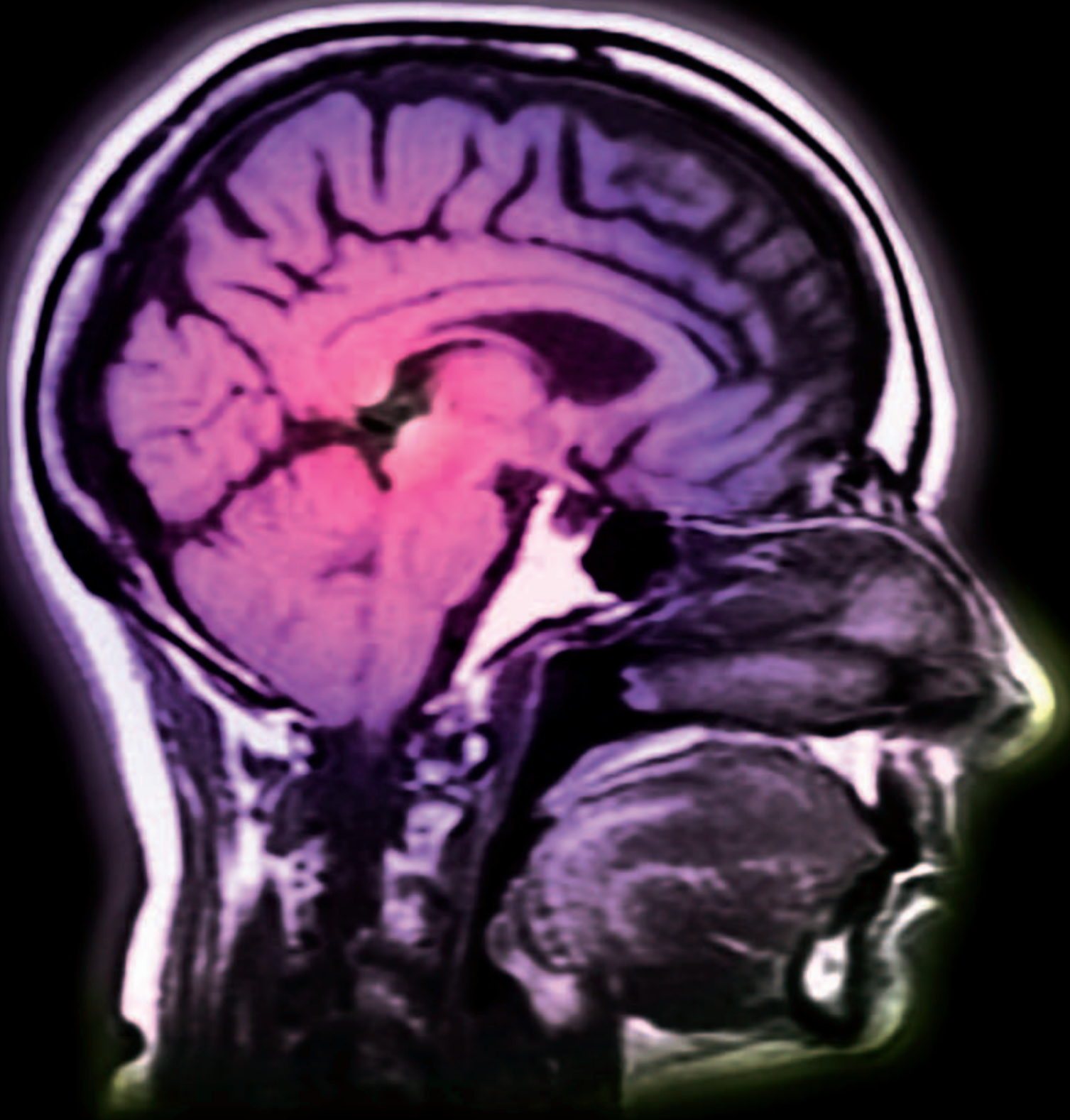


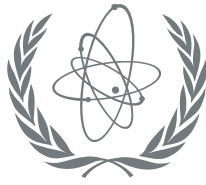
# IAEA BULLETIN

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية

العدد ٥٥ - ٤ - كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٤ • [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)



الطبّ الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية:  
تقنيات التشخيص والمعالجة



## الوكالة الدولية للطاقة الذرية

تكمّن مهمة الوكالة الدولية للطاقة الذرية في منع انتشار الأسلحة النووية ومساعدة كل البلدان – لاسيما في العالم النامي – على الاستفادة من استخدام العلوم والتكنولوجيا النووية استخدامًا سلميًّا وأمونيًّا.

وقد تأسست الوكالة بصفتها منظمة مستقلة في إطار الأمم المتحدة في عام ١٩٥٧، وهي المنظمة الوحيدة ضمن منظومة الأمم المتحدة التي تملك الخبرة في مجال التكنولوجيا النووية. وتساعد مختبرات الوكالة المتخصصة الفريدة من نوعها على نقل المعارف والخبرات إلى الدول الأعضاء في الوكالة في مجالات مثل الصحة البشرية والأغذية والمياه والبيئة.

وتقوم الوكالة كذلك بدور المنصة العالمية لتعزيز الأمن النووي. وقد أسست الوكالة سلسلة الأمن النووي الخاصة بالمنشورات الإرشادية المتوافق عليها دولياً بشأن الأمن النووي. كما تركز أنشطة الوكالة على تقديم المساعدة للتقليل إلى الحد الأدنى من مخاطر وقوع المواد النووية وغيرها من المواد المشعة في أيدي الإرهابيين أو خطر تعرض المرافق النووية لأعمال كيدية.

وتوفّر معايير الأمان الصادرة عن الوكالة نظاماً لمبادئ الأمان الأساسية، كما تجسّد توافقاً دولياً في الآراء حول ما يشكّل مستوى عالياً من الأمان لحماية الناس والبيئة من التأثيرات الضارة للإشعاعات المؤيَّنة. وقد وضعت معايير الأمان الصادرة عن الوكالة لتطبيقها في جميع أنواع المرافق والأنشطة النووية التي تُستخدم للأغراض السلمية، وكذلك لتطبيقها في الإجراءات الوقائية الرامية إلى تقليص مخاطر الإشعاعات القائمة.

وتتحقّق الوكالة أيضاً، من خلال نظامها التفتيشي، من امتثال الدول الأعضاء للالتزامات التي قطعها على نفسها بموجب معاهدة عدم انتشار الأسلحة النووية وغيرها من اتفاقات عدم الانتشار، والمتمثلة في عدم استخدام المواد والمرافق النووية إلا للأغراض السلمية.

وعمل الوكالة متعدد الجوانب، وتُشارك فيه طائفة واسعة ومتنوعة من الشركاء على الصعيد الوطني والإقليمي والدولي. وتحدّد برامج الوكالة وميزانياتها من خلال مقررات جهازي تقرير السياسات بها – أي مجلس المحافظين المؤلف من ٣٥ عضواً والمؤتمّر العام الذي يضم جميع الدول الأعضاء.

ويوجد المقر الرئيسي للوكالة في مركز فيينا الدولي. كما توجد مكاتب ميدانية ومكاتب اتصال في جنيف ونيويورك وطوكيو وتورونتو. وتدير الوكالة مختبرات علمية في كلٍّ من موناكو وزايرسدورف وفيينا. وعلاوةً على ذلك، تدعم الوكالة مركز عبد السلام الدولي للفيزياء النظرية في تريستي بإيطاليا وتوفر له التمويل اللازم.



# IAEA BULLETIN

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية  
www.iaea.org/bulletin • كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٤ • العدد ٥٥ - ٤



الطب الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية:  
تقنيات التشخيص والمعالجة

تصدر مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية

عن مكتب الإعلام العام والاتصالات  
الوكالة الدولية للطاقة الذرية

وعنوانها: P.O.Box 100, A-1400 Vienna, Austria

الهاتف: ٢٦٠٠-٢١٣٧٠ (٤٣-١)

الفاكس: ٢٦٠٠-٢٩٦١٠ (٤٣-١)

البريد الإلكتروني: [iaebulletin@iaea.org](mailto:iaebulletin@iaea.org)

المحررة: آبه ديكتيت

التصميم والإنتاج: ريتو كين

مجلة الوكالة متاحة

< على الإنترنت على العنوان: [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

< وفي شكل تطبيق على الموقع: [www.iaea.org/bulletinapp](http://www.iaea.org/bulletinapp)

يمكن بحرية استخدام مقتطفات من مواد الوكالة التي تتضمنها مجلة الوكالة في مواضع أخرى، شريطة الإشارة إلى المصدر. وإذا كان مبيّناً أنّ الكاتب من غير موظفي الوكالة، فيجب الحصول من الكاتب أو من المنظمة المصدرة على إذن بإعادة النشر، إلا إذا كان ذلك لأغراض العرض.

ووجهات النظر المُعرَّب عنها في أي مقالة موقّعة واردة في مجلة الوكالة لا تُمثّل بالضرورة وجهة نظر الوكالة الدولية للطاقة الذرية، ولا تتحمّل الوكالة أي مسؤولية عنها.

صورة الغلاف:

يسهم الطب الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية في تشخيص ومعالجة الأمراض وغيرها من حالات المشاكل الصحية.

(مصدر الصورة: Photodisc)

يُمكن الاطلاع على هذه الطبعة على أجهزة آي باد



# المحتويات

مجلة الوكالة الدولية للطاقة الذرية، العدد ٥٥ - ٤ - كانون الأول/ديسمبر ٢٠١٤

- ٣ تحسينُ الصِّحةِ العموميَّةِ بفضلِ الطبِّ الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية  
يوكيا أمانو، المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية
- ٥ الإشعاعاتُ والتَّوَيِّداتُ المشعَّةُ في الطبِّ  
لمحة عامة موجزة عن الطبِّ النووي والعلاج الإشعاعي  
نيكول جاويرث، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ٨ سبعةُ أمورٍ ينبغي معرفتها عن النظائر المشعَّة  
ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ١٠ ماذا يكمنُ في الباطن  
استخدامُ المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لكشف وتحديد الأمراض الكامنة داخل الجسم البشري  
نيكول جاويرث، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة، بالتعاون مع قسم منتجات النظائر المشعَّة  
وتكنولوجيا الإشعاعات، إدارة العلوم والتطبيقات النووية في الوكالة
- ١٤ تكوينُ صورةٍ واضحةٍ عن التصوير الطبي  
مايكل أمدي ميدسن، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ١٦ ضمان الأمان والدقة في الطبِّ الإشعاعي  
دور الفيزيائيين الطبيين  
آبها ديكسيت، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ١٨ تحديثُ مختبر إنتاج النظائر المشعَّة في مركز لا رينا النووي في شيلي  
المفوضية الشيلية للطاقة النووية
- ٢٠ استخدامُ المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لإدارة تقنيات علاج السرطان الفعَّالة من حيث التكلفة  
آبها ديكسيت، مكتب الإعلام العام والاتصالات، بالتعاون مع قسم منتجات النظائر المشعَّة والتكنولوجيا  
الإشعاعية، إدارة العلوم والتطبيقات النووية في الوكالة الدولية للطاقة الذرية
- ٢١ مساعدةُ قلبك بالتصوير الطبي النووي  
مايكل أمدي ميدسن، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ٢٤ إذكاء الوعي، وبناء علاقات الشراكة، وحشد الموارد من أجل تشخيص السرطان ومعالجته:  
دورُ شعبة برنامج العمل من أجل علاج السرطان  
خوزيه أوتيارولا - سيلسكي، شعبة برنامج العمل من أجل علاج السرطان التابعة للوكالة
- ٢٧ طبُّ جيِّد، صحَّةٌ جيِّدةٌ  
الوكالة الدولية للطاقة الذرية تُعنى بتعزيز وقاية المرضى والمهنيين الصحيين من الإشعاعات  
ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة

- ٢٩ التقليل من المخاطر المحتملة من المصادر المشعة المختومة في الطب  
مقالة مستنسخة من المنشور عن المصادر المشعة المختومة - معلومات وموارد ومشورة للأفرقة الرئيسية  
بشأن منع فقدان السيطرة على المصادر المشعة المختومة - شعبة الأمان الإشعاعي وأمان النقل وأمان النفايات،  
تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٣
- ٣١ الوكالة الدولية للطاقة الذرية تعمل على تحسين قدرات الدول الأعضاء في هندسة النُجج  
ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ٣٣ استخدام آليات توكيد الجودة لتحسين رعاية المرضى  
ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة
- ٣٤ التدريب العابر للقارات:  
الوكالة تطلق منصتها الإلكترونية للتعلم والتدريب بالمساعدة المباشرة عن بُعد - "داتول"  
عمر يوسف، إدارة التعاون التقني في الوكالة
- ٣٦ التفاتة إلى الوراء - لمحات بارزة من المؤتمر العام الثامن والخمسين للوكالة الدولية للطاقة الذرية  
نيكول جاويرث، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة



# تحسينُ الصِّحةِ العموميةِ بفضلِ الطبِّ الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية

كما نساعد على ضمان تلقّي الموظفين الطبيين والتقنيين التدريبَ الذي يحتاجون إليه للقيام بعملهم على نحو فعال. ونحن نعمل بتعاون مع البلدان على ضمان إدماج خدمات العلاج الإشعاعي ضمن إطار برنامج شامل مستدام لمكافحة السرطان.

وهذا عمل هام جداً، لأنّ الاضطلاع بالعمل اللازم لمكافحة السرطان هو حاجة عاجلة، إذ يقدر أنه بحلول عام ٢٠٢٠، سوف يبلغ عدد الأناص اللذين يقضون نحبهم من جراء هذا المرض ١٠ ملايين شخص في كل عام.

والوكالة الدولية للطاقة الذرية لا تزال تعمل على نشر البرامج المعنية بالعلاج الإشعاعي والطب النووي في زهاء ١٣٠ بلداً من البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. وفي الثماني سنوات الماضية فحسب، أرسلنا أفرقة اختصاصية من أجل تقييم القدرات الخاصة بمكافحة السرطان إلى أكثر من ٦٥ دولة عضواً.

وقد أحرز تقدّم في مكافحة السرطان في كثير من البلدان النامية في غضون العقود الزمنية الأخيرة. ولكن التحديات تظل ضخمة في هذا الصدد. ولا تزال هنالك احتياجات إلى حوالي ٥٠٠٠ آلة علاج إشعاعي من أجل توفير المعالجة الشفائية والتخفيفية لمرضى السرطان في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. وهذه المعالجة مطلب حيوي، وذلك من أجل الشفاء من هذا المرض، حيثما أمكن، ومن أجل توفير سُبل التخفيف من الآلام على حدّ سواء. وما زالت الوكالة تعكف على إعداد المبادرات الرامية إلى التصدي لهذه القضية.

وحرصاً على قيام مرافق العلاج الإشعاعي الموجودة من قبل بتقديم أفضل ما يمكن من خدمات العلاج والرعاية الصحية، فإنّ شعبة الصحة البشرية لدينا توفّر المساعدة في القيام بمراجعات تدقيقية شاملة للممارسات المتبعة في العلاج الإشعاعي. وهذه العمليات التدقيقية تساعد في تعزيز ثقة الدول الأعضاء بأنّ مرافقها تقدّم أفضل ما يمكن من خدمات المعالجة. وقد قدّمت الوكالة المساعدة أيضاً إلى الدول الأعضاء في مواجهة مخاطر النقص في النظائر الطبية، التي ظهرت في السنوات الماضية.

وأما بخصوص الحالات المرضية الأخرى، ومنها الأمراض القلبية، فإنّ تقنيات الطبِّ الإشعاعي عموماً، والتصوير الإشعاعي

يزداد اليوم شيوع انتشار الأمراض غير المتناقلة بالعدوى، كالسرطان واضطرابات القلب والأوعية الدموية في جميع أنحاء العالم، بما في ذلك في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل.

وإنّ تنامي عدد الأشخاص الذين يعانون هذه الحالات المرضية بات يلقي بعبء مهجد على كاهل البلدان النامية، التي كثيراً ما تفتقر إلى الموارد اللازمة لتشخيص هذه الحالات المرضية وعلاجها على نحو فعّال. ويتوفى كثير من الناس من جرّاء أمراض كان من شأنها أن تكون قابلة للعلاج لو أنهم كانوا يعيشون في بلدان تتميز بنظم رعاية صحية متقدّمة. وهذه مأساة إنسانية كبرى.



الوكالة تؤدّي دوراً هاماً في الحفاظ على أعلى مستويات معايير الأمان لدى استخدام التقنيات الإشعاعية. وهذا يشمل وقاية الموظفين المعنيين بتطبيق هذه الطرائق الإجرائية من التعرّض للإشعاعات، والحرص على تلقّي المرضى الجرعة الصحيحة من الإشعاعات.

وهذا العدد من نشرات الوكالة الدولية للطاقة الذرية يقدم نظرة متعمّقة في ما تفعله الوكالة من أجل المساعدة في هذا الصدد.

أما فيما يتعلق بالسرطان، فنحن نساعد البلدان على إنشاء أو تعزيز مراكز علم الأورام وعلاجها الإشعاعي، وعلى بناء القدرات في الطبِّ النووي لأغراض تشخيص الأمراض.



العام والخاص المعنية بالابتكارات تؤدي دوراً هاماً في هذا الصد.

وإننا ندعم اتّباع نهج كلي في مجال الصحة العمومية بغية بلوغ الهدف المتوخى في كفاءة تمكّن البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل، على وجه الخصوص، من إنشاء نظم رعاية صحية شاملة، مزوّدة بالموظفين المدربين والمعدات الوافية بالغرض، من أجل توفير خدمات الكشف المبكر والتشخيص في الوقت المناسب والمعالجة الفعالة للأمراض غير المتناقلة بالعدوى، وكذلك توفير خدمات الرعاية التيسينية للألام.

وإنّ تعزيز أنشطة الوكالة في مجال الصحة البشرية هو أولوية عليا لدي بصفتي المدير العام للوكالة. ولسوف تظل الوكالة ملتزمة بالقيام بكل ما يمكنها من أجل التقليل من المعاناة التي يسببها السرطان وغيره من الأمراض غير المتناقلة بالعدوى.

يوكيا أمانو، المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية

والطب النووي خصوصاً، كلها تؤدي دوراً هاماً للغاية في الرعاية الصحية للمرضى.

وإنّ الطب الإشعاعي يمكّن الأطباء من ملاحظة أداء الوظائف العضوية (الفيزيولوجية) والنشاط الأيضي (الاستقلابي) داخل الجسم البشري، وكذلك من التعلّم أكثر فأكثر عن صحة فرادى الأعضاء في الجسم.

كما تؤدي الوكالة دوراً هاماً في كفاءة الحفاظ على مستويات معايير الأمان لدى استخدام التقنيات الإشعاعية. وهذا يشمل وقاية الموظفين المعنيين بتطبيق هذه الطرائق الإجرائية من التعرّض للإشعاعات، والحرص على تلقّي المرضى الجرعة الصحيحة من الإشعاعات.

وتعمل الوكالة بتعاون وثيق مع شركاء، مثل منظمة الصحة العالمية، على تعزيز قدرات البلدان النامية على تشخيص الأمراض غير المتناقلة بالعدوى وعلى معالجتها. كذلك فإنّ الشبكات الخاصة بالتدريب والإرشاد والشراكات بين القطاعين

في الأعلى: أثناء زيارة رسمية إلى كوستاريكا في عام ٢٠١٣، تقديم إيجاز إعلامي للمدير العام أمانو عن عمل مركز العلاج الإشعاعي في مستشفى مكسيكو.

في الأسفل: تُعرّض على المدير العام أمانو المعدات المتوافرة في مركز الطب النووي وعلاج الأورام في مستشفى باخ ماي في فييت نام، أثناء زيارة رسمية في عام ٢٠١٤. (مصدر الصور: سي. برادي/الوكالة)





# الإشعاعات والنويدات المشعة في الطب

## ملحة عامة موجزة عن الطب النووي والعلاج الإشعاعي



في

القرنين الماضيين، شهد ميدان الطب منجزات تقدّم لا سابقة لها. فإلى جانب اكتشافات مثل لقاحات الجدري، والمضادات الحيوية فإن اكتشاف الإشعاعات والنويدات المشعة لاستخدامها في الطب أدى إلى خيارات أكثر تنوعاً وفعالية في مجالات الوقاية والتشخيص والمعالجة بخصوص كثير من الحالات المرضية.

