالية ليكون التشخيص، المبني على قراءة هذا الخيال، سليماً؛ وفي بعض الأحيان يكون لديهم القدرة على استنتاج بعض المعلومات المفيدة من خيال رديء النوعية ولكن يبقى هناك احتمال أو شك في أن يكون التشخيص خاطئاً! أما في حال كان الخيال رديئاً جداً فحينها يرفض أطباء الأشعة الصورة ويطلبون إعادتها مما يؤدي إلى تعريض المريض المعاد تصويره إلى جرعة إشعاعية زائدة غير مبررة؛ ناهيك عن زيادة تعريض العاملين وزيادة في التكلفة الاقتصادية (استهلاك أفلام، استهلاك في عمر أنبوب الأشعة،...) وهدر للوقت!

لذلك، يجب مسبقاً تحديد شروط الصورة الإشعاعية الجيدة من خلال إجراء اختبارات ضبط جودة دورية لكافة أجهزة التشخيص الإشعاعي وملحقاتها (مثل: الغرفة المظلمة، وجهاز تحميض الأفلام،...).

في هذا الإطار، يقوم فريق مختص من العاملين في هيئة الطاقة الذرية بإجراء اختبارات ضبط الجودة لأجهزة التصوير بالأشعة السينية في القطر للتأكد من جودة أدائها ومطابقتها للمواصفات الفنية وللمعايير الوطنية التي أقرتها الهيئة في عام 2015.

وتتضمن اختبارات ضبط الجودة أجهزة التصوير والتنظير الإشعاعي العديد من الإجراءات للوقوف على حسن أداء هذه الأجهزة من خلال اختبار عدد من المتغيرات مثل الكيلوفولت، والميلي أمبير، والمؤقتة الزمنية، وثباتية الخرج الإشعاعي...إلخ، والتي يمكن أن تؤثر على نوعية الخيال الإشعاعي سلباً في حال وجود فروقات أكبر من الحدود المسموح بها في التوصيات المعتمدة.

ومن جهة ثانية، إن إجراء اختبارات ضمان الجودة لهذه الأجهزة يساعدنا في معرفة الأعطال الموجودة في الجهاز، و يتوجب حينها على مالك الجهاز القيام بإصلاحها وتلافي الحصول على صورة إشعاعية رديئة مما يساهم في: 1) تحسين نوعية الخيال في الصورة الإشعاعية وبالتالي إعطاء طبيب الأشعة وسيلة مناسبة لتشخيص صحيح، 2) تخفيض التعرض الإشعاعي للمريض إلى أدنى حد ممكن مع الحصول على المعلومة التشخيصية المطلوبة، 3) تجنب التعرض غير المبرر للمرضى وللعاملين من خلال الاكتفاء بأخذ صورة إشعاعية واحدة ذات مواصفات جيدة، 3) الحد من الهدر والكلفة الاقتصادية.

وقد قامت مجموعة ضبط الجودة في الهيئة بإجراء الكثير من عمليات ضبط الجودة للأجهزة الموجودة في القطر ونشرت مقالات علمية عن التطور الحاصل في هذا المجال. يظهر الجدول التالي دراسة إحصائية خلال فترتين زمنيتين ويبدو جلياً التحسن الهام والذي وصل إلى حوالي 50% في الفترة الثانية وأُرجع ذلك إلى وجود أجهزة تصوير حديثة في الفترة الثانية والأهم هو تأسيس السلطة الرقابية الوطنية في سورية في عام 1998 والتي أدخلت وطبقت بشكل تدريجي متطلبات ضبط جودة أجهزة التصوير بالأشعة السينية وجعلتها جزءاً من إجراءات الترخيص.

المتغير	نسبة غير المقبول إلى الكلي%		الفرق	نسبة التحسن (الفترة1- الفترة2)/الفترة1
	الفترة 1 1986-1998	الفترة 2 1999-2005		
دقة الجهد العالي	20.8	12.6	8.2	39.3
دقة المؤقت الزمني	11.4	9.1	2.3	20.0
البقعة المحرقية الكبيرة	46.7	14.1	32.6	69.8
أبعاد البقعة المحرقية الصغيرة	63.1	15.0	48.1	76.2
mR/mAs الخرج الإشعاعي	34.2	33.7	0.5	1.6
ثبوتية الخرج الإشعاعي	4.7	4.2	0.5	10.7
الترشيح(ملم ألمنيوم)	18.8	2.1	16.7	88.8
تحديد الحزمة الإشعاعية	24.4	13.7	10.7	43.8
ناظمية الحزمة الإشعاعية	10.8	5.4	5.5	50.4
المتوسط	26.1	12.2		53.2

"دراسة مقارنة لضبط الجودة في التشخيص الإشعاعي" د. محمد حسان خريطة، محمد خضر، كرم ونوس، 2008.