فإن أمراضاً مثل السرطان التي كانت تُعتبر عصبية على التدبّر ومميّته يمكن الآن تشخيصها في وقت مبكر، وكذلك معالجتها بمزيد من الفعالية باستخدام تقنيات نووية، مما يتيح للمرضى خياراً في محاربة المرض، ويتيح بالنسبة للكثيرين فرصة بالغة الأهمية للشفاء. وهذه الطرائق باتت الآن أكثر أهمية من أي وقت مضى، لأن أمراضاً عالية معدّل الوفيات كالسرطان أو أمراض الأوعية القلبية أخذت الآن في التفاقم وأصبحت من ضمن الأخطار المهدّدة للصحة على الصعيد العالمي.

وقد عملت الوكالة الدولية للطاقة الذرية طيلة أكثر من ٥٠ عاماً على الترويج لاستخدام التقنيات النووية في الطب، بالتعاون في العمل مع دولها الأعضاء ومنظمات أخرى من خلال المشاريع والبرامج والاتفاقات. والهدف الذي ترمي إليه الوكالة هو مساعدة الدول الأعضاء على بناء قدراتها في هذا الميدان من أجل دعم توفير خدمات الرعاية الصحية الجيدة النوعية في جميع أنحاء العالم، وخصوصاً في البلدان النامية. ومنذ أن بدأت الوكالة عملها في مجال الصحة البشرية،

أصبح استخدام التقنيات النووية في الطب واحداً من أوسع التطبيقات السلمية للطاقة الذرية انتشاراً.

ويركّز منشور الوكالة بعده هذا الصادر في كانون الأول/ديسمبر على أعمال الوكالة في مجال الطب الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية. وقبل الانهماك في قراءة عدد هذا الشهر، نقدّم هنا ملحة إجمالية عن الموضوعين المحوريين الرئيسيين في العدد، وهما: الطب النووي والعلاج الإشعاعي.

## الطب النووي

الطب النووي هو ميدان يُستخدم فيه مقدار نَزْر من المواد المشعّة، التي تُسمى النظائر المشعّة، لأغراض تشخيص ومعالجة كثير من الحالات المرضية، مثل أنواع معيّنة من أمراض السرطان والأعصاب والقلب.

## تقنيات التشخيص في الطب النووي

في ميدان الطب النووي، تُستخدم النويدات المشعّة من أجل توفير معلومات تشخيصية عن الجسم. والتقنيات المستخدمة في هذا الميدان يمكن تقسيمها إلى فئتين من الطرائق الإجرائية، هما: في المختبر وفي الجسم الحي.

## في المختبر

تؤدى الطرائق الإجرائية التشخيصية في المختبر خارج الجسد، وذلك مثلاً في أنابيب الاختبار أو في وعاء زرع عيّنات

بفضل اكتشاف الإشعاعات والنويدات المشعّة لأغراض استخدامها في الطب، أُتيح للأطباء الآن المزيد من الخيارات المتنوعة في أساليب الوقاية والتشخيص والعلاج الفعالة لمرضها على المريض. (مصدر الصور: آر. كوفينكو/الوكالة)



آلة تصوير بأشعة غاما تتبّع مسار المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية وتكشفها داخل جسم مريض لإصدار صور تشخيصية.  
(مصدر الصورة: إنريك إسترادا لوباتو/الوكالة)

الكيميائية المعيّنة، تستهدف النسيج والأعضاء المعيّنة في الجسم، ومنها مثلاً الرئتان والقلب، دوّمًا التسبّب باضطرابها أو الإضرار بها. ثم تُستبان المادة المحقونة وذلك باستخدام مكشاف خاص، أي مثلاً آلة تصوير غاما، توضع خارج الجسم، قادرة على كشف المقادير الصغيرة من الإشعاعات المطلقة من المادة المحقونة. ثم تستطيع آلة التصوير ترجمة المعلومات إلى صورة ثنائية الأبعاد أو ثلاثية الأبعاد عن النسيج أو العضو المحدّدين.

ومن ضمن التقنيات المعروفة جيداً والمتنامية بوتيرة أسرع تقنية التصوير المقطعي بالابتعاث البوزيتروني. والأطباء يستخدمون أجهزة خاصة تُسمى تقنية الصور المقطعية المستخرجة بالابتعاث البوزيتروني لإنتاج صور مسحية ومبضية لتتبع مسار كيمياء الجسم ووظائف الأعضاء على مستوى جزيئي، مما يتيح لهم تحديد وجود تغيّرات أكثر بروزاً من حيث الدقة في صحة المريض في مرحلة أبكر مما تقدّمه تقنيات تشخيص أخرى. ويمكن أن تُستخدم تقنية التصوير المقطعي البوزيتروني مقترنةً مع تقنيات مسح ومبضي أخرى، ومنها مثلاً التصوير المقطعي المحوسب من أجل زيادة تعزيز السرعة والدقة والفائدة في التصوير الطبي النووي.

وتقنيات الطبّ النووي كهذه التقنيات المذكورة هنا، هي على خلاف التصوير بالأشعة السينية التي تبيّن التفاصيل التشريحية، تكشف كيف يؤدي الجسم ووظائفه، إذ إنها تُظهر الخصائص الفيزيولوجية العضوية والكيميائية الحيوية الحركية في ذلك الجزء المستهدف من الجسم. وكثيراً ما تكون هذه المعلومات المستخرجة أثناء هذه الطرائق الإجرائية التشخيصية مكّملة لصور الأشعة السينية، مما يساعد الطبيب على تحديد وضعية الأعضاء الجسدية المختلفة وأدائها ووظائفها، ويمكن أن يفيد ذلك حينما يتخذ الطبيب قرارات حاسمة بشأن المعالجة وتكييف طرائقها بحسب احتياجات المريض.

الاستنبات. وفي ميدان الطبّ النووي، تركز في المقام الأول الطرائق الإجرائية المتبّعة، ومنها مثلاً القياس المناعي الإشعاعي أو المقياس المناعي الإشعاعي، على تحديد الاستعداد للتعرض لخطر الإشعاعات في حالات مرضية معيّنة وفي مراحل التشخيص المبكرة باستخدام تقنية تعيين السمات في التنميط الوراثي (الجيني) وتعيين الجزيئات بخصوص طائفة متنوعة من الحالات. وهذا يمكن أن يتراوح بين استبانة التغيّرات في الخلايا السرطانية والمؤشرات المحدّدة للأورام، وبين قياس وتعقب مسار الهرمونات الحائّة والفيتامينات (الحيَمينات) والعقاقير من أجل كشف الاضطرابات التغذوية وإفرازات الغُد الصم الباطنية، وكذلك إصابات العدوى البكتيرية (الجرثومية) والطفيلية، ومنها مثلاً عدوى السُّل والملاريا.

### في الجسم الحي

تُطبّق في الجسم الحي الطرائق الإجرائية غير الاحتمالية المتبّعة داخل الجسد، وهي أكثرية الإجراءات التي تُتبع في الطبّ النووي. وتشتمل هذه الطرائق على استخدام المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، التي هي مواد مشعّة مختارة بعناية، تُمتص في جسم المريض، وبفضل خواصها

آلة علاج بالإشعاعات تُصدر حزمة من الإشعاعات من أجل علاج مريض مصاب بالسرطان.  
(مصدر الصورة: دي. كاملا/الوكالة)





## العلاج بالأشعة

العلاج بالأشعة، أو العلاج الإشعاعي، هو فرع من الطب النووي يركّز على استخدام الأشعة لمعالجة السرطان. وتقنية العلاج الإشعاعي مصمّمة لاستخدام الأشعة لاستهداف الخلايا المريضة وقتلها. وفي حالات السرطان، حينما تُطبّق التقنية الإشعاعية على أورام السرطان، أو على كتلةٍ من الخلايا الخبيثة، تتضرّر الخلايا المريضة المستهدفة وتُقتل، مما يؤدي إلى الحدّ من حجم الورم السرطاني، أو في بعض الحالات إلى اختفاء كتلته.

وتوجد ثلاثة أنواع رئيسية من عمليات المعالجة بتقنية العلاج بالأشعة، هي: العلاج بحزمة الأشعة الخارجية، والعلاج بالتشعيع الداخلي، والعلاج بالنظائر المشعّة لمنظومة أجهزة الجسد كله.

**العلاج بحزمة الأشعة الخارجية** تقنية تصدّر حزمة أشعةٍ أو حزمةً متعدّدة من الأشعة تستهدف منطقةً من جسد المريض. والحزمة الإشعاعية مصمّمة للتقليل إلى أدنى حدّ من تعرّض الخلايا السليمة للإشعاعات، وفي الوقت نفسه للسيطرة على الخلايا السرطانية وقتلها، ويمكن أن تتكوّن الحزمة الشعاعية من إلكترونات و/أو أشعة سينية، وأشعة غاما، أو في حالة العلاج بالجسيمات، من بروتونات أو أيونات الكربون. وفي بعض الحالات، يلجأ الأطباء إلى استخدام هذه الحزم الإشعاعية مقترناً مع عملية جراحية، حيث يُستخدم الإجراء الجراحي من أجل كشف الورم الخبيء بغية إتاحة المجال للحزمة الإشعاعية لكي تستهدف على نحو مباشر أكثر الكتلة السرطانية. ويُسمى هذا النوع من الطرائق الإجرائية العلاج الإشعاعي المطبّق داخلياً.

**العلاج بالتشعيع الداخلي** تقنية يُوضع بواسطتها مصدر مشع داخل منطقةٍ من جسم المريض تحتاج إلى العلاج، أو ملامساً لها. وعلى سبيل المثال، في حالة سرطان عنق الرحم، يمكن وضع المصادر المشعّة داخل الرحم مباشرةً لاستهداف الكتلة الرحمية. وخلافاً لتقنية الحزمة الإشعاعية الخارجية، فإنّ العلاج بالتشعيع الداخلي يتيح المجال لمعالجة الورم بجرعات عالية موضعية من الأشعة، مع الحرص على الحدّ من احتمال تعرّض النسيج السليمة للأشعة على نحو لا ضرورة له.

### العلاج بالنظائر المشعّة لمنظومة الجسد كله (وتعرف أيضاً باسم العلاج بالنويدات المشعّة)

يمكن أن تُستخدم هذه التقنية لمعالجة طائفة متنوعة من الحالات المرضية، ومنها مثلاً السرطان أو الاضطرابات الدموية أو الاضطرابات التي تصيب الغدة الدرقية. وهي تقنية تشمل على استخدام مقادير صغيرة من المواد المشعّة، ومنها مثلاً لتشيوم-137 أو ييتريوم-90، تُحقن في جوف الجسم عبر



تصوير تشخيصي: جهاز مسح وميضي للتصوير المقطعي البوزيتروني يكشف تركّزات المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية داخل جسم مريضة، ويكشف منطقة من الجسم تحتاج إلى مزيد من الفحص من جانب الطبيب.  
(مصدر الصورة: إنريك إسترادا لوباتو/الوكالة)

الأوردة أو شفوياً أو عبر مسارات أخرى لحقنها، فتستهدف بعد ذلك أجزاء مختلفة من الجسم أو الأعضاء لتركيز المعالجة عليها. وتُختار المواد المشعّة المستخدمة لأغراض المعالجة بالنظر إلى خواصها النظرية، أو خواصها الكيميائية؛ لأنّ بعض أجزاء الجسد المعيّنة يمكنها أن تمتصّ نظائر معيّنة بفعالية أكثر بقدر ملحوظ جداً من غيرها من أجزاء الجسد، مما يتيح المجال للأطباء لاستهداف مناطق محدّدة أثناء المعالجة.

وعلى سبيل المثال، من الجائز أن يعالج المريض من حالة مرضيّة في الغدة الدرقية باليود المشع، يوديد الصوديوم-131. وهذا العلاج يستوجب ابتلاع المريض مقداراً صغيراً من يوديد الصوديوم-131 مُمتص بعد ذلك في المجرى الدموي من خلال القناة المعديّة المعوية، وبعد ذلك يتركّز في الغدة الدرقية، التي تمتص اليود-131 بألاف الأضعاف أكثر مما تمتصه بقية الجسم. وحالما يدخل اليود-131 في الغدة الدرقية يبدأ بتدمير الخلايا السرطانية العالية النشاط في الغدة، مما يساعد على إزالة الخلايا التي تسبب الحالة المرضيّة.

نيكول جاويرث، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة

# سبعة أمورٍ ينبغي معرفتها عن النظائر المشعّة

## ١- ما هي النظائر المشعّة؟

وعلى سبيل المثال، فإنّ الروبيديوم-٨٢ الذي يُستخدم في تصوير تروية أحشاء عضلة القلب، له عمر نصفي لا يدوم سوى ١,٢٦ دقيقة، في حين أنّ اليود-١٣١، الذي يُستخدم في معالجة وتشخيص اعتلال الغدة الدرقيّة، له عمر نصفي يدوم ثمانية أيام. وبالإجمال، هنالك زهاء ١٨٠٠ نظير مشع، يُستخدم ٥٠ منها في الطبّ.

كلُّ عنصر ذرّيّ يعلم على نحو دقيق كم من جسيمات البروتونات الإيجابية والنيوترونات التي يحتاج إليها في مركزه (نواته) لكي يكون مستقرّاً (أي ثابتاً في شكله العنصري). والنظائر المشعّة هي عناصر ذرية ليس لديها النسبة الصحيحة من البروتونات إلى النيوترونات لكي تظلّ مستقرة. ومن ثمّ فإنه من جراء انعدام التوازن بين عدد البروتونات والنيوترونات، تنطلق طاقة من الذرّة في سعيها لكي تصبح مستقرّة.<sup>١</sup>

## ٣- كيف نستخدم النظائر المشعّة في الطبّ؟

بعض النظائر المشعّة يُطلق إشعاعات ألفا أو بيتا، وهذه الإشعاعات تُستخدم لمعالجة أمراض كالسرطان.

وعلى سبيل المثال، تتضمّن ذرّة كربون مستقرّة ستة بروتونات وستة نيوترونات؛ في حين أنّ نظيره الكربون-١٤ غير المستقر (ولذلك السبب فهو مشع) يتضمّن ستة بروتونات وثمانية نيوترونات. والكربون-١٤ وجميع العناصر غير المستقرّة الأخرى تُسمى نظائر مشعّة.

هنالك نظائر مشعّة أخرى تُطلق إشعاعات غاما و/أو بوزيترونية، تُستخدم مقترنةً بأجهزة مسح تصويري وميضية وآلات تصوير قوية جداً لكي تلتقط صوراً للعمليات والبني داخل الجسم، وكذلك لغرض تشخيص الأمراض. وللنظائر المشعّة أغراض استخدام مختلفة أيضاً في المستشفيات (العيادات السريرية). فهي تُستخدم لمعالجة أمراض الغدة الدرقيّة والتهاب المفاصل، ولتسكين آلام التهاب المفاصل، ولتخفيف الآلام المقترنة بسرطان العظام، ولمعالجة أورام الكبد. وأما في العلاج الإشعاعي الملاصق موضعياً للسرطان، وهو شكل من أشكال العلاج الإشعاعي الداخلي، فتُستخدم النظائر المشعّة لأغراض علاج سرطانات البروستاتا والثدي والعدسة العينية والدماغ. وهي فعالة أيضاً في تشخيص أمراض الشرايين التاجية وموت العضلة القلبية.

وهذه الحركة صوب الاستقرار، التي تنطوي على انبعاث طاقة من الذرّة على شكل إشعاعات، تُعرّف بأنها اضمحلال (انحلال) إشعاعي.

ويمكن تعقّب هذا الإشعاع وقياسه، مما يجعل النظائر المشعّة مفيدةً جداً في ميادين الصناعة والزراعة والطبّ.

## ٢- من أين تأتي النظائر المشعّة؟ وكيف تُصنّع؟

هنالك نظائر مشعّة طبيعية الحدوث ونظائر مشعّة بشرية الصنع على حدّ سواء. ولكن للأغراض الطبية، فإننا لا نستخدم سوى النظائر المشعّة المصنوعة في المفاعلات النووية أو في المعجّلات السيكلوترونية<sup>٢</sup>، لأنّ إنتاجها سهل، وتتميّز بخصائص لازمة للتصوير، وعمرها النصفي الإشعاعي أقصر بكثير من أقاربها الموجودة في الطبيعة.

والعمر النصفي هو الفترة الزمنية التي يستغرقها النظير المشع لكي يضمحل إلى نصف نشاطه الإشعاعي الأصلي، مما يدلّنا على المدة الزمنية التي يستغرقها بقاء النظير المشع. والنظائر المشعّة الطويلة العمر النصفي جداً هي أكثر استقراراً وثباتاً، ولذلك فهي أقل نشاطاً إشعاعياً. وتتراوح الأعمار النصفية للنظائر المشعّة المستخدمة في الطبّ من بضعة دقائق إلى بضعة أيام.

النظائر المستقرّة موجودة كذلك، ولكنّ موضوعها يتجاوز نطاق هذه المقالة.

السيكلوترون هو آلة مركّبة تُعجّل الجسيمات الذرية المشحونة كهربائياً في حجرة مفرّعة إلى الخارج من المركز في مسار دائري لولبي. وأثناء عملية التعجيل، تكتسب الجسيمات المشحونة طاقة عليا. ثم تتفاعل الجسيمات المشحونة بالطاقة مع المادة المستقرّة الموضوعية في مسارها. ويحوّل التفاعل المواد المستقرّة إلى نظائر مشعّة مفيدة طبيّاً تُستخدم لصنع مستحضرات صيدلانية إشعاعية.

وفي الطبّ، اثنان من أشيع النظائر المشعّة المستخدمة هما التكنيتيوم-٩٩م واليود-١٣١، ويُستخدم التكنيتيوم-٩٩م المبتعث لأشعة غاما لتصوير الهيكل العظمي وعضلة القلب خصوصاً، ولكنه يُستخدم أيضاً لتصوير الدماغ والغدة الدرقيّة والرئتين (في التروية والتهوية) والكبد والطحال والكلّي (التكوين البنيوي ومعدّل الترشيح) والمرارة ونقيّ العظام والغدد اللعابية والدّمعية ومجمّع الدم في القلب، وكذلك في إصابات العدوى في هذا الصدد، وفي العديد من الدراسات الطبية المتخصصة. كما يُستخدم اليود-١٣١ على نطاق واسع لمعالجة حالات الإفراط في الأداء الوظيفي في الغدد الدرقيّة، وسرطان الغدة الدرقيّة، وفي تصوير الغدة الدرقيّة. وهو مبتعث أشعة بيتا، مما يجعله مفيداً لأغراض العلاج<sup>٣</sup>. كذلك تُستخدم النظائر المشعّة لأغراض البحوث النووية من أجل دراسة حالات الأداء الوظيفي العادي والأداء الوظيفي الشاذ في أجهزة الأعضاء الجسدية. ويمكن أن تساعد أيضاً في بحوث تطوير العقاقير.

\*تشمل هذه الأجهزة التصويرية القوية جداً آلات التصوير المقطعي المحوسب بالانبعاث الفوتوني المفرد، والتصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني، التي كثيراً ما تُستخدم مع أجهزة المسح الوميضي للتصوير المقطعي المحوسب والتصوير بالرنين المغنطيسي.

<sup>٢</sup>الرابطة النووية العالمية/النظائر المشعّة في الطبّ

<http://www.world-nuclear.org/info/Non-Power-Nuclear-Applications/Radioisotopes/Radioisotopes-in-Medicine>

## ٤- لماذا نستخدم النظائر المشعة في الطب؟ ما هي المزية الخاصة بها؟

النظائر المشعة لها مزية خاصة لأن بعض الأعضاء الجسدية المعينة تستجيب بطرائق فريدة من نوعها للمواد المختلفة، وعلى سبيل المثال، فإن الغدة الدرقية تمتص اليود، أكثر من أي مادة كيميائية أخرى، ومن ثم فإن اليود-١٣١ يُستخدم على نطاق واسع من أجل معالجة سرطان الغدة الدرقية وكذلك في تصوير الغدة الدرقية. وعلى نحو مماثل، فإن بعض المواد الكيميائية المشعة المعينة تلتقط وتُستقلب في أعضاء جسدية أخرى، ومنها مثلاً الكبد والكلى والدماغ. ولكن أكثر النظائر المشعة يحتاج إلى تحميله أو تركيبه على مادة أخرى (أي جزيئاً ناشطاً بيولوجياً) من أجل التقاط العضو المراد تصويره أو معالجته. وعلى سبيل المثال أيضاً، كثيراً ما يُوسم التكنيتيوم-٩٩م بست جزيئات من مادة الميثوكسي إيزوبوتيل إيزونيتريل (MIBI) للوصول إلى نُسج القلب بغية تشخيص الاضطرابات القلبية.