أثر الغذاء الصحي في الوقاية من الآثار البيولوجية للأشعة المؤينة

بصرف النظر عن طبيعة الإشعاع المؤين (جسيمات مشحونة أو غير مشحونة)، وعن آلية تأيينه لذرات وجزيئات المادة (بشكل مباشر أو غير مباشر)، يؤدي تعرض ذرات وجزيئات النسيج الحيوي للأشعة المؤينة، إلى تشكل الجذور الحرة وأكسدة الجزيئات الحيوية داخل الخلايا. والجذور الحرة هي مواد كيميائية نشطة جداً وعمرها قصير جداً (من رتبة الميللي ثانية)، وهي قادرة أن تسبب أذى للخلية. وهي موجودة بشكل طبيعي في الخلايا الحية ولها دور مهم في التفاعلات الاستقلابية الحيوية. لكن عندما تتواجد بتراكيز مرتفعة تكون الجذور الحرة خطرة على الجسم، وسبباً للضرر التأكسدي لجميع مكونات الخلية (بما في ذلك الحمض النووي DNA، البروتينات واللبيدات) التي من الممكن أن تتحول بدورها إلى جذور حرة، وأن تدخل في تفاعل متسلسل لأكسدة الجزيئات المجاورة. الأمر الذي يؤدي إلى تشكل السرطانات وأمراض أخرى.

يعود الضرر الحيوي المحدد للأثر البيولوجي للأشعة المؤينة بحسب الفرضية إلى الضرر التأكسدي الناتج عن هذه الجذور الحرة (المتشكلة خلال فترة لا تتجاوز 5 ميلي ثانية بعد تعرض الجزيئات البيولوجية داخل الخلية للأشعة المؤينة). أتى الدليل القاطع على صحة هذه الفرضية من نتائج تجارب التحكم بمضادات الأكسدة (الثيؤولات، سوبر أكسيد ديسميوتاز، منقي جذور الهيدروكسيل ومستقلبات بيروكسيد الهيدروجين ...) عند التشعيع الذي يؤثر في تفاعلات الجذور الحرة، وبالتالي التحكم بالضرر التأكسدي المتعلق بها. بالإضافة إلى ذلك، وجد أن الخلايا والنسج الحية تستجيب للتشعيع بزيادة اصطناع مضادات الأكسدة الخلوية، وأن زيادة تركيز مضادات الأكسدة في الخلية هي "بالفرضية" التكيف الخلوي للأشعة المؤينة.

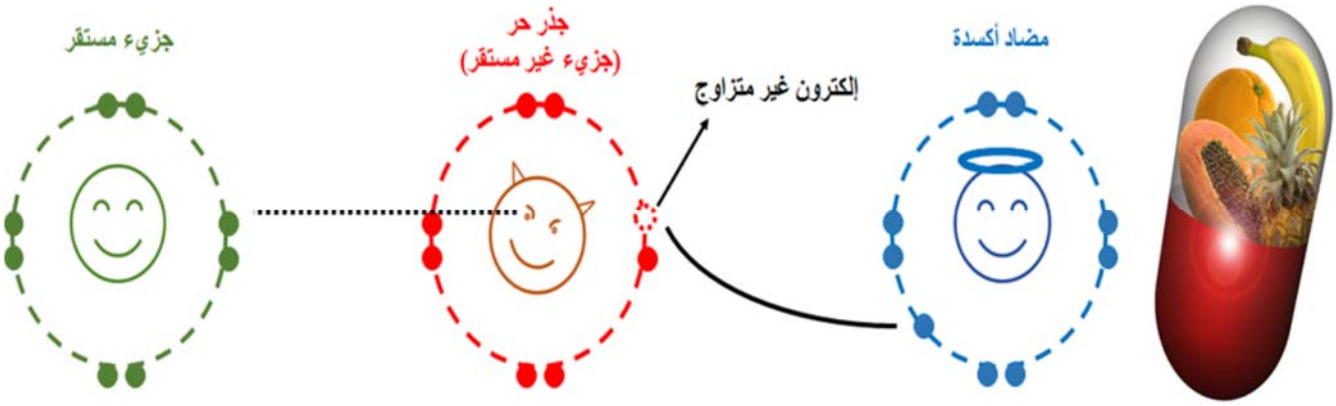
إذاً مضادات الأكسدة هي العناصر الدفاعية الخلوية المساعدة على تكيّف الخلايا مع البيئة الإشعاعية، والحارس الأمين للمحافظة على مناعتها للأثر البيولوجي للأشعة المؤينة.