علماء بأن صيغ الجزيئات الموسومة بالنظائر المشعة (التي تُسمى مستحضرات صيدلانية إشعاعية) يمكن أن تُستنشق أو تُبتلع أو تُحقن لكي تساعد الأطباء على قياس حجم العضو الجسدي ووظيفته وتحديد حالاته الشاذة، واستهداف مواضع معينة في المعالجة.

وكذلك فإن النظائر المشعة لها مزية خاصة أخرى لأن استخدامها يتيح للمرضى والأطباء الخيار في استخدام تقنيات جراحية تتسم بأدنى قدر من الاقتحام الشديد، بدلاً من اللجوء إلى الجراحات الواسعة النطاق التي تنطوي على مخاطر أكبر، والتي يكون فيها التعافي أشد صعوبة، والتي كانت تُستخدم في الماضي لمعالجة معظم الحالات في هذا الصدد. كما أن النظائر المشعة تتيح المجال للمعالجة المحددة الهدف للمواضع المرئية واللامرئية في الحالات المرضية في الجسم.

## ٥- هل النظائر المشعة خطيرة على المرضى؟

إن النظائر المشعة التي تُعطى للمرضى الخاضعين للتشخيص أو المعالجة تضمحل وتصبح عناصر مستقرّة بسرعة (أي غير ناشطة إشعاعياً) في غضون دقائق أو ساعات تبعاً لأعمارها النصفية، أو تُزال بسرعة من الجسم.

ويلجأ الأطباء إلى اختيار استخدام النظائر المشعة التي لها أعمار نصفية وطاقت مناسبة بغية الحصول على أفضل طريقة ممكنة في المعالجة والتشخيص واستخلاص المعلومات اللازمة دونما التسبب بأي أذى للنسج البدنية الطبيعية. وعلى سبيل المثال، فإن التكنيتيوم-٩٩م له عمر نصفي يدوم ست ساعات ويُطلق ١٤٠ كيلو إلكترونفولط (KeV) من الطاقة، وهو مقدار طاقة منخفض تماماً وغير كافٍ لإيذاء المرضى.

والأطباء حريصون جداً أيضاً على العناية بمقدار النظائر المشعة التي يُعطاه المرضى من أجل التقليل إلى أدنى حد من الجرعة الإشعاعية، مع الحرص أيضاً في الوقت نفسه على الحصول على صور تشخيصية ذات نوعية جيدة مقبولة.

وأما النظائر المشعة القصيرة الأجل والقصيرة الأجل جداً فتُستخدم من أجل التقليل إلى أدنى حد من الجرعة الإشعاعية الصغيرة أصلاً التي يتلقاها المريض من خلال استخدام مستحضرات صيدلانية إشعاعية.

## ٦- هل النظائر المشعة المحقونة داخل

### جسم مريض خطرة على الجمهور العام؟

إن الموظفين الطبيين يتبعون قواعد صارمة، وهم مدرّبون على الحرص على إبقاء المرضى الذين يُحقنون بجرعات علاجية من النظائر المشعة (والتي لا تُستخدم إلا لمعالجة السرطان، وغير ذلك من أنواع العلاجات، ولكنها لا تُستخدم لأغراض التشخيص أبداً) معزولين في غرفهم في المستشفيات إلى أن ينخفض تعريض المريض للعامل الطبي وللجمهور العام بالإشعاعات إلى مستوى مأمون. وكذلك فإن مجموع العاملين في التمريض والأطباء والناقلين والبوابين المكلفين برعاية المرضى يحافظون أيضاً على مسافة آمنة من المريض أثناء أي تفاعل معه ويحملون معهم مقاييس الجرعات التي تحافظ على تتبّع مسار جرعاتهم الإشعاعية أثناء العمل حرصاً على عدم تجاوز جرعاتهم الحد المسموح، وهو أدنى بكثير من عتبة الأمان المحددة.

وحالما تضمحل النظائر المشعة إلى مستوى يصبح عنده التعرّض للإشعاعات منخفضاً بقدر كاف، يصبح المرضى أحراراً في استئناف حياتهم الاعتيادية ومعاودة أماط تصرفاتهم المعتادة.

## ٧- إن كان الموظفون الطبيون يحذرون بشأن الحفاظ على مسافة أمان، فلماذا إذن يُسمح بتطبيق هذه التقنيات العلاجية على المرضى؟

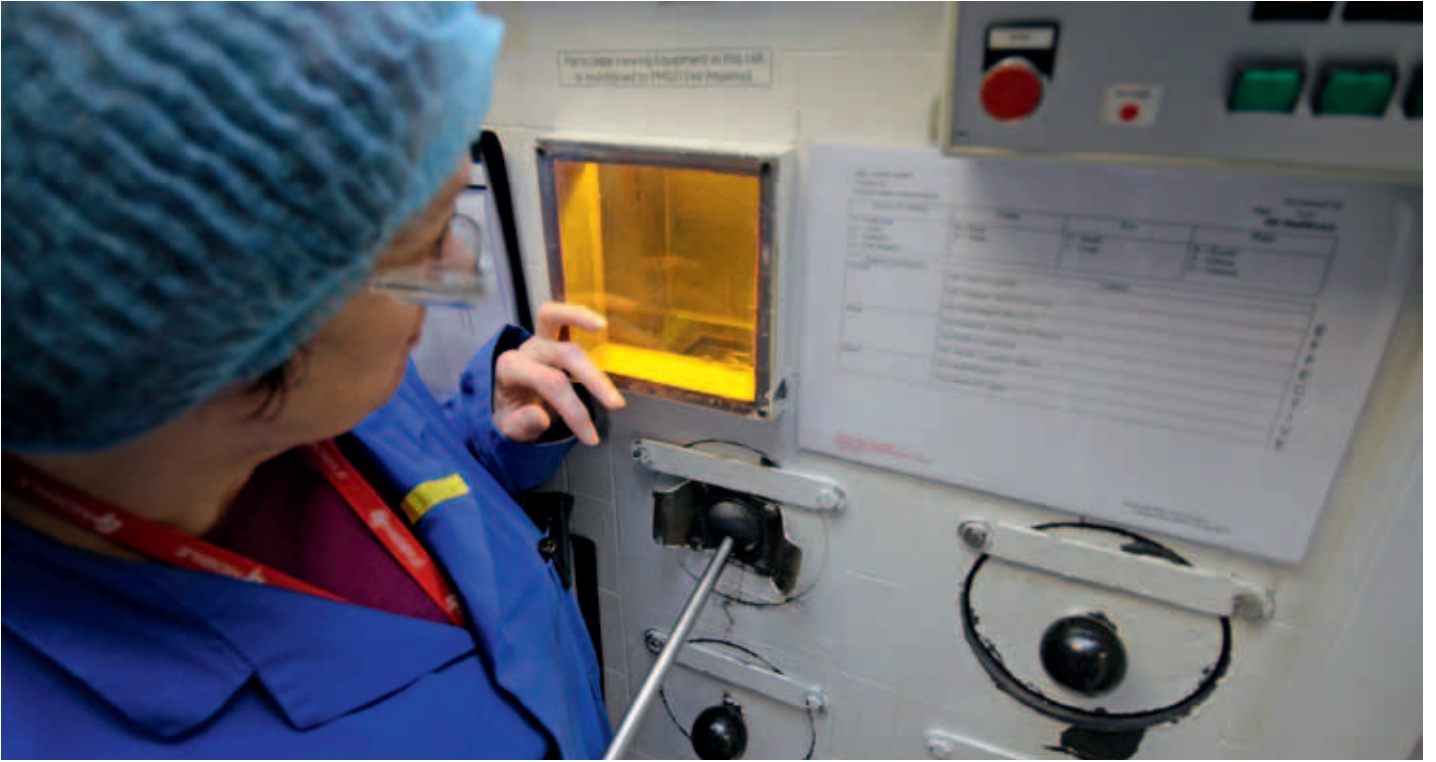
إن المرضى يستفيدون من خواص الإشعاعات في معالجة السرطان. ومن ثم فإن أولئك المرضى اللذين يحتاجون إلى تطبيق هذه الطريقة الإجرائية عليهم، لديهم ما يسوّغ خضوعهم لها. فإن هذا الوضع كله يتعلق بمسألة التسويخ، وهو مفهوم رئيسي في الطب النووي. وهذا التسويخ يعني أن المنفعة المستمدة من استخدام الإشعاعات يجب أن ترجح كفتها على كفة الأذى المحتمل أن يتعرّض له المريض. وبالنسبة إلى الشخص الذي يعاني من سرطان، فإن استخدام النظائر المشعة القصيرة الأجل أثناء معالجته يمكن أن يشفيه أو أن يمدد بأجل بقائه على قيد الحياة. والعاملون في الرعاية الصحية موظفون مدرّبون على اتباع الممارسات الإكلينيكية في الحرص على تدبّرهم على النحو المناسب لتعرّضهم للإشعاعات وهم يقدمون الدعم إلى المرضى اللذين يخضعون للعلاج الإشعاعي. ولذلك، فإن هذه المعالجات كثيراً ما تكون مسوّغة في نظر المرضى وفي نظر أطبائهم أيضاً.

ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة



# ماذا يكمنُ في الباطن

استخدامُ المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لكشف وتحديد الأمراض الكامنة داخل الجسم البشري



والنظائر المشعّة المستخدمة في المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية يمكن إنتاجها بتشعيع مادة مستهدفة محدّدة داخل مفاعل بحوث نووي أو في معجّلات للجسيمات، ومنها مثلاً المعجّلات السيكلوترونية<sup>1</sup>. ولدى إنتاج النظائر المشعّة، تُوسم نظرياً بجزيئات معيّنة استناداً إلى خصائص أحيائية (بيولوجية)، تنتج عنها بعد ذلك مستحضرات صيدلانية إشعاعية.

## كيف تعمل المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، وكيف تُستخدم في الطبّ

عندما يقرّر طبيب أن يستخدم مستحضرات صيدلانية إشعاعية بحقنها في مريض لأغراض التشخيص أو العلاج أو كليهما معاً، فإنّ هذه العقاقير تُقدّم عموماً من خلال حقنها، شفوياً أو إدخالاً في تجويف في جسم المريض. وحالما تصبح داخل الجسم، تسبّب الخصائص الفيزيائية المختلفة والخواص الكيميائية للمستحضرات

السيكلوترون هو آلة مركّبة تُعجّل الجسيمات الذريّة المشحونة كهربائياً في حُجيرة مفرّعة إلى الخارج من المركز في مسار دائري لولبي. وأثناء عملية التعجيل، تكتسب الجسيمات المشحونة طاقة عليا. ثم تتفاعل الجسيمات المشحونة بالطاقة مع المادة المستقرة الموضوعية في مسارها. ويحوّل التفاعل المواد المستقرّة إلى نظائر مشعّة مفيدة طبياً تُستخدم لصنع مستحضرات صيدلانية إشعاعية.

المقدرة على تحديد موضع وحجم كتلة سرطانية كامنة داخل جسم شخص مريض أمراً عصبياً على التفكير قبل أقل من مائة عام خلت. وأما اليوم فقد أصبح بمستطاع الأطباء، بفضل الاستعانة بآلات خاصة للمسح الضوئي، أن يستخدموا العقاقير المشعّة، المعروفة باسم المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، أن ينظروا بلمحة سريعة داخل الجسم البشري، كما يمكن أن تُستخدم هذه المستحضرات الصيدلانية في معالجة كثير من الحالات الطبية. وأصبحت المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية تؤدي، في الطبّ النووي، دوراً لا غنى عنه في تطبيق أقل الأساليب اقتحاماً مزعجاً في إدارة الطرائق الإجرائية في التشخيص، والعلاج والرعاية الصحية بشأن كثير من الأمراض، وبخاصة السرطان، وكذلك في التخفيف من الآلام المقتربة بأنواع معيّنة من أمراض السرطان.

## داخل المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية

المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية هي عقاقير تحتوي على مواد مشعّة تسمى النظائر المشعّة. والنظائر المشعّة هي ذرات تبعث إشعاعات هي عبارة عن أشعة أو جسيمات غاما. وفي بعض الحالات تُستخدم في المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية نظائر مشعّة تبعث توليفاً من هذه الأنواع من الإشعاعات جميعها.

موظفة تنظر إلى داخل حاوية مدرّعة، وهي تُعدّ مستحضرات صيدلانية إشعاعية لتعبئتها في قارورات زجاجية. (مصدر الصورة: دي. كاما/الوكالة)

المستحضرات الصيدلانية  
الإشعاعية هي عقاقير  
تحتوي على مواد  
مشعّة. وهي تُحقن في  
المريض، فموياً أو تُدخل  
في جوف الجسم.  
(مصدر الصورة: دي.كالما/  
الوكالة)



الصيدلانية الإشعاعية تفاعلها أو ترابطها مع البروتينات (الزلات) أو السكريات داخل الجسم. وهذا يعني أيضاً أنّ هذه العقاقير تتركز غالباً بقدر أكبر في أجزاء معيّنة من الجسم تبعاً للخصائص البيولوجية (الأحيائية) لتلك المنطقة. ولذلك يصبح بمستطاع الأطباء أن يستهدفوا بدقة مناطق من الجسم بانتقاء أنواع محدّدة من المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية.

وعلى سبيل المثال، يوجد حالياً عدّة أنواع من المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية التي تتراكم تفضلياً في النّسج السرطانية، مما يجعل تلك المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية أدوات فعالة لتشخيص ومعالجة أنواع معيّنة من السرطان. وهذا مماثل لمستحضرات صيدلانية إشعاعية أخرى.

كيفية استجابة السرطان للمعالجة، وللسهر على مراقبة المريض لالتقاط صورة تكشف أي ورم سرطاني متكرر بغية تقديم العلاج في حينه لمنع تطور الحالة السرطانية أكثر من ذلك.

وفي غضون بضع ساعات أو بضعة أيام، تتبعثر المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية على مستويات غير قابلة للكشف أو يُقضى عليها ولا تظل بعدد داخل الجسم.

## لأغراض التصوير التشخيصي

والمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لأغراض التصوير التشخيصي تتبع مقادير صغيرة من الإشعاعات التي تُعتبر ذات فائدة صافية للمريض. وتكنولوجيا التصوير المستخدمان في المقام الأول مع المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية هما الجهاز الماسح للتصوير المقطعي الحاسوبي بالانبعاث الفوتوني المفرد (SPECT) لكشف أشعة غاما، والجهاز الماسح للتصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني (PET) لكشف البوزيترونات. وعندما يُستخدم الجهازان الماسحان (PET) و/أو (SPECT) في توليفة تجمع معهما تقنية التصوير المقطعي المحوسب التقليدي، وهي نوع آخر من تكنولوجيا المسح الضوئي، يمكن كشف الإشعاعات المتبعثة من المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية من أجل ضبط دقة التحديد في التصوير.

عندما تُستخدم المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لأغراض التصوير التشخيصي، ينتقي الطبيب مستحضراً صيدلانياً إشعاعياً يحتوي على نظير مشع يبعث أشعة غاما أو إشعاعاً جسيمياً مما يُسمى بوزيترونات موجبة الشحنة، يمكن كشفها باستخدام آلة تصوير وميضية لأشعة غاما أو ماسحات ضوئية لتصوير أشعة غاما. ويمكن أن تكشف هذه الآلات أين تتركز المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية وتبعث الإشعاعات، وذلك بترجمة هذه المعلومات إلى صور ثنائية أو ثلاثية الأبعاد تسلط الضوء على موضع وحجم العضو أو النسيج، بما في ذلك الآفات السرطانية. وتُستخدم تقنية التصوير التشخيصي على نطاق واسع واعتيادي في علم وطب الأمراض القلبية ولتشخيص اضطرابات الغدة الدرقية؛ كما يُفحص كثير من الأجزاء الأخرى من الجسم (ومنها مثلاً الكبد والكلى والدماغ والهيك العظمي، وغيرها) باستخدام المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية التشخيصية.

وأشيع المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية استخداماً في التصوير المقطعي الحاسوبي بالانبعاث الفوتوني المفرد (SPECT) هي التي تحتوي على التكنيتيوم-99م. فهي تستخدم في أكثر مما نسبته 80 في المائة من مجموع الطرائق الإجرائية التشخيصية في الطبّ النووي؛ وفي أكثر الأحيان تُستخدم للمسح الضوئي للقلب والعظام. ويُنتج التكنيتيوم-99م من نظيره المشع الأصلي المسمى موليبدنوم-99م من خلال نظام مولّد. ويمكن أن يُوسم التكنيتيوم-99م بعدة جزيئات مختلفة لإنتاج عدد من المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية المصمّمة لاستهداف أعضاء أو أمراض معيّنة.

وبالإضافة إلى جمع المعلومات الدقيقة عن حجم وشكل وموضع العديد من الأعضاء والأورام المختلفة، تُستخدم المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية وتقنية التصوير التشخيصي للحصول على معلومات عن وظائف مختلف المنظومات أو الأجهزة في جسدنا. وعلى سبيل المثال، تستخدم تقنية التصوير القلبي لتقييم وظائف القلب وقدراته، ولرؤية كيف يُضخ الدم من خلال القلب، ولفحص القلب بحثاً عن أيّ نسيج ميتة أو متضررة. وهذا الاختبار التشخيصي هو أشيع هذه الاختبارات استخداماً من أجل مساعدة مرضى القلب على تلقي العلاج الملائم في الوقت المناسب، ومن أجل متابعة حالتهم الصحية دورياً. وأما بالنسبة إلى مرضى السرطان، فتُستخدم هذه التقنية التصويرية لتقييم

أما فيما يخص التصوير المقطعي بالانبعاث البوزيتروني (PET) فإنّ المستحضر الصيدلاني الإشعاعي المستخدم على أوسع نطاق هو الفلورو ديوكسي جلوكوز الفلور-18 (FDG)، مماثل للجلوكوز يُمتص بسهولة أكثر في خلايا السرطان الناشطة جداً من



أطباء يحقنون مستحضراً صيدلانياً إشعاعياً داخل مريض، ثم يُكشف بألة مسح ضوئي. وبعد ذلك يُحلّل الأطباء الصور المستخرجة من الماسحة الضوئية، وذلك من أجل تحديد مسار العمل التالي في معالجة المريض.  
(مصدر الصورة: إنريك إسترادا لوباتو/ الوكالة)

الخلايا المريضة. ويعتمد العلاج بالمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لتصوير وتشخيص الأمراض على مدى الفعالية التي يمكن بها أن تحدّد هذه المستحضرات الصيدلانية موضع النسيج أو العضو المراد معالجته، والتي تتوقف هي أيضاً على كيفية تفاعل الجسم مع هذه المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية. ولدى انتقاء هذه المستحضرات تُحقن بجرعات أكبر فأكبر بغية إيصال الجرعات المستهدفة من الإشعاعات إلى المناطق الإشكالية من جسم المريض.

امتصاصه في الخلايا الصحيحة، ويحتوي على نظير مشع يُسمى الفلور-18. وهذا الفلور-18 يُنتج بواسطة قصف إشعاعي على الأكسجين-18 باستخدام بروتونات عالية الطاقة داخل جهاز سيكلوتروني معجّل، وهو نوع من معجّلات الجسيمات. ثم يُوسم الفلور-18 بعدّة جزيئات مختلفة لإنتاج عدد من المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية المعيّنة التي تُستخدم في التصوير المقطعي بالابتعاث البوزيتروني (PET) بخصوص بعض الأعضاء والأمراض.

## لأغراض التطبيقات العلاجية

بعد أن يتم تشخيص مريض ما، قد يكون العلاج باستخدام المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، في بعض الحالات، أفضل مسار للمعالجة. ويختار الأطباء المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية العلاجية لأنّ هذه العقاقير تحتوي على نظائر مشعّة تبتعث إشعاعات جسيمية قوية المفعول بقدر كاف لتدمير

وعلى سبيل المثال، فإنّ يوديد الصوديوم-131 المشع في شكل اليود، هو مستحضر صيدلاني إشعاعي يُستخدم على نحو شائع في معالجة سرطان الغدة الدرقية، وحسبما تبين للعلماء فإنّ كل اليود تقريباً من الدم يتراكم في الغدة الدرقية. وهذا يعني أنه حينما يحقن الطبيب جرعةً من يوديد الصوديوم-131 فإن الغدة الدرقية تمتص العقار تقريباً على وجه الحصر، مما يدع الجسم فعلياً في منأى عن التأثير به. ولدى امتصاص هذه المادة داخل الغدة الدرقية، تطلق الجرعة العالية من اليود المشع إشعاعات تدمر خلايا الغدة، ومن ثم الخلايا السرطانية ضمناً. وليس ثمة من معالجة تقليدية يمكن الاستعاضة بها عن استخدام يوديد الصوديوم-131 من أجل معالجة سرطانات الغدة الدرقية أو حالات الغدة الدرقية المفرطة النشاط.



الإشعاعات التي يطلقها مستحضر صيدلاني إشعاعي تُكشف بواسطة جهاز متخصّص، قادر على إنتاج صورة شبيهة بهذه الصورة. وتبين هذه الصورة التشخيصية نتائج المسح بالتصوير المقطعي الحاسوبي بالابتعاث الفوتوني المفرد (SPECT) والتصوير المقطعي الحاسوبي (CT) للهيكل العظمي لمريضة تعاني من التهاب حاد في الورك الأيسر من جراء تصلّب الأوعية والأعصاب.  
(مصدر الصورة: إنريك إسترادا لوباتو/ الوكالة)

وعلى نحو مماثل، فإنّ الراديوم-223، وهو مبعث إشعاعات جسيمية آخر، يُستخدم بنجاح في شكل كلوريد الراديوم من أجل معالجة المرضى المصابين بسرطانات العظام من جرّاء سرطان غدة البروستاتا المتقدّم، حيث يؤدي ذلك إلى تحسين معدّلات بقاء المرضى على قيد الحياة.



## الوكالة الدولية للطاقة الذرية والصيدلة الإشعاعية

تدعم الوكالة، من خلال مجموعة من المشاريع والبرامج والاتفاقات، دولها الأعضاء في تطوير قدراتها في مجال الصيدلة الإشعاعية. فتقدّم الوكالة المساعدة في تنمية الموارد البشرية، من خلال سبل مثل الزمالات الدراسية وزيارات الخبراء؛ كما توفر المعدات ووسائل نقل التكنولوجيا والدورات التدريبية والأدوات التعليمية. وأعدت الوكالة أيضاً وثائق إرشادية تبين بتفصيل متطلبات إنشاء مرافق لإنتاج المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، تكون آمنة وموثوقة. والهدف من هذه الأنشطة هو المساعدة على ضمان إنتاج مستحضرات صيدلانية إشعاعية تفي على نحو متسق بمعايير جودة النوعية اللازمة لاتباع ممارسات موثوقة وآمنة في الطب النووي.

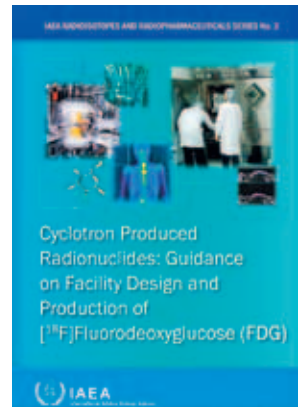
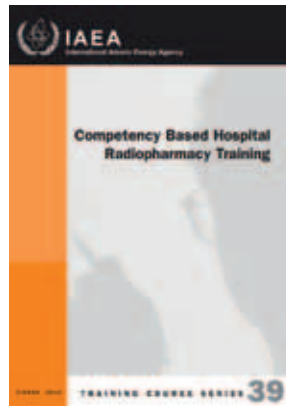
**البحث والتطوير:** من خلال مشاريع بحثية منسّقة (CRPs) التي تضطلع بها الوكالة، تستطيع الدول الأعضاء أن تضيّ قُدماً في أنشطتها المعنية بالبحث والتطوير في مجال المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، وأن تركز على المواضيع الرئيسية التي حددها الخبراء بأنها مواضيع مجالات مفيدة. ويمكن أن يساعد ذلك على تشجيع مبادلات المعرفة العلمية والتقنية، وكذلك على تنشيط مسار التقدّم في ميدان الصيدلة الإشعاعية، وعلى نطاق أوسع، في ميدان التكنولوجيا والتطبيقات النووية.

وعلى سبيل المثال، أدّى مشروع بحوث منسّقة بشأن التصوير من خلال عقدة من وسائط الرصد التصويري إلى ظهور مستحضرات صيدلانية إشعاعية مطوّرة حديثاً أثبتت فعاليتها في تعقب مسار انتشار السرطان من خلال الجهاز اللمفي. وعلى نحو مماثل، أدّى مشروع بحثي منسّق بشأن مستحضرات صيدلانية إشعاعية من الفلور-18 والغالسيوم-68 إلى تيسير الجهود التعاونية في العمل بين مراكز الامتياز والمراكز التي باشرت تطوير هذه المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لأول مرة. وهذه الأمثلة تسلط الضوء على أنواع من النتائج التي يمكن أن تنبثق من هذه المشاريع البحثية المنسّقة.

**بناء القدرات:** من المجالات الرئيسية التي تركز عليها الوكالة المساعدة على بناء قدرات الدول الأعضاء في مجالات كثيرة ذات صلة بالطاقة النووية. ومن خلال برنامج التعاون التقني الذي تضطلع به الوكالة، تتلقى الدول الأعضاء دعم الخبراء من أجل تنمية مقدراتها على استخدام الأدوات النووية، ومنها المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية. ومن الأمثلة الحديثة على ذلك برنامج تعاون تقني بشأن وضع برنامج تدريبي كبير يستند إلى طرائق التعلّم الإلكتروني للمتخصصين في تكنولوجيا صيدلة المستحضرات المشعّة ولصيادلة المستحضرات المشعّة، وذلك بواسطة التنسيق بين المؤسسات الأكاديمية والمؤسسات العلمية المهنية.

**معايير الأمان:** بالنسبة إلى الوكالة الدولية للطاقة الذرية، يحظى أمان المرضى والموظفين وأفراد الجمهور العام، وكذلك البيئة، بأهمية قصوى. وقد أصدرت الوكالة عدة منشورات وإرشادات توجيهية لصالح الدول الأعضاء التي تعمل في مجال الصيدلة الإشعاعية. والهدف من ذلك تزويد الدول الأعضاء بإرشادات توجيهية بشأن معايير الأمان اللازمة لضمان الأمان وجودة النوعية والفعالية في المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية.

نيكول جاويرث، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة، بالتعاون في العمل مع قسم منتجات النظائر المشعّة وتكنولوجيا الإشعاعات، إدارة العلوم والتطبيقات النووية في الوكالة.



بعد أن تم حقن مريض بمستحضر صيدلاني إشعاعي، تكشف صورة مسح ضوئي بالتصوير المقطعي بالإبتعاث البوزيتروني/التصوير المقطعي الحاسوبي (PET-CT) الإشعاع المطلق من العفّار، وتبيّن الصورة التشخيصية الناتجة أنّ المريض الذكر يعاني من سرطان رئوي ونقائل في العقدة اللمفاوية بالقرب من القلب.  
(مصدر الصورة: إنريك إسترادا لوباتو/الوكالة)

تصدر الوكالة منشورات وإرشادات توجيهية بشأن الصيدلة الإشعاعية.

# تكوين صورة واضحة عن التصوير الطبي

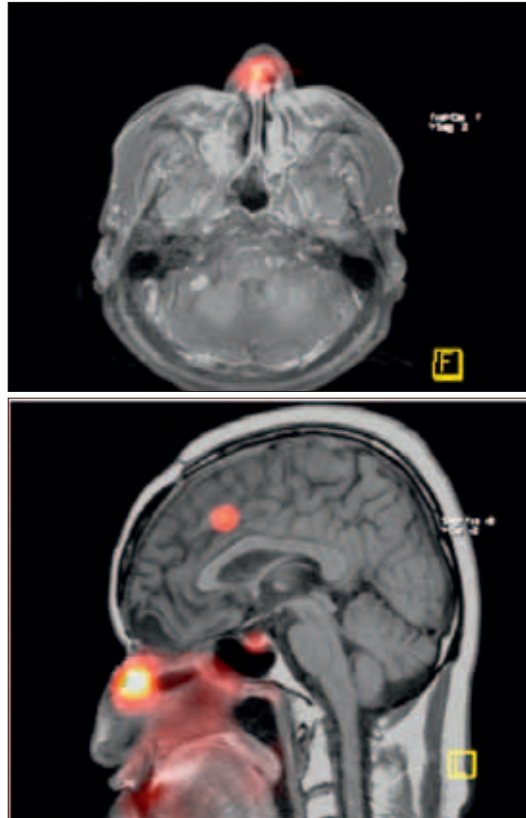
تتخذ الأمراض مظاهر وأشكالاً شتى، وبعضها أسهل كشفاً من بعضها الآخر. فإنَّ الخُرَاجات النامية إلى الخارج، كالطفح الجلدي والتآليل، يمكن تحديدها بالضبط، ولكنَّ بعض الأمراض والحالات المرضية يحتاج إلى مزيد من المعلومات لاستكشافه. ولحسن الطالع، يستطيع الأطباء في الطبِّ النووي اليوم أن يستخدموا مجموعةً واسعة التَّنوع من تقنيات وتكنولوجيات التصوير والتشخيص الحديثة لتحديد طائفة متنوعة من الحالات المرضية.

ولدينا الآن قائمة طويلة من تقنيات التشخيص ومنها التصوير المقطعي المجسَّم الحاسوبي بالانبعاث الفوتوني المفرد (SPECT)، والتصوير المقطعي بالانبعاث الإشعاعي البوزيتروني الموجب الشحنة (PET)، والتصوير الشعاعي الطبقي المقطعي المجسَّم الحاسوبي (CT)، والتصوير بالرنين المغنطيسي (MRI)، والتصوير بالموجات فوق الصوتية (ECHO)، والتنظير الومضاني (الفلوري)، والقائمة لا تزال طويلة، ولكن هل نعلم ما هي هذه التقنيات بالفعل؟

يمكن تقسيم تقنيات التصوير إلى فئتين أساسيتين، هما: التقنيات التي تُظهر الهيئة التشريحية فحسب، والتقنيات التي تنظر في وظائف الأعضاء، وفي كيفية أداء الجسم لوظائفه، مما يُعرَف باسم التصوير الوظيفي. وتعرض هذه المقالة تقسيماً تفصيلياً لهذين التخصصين العلميين التقنيين من التصوير، ولكيفية عمل بعض من أشيع هذه التقنيات استخداماً.

## التصوير بالرنين المغنطيسي (MRI)

ينتج التصوير بالرنين المغنطيسي صورةً باستخدام مغنطيس قوي جداً؛ إذ يُحدث المغنطيس نبضةً مغنطيسية تسبب تراصُّف الجزيئات المائية في جسم المريض. وحينما تتوقف النبضة تتراخى الجزيئات وترتد إلى حالتها السابقة، مما ينتج عنه من ثم إشارة تُكشف بلا إشعاع مؤيَّن. وتساعد أجهزة عالية الحساسية على كشف تلك الإشارة، ويمكن حينذاك ترجمة المعلومات الناتجة إلى صورة. ويساعد تغيير قوة وزاوية الحقول المغنطيسية على إظهار الفروق بين أنواع النُّسج، مما يتيح المجال للمكاشيف لكي تُظهر للنظر النُّسج التي تكون عادةً ناعمةً جداً بحيث لا يمكن كشفها بوسائل أخرى.



## التصوير الطبي الإشعاعي (الرادايولوجي)

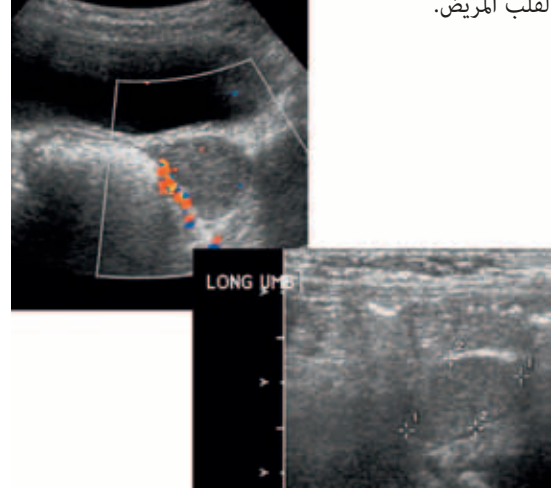
### التصوير بالأشعة السينية

يُحتمل أن تكون هذه التكنولوجيا التصويرية هي المألوفة على الأكثر لدى الناس. وهي تعمل على النحو نفسه كما في إلقاء ظل؛ إذ يوضع جزء من جسم المريض (ذراع مكسورة، على سبيل المثال) أمام مكشاف بالأشعة السينية، وتوجَّه عليه إضاءة شعاعية من مولد أشعة سينية. وحين تمر الأشعة السينية من خلال ذلك الجزء من جسم المريض، فإنها تُمتص بقدر من الشدة يتوقف على كثافة ذلك الجزء وتكوينه. علماً بأنَّ العظام واللحم في الجسم لا تمتص الأشعة السينية بالقدر نفسه من الكفاءة. ويعبر بعض الأشعة متجهاً إلى مكشاف الأشعة السينية، ويساعد ذلك تكوين صورة. وتُسمى تقنية التصوير التي تنتج بواسطتها الأشعة السينية صوراً وشريطاً مصوراً في الزمن الحقيقي التنظير الومضاني.

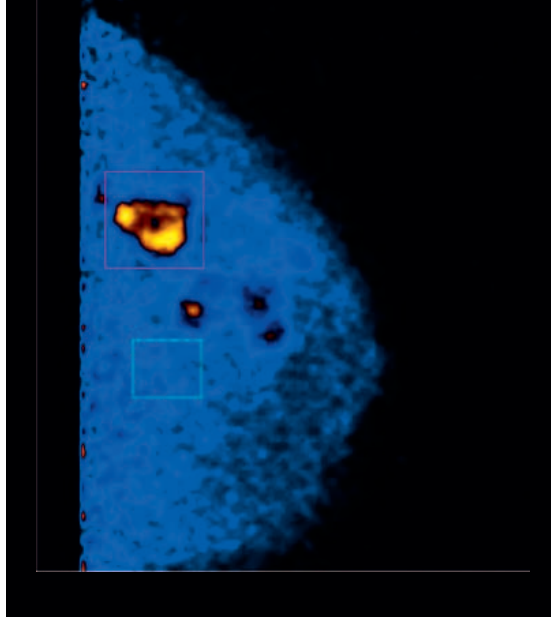


## التصوير بالموجات فوق الصوتية (ECHO)

مخطّط صدى القلب هو مخطّط صَدَوِي أو صورة بالمسح فوق الصوتي للقلب ولا تستلزم إشعاعاً مؤلماً. إذ توجّه إشارةً فوق صوتية (موجة صوتية ذات تردد فوق الحدود العليا للسمع البشري) إلى القلب، وحينما ترتد رجوعاً بقوة بعد أن تصادم نسيجاً أو عظمةً، يلتقطها جهاز استشعار. وتبعاً لتردد الصوت والوقت الذي تستغرقه للعودة، يصبح في الإمكان تكوين صورة لقلب المريض.



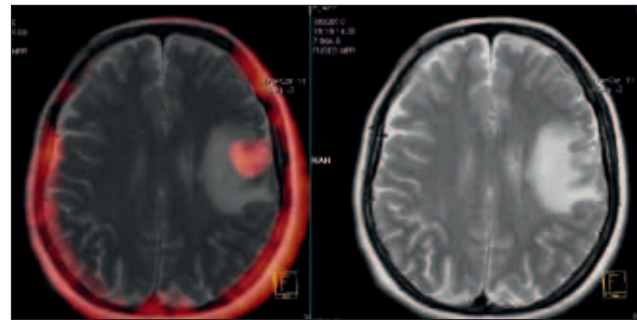
الحاسوبي الفوتوني المفرد (SPECT)، ولكنها تستخدم نظائر مشعة تضمحل بوتيرة أسرع، وينتج عنها شعاعاً غاماً يتحرّك في اتجاهين متضادين. وهذا يتيح المجال للرؤية من زوايا متعدّدة، مما يجعل بالإمكان إنتاج صورة مرئية ثلاثية الأبعاد للمنطقة المستهدفة أو العضو المستهدف.



## التصوير الوظائفي

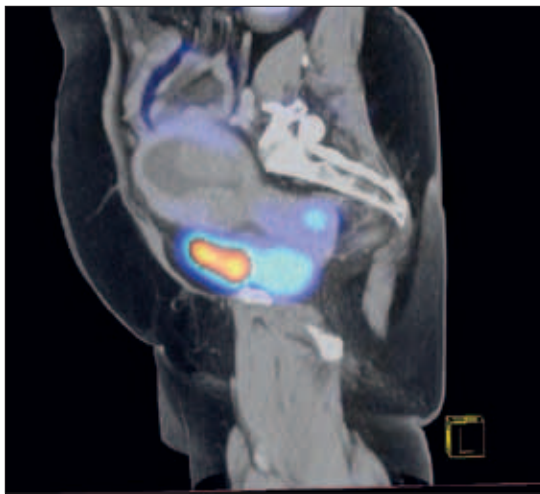
### التصوير المقطعي الحاسوبي بالابتعاث الفوتوني المفرد (SPECT)

هذه التقنية في التصوير الطبي بأشعة غاما (SPECT) تُستخدم فيها آلة تصوير دوّارة لكشف أشعة غاما المبعثة من نظير مُشع يبتعث أشعة غاما تُحقن في أوردة المريض. وتتوضع النظائر المشعة المختلفة في أعضاء أو مناطق محددة من جسم المريض فتكشف شكل المنطقة المستهدفة أو وظيفتها لآلة التصوير؛ ثم يُعاد تكوينها في صورة بواسطة حاسوب. وللنظائر المشعة المستخدمة عمر نصفي قصير ولذلك فهي لا تبقى في الجسم لفترة طويلة.



### التصوير الشعاعي الطبقي (المقطعي) المجرّم الحاسوبي (CT)

تقنية التصوير المقطعي المجرّم الحاسوبي بالأشعة السينية تكوّن صورة بتدوير المصدر المبتعث للأشعة السينية وجهاز استشعار مقابل من حول المريض. وحينما تمرّ الأشعة السينية من خلال المريض تنحرف مائلّةً وتتغيّر. وتُكشف هذه التغيّرات الدقائقية بواسطة جهاز استشعار وتُترجم إلى صورة. والصور الناتجة هي عبارة عن شرائح مقطعية مستعرضة من جسم المريض، تتبع للطبيب أن يكوّن صوراً مركّبة ثلاثية الأبعاد عن المرضى وأحشائهم.



### التصوير المقطعي بالابتعاث الإشعاعي البوزيتروني الموجب الشحنة (PET)

تعمل تقنية التصوير المقطعي بالابتعاث الإشعاعي البوزيتروني (PET) بالطريقة نفسها التي تعمل بها تقنية التصوير المقطعي

مايكل أمدي ميدسن، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة (مصدر الصور الشعاعية: إنريك إسترادا لوباتو/الوكالة الدولية للطاقة الذرية)



# ضمان الأمان والدقة في الطب الإشعاعي

دور الفيزيائيين الطبيين



فيزيائي يُعدُّ طيفاً رأسياً وهمياً، عن نموذج رأس، لاستخراج قياسات من آلة تصوير تشخيصي.  
(مصدر الصورة: دي. كاما/الوكالة)

الإشعاعي، تتيح المجال لتحقيق نتائج أفضل في كشف الأمراض وتحديد مراحلها من خلال عرض معلومات وظيفية وتشريحية، مما يُسهّل التشخيص الدقيق والمعالجة السريعة للحالات المرضية. غير أنّ استخدام الإشعاعات في التصوير والمعالجة الطبيين لا يمكن أن يبلغ المستوى الأمثل وأن يحقق الفعالية إلا إذا كانت نُظم الرعاية الصحية مزوّدة بعاملين مهنيين من ذوي المهارة ممن يمتلكون المعرفة والخبرة الاختصاصية، بغية ضمان جعل تطبيقات التكنولوجيا الإشعاعية المستخدمة للأغراض الطبية فعالة وآمنة، ولا تؤدي إلى احتمال التعرّض لجرعات إشعاعية مفرطة.