فما هي مضادات الأكسدة، وما هي آلية عملها، وكيف يمكن الحصول عليها؟

من اسمها، مضادات الأكسدة هي جزيئات تثبط أكسدة جزيئات أخرى ضمن الخلية.

أما عملية الأكسدة فهي التفاعل الكيميائي الذي يُنتج الجذور الحرة التي تولد سلسلة من تفاعلات الأكسدة والتي تسبب الضرر للخلية. وتعمل مضادات الأكسدة مثل الثيؤولات والغولاتاثيون وفيتامين C على إيقاف هذه التفاعلات. تصنف مضادات الأكسدة في مجموعتين: الأولى مركبات كيميائية صناعية يتم إضافتها لمواد أخرى لتمنع أكسدتها. والثانية مركبات كيميائية طبيعية موجودة في الطعام وأنسجة الجسم تساهم بالحفاظ على صحة الجسم. حيث يمكن للخلايا أن تصنع داخلياً بعض مضادات الأكسدة كالغلوتاثيون والأنزيمات المضادة للأكسدة (مثل الكاتالاز وسوبر أكسيد ديسميوتاز)، أو أن تحصل عليها من الغذاء (الفواكه والخضار) مثل فيتامين A، فيتامين C وفيتامين E وذلك للحفاظ على سوية أكسدة متوازنة في الخلية. ومن هنا ظهرت مضادات الأكسدة كمكملات تجارية انتشر استخدامها بين العامة بكثرة. إلا أن دراسات مختلفة وجدت أن هذه المكملات الصنعية غير نافعة في كثير من الحالات، بل من الممكن أن تتسبب بأمراض أخرى، لا يكون لهذه المكملات التوافر البيولوجي ذاته لتلك الموجودة في الطبيعة. كما أن تنوع مضادات الأكسدة الموجودة في الطبيعة إن كان يدل على شيء فإنما يدل على أن كل نوع له وظائفه التي يمكن له القيام بها، لذلك لا يمكن استخدام نوع من مضادات الأكسدة ليقوم بعمل مضادات أخرى.

لذلك يبقى الحصول على مضادات الأكسدة من الطبيعة هو الطريقة الفعالة. وقد ظهر عدد من الأطباء الذين أعلنوا صراحةً بأن الحصول على الغذاء الصحي الطبيعي لا يقي فقط من الأمراض، إنما هو السبيل أيضاً لمعالجة الأمراض المختلفة ومن بينها السرطانات المختلفة. وقد سبق لأمير الأطباء ابن سينا أن قال قبل ما يقارب 1000 عام: "اعدل عن الدواء الى الغذاء".



حدود الجرعات في التعرضات الإشعاعية المختلفة

نصت القواعد التنظيمية العامة للوقاية الإشعاعية وأمان المصادر الأشعة وأمنها المرافقة المنفذة لأحكام المرسوم التشريعي رقم /64/ تاريخ 3/8/2005 فيما يخص حدود الجرعة المعتمدة في الجمهورية العربية السورية للتعرضات المختلفة على:

حدود الجرعة في التعرض المهني

أ. يقيد التعرض المهني للعاملين بالحدود التالية:

(1) جرعة فعّالة قدرها 20 ميلي سيفرت في السنة.

(2) يسمح في ظروف خاصة بجرعة فعالة حتى 50 ميلي سيفرت في سنة واحدة على ألا يتجاوز متوسط الجرعة الفعّالة عبر خمس سنوات متعاقبة 20 ميلي سيفرت في السنة.

(3) جرعة مكافئة تتلقاها عدسة العين قدرها 150 ميلي سيفرت في السنة.

(4) جرعة مكافئة تتلقاها البشرة أو الأطراف قدرها 500 ميلي سيفرت في السنة.