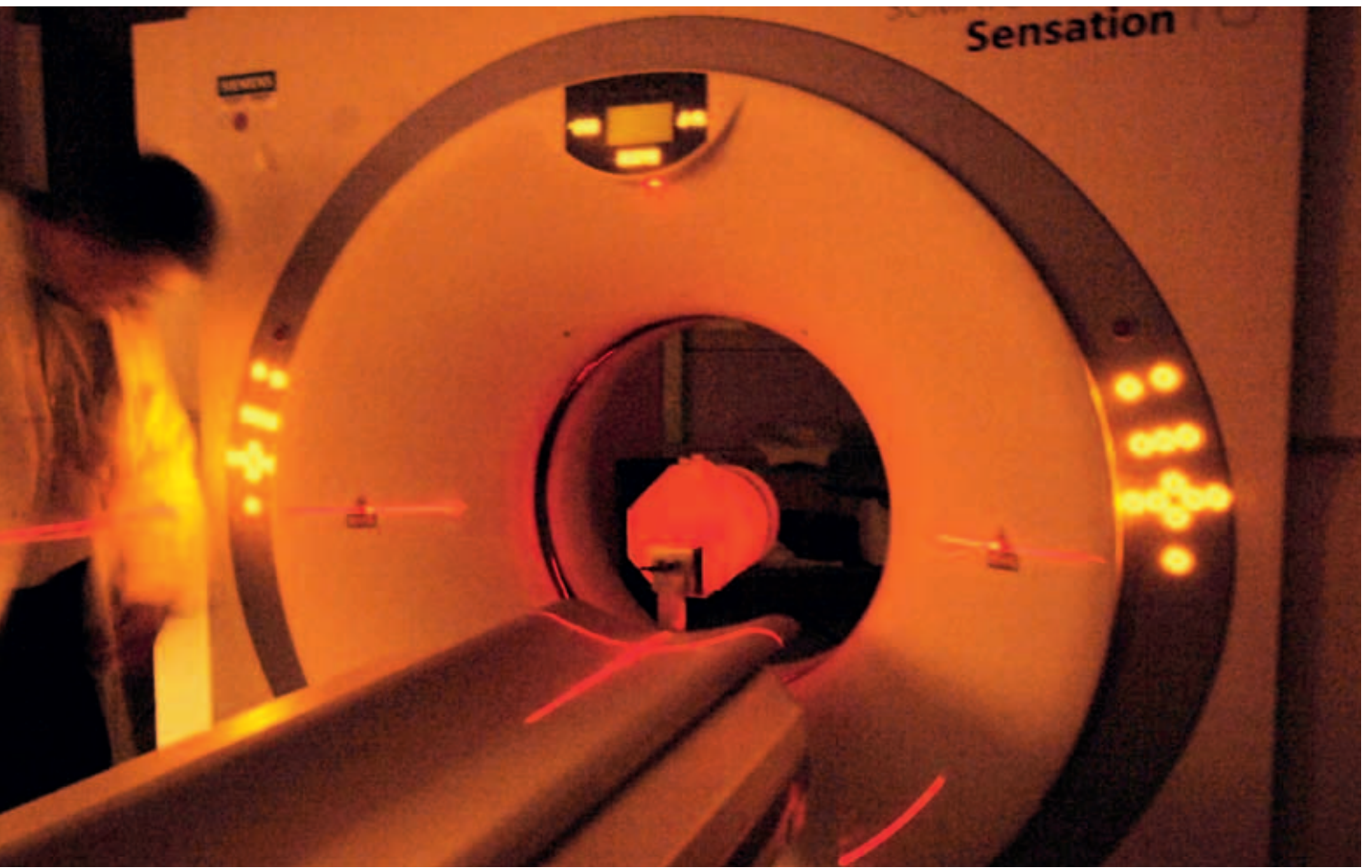
وهذا هو تماماً دور الفيزيائيين الطبيين. فإنّ الفيزيائيين الطبيين هم مهنيون يعملون في مجال الصحة، لديهم تعليم وتدريب تخصصيان في مفاهيم وتقنيات تطبيق علم الفيزياء في الطب، مع الحرص في أنّ معاً على ضمان اتباع إجراءات الوقاية من الإشعاعات بصرامة أثناء التشخيص والعلاج الطبيين. وفي الوقت نفسه أيضاً، يحرصون على دقّة استخدام الأدوات المعيّنة والأجهزة المتخصّصة في جميع فروع التخصص العلمية في الطب الإشعاعي. وهم يكونون ضمن فريق متعدّد التخصصات يشارك في تشخيص وعلاج المرضى بالإشعاعات المؤيّنّة والإشعاعات غير المؤيّنّة، ويسهم في ضمان التقيّد بمعايير عالية بشأن جودة نوعية الخدمات والمستشفيات والعيادات السريرية.

في الطبّ النووي والإشعاعي، ما هي مخاطر القيام بطريقة إجرائية نووية دوّما حضور فيزيائي طبي مؤهّل ودوّمها اتباع مبادئ توجيهية ملائمة؟

- قد يتلقّى المريض جرعة غير صحيحة يمكن أن تعرّض للخطر نجاح المعالجة الطبية أو نوعية التشخيص؛
- قد يكون الموظفون الطبيون والجمهور العام في خطر من التعرّض للإشعاعات؛
- في الحالات القصوى، يمكن أن تؤدي الطريقة الإجرائية المتّبعة إلى حادث خطير.

على الصعيد العالمي، هنالك أكثر من ١٠ ٠٠٠ مستشفى من المستشفيات التي تستخدم النظائر المشعة في الطب، ويتعلق ما نسبته ٩٠ في المائة تقريباً من ذلك الاستخدام بالإجراءات التشخيصية. كما أنّ تكنولوجيات الطب النووي، فيما يخصّ المعالجة والتصوير والتشخيص لأمراض عدة، ومنها مثلاً أمراض السرطان وأمراض الجهاز القلبي الوعائي، يستمر تطويرها ونشرها على الصعيد العالمي في نظم الرعاية الصحية.

إنّ الطرائق الإجرائية المتّبعة في التصوير الطبي، ومن ذلك مثلاً التصوير الهجين باستخدام التصوير المقطعي بالابتعاث البوزيتروني/التصوير المقطعي الحاسوبي (PET/CT)، وهو توليفة من التكنولوجيات من الطب النووي والتصوير



طيف رأسي وهمي، هو نموذج رأس، يستخدمه الفيزيائيون لضبط التراصف على قنطرة آلة للمسح التصويري التشخيصي. (مصدر الصورة: دي. كالم/الوكالة)

ويؤدّي الفيزيائيون الطبيون دوراً بالغ الأهمية في إطار الولاية المسندة للوكالة الدولية للطاقة الذرية، المنبثقة من المادة الثانية من نظامها الأساسي: "تعمل الوكالة على تعجيل وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في السلام والصحة والازدهار في العالم أجمع." وللوكالة تاريخ طويل حافل بدعم الفيزياء الطبية على نحو مباشر، من خلال نشر الوثائق الإرشادية، وغير مباشر من خلال برنامجها الخاص بالتعاون التقني على حدّ سواء، الذي يُعنى بتكوين الوعي وبدعم بناء القدرات فيما يتعلق بالفيزياء الطبية في الدول الأعضاء.

وقد أُرسخت أسس تطبيق الإشعاعات المؤيّنة للأغراض الطبية وتوطّدت مسوّغاتها طيلة العقود الماضية، ولكنّ هذا التطبيق ما زال ينطوي على مخاطر محتملة. وذلك من حيث إنّ المريض هو محور التركيز في أيّ تشخيص طبي وأيّ إجراء يُتّبع في علاجه، فإنّ استخدام الإشعاعات بطريقة آمنة وتتسم بالكفاءة يتطلب مهنيين طبيين مدربين، ومنهم مثلاً الفيزيائيون الطبيون، بغية توفير خدمات التشخيص والعلاج العاجلة، والإسهام بفعالية في نظام للرعاية الصحية في أيّ بلد.

أبها ديكسيت، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة

كما أنّ الفيزيائيين الطبيين يقومون بدور حيوي في نُظُم الرعاية الصحية. فإنهم، بالإضافة إلى أدائهم المهام الأساسية ذات الصلة برعاية المرضى، يوظفون بمهام حرجة فيما يتعلق بالإجراءات التقنية التي تسهم في أمان المرضى والموظفين، وكذلك بتشغيل مرفق الإشعاعات على نحو يحقّق فعالية التكلفة. وهذه الإجراءات تشمل ما يلي:

- تحديد المواصفات التقنية للمعدّات الجديدة لكي تتبدّى فيها المتطلّبات الطبية (الإكلينيكية) الخاصة بالمرفق، ولضمان أن تؤدي المعدات المركّبة حديثاً عملها بحسب ما هو محدّد في المواصفات طيلة عمرها التشغيلي المتوقّع؛

- ضمان الامتثال للمتطلبات الرقابية؛

- إعداد وإنشاء نُظُم لإدارة تدابير جودة النوعية بشأن استخدام المصادر المشعّة لأغراض العلاج الطبي واستخدام الأدوات المتخصصة من أجل مراقبة النوعية؛

- التعاون في العمل مع غيرهم من المهنيين الطبيين بشأن بدء العمل على تنفيذ الإجراءات الإكلينيكية الجديدة أو المعقّدة والإشراف على ذلك؛

- تدريب الموظفين الذين يرتبط عملهم بقضايا الوقاية من الإشعاعات، وذلك لضمان أداء إجراءات العمل بأمان وبطريقة صحيحة.



# تحديث مختبر إنتاج النظائر المشعة

إدماج مفاهيم متقدمة بشأن الأمان وال



٢ كان من مسوغات تحديث المختبر ضرورة تحسين البنى التصميمية للوقاية من الإشعاعات ودرجة النظافة اللازمة للمستحضرات الصيدلانية، وجعله متمثلاً للوائح الرقابية النووية والصحية. واشتملت عملية التحديث على تجديد نوافذ الزجاج الرصافي الصغيرة، وأدوات المناولة البعدية (الألات الشبيهة بالأذرع والأيدي التي يستخدمها العاملون لمناولة المواد المشعة الخطرة عن بُعد)، والخلايا الساخنة الثماني في المختبر. وهذه الخلايا الساخنة هي حجرات احتواء مدرّعة مُصمّمة لوقاية العاملين أثناء عملهم في مناولة المواد المشعة. ومن الشروط الأساسية أن تكون هذه الخلايا جيدة الإنشاء لضمان توافر معايير الأمان العالية.



١ أنشئ في شيبي في الستينات مختبر لإنتاج النظائر المشعة والمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لأغراض الأنشطة البحثية. وخلال الفترة من عام ١٩٦٧ وحتى كانون الثاني/يناير ٢٠١٢، كان المختبر مخصصاً لصنع النظائر المشعة والمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لأغراض التشخيص والعلاج الطبيين. وفي عام ٢٠١٢، بدأت عملية تحديث تصميم وتكنولوجيا المرفق في إطار مشروع تعاون تقني تضطلع به الوكالة الدولية للطاقة الذرية، هو مشروع تحديث مختبر إنتاج النظائر الإشعاعية التابع لمركز لارينا النووي بإدماج مفاهيم متقدمة بشأن الأمان والممارسات الجيدة في الصناعة التحويلية (المشروع رقم CH1٤٠٢٢).



٤ أنشئت البنية الداعمة للخلايا الساخنة من صفائح فولاذية ملحومة ومُتربسة معاً وراسية بإحكام في الأرضية. كما شُيّدت الجدران الداخلية والخارجية للخلايا الساخنة من الأجر الرصافي أيضاً. والرصاص هو المادة المفضلة لإنشاء الخلايا الساخنة لأنه يتميز بدرجة كثافة عالية وقادرة على أن يسد مسرى الإشعاعات المؤذية.



٣ هُدم جزء من المبنى من أجل بناء جدران جديدة، ودعامات إسمنتية صفائحية يمكن أن تتحمل وزن الخلايا الساخنة الجديدة. وقد أبرم عقد استئجار خدمات مع شركة اختصاصية لتشييد أعمدة الدعامات الإسمنتية المسلحة. واشتملت أيضاً مرحلة الإنشاء على تجميع البنية الداعمة للبنات الأجر الرصافي.



# تحت في مركز لا رينا النووي في شيلي

لممارسات الجيدة في الصناعة التحويلية



٦ شُيِّدَت جدران رصاصية ورُكِّبَت أبواب رصاصية لضمان أمان وأمن المنطقة المحصورة الساخنة في المرفق، وهي المنطقة التي توجد فيها المواد المشعة، والمنطقة المحصورة الساخنة هي أيضاً المنطقة التي تُجَلَّب إليها المواد المشعة الخام، والتي تخرج منها المنتجات التامة الصنع (أي المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية)، بعد المعالجة والتجهيز في الخلايا الساخنة.

٥ أنشئت الخلايا الساخنة لإنتاج المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية من التكنيتيوم-٩٩م واليود-١٣١، باستخدام نوافذ من الزجاج الرصاصي وإطارات متشابهة معاً من أجل تركيب مجموعة أدوات المناولة البعيدة. وقد قَدِّمَت الوكالة النوافذ الزجاجية الرصاصية والمناولات البعيدة، التي قام بتكبيها تقنيون عملوا إلى جانب موظفين من مفوضية الطاقة النووية الشيلية (CCHEN).



٨ رُكِّبَ في الخلايا الساخنة الجديدة نظام تهوية متطور مزوّد بمراشح أولية، ومراشح عالية الكفاءة لجسيمات الهواء (HEPA)، ومراشح غاز الكربون الناشط، وتضمّنت البنية التصميمية نظاماً مرشحاً مزدوجة من أجل تحسين الأمان.

٧ الخلايا الساخنة الجديدة لإنتاج التكنيتيوم-٩٩م هي ذات مواصفات تمتثل لمتطلبات الممارسة الجيدة في الصناعة التحويلية الخاصة بهذا الميدان. وأنشئ المحيط الخارجي لكل خلية من الفولاذ غير القابل للصدأ في الجدران والأرضية والسقف بتصميم يلبي متطلبات النظافة اللازمة للمستحضرات الصيدلانية. في نهاية الرّواق فتحة انتقال (نافذة) توصل إلى مختبر آخر يُنتج فيه اليود-١٣١.

النص: سيلفيا لاغوس إسبينوزا، المفوضية الشيلية للطاقة النووية؛ الصور: المفوضية ذاتها

# استخدام المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية لإدارة تقنيات علاج السرطان الفعّالة من حيث التكلفة

المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية. وقد استضافت اجتماع تنسيق البحوث في مقرها الرئيسي في الفترة من ١ إلى ٥ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤ في إطار مشروع جارٍ تظلع به الوكالة بشأن التنسيق في ميدان البحوث، الذي يركّز على تطوير إنتاج المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية وخصوصاً النظير المشع الغاليوم-٦٨. وقد ضم الاجتماع ١٧ مؤسسة من أنحاء عديدة من العالم تعمل في مجال تطوير إنتاج المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية القائمة على النظير المشع الغاليوم-٦٨.

وفي ذلك الاجتماع، جرى تحليل النتائج المقدمّة من بلدان شتى، ونُوقشت مسألة وضع خطة العمل للفترة المقبلة من المشروع. وقد اتُفق على إنتاج واختبار مجموعة جاهزة للاستخدام من الصيغ التركيبية الكيميائية التي تشتمل على النظير المشع الغاليوم-٦٨ المتحصّل عليه من مولّد جرمانيوم-٦٨/غاليوم-٦٨.

وفي الكلمة الترحيبية التي ألقاها في الاجتماع نائب مدير عام الوكالة ورئيس إدارة العلوم والتطبيقات النووية، ألدو مالافاسي، سلّط الضوء على أهمية المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية من الغاليوم-٦٨ كأداة تشخيصية في الطب النووي، وأشار إلى وجاهة العمل الذي يؤدّيه الباحثون في هذا الميدان.

وقال السيد مالافاسي، إنّ إنتاج مجموعات من المستحضرات على وجه الخصوص، جاهزة لوسمها بأنها من أصناف النظائر المشعّة من شأنه أن ييسر استخدامها في المستشفيات، ومن شأنه أيضاً أن يعزّز على نحو إضافي من مدى فائدة هذه التقنية النووية في التمكن من إتباع أسلوب أفضل في إدارة طرائق علاج السرطان وغيره من الأمراض.

وهناك بعض الأنواع من أمراض السرطان، ومنها مثلاً سرطانات الغُدّد الصمّ العصبيّة، التي يمكن أن تُشخّص وتُردّد على أفضل نحو من خلال التصوير باستخدام المستحضر الصيدلاني المشع الغاليوم-٦٨. ولأنّ هذه الطريقة لا تحتاج إلى وجود جهاز معجّل سيكلوتروني على مقربة من المكان، فإنّ إنشاء مرافق التصوير المقطعي الإشعاعي البوزيتروني (PET)/التصوير الشعاعي الطبقي الحاسوبي (CT) يمكن أن يكون منطلقاً قابلاً للاستدامة بالنسبة إلى البلدان المنخفضة الدخل لكي تسير قُدماً في ميدان التصوير الطبي لهذه الأنواع من السرطان، وكذلك فيما يخص غيرها من الأمراض المعدية.

أبها ديكسيت، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة، بالتعاون مع قسم منتجات النظائر المشعّة والتكنولوجيا الإشعاعية، إدارة العلوم والتطبيقات النووية في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

إنّ البحث عن طرائق إجرائية طبية سريعة ودقيقة يمكن اتباعها لإعداد خريطة للجسم البشري من أجل التشخيص والمعالجة السريعة لأمراض كالسرطان هو مسعى طالما كان موضع اهتمام في جدول الأعمال الشاغلة على الصعيد العالمي منذ عهد بعيد. ومن ضمن التقنيات الطبية المستحدثة في هذا الصدد التطبيق الفريد من نوعه للتكنولوجيا النووية في استخدام المستحضرات الصيدلانية.



المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية هي نظائر مشعّة تُستخدَم بمقادير صغيرة لتصوير وظائف الأعضاء الجسدية ولتشخيص الأمراض. ومقدار الجرعة الإشعاعية التي يتلقاها المريض منخفض جداً، وغير اقتحامي (غير غازٍ) ويُعتبر سليماً. ويمكن كشف ابتعاثاته بدقة، مما ينتج صوراً مفيدة لأغراض التشخيص.

أما تقنيات التصوير، ومنها مثلاً التصوير الشعاعي الطبقي الجسم الحاسوبي (CT)، والتصوير بالرنين المغنطيسي (MRI)، والتصوير التخطيطي بالتموجات فوق السمعية، فهي قادرة على التخطيط الفسيولوجي لوظائف الأعضاء والنشاط الأيضي (الاستقلابي). وأما المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، في المقارنة بذلك، فيمكن أن تقدّم معلومات محدّدة أكثر تخصيصاً وتفصيلاً عن الوظائف العضوية والتفاعل الحيوي الأيضي.

والشائع في استخدام المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية إنّما هو بواسطة جهاز مسح ضوئي مثبت، ومن ذلك مثلاً جهاز التصوير المقطعي بالابتعاث الإشعاعي البوزيتروني الموجب الشحنة (PET). ويستند الاستخدام التقليدي للتصوير المقطعي البوزيتروني بالمستحضرات الصيدلانية الإشعاعية بالدرجة الرئيسية إلى النظير المشع الفلور-١٨. غير أنّ إنتاج الفلور-١٨ يتطلب جهازاً مُعجلاً دائرياً بالرنين المغنطيسي (سيكلوترون)¹ وكذلك المرافق المقترنة به، وهي باهظة التكلفة جداً ويستغرق تركيبها وقتاً طويلاً جداً. وفي المقابل يوجد، نظير مشع آخر ملائم، وهو الغاليوم-٦٨، متاح بيسر من خلال مولّدات الجيرمانيوم-٦٨/غاليوم-٦٨.

يتميز النظير المشع الغاليوم-٦٨ بخواص فيزيائية مؤاتية، وهو أرخص تكلفته بقدر كبير من النظائر المشعّة المنتجة بواسطة المعجّل السيكلوتروني الدائري.

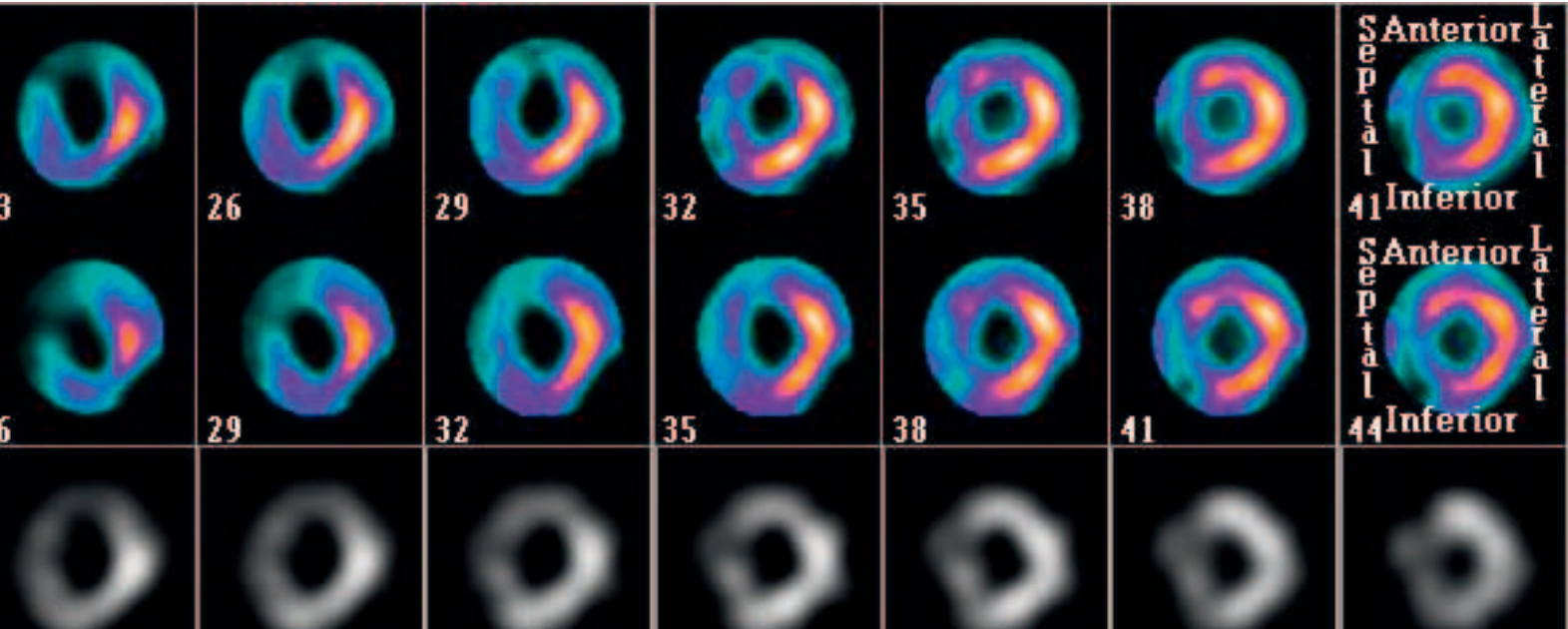
الوكالة الدولية للطاقة الذرية هي في طليعة الهيئات الرائدة الداعمة لتطوير أحدث التكنولوجيات النووية في ميدان استخدام

نائب مدير عام الوكالة ورئيس إدارة العلوم والتطبيقات النووية، ألدو مالافاسي (يساراً)، وجويو ألبيرتو أوسو الابن، رئيس قسم منتجات النظائر المشعّة والتكنولوجيا الإشعاعية، التابع لشعبة العلوم الفيزيائية والكيميائية في الوكالة (يميناً)، في الاجتماع الثالث لتنسيق البحوث المعني بتطوير المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية القائمة على الغاليوم-٦٨ للتصوير المقطعي البوزيتروني من أجل إدارة طرائق علاج السرطان وغيره من الأمراض المزمنة. (مصدر الصورة: سي. غرافينو/الوكالة)

¹السيكلوترون هو آلة مركّبة تُعجّل الجسيمات الذرية المشحونة كهربائياً في حُجيرة مفرّعة إلى الخارج من المركز في مسار دائري لولبي. وأثناء عملية التعجيل، تكتسب الجسيمات المشحونة طاقة عليا. ثم تتفاعل الجسيمات المشحونة بالطاقة مع المادة المستقرة الموضوعية في مسارها. ويحوّل التفاعل المواد المستقرّة إلى نظائر مشعّة مفيدة طبيياً تُستخدم لصنع مستحضرات صيدلانية إشعاعية.



# مساعدة قلبك بالتصوير الطبي النووي



التصوير الطبي النووي لتروية العضلة القلبية (MPI) يكشف مدى جودة إمداد (تروية) عضلة القلب بالدم. (مصدر الصورة: إنريك إسترادا لوباتو/الوكالة)

تناول الأغذية السريعة الإعداد السائدة في البلدان الغنية، أو في البلدان التي تغلب فيها نسبة السكان المسنين، فإن الحقيقة هي أن ما يربو على ٨٠ في المائة من وفيات أمراض القلب والأوعية الدموية إنما يقع في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. وإنه في هذه البلدان بحد ذاتها توجد الحاجة الماسة على أشد نحو إلى المساعدة.

## التصوير الطبي النووي لأغراض تشخيص أمراض القلب والأوعية الدموية

يستخدم الأطباء تكنولوجيا التصوير الطبي التشخيصي لكي 'يروا' داخل قلب المريض ويستبينوا كيف يؤدي قلبه ووظائفه، ويفحصوا وضعيته الإجمالية من أجل تشخيص الحالة المرضية. وإحدى تكنولوجيات التصوير الطبي الرائجة على نطاق واسع هي تقنية تصوير تروية العضلة القلبية الطبي النووي (MPI). وتؤدي هذه التقنية التصويرية عملها بحقن مادة مُقتفية إشعاعية (مركبٌ يُستعاض فيه عن النظير المستقر بنظير مشع يمكن متابعته واقتفاء مساره خلال حركة تنقله داخل الجسم) تتوضع في العضلة القلبية لدى المريض بنسبة مكافئة للإمداد الدموي. فتُبعث المُقتفية الإشعاعية مقادير صغيرة من الإشعاع تلتقطها آلة تصوير حساسة وتجهزها في شكل صور. وتكشف هذه الصور درجة جودة إمداد (أو تروية) العضلة القلبية بالدم. وعادة يمارس المريض أثناء الفحص تمرينات بدنية بساقه وقدميه على مقعد ذي دواسات دائرية أو عجلة ثابتة من أجل زيادة تدفق الدم إلى

**تعنى** الوكالة الدولية للطاقة الذرية بالمساعدة على مكافحة أمراض القلب والأوعية الدموية (CVDs)، وذلك بتقديم المساعدة إلى الدول الأعضاء في مجال الاستفادة من العلوم والتكنولوجيا النووية من أجل تتبع مسار أمراض الأوعية الدموية ورصدها. وتقنيات التصوير التشخيصي النووي تتيح المجال للأطباء لتوجيه النظر إلى داخل جسم المريض ومشاهدة كيف تؤدي الأعضاء الجسدية ووظائفها وذلك من دون مواجهة مخاطر إجراء عملية جراحية في هذا الصدد.

وإن أمراض القلب والأوعية الدموية هي أمراض فتاكة تتسبب في قتل أعداد من الأشخاص ربما أكثر من أي سبب آخر في هذا الكوكب. وتقدر منظمة الصحة العالمية أن ما نسبته ٣٠ في المائة تقريباً من مجموع عدد الوفيات في عام ٢٠٠٨ كان بسبب أمراض القلب والأوعية الدموية. وهذا العدد أخذ في الازدياد، حيث تقدر المنظمة المذكورة أنه بحلول العام ٢٠٣٠ سوف يموت أكثر من ٢٣ مليوناً من الأشخاص سنوياً من جراء هذه الأمراض القلبية الوعائية. ولغرض المقارنة، فإن ذلك العدد يعادل تقريباً مجموع عدد سكان بلد متوسط الحجم.

## ما هي أمراض القلب والأوعية الدموية؟

أمراض القلب والأوعية الدموية هي فئة من الاضطرابات التي يمكن أن تؤثر في قلب شخص ما وأوعيته الدموية. وهي تتراوح من الأمراض التي تؤثر في الأوعية الدموية الخاصة بأعضاء أو عضلات معينة، كالأمراض القلبية التاجية (الإكليلية) والأمراض الشريانية المحيطية، إلى الجلطات الدموية، والعيوب الخلقية القلبية، والأضرار التي تصيب العضلة القلبية من جراء الأمراض الجهازية الشاملة في الجسم، ومنها مثلاً الحمى الرثيئة (الروماتيزمية) علماً بأن نطاق أمراض القلب والأوعية الدموية واسع جداً، وبأنها يمكن أن تؤثر في الأشخاص من جميع مناحي الحياة. وفي حين أن النوبات القلبية والسكتات الدماغية وارتفاع ضغط الدم هي حالات مرضية كثيراً ما تكون مقترنة بعادات

تقنية تصوير تروية العضلة القلبية هي 'ناظرة' ليست باهظة التكلفة نسبياً، ولا تسبب عملياً مخاطر لأكثرية الناس (من السكان) - علماً بأننا لا نستخدمها على النساء الحوامل - وهي تخبرنا الكثير من المعلومات عن القلب وأدائه ووظائفه.



لا تخبرنا دائماً بما يكفي من المعلومات عن وضعية المريض، وهي تُعتبر عادةً خطوةً أولى فحسب في مسار تحديد حالة مرضية للقلب والأوعية الدموية. وأما التقنيات التشخيصية التي هي أكثر شمولاً، مثل تخطيط الأوعية (تقنية تصوير بالأشعة السينية التي تتطلب إدخال مسبر (قسطرة) في شريان)، فهي تشتمل على جانب جراحي، ومعه درجة ضئيلة جداً، ولكنها موجودة، من المخاطر، ولذلك فإننا نحاول ألاّ نستخدمها إلا عند الحاجة إليها.

## كوبا

نوّهت أماليا باييس، نائبة مدير البحوث في معهد طب الأمراض القلبية في كوبا، بنظام الرعاية الصحية الراسخ في بلدها. ولكنها ذكرت أنّ هناك عقبات تعرقل زيادة الاستفادة من تقنية تصوير تروية العضلة القلبية في كوبا. ومن تلك العقبات التكلفة الباهظة التي تحول دون الحصول عليها والحظر الاقتصادي المفروض الذي يعوق استيراد المعدات.



أماليا باييس، نائبة مدير البحوث في معهد طب الأمراض القلبية في كوبا.  
(مصدر الصورة: مايكل أمدي ميدسن/الوكالة)

وبيّنت السيدة باييس الدعم الذي قدّمته الوكالة إلى المعهد الذي تعمل فيه، واسترعت الانتباه إلى مشروع تعاون تقني اضطلعت به الوكالة قبل ست سنوات خلت، مع مساهمات شاركت بها الحكومة الكوبية؛ فذكرت أنه أتاح المجال لإعادة بناء قسم الطب القلبي النووي الإكلينيكي في بلدها من خلال توفير المعدات وتدريب الموظفين.

وقالت "إنّ الوكالة نظّمت حلقتي عمل وربّبت زيارات لمحاضرين في علم الطب النووي إلى بلدنا. وقد ساعد الدعم الذي قدّموه على تدريب موظفينا وعلى توفير آلات تصوير بأشعة غاما لنا."

وذكرت أيضاً أنّ "الوكالة أتاحت لنا فرصاً للتعاون في العمل والتشارك في الخبرات في عدة أنشطة خاصة بالطب القلبي النووي. وإننا من خلال العمل مع الوكالة، تلقينا دعماً بشأن الاضطلاع بدراسات في مراكز متعددة تشمل عدة بلدان نامية، وكذلك تلقينا المساعدة في تعميم تقنيات الطب النووي."

القلب، وإتاحة المجال للطبيب لكي يستبين كيف يؤدّي القلب وظيفته تحت الإجهاد البدني.

## وجهات نظر عن أمراض القلب والأوعية الدموية وعن دور الوكالة في هذا الخصوص

في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٤، استضافت الوكالة "اجتماعاً بشأن استعراض تصاميم المشاريع الإقليمية بشأن برنامج التعاون التقني لصالح منطقة أمريكا اللاتينية". وأثناء ذلك الاجتماع، جرى تبادل في وجهات نظر متعمقة شخصية بين فيرناندو موت، فيزيائي نووي يعمل في مصح إكلينيكي في مونتيفيديو، وأوروغواي، وأماليا باييس، نائبة مدير البحوث في معهد الطب للعلوم والأمراض القلبية في كوبا.

## أوروغواي

استعرض فيرناندو موت العمل الهام الذي تضطلع به الوكالة في التواصل مع أخصائيي الأمراض القلبية في بلده وفي أنحاء أخرى من منطقة أمريكا اللاتينية لا فيما يخص إدكاء الوعي لدى أولئك الأخصائيين بشأن تقنيات التصوير الطبي النووي، مثل تصوير تروية العضلة القلبية (MPI) فحسب، بل كذلك في تدريبهم على اكتساب المهارة في هذ التقنيات واستخدامها. والسيد موت سبق أن تعاقدت معه الوكالة عدة مرات لأغراض تعليمية، وشارك في دورات تدريبية كثيرة نظّمت في أنحاء عدة من تلك المنطقة الإقليمية بدعم من الوكالة.



فيرناندو موت، الفيزيائي النووي من مونتيفيديو، أوروغواي.  
(مصدر الصورة: مايكل أمدي ميدسن/الوكالة)

وقد أوضح السيد موت لماذا تُطبّق تقنية التصوير الطبي لتروية العضلة القلبية قبل اللجوء إلى إجراءات طبية تشخيصية أكثر تعقيداً وخطورةً، ولماذا هي على وجه الخصوص تقنية هامة في المصح الإكلينيكي الذي يعمل فيه هو، فقال: "إنّ تقنية تصوير تروية العضلة القلبية هي 'ناظرة' ليست باهظة التكلفة نسبياً، ولا تسبب عملياً مخاطر لأكثرية الناس (من السكان) - علماً بأننا لا نستخدمها على النساء الحوامل - وهي تخبرنا الكثير من المعلومات عن القلب وأدائه ووظائفه. ومع أنّ هناك طرائق أخرى لقياس أداء وظائف القلب، بواسطة تكنولوجيات تخطيط القلب الكهربائي (ECG) وتخطيط صدى القلب، الآمنة وغير الاحتمالية التي يُلجأ إليها؛ ولكنها للأسف

ومن شأن هذه المبادرة أن تتطلب التنسيق والشراكة بين المنظمات الدولية غير الحكومية المعنية وحكومات البلدان بغية زيادة الوعي، والترويج الناشط للوقاية من أمراض القلب والأوعية الدموية، وتوفير المساعدة التي تتسم بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة في مجال إدارة إجراءات مكافحة هذه الأمراض وعلاجها.

وقد قدّم ذلك المؤتمر أيضاً معلومات عن كيفية قيام الوكالة الدولية للطاقة الذرية بتلبية هذه الاحتياجات من خلال أعمالها التعاونية مع الدول الأعضاء ومع الجمعيات المهنية في هذا الميدان. وهذه الشراكات، إنما تحقق أهدافها من خلال توفير المعلومات والمواد التعليمية، والدورات التدريبية الإلكترونية عبر الإنترنت وفي المواقع، وبواسطة مشاريع التعاون التقني، وكذلك أنشطة البحوث المنسّقة.

وإضافةً إلى الاعتراف الذي حظي به مؤتمر الوكالة الدولي لعام ٢٠١٣ بشأن التصوير الطبي المتكامل في مجال أمراض القلب والأوعية الدموية من قبل منظمة الاتحاد الأوروبي للأخصائيين الطبيين، وإلى توفير القروض الائتمانية المخصصة للتعليم الطبي المتواصل من أجل الأخصائيين في المهن الطبية من الشباب الذين حضروا المؤتمر، أتاح المؤتمر أيضاً منبراً للترويج لخدمات الحلقات الدراسية الشبكية الإلكترونية التي توفرها الوكالة والتي تركّز على تقنيتي التصوير الطبي النووي لتزوية العضلة القلبية والتصوير المقطعي المحوسب كليهما.

## النظر إلى أبعد من نطاق العيادة السريرية

إنّ الدعم الذي تقدّمه الوكالة في مجال التكنولوجيا النووية والتصوير الطبي النووي في مكافحة أمراض القلب والأوعية الدموية لن يعدو هذه الحدود الطبية، ولن يحقق الانتصار في هذه المعركة إن كانت الوكالة بمفردها، لأنّ الجبهة الأمامية لهذه المعركة إنما هي في الواقع في كل مريض بحد ذاته يُحتمل أن يُصاب بأمراض الأوعية القلبية. وفي حين أنه يمكن اجتناب الإصابة بأمراض الأوعية القلبية لدى بعض الأشخاص، فإنّ معظم هذه الأمراض القلبية يمكن منع الإصابة بها بتدارك عوامل مخاطرها وبالقيام بحملات تروّج للوقاية. وقد بينت الدراسات أنّ التدخين والخمول البدني والنظام الغذائي غير الصحي هي كلها عوامل يمكن أن ترفع من درجة مخاطر الإصابة بأمراض القلب والأوعية القلبية، غير أنها مع ذلك عوامل يمكن التحكّم بها من خلال خيارات أسلوب الحياة. ولكن حتى عندما يكون معدل الإصابة بأمراض القلب والأوعية الدموية منخفضاً لدى السكان في بلد ما، فإنّ من المهم مع ذلك توافر خيارات رخيصة الثمن وفعالة من حيث التكلفة متاحة من أجل فحوص المسح التصويري ومن أجل رصد أمراض القلب والأوعية الدموية، ولهذا السبب فإنّ التصوير الطبي النووي سوف يظل باستمرار أداة قيمة.

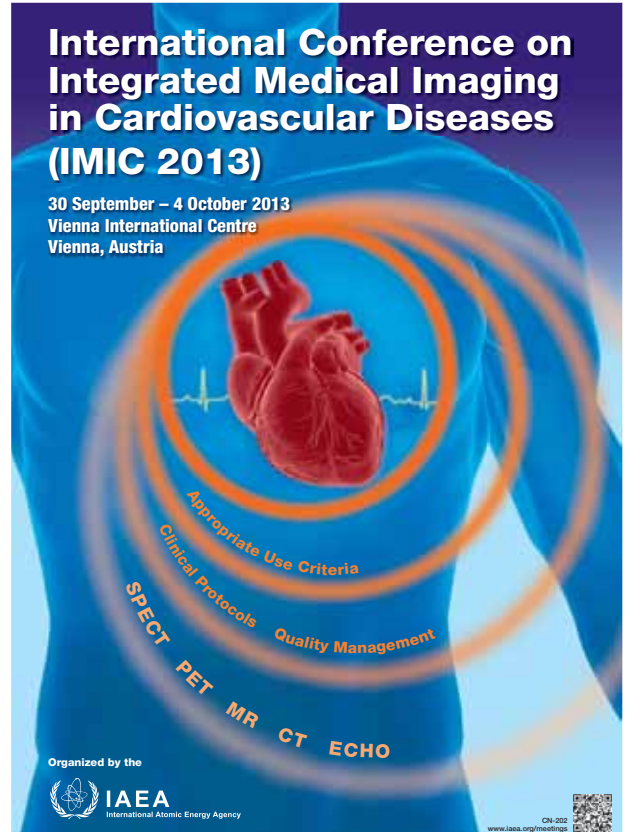
مايكل أمدي ميدسن، مكتب الإعلام والاتصالات في الوكالة

وقالت السيدة باييس "إنّ المرضى يُعالجون في المعهد مُفتحون على فكرة الطب النووي، مع أنهم لم يسمعوا في العادة إلا باستخدام الطب الإشعاعي والنووي على مرضى السرطان، ولذلك فهم يشعرون ببعض القلق حينما نحدّثهم بأن يحرصوا على الابتعاد عن الأطفال لفترة أربع وعشرين ساعة بعد خضوعهم لإجراء التصوير الطبي النووي لتزوية العضلة القلبية. ونحن نوّضح لمرضانا كيف أنّ هذا الإجراء الطبي لا يجعلهم إشعاعيين، وأنّ معظم التكنيتيوم تقريباً [وهو النظير المشع الذي يسمّ المركّبات المستخدمة مُقتنيات إشعاعية في تصوير تزوية العضلة القلبية النووي] سوف تتسرب من جسمهم في غضون يوم. إنّ المخاوف من الإشعاعات يمكن التغلّب عليها بسهولة بفضل التثقيف، وهذا أمر بالغ الأهمية، لأنّ التقنيات النووية أداة هامة في التشخيص وفي إرشادنا إلى اللجوء إلى التدخلات المناسبة لمعالجة أمراض القلب والأوعية الدموية."

## دور التعليم

التعليم والتشارك في المعارف هما معاً وسيلة أساسية في التعامل مع أمراض القلب والأوعية الدموية، ومن ثم يجري اتخاذ إجراءات العمل اللازمة لتعميم أحدث البحوث بشأن هذه الأمراض القلبية على الصعيد العالمي. وفي عام ٢٠١٣، عقدت الوكالة مؤتمرها الدولي الأول بشأن التصوير الطبي المتكامل في مجال أمراض القلب والأوعية الدموية (IMIC 2013). وكان مؤتمراً مكثفاً لمدة خمسة أيام جمع ٣٥٠ مشاركاً من ٩١ دولة عضواً من أجل تبادل المعارف والخبرات ونتائج البحوث بشأن مواضيع رئيسية تخص أمراض القلب والأوعية الدموية.