ت. بالنسبة للذين تتراوح أعمارهم بين السادسة عشرة والثامنة عشرة وقد يتعرضون للإشعاع من خلال التدريب أو الدراسة، فيجيب تقييد تعرضهم المهني بحيث لا يتجاوز الحدود التالية:

(1) جرعة فعالة قدرها 6 ميلي سيفرت في السنة.

(2) جرعة مكافئة تتلقاها عدسة العين قدرها 50 ميلي سيفرت في السنة.

(3) جرعة مكافئة تتلقاها البشرة أو الأطراف قدرها 150 ميلي سيفرت في السنة.

ث. بالنسبة للعاملة الحامل: يقيد تعرض العاملة الحامل بحيث لا تتجاوز الجرعة المكافئة لسطح البطن خلال الفترة الممتدة من إعلانها حملها إلى حين انتهائه 2 ميلي سيفرت، وبحيث لا يتجاوز الاندخال خلال الفترة نفسها جزءاً من عشرين (1/20) من حدود الاندخال السنوية ALI المعتمدة من قبل الهيئة.

حدود الجرعة في تعرض الجمهور

يراعى ألا تتجاوز الجرعات المتوسطة التي تتلقاها المجموعة الحرجة والناجمة عن الممارسات كافة أياً من الحدود التالية:

(1) جرعة فعّالة قدرها 1 ميلي سيفرت في السنة.

(2) يسمح في ظروف خاصة بجرعة فعالة حتى 5 ميلي سيفرت شريطة ألا يتجاوز متوسط الجرعة الفعّالة عبر خمس سنوات متعاقبة 1 ميلي سيفرت في السنة.

(3) جرعة مكافئة تتلقاها عدسة العين قدرها 15 ميلي سيفرت في السنة.

(4) جرعة مكافئة تتلقاها البشرة أو الأطراف قدرها 50 ميلي سيفرت في السنة.

حدود جرعة مساعدي المرضى

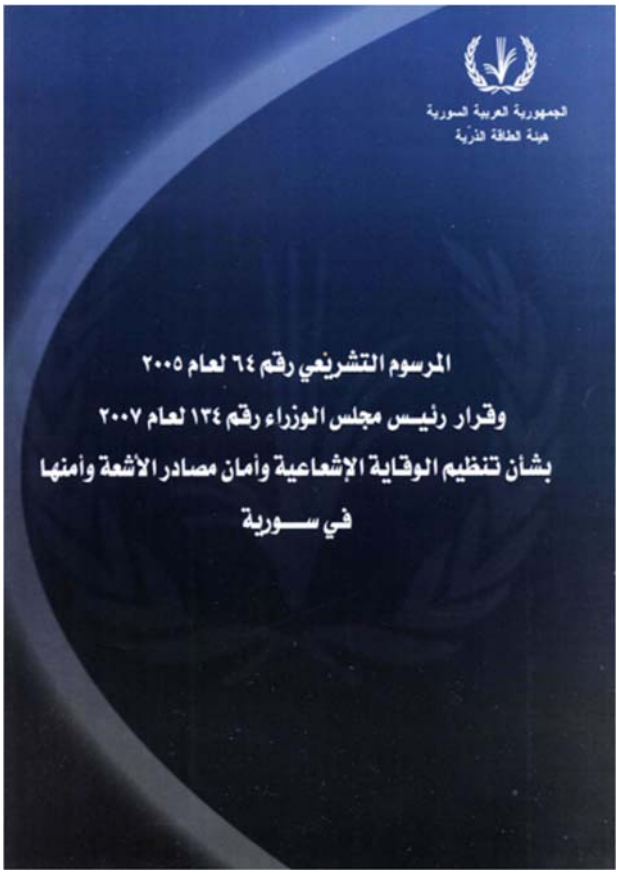
يقيد تعرض الأشخاص الذين يقومون بزيارة المرضى أو بمساعدتهم طوا—عية – وليس من خلال عملهم أو وظيفتهم – بالحدود التالية:

(1) 5 ميلي سيفرت خلال فترة التشخيص لأي مريض أو خلال علاجه.

(2) بالنسبة للزوار الأطفال: يجب تقييد الجرعة إلى اقل من 1 ميلي سيفرت.

قيد جرعة الجمهور

يعتمد قيد جرعة للجمهور مقداره 300 ميكرو سيفرت في السنة.



شارك في هذا العدد:

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

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