وفي ذلك المؤتمر، سلّطت الأضواء على أهمية الحاجة إلى القيام بمبادرة على النطاق العالمي من أجل مواجهة التحدي الذي تشكّله أمراض الأوعية القلبية.

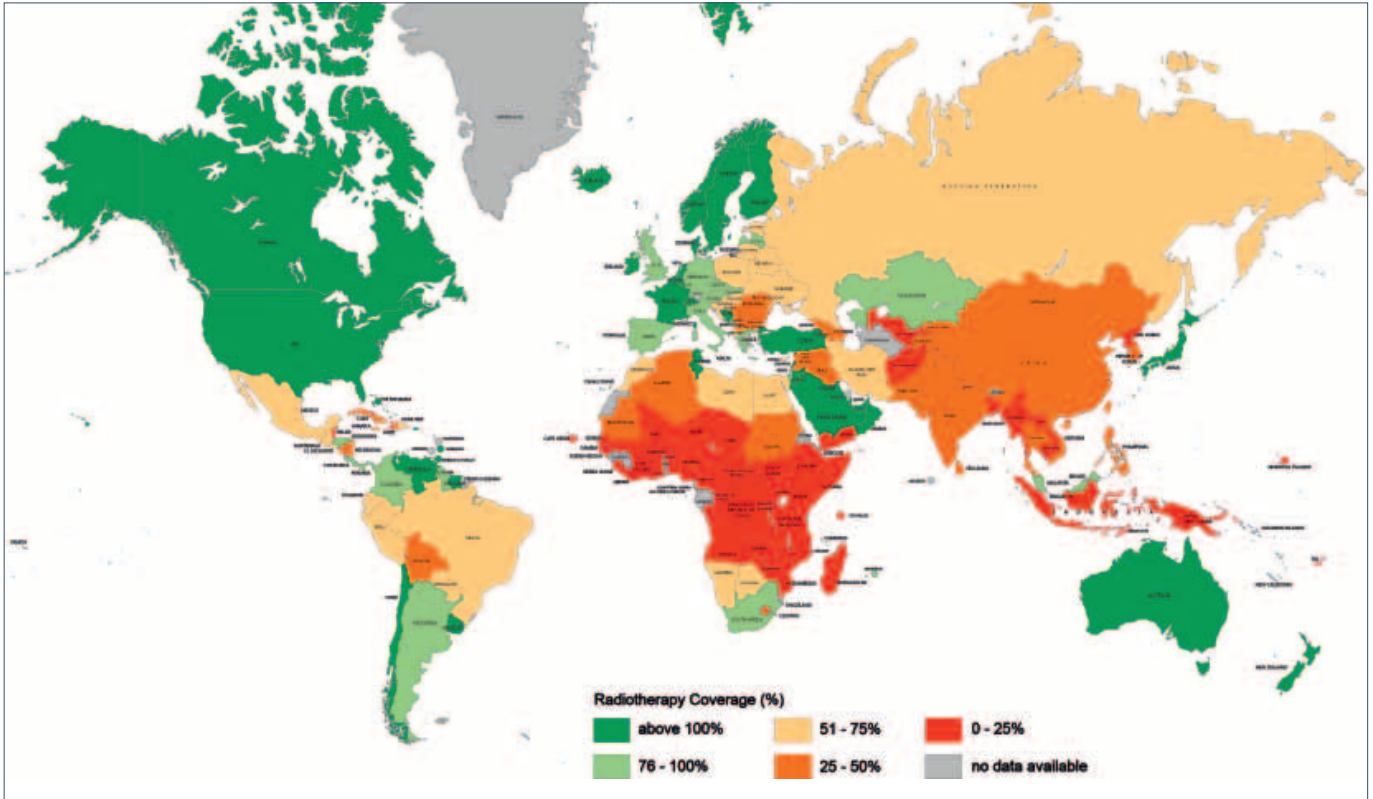


# إذكاء الوعي، وبناء علاقات الشراكة، وحشد دورُ شعبة برنامج العمل

١  
الوكالة الدولية للطاقة الذرية تعمل من خلال شعبتها الخاصة ببرنامج العمل من أجل علاج السرطان (باكت) (PACT)، وتتعاون مع منظمة الصحة العالمية ومع الوكالة الدولية لبحوث السرطان (IARC)، وغيرهما من المنظمات العاملة في ميدان مكافحة السرطان، على تقديم استجابة عالمية منسقة من أجل دعم تنفيذ برامج وطنية شاملة بشأن مكافحة السرطان في الدول الأعضاء المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل. (مصدر الصورة: برنامج العمل "باكت" /الوكالة)



٢  
ليس لدى أكثر من ٣٠ بلداً أي آلات للعلاج الإشعاعي. ومن ثم فإنَّ برنامج العمل من أجل علاج السرطان يعمل مع المنظمات الشريكة معه فيما يهدف إلى تقديم المساعدة إلى المرضى لإرشادهم إلى سبل الوصول إلى أدوات التشخيص التي تنقذ حياتهم وتوفّر لهم المعالجة وتتيح لهم حياةً أفضل نوعية.





# مصادر من أجل تشخيص السرطان ومعالجته: من أجل علاج السرطان



٣ الجامعة الافتراضية لمكافحة السرطان (VUCCnet) والشبكة التدريبية الإقليمية هي مبادرة أطلقتها الوكالة في عام ٢٠١٠، من خلال برنامج العمل من أجل علاج السرطان، تساعد على إنشاء شبكات تدريب وإرشاد داخل البلدان المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل. كما توفّر المبادرة منصة إلكترونية قائمة على موقع شبكي من أجل تيسير سبل وتكاليف إتاحة المواد التعليمية للمتدربين. وذلك لأنّ ما يحدث اليوم في غانا وجمهورية تنزانيا المتحدة وأوغندا وزامبيا، أنّ أكثر الأشخاص الذين تُشخص إصابتهم بالسرطان ينتهون إلى الإخفاق في صراعهم مع هذا المرض. ولكي يكون بمستطاع هذه البلدان الأربعة توفير خدمات شاملة بشأن مكافحة السرطان من أجل السكان فيها، فإنها تسعى حالياً إلى تدريب ٢٥٠ اختصاصياً في طب الأورام، وأكثر من ٨٠٠٠ ممرض وممرضة، و٢٨٠٠ مرشد صحي في المجتمعات المحلية، وغيرهم من الاختصاصيين المهنيين، في غضون العقد الزمني المقبل. (مصدر الصورة: برنامج العمل "باكت" /الوكالة)



٤ في مناسبة المؤتمر العام الثامن والخمسين، نظّم برنامج العمل من أجل علاج السرطان حدثاً جانبياً بشأن قيمة علاقات الشراكة الاستراتيجية في مكافحة وباء السرطان العالمي. وقد حضر الحدث المدير العام للوكالة الدولية للطاقة الذرية، يوكيا أمانو، ونائب المدير العام، رئيس إدارة التعاون التقني كاواكو أمينغ، وكذلك لفييف من المندوبين الموقّرين من الدول الأعضاء في الوكالة ومن ممثلي منظمات دولية.

تبيوغو سيكولو، الممثل الدائم لجنوب أفريقيا لدى الوكالة (في اليسار)، وميتسورو كيتانو، الممثل الدائم لليابان لدى الوكالة (في الوسط إلى اليسار)، وكوالو أنينغ، نائب المدير العام للوكالة رئيس إدارة التعاون التقني (في الوسط إلى اليمين)، ويوكيا أمانو، المدير العام للوكالة (في اليمين). (مصدر الصورة: عمر يوسف/الوكالة)



٦ منذ عام ٢٠٠٤، استفاد أكثر من ٦٠ بلداً من بعثات التقييم التابعة للبرنامج المذكور. وعلاوةً على ذلك، طلبت حتى الآن عشر دول أعضاء إيفاد بعثات تقييمية إليها خلال عام ٢٠١٥ من أجل دعم جهودها المعنية بمكافحة السرطان. (مصدر الصورة: بي. بافليشيك/الوكالة)



٥ في عام ٢٠١٤، دعت فييت نام برنامج العمل من أجل علاج السرطان إلى إيفاد بعثة تمثله إليها (بعثة تقييم تابعة للبرنامج "باكت"). وقد اضطلعت البعثة بتقدير احتياجات فييت نام بشأن مكافحة السرطان وقدرة البلد على تلبية هذه الاحتياجات. وأصبحت الآن بعثات التقييم التابعة للبرنامج "باكت" منطلقاً تضطلع الوكالة من خلاله، مع منظمة الصحة العالمية والوكالة الدولية لبحوث السرطان، بتحديد المساعدة التي يمكنها جميعاً تقديمها بغية إعداد وتنفيذ برنامج شامل من أجل مكافحة السرطان. (مصدر الصورة: ل. بوترن/الوكالة)



٨ تُعنى شعبة برنامج العمل من أجل علاج السرطان التابعة للوكالة بالعمل على إذكاء الوعي وبناء علاقات الشراكة الابتكارية وحشد الموارد اللازمة لمكافحة السرطان.



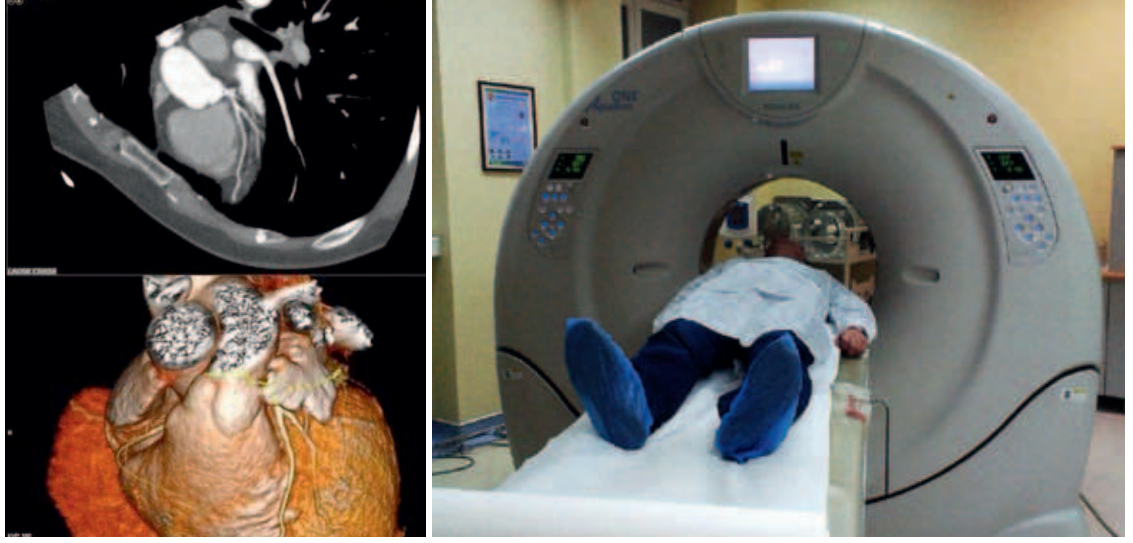
٧ في تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٤، اجتمعت المجموعة الاستشارية بشأن زيادة العلاج الإشعاعي (AGaRT) في مقر الوكالة الدولية للطاقة الذرية في فيينا. وهذه المجموعة الاستشارية (أغارت) هي منصة تجمع بين المستعملين النهائيين لأجهزة العلاج الإشعاعي من مناطق آسيا والمحيط الهادئ وأفريقيا وأمريكا اللاتينية وأوروبا وبين صانعي معدّات العلاج الإشعاعي الرئيسيين من أجل استكشاف السبل لتقديم حلول تقنية ميسورة التكلفة ومستدامة وملامحة بشأن العلاج الإشعاعي في البيئات المنخفضة الموارد. وقد أنشأت المجموعة الاستشارية (أغارت) برنامج العمل من أجل علاج السرطان (باكت) في عام ٢٠٠٩ بفضل دعم تقني من شعبة الصحة البشرية وشعبة الأمان الإشعاعي وأمان النقل وأمان النفايات في الوكالة. (مصدر الصورة: ن. فالكون كاسترو/الوكالة)

النص: خوزيه أوتيارولا- سيلسكي، شعبة برنامج العمل من أجل علاج السرطان التابعة للوكالة



# طَبٌّ جَيِّدٌ، صِحَّةٌ جَيِّدَةٌ

## الوكالة الدولية للطاقة الذرية تُعنى بتعزيز وقاية المرضى والمهنيين الصحيين من الإشعاعات



(في اليمين) مريض داخل جهاز مسح تصويري طبقي محوسب متعدد الشرائح (CT)، و(في اليسار) جهاز المسح التصويري يلتقط صوراً تفصيلية للقلب.  
(مصدر الصورة: جيه. فاسيليفا/ الوكالة)

### حفظ سجلات الرصد

في عام ٢٠١٢، أطلقت الوكالة نظام الأمان في طب الأورام الإشعاعي (SAFRON)، وهو نظام إبلاغ طوعي قائم على موقع شبكي، مصمّم من أجل حث موظفي المراكز الطبية على تحديد أسباب الحوادث الواقعة والأحداث التي كادت تقع في سياق استعمال تقنيات العلاج الإشعاعي لأغراض معالجة أمراض السرطان في مراكزهم، بغية منع وقوع هذه الأحداث في المستقبل. ذلك أنه بتجميع المعلومات عن الأحداث التي كادت تقع والأحداث التي وقعت، ومسبباتها والإجراءات التصحيحية المتخذة بشأنها، تستطيع مرافق العلاج الإشعاعي أن تطور نظاماً أكثر أماناً من أجل منع أو خفض احتمالات وقوع حدث ما في المستقبل.

وهناك أيضاً نظام الأمان في إجراءات الطب الإشعاعي (SAFRAD)، وهو نظام إبلاغ طوعي آخر، حيث تُدرج تقارير جرعات المرضى وغيرها من البيانات ذات الصلة في قاعدة بيانات دولية، وخصوصاً حينما يتجاوز أولئك المرضى الدرجات الحساسة المحددة من الإشعاعات أو حينما يتعرضون لأحداث في سياق التشخيص والتدخل الطبيين بالاستعانة بالتنظير الومضاني. علماً بأن الهدف الرئيسي المنشود من هذا النظام له طبيعة أكاديمية، ولكن يُعتقد بأن المضي قدماً في استخدام نظام الأمان "سافراد" بحد ذاته من شأنه أن يؤدي إلى تحسين الأمان وجودة النوعية في الخدمات الطبية.

والوكالة الدولية للطاقة الذرية هي الرائدة أيضاً في تطوير مشروع البطاقة الذكية/التتبع الذكي لمسار التعرّض للإشعاعات، من خلال استحداث منهجيات لتتبع مسار التعرّض الإشعاعي

### التعرّض

الطبي للإشعاعات الذي يحدث في أشكال عدة ومنها مسح الفحص التصويري المقطعي المحوسب، والتصوير بالأشعة السينية، والتنظير الومضاني، والتصوير المسحي المقطعي بالابتعاث البوزيتروني، هي أكبر مصادر التعرّض للإشعاعات المؤيئة التي هي من صنع الإنسان.

ووفقاً لرأي لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري (UNSCEAR)، يجري يومياً أداء أكثر من ١٠ ملايين عملية إجرائية للتشخيص الإشعاعي و١٠٠ ٠٠٠ عملية إجرائية تشخيصية بالطب النووي. وإضافة إلى ذلك، تُطبّق سنوياً حوالي خمسة ملايين عملية معالجة بالعلاج الإشعاعي.

ولذلك فإن استعمال الإشعاعات في الطب هو واحد من أكبر الاكتشافات العلمية الطبية التي أنجزت طيلة الفترة الماضية التي استمرت لأكثر من ١٢٠ عاماً خلت. وقد أدى استعمال هذه التقنيات إلى تحسين واسع لفهمنا لعمليات الجسم ووظائفه، وكذلك مقدرتنا على تشخيص الأمراض وشفائها.

ولكن إلى جانب التعرّض للإشعاعات في الميدان الطبي تأتي أيضاً مخاطر استعمال هذه التقنيات على نحو غير سليم.

ومن ثم فإن الوكالة الدولية للطاقة الذرية تعمل على الترويج لاستراتيجيات وطرائق في التخطيط الإداري تساعد على وقاية المرضى والموظفين والجمهور العام من التعرّض غير الضروري وغير المقصود للإشعاعات المؤيئة، مع الحرص في الوقت نفسه على تعزيز الطب الجيد والصحة الجيدة.



ويشتمل التسويغ على الحكم التقديري بشأن ما إذا كان الإجراء المتبع يُحتمل أن يساعد على تحسين التشخيص أو تقديم المعلومات اللازمة عن المريض، وما إذا كان ذلك الإجراء يُحتمل أن يكون نفعه أكثر من ضرره.

ويشتمل التحسين الأمثل على ضمان أن تنتج المعدّات المستخدمة والإجراءات المتبّعة صوراً جيدة النوعية، وفي الوقت نفسه الحرص على إرسالها أدنى جرعة إشعاعية ممكنة إلى المريض.

## وقاية العاملين في الطب

وفقاً لما ذكرته لجنة الأمم المتحدة العلمية المعنية بآثار الإشعاع الذري، يشتمل عدد العاملين في ميدان استخدام الإشعاعات في الطب على أكثر من ٧,٤ ملايين من الأطباء التقنيين والممرضين وأطباء الأسنان.

وفي تقرير صدر عنها، لاحظت اللجنة المذكورة أن عدد العاملين المعرّضين مهيناً للإشعاعات أخذ يزداد بسرعة على مدى السنوات، ويتباين التعرّض المهني الفردي تبايناً واسعاً ضمن الذين يشتغلون في الرعاية الطبية. وهناك إجراءات طبية معينة قد تُعرض الموظفين الطبيين لتلقّي جرعات كبيرة جداً، وإنّ تثقيف المهنيين الطبيين بشأن مسائل الوقاية من الإشعاعات مشكلة مستمرة<sup>١</sup>.

وقد استهلّت الوكالة مشروع نظام المعلومات عن التعرّض المهني للإشعاعات في الطب والصناعة والبحوث (ISEMIR-IC)، وهو قاعدتا بيانات دولية مخصّصة تحديداً من أجل مرافق التدخّل في الطب القلبي، يمكن استخدامها لتحديد وتحسين تدابير الوقاية من التعرّض المهني للإشعاعات. وهذه الغاية تحقّق من خلال جمع المعلومات عن جرعات العاملين وعن الإجراءات المتبّعة، ومن ثم من خلال التشارك في المعلومات عن أفضل الممارسات التي تُتبع من أجل التحسين الأمثل.

وتقدّم الوكالة معلومات تفصيلية أيضاً، في الموقع الشبكي ([rpop.iaea.org](http://rpop.iaea.org)) ووقاية المرضى من الإشعاعات، عن الحالات المرضية الخاصة بسدّ (اعتمام) العدسة العينية (بالماء الأزرق) بسبب التعرّض للإشعاعات، والتي قد تكون مدعاة قلق للموظفين المشتغلين بالإجراءات الطبية التدخلية التي تُستخدم فيها الأشعة السينية.

ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة

الأمم المتحدة، "المرفق باء - حالات تعرض الجمهور والعاملين لمصادر إشعاعات مختلفة"، Sources and Effects of Ionizing Radiation (Report to the General Assembly), Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (٢٠١٠)، UN, New York (٢٠٠٨)، (UNSCEAR).

لدى الأفراد من المرضى على مدى حياتهم، أيّاً كان المرفق الطبي/البلد الذي يذهبون إليه التماساً للرعاية الطبية. والقصد من هذا المشروع إذكاء الوعي بخصوص التعرّض للإشعاعات على مدى العمر في سياق الخضوع للإجراءات الطبية، وكذلك مساعدة الأطباء الذين يعالجون مريضاً ما على التأكد من ضرورة اللجوء إلى إجراء آخر في العلاج والامتناع عن تكرار الإجراءات على نحو غير ضروري.

وفي إطار خطة العمل الدولية لوقاية المرضى من الإشعاعات، وهي وثيقة إرشادية أقرتها المجالس الإدارية في الوكالة في عام ٢٠٠٢، توفّر الوكالة المعايير الموحدة والدورات التدريبية، وتيسّر تبادل المعارف، وتقدّم المساعدة التقنية المباشرة، وتنمّي الوعي من أجل تحسين رعاية المرضى. وفي عام ٢٠١٣، صدر بيان الموقف المشترك بين الوكالة الدولية للطاقة الذرية ومنظمة الصحة العالمية بشأن تعزيز الوقاية من الإشعاعات، المسمى نداء بون إلى العمل، الذي يحدد المسؤوليات ويقترح الأولويات بشأن الوقاية من الإشعاعات في الطب على مدى العقد الزمني المقبل.

## 'الحملة الثلاثية المبادئ' في الوقاية من الإشعاعات: الوعي والمناسبة والمراجعة

تعمل الوكالة أيضاً مع السلطات المحلية ووزارات الصحة على تغيير نهج الأطباء المعالجين في استخدام الإشعاعات المؤيّنّة على المرضى، وذلك بواسطة برنامج ثلاثي المبادئ بشأن الوعي والمناسبة والمراجعة (بالإنكليزية اختصاراً "AAA").

**الوعي:** يجب على الطبيب المعالج أو أخصائي الأشعة أن يدرك المخاطر المقترنة بتعرض المرضى للجرعات الإشعاعية المختلفة، وأن يكون قادراً على تقييم ما إذا كانت حالة المريض والمعارف والمنافع المحتمل اكتسابها من أي إجراء طبي يُتبع جديرة على الأرجح بهذه المخاطر، وكذلك أن يكون قادراً على إبلاغ المريض بالمخاطر والمنافع المحتملة.

**المناسبة:** ينبغي أن يكون كل إجراء طبي يُستخدم فيه إشعاع مؤيّن ملائماً للحصول على المعلومات اللازمة لتشخيص حالة المريض. ومعايير المناسبة، أو المبادئ التوجيهية للتصوير الإشعاعي الطبي، هي عبارة عن توصيات تساعد مقدّم الرعاية الصحية على أن يتخذ قراره على بينة بشأن أفضل الاختبارات التصويرية التي يتبعها بناءً على أوضاع المرضى والمعدّات المتاحة. وقد يشمل ذلك أيضاً الاختبارات بالأشعة غير المؤيّنّة.

**المراجعة:** تقييم جودة واتساق اتباع مبادئ الوعي والمناسبة في بيئات مرافق الطبية. ويجب إدماج حصيلة نتائج هذه المراجعة الرقابية في مسار الحياة العملية للمستشفيات والعيادات السريرية.

## التسويغ والتحسين الأمثل

مبدأ التسويغ والتحسين الأمثل هامان جداً عند الحديث عن الوقاية من الإشعاعات والأمان في الطب.

# التقليل من المخاطر المحتملة من المصادر المشعّة المختومة في الطب<sup>١</sup>

غاما<sup>١</sup> لأداء معالجة غير اقتحامية للأورام وغيرها من الحالات المرضية غير السوية في الدماغ. ولكن هذه التكنولوجيا لم تنشر على نطاق واسع، حيث لم يكن يوجد سوى ٢٠٠ جهاز مرّكب في المرافق في العالم قاطبة حتى عام ٢٠١٢. وفي الجهاز المستخدم، توجد عدّة مصادر مشعّة مختومة من الكوبالت-٦٠ مرتبة في صفيحة دائرية من أجل تركيز العديد من الحزم الإشعاعية الصغيرة جداً على نقطة محددة داخل دماغ المريض. ويجب تبديل هذه المصادر المشعّة المختومة دورياً، وهذا الإجراء لا يمكن أن يؤديه إلا وكلاء للصانع مدربون ومأذون لهم بالقيام بذلك. وعقب تبديل المصادر المشعّة، ينبغي إعادة المصادر المستهلكة التي أُزيلت إلى المورد أو الصانع، أو التخلّص منها بطريقة آمنة وأمنية.

وتُستخدم المصادر المشعّة المختومة أيضاً في إطار طبي لأغراض التعقيم، حيث يُشعّع الجسم الذي يُوضع في الحزمة الشعاعية، على مستويات تعطل نشاط الكائنات العضوية الدقيقة أو تقتلها في المادة المشعّة. وهذه العملية تُجرى اعتيادياً بخصوص الدم البشري الذي يُستخدم لعمليات نقل الدم، ومن الجائز استخدامه لأغراض متنوعة أخرى. وتشمل هذه المشعّات مصادر عالية النشاط الإشعاعي من الكوبالت-٦٠ والسيزيوم-١٣٧ داخل وعاء شديد التدريع قطره متر واحد تقريباً وطوله متر ونصف المتر، مع أنّ هذه الأبعاد تختلف بحسب الصانع.

ويوضع الجسم المراد تشيعه داخل حجرة مصمّمة خصيصاً لذلك الغرض، وتكون الحجرة مؤمنة، والمصادر تُعرّض داخل الحجرة بحسب الوقت اللازم لبلوغ الجرعة التعقيمية. والمشعّ قد يحتوي على عدة مصادر منفردة في صفيحة مصمّمة لإصدار حقل تشيع موحد في الحجرة. وبعد بضع سنوات، من الضروري عادةً تبديل المصادر. وهذه العمليات التبديلية للمصادر لا يمكن أن يقوم بها إلا وكلاء للصانع مأذون لهم بذلك، على أنّ تُعاد المصادر المزالة إلى الصانع من أجل التخلّص منها.

## الوقاية من فقدان المصادر وسرقتها

مع أنّ التدريب الصحيح والخبرة المكتسبة من شأنهما أن يحدّوا من مخاطر التعرّض للإشعاعات لدى استخدام المصادر المشعّة المختومة، فإنّ الأكثرية الكبرى من الحوادث الخطرة والحوادث الشديدة إما تقع عادةً من جراء فقدان أو سرقة جهاز ومصدره المشع. ولذلك فإنّ

**استخدام** المصادر المشعّة المختومة شائع في تطبيقات طبية متنوعة لأغراض التشخيص والمعالجة على حدّ سواء. والمصادر التي تُستخدم في التطبيقات الطبية لها عادةً نشاط إشعاعي على مستويات عالية، ولذلك فهي تنطوي على احتمالات التسبّب بإصابات خطيرة ومهدّدة للحياة، إذا ما استُخدمت بطريقة غير سليمة أو على نحو خبيث، أو التسبّب بمخاطر إذا ما فقدت أو سرقت.

وتشمل المصادر المشعّة المختومة المستخدمة في معالجة الأمراض مصادر العلاج عن بُعد، التي تصدر جرعات دقيقة من الإشعاع من مصدر خارج جسم المريض إلى بقعة جيدة التحديد من الجسم من أجل معالجة حالة السرطان. وتستخدم على نحو شائع في العلاج الإشعاعي بالمصادر المشعّة المختومة مادة الكوبالت-٦٠ كمصدر مشع، مع أنّ بعض المعدات الأقدم عهداً تُستخدم فيها السيزيوم-١٣٧. ويمكن استخدام معدات العلاج الإشعاعي بأمان وفعالية لمعالجة الأورام السرطانية، ولكنها لكي تكون فعالة لا بد من تركيبها ومعايرتها وخدمتها وصيانتها على نحو سليم، ولا ينبغي أن يستخدمها إلا موظفون من ذوي المهارات اللازمة وتحت إشراف طبي مناسب، كذلك لا بد من تبديل مصادر الكوبالت-٦٠ بانتظام، وهو عمل لا يمكن أن يؤديه إلا مورد المصادر المرخص. والخيار الأفضل في التصرف في المصادر المهملة على نحو سليم هو إعادة هذه المصادر إلى المورد بعد التبديل. فإن لم يكن ذلك ممكناً، فينبغي تصريف المصادر المهملة وفقاً لمتطلبات التنظيم الرقابي الوطنية.

ومن الاستخدامات الطبية الشائعة الأخرى للمصادر المشعّة المختومة العلاج التشعيعي الداخلي (أو الملائق)، حيث يُوضع المصدر المشع المختوم على تماس مباشر بالمريض. فيُقحم داخل الورم إما يدوياً أو عن بُعد باستخدام معدات خاصة. وقد أصبح التحميل عن بُعد أكثر تواتراً بكثير، لأنها تقنية تتيح خفض مخاطر تعرّض الموظفين الطبيين للإشعاع، كما تقلل من المخاطر التي قد يتعرّض لها المرضى. ولأنّ مصادر العلاج بالتشعيع الداخلي تُفحم ثم تُزال لاحقاً، فلا بد من توخي العناية الواجبة لضمان عدم بقاء أي مصدر مشع مقحماً داخل الجسم عقب انتهاء المعالجة.

وتبعاً لمواصفات الصانعين، يلزم تبديل بعض مصادر العلاج بالتشعيع الداخلي كل ١٠ أو ١٥ سنة. وهذا يحتم بالضرورة لا الاقتصاد على اتباع إجراءات مناسبة للوقاية من الإشعاعات أثناء التبديل والنقل فحسب، بل كذلك اتباع إجراءات مناسبة ووجود مرافق مناسبة لتصريف جميع مصادر العلاج التشعيعي الداخلي المهملة نهائياً.

وفي السنوات الأخيرة، استُخدمت أيضاً المصادر المشعّة المختومة لإجراء الجراحة الإشعاعية بالتوضع التجسيمي باستخدام جهاز يُسمى سكين

<sup>١</sup>المقالة مستنسخة من المنشور المعنون: المصادر المشعّة المختومة - معلومات وموارد ومشورة للأفرقة الرئيسية بشأن منع فقدان السيطرة على المصادر المشعّة المختومة، الوكالة الدولية للطاقة الذرية، تشرين الأول/أكتوبر ٢٠١٣.

الممارسات العملية والإجراءات الجيدة يمكن أن تحدّ من وقوع تلك الحوادث وذلك من خلال الحيلولة دون فقدان أي مصدر أو سرقة في المقام الأول.

وإن صَغَر حجم مصادر العلاج بالتشعيع الداخلي وقابليتها للحمل هما خاصتان أساسيتان لها لكي تؤدي الوظيفة المقصودة منها؛ وهذا مما يجعلها أيضاً أكثر عرضة للفقدان أو وضعها في مكان سيئ أو سرقتها. وأما أجهزة العلاج الإشعاعي وأجهزة التشعيع فهي أجهزة أكبر حجماً، ومن غير المرجح أن يتعرض الجهاز بأكمله لفقدانه بغير قصد.

ولكن بعد عدة سنوات من عدم استعمال هذه الأجهزة في مرفق طبي، فإنها قد تُباع إلى منشآت لإعادة دورة استعمال المعادن، ودوماً الحرص أولاً على إزالة المصادر المشعّة المختومة. ومن ثم فإنّ فقدان السيطرة عليها في هذه الحالات قد يكون عموماً نتيجة لعدم حفظ السجلات وإدارة جرد المخزونات على نحو واف بالغرض، ونسيان العاملين وجود مصدر مشع مختوم داخل الجهاز، ولذلك فإنّ من اللازم وسّم هذه الأجهزة بطاقات تبين محتوياتها الإشعاعية، علماً بأنّ هذه البطاقات قد تُزال عن غير قصد، أو قد تبلى أو تتضرّر على نحو لا يمكن استباتته.

وأكثر الوسائل فعالية في منع الحوادث أو الحوادث المتعلقة بالمصادر المشعّة المختومة إما هي اتباع عادات عمل تساعد على التقليل من احتمالات فقدان المصدر أو سرقة. ولذلك فإنّ المنظمات والشركات التي تستعمل هذه المصادر مسؤولة عن اتخاذ الخطوات اللازمة لحماية الجمهور العام والبيئة وحماية نفسها كلما لجأت إلى استعمال مصدر مشع مختوم. وأما المصادر التي لم تعد قيد الاستعمال فينبغي إعادتها إلى الصانع، أو التخلّص منها باعتبارها نفايات مشعّة، إن أمكن ذلك، أو تكييفها من أجل تخزينها لأمد طويل بموافقة السلطة التنظيمية الرقابية الوطنية.

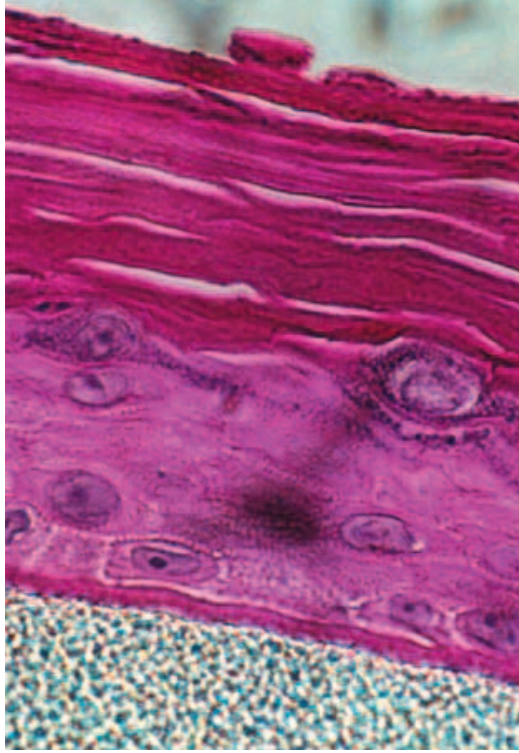
المادة المشعّة داخل مصدرٍ ما تكون مختومة في وعاء واق. وهذا المواد المشعّة تبتعث جسيمات أو موجات ذات طاقة تُسمى إشعاعات مؤيّنّة. وتُستخدم الإشعاعات المبتعثّة من المصادر لغرض محدّد - وذلك من قِبَل أطباء لمعالجة السرطان، والمصوِّرين بالأشعة للتحقُّق من اللّحامات في خطوط الأنابيب، أو الاختصاصيين في مجال الأغذية المشعّة لدرء تلفها، على سبيل المثال.

والاختصاصيون المهنيون الذين يتعاملون اعتيادياً بالمصادر المشعّة همستطاعهم القيام بذلك بأمان، بفضل مهارتهم المكتسبة وتدريبهم المتلقى، وبفضل معرفتهم بشأن سمات الأمان ومواصفات تصميم المعدات التي يستعملونها.

ولكن حينما تُفقد هذه المصادر أو تُسرق، فإنها يمكن أن تقع في أيدي أشخاص ليس لديهم ذلك التدريب والمعرفة، أو ممن يرغبون في استعمالها للتسبّب بأذى على الصعيد الدولي. وفي تلك الظروف، قد تنطوي المصادر المشعّة على مخاطر جسيمة على من يكون على مقربة شديدة منها، أو يلمسها أو يلتقطها، وخصوصاً إن كانت تلك المصادر متضررة.



# الوكالة تعمل على تحسين قدرات الدول الأعضاء في هندسة النُّسج



طبقة جلدية عليا اصطناعية، البشرة الجلدية، التي يمكن أن تستخدم لعلاج حالات كالحروق. (مصدر الصورة: MatTek)

”النُّسج: اسم، ويُلفظ مرادفه بالإنكليزية (تيشيو)، من أصل لغوي بريطاني على الأرجح؛ ويعني: مجموعات من الخلايا، من نوع معيّن عادةً، بما فيها مادتها التي تربط الخلايا بعضها ببعض، فتشكّل واحدةً من المواد من بنية مادة موحدة في نبات أو حيوان.“

أما حالة فقدان النُّسج فهي واحدة من أشدّ النتائج الموهنة المتأثية عن الحالات المرضية، كالحروق والسرطانات وأمراض القلب والأوعية الدموية، والحوادث المؤدّية إلى صدمات واضطرابات عصبية، وتنطوي على فقدان أجزاء من الجسم بكاملها أو أقسام منها.

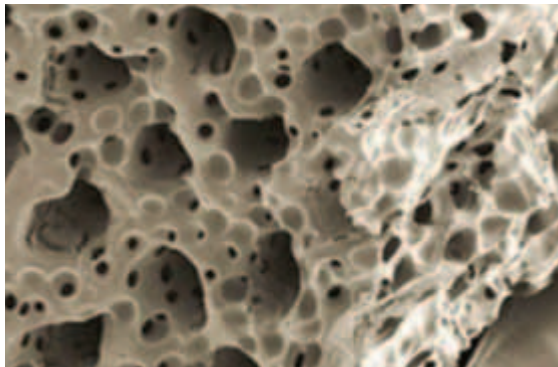
وإنّ إعادة تنمية النُّسج المفقودة وذلك باستخدام عناصر بنائية طبيعية أو اصطناعية هي حالياً أهم أساليب العلاج الواعدة بالنُّسج.

والوكالة الدولية للطاقة الذرية تساعد الدول الأعضاء على تطوير واستعمال تكنولوجيا هندسة النُّسج، وهو مجال جديد نسبياً يركّز على تنمية نُّسج جديدة مكوّنة إما من خلايا جذعية وإما من مواد أحيائية منتجة اصطناعياً (بما في ذلك بوليميرات (مركّبات كيميائية) مستمدّة أصلاً من مواد طبيعية).

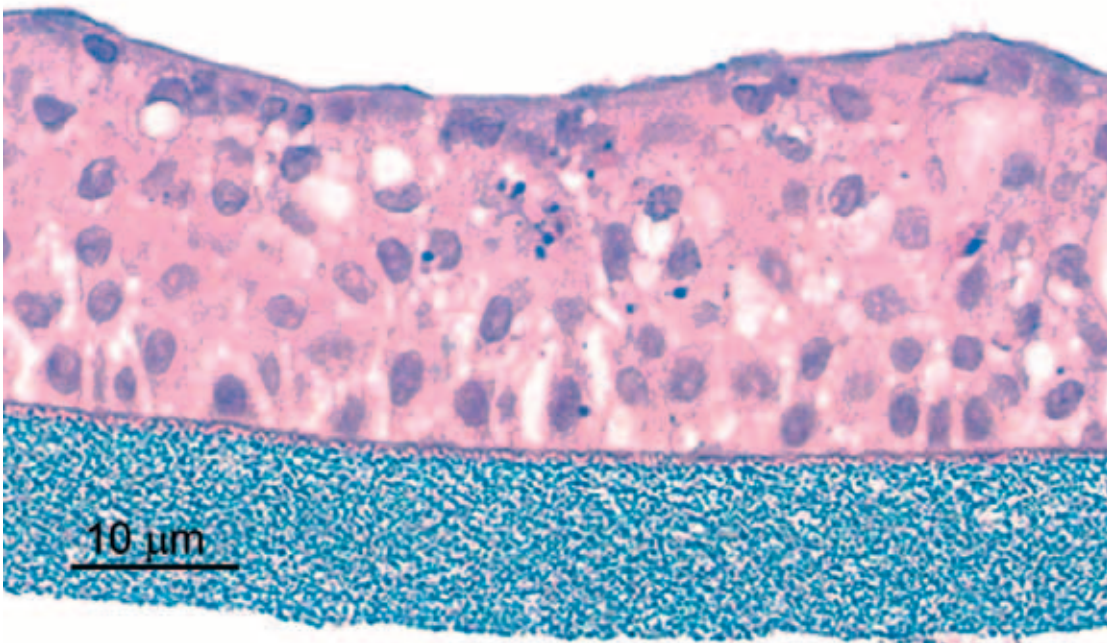
## العناصر البنائية

يعاني آلاف كثيرة من الناس من حالات فقدان الخلايا سنوياً بسبب المرض أو الإصابة بأذى. وقد استحدثت أكثر البلدان مصارف للخلايا تُعالج وتُحفظ فيها الخلايا المستمدّة على سبيل الهبة (من الجثث أو غيرها من المصادر). ولكن العالم كله يعاني من نقص من النُّسج الموهوبة والمحفوطة في تلك المصارف، وذلك لأنه لأسباب دينية أو ثقافية أو اجتماعية، لا يتبرّع معظم الناس بأعضائهم الجسدية، أو بأعضاء أجسام أقاربهم، إلى القطاع الطبي بعد الوفاة؛ وكذلك لأنه قد لا يوجد برامج وطنية لتسجيل المانحين من أجل تيسير التبرّع بالنُّسج أو تحصيلها.

ولذلك فإنّ البلدان باتت ترى الآن أنّ النُّسج الاصطناعية/المهندسة باعتبارها أفضل الحلول للمشاكل المستحكمة في حالات فقدان النُّسج.



سقالة نسيج قلبي ثلاثية الأبعاد ذات ثقوب بأحجام مختلفة لتعزيز نمو الأعصاب والأوعية الدموية وغيرها. النسيج القلبي المهندس/الاصطناعي يمكن استخدامه للاستعاضة عن أجزاء من القلب أصيبت بالخر. (مصدر الصورة: CRPs F23030 and E31007)



منظومة نسيجية بشرية  
رُغامية/شُعبية / ظهارية  
اصطناعية.  
(مصدر الصورة: MatTek)

## البحوث والتطوير

بدأ هذا العام مشروع البحوث المنسقة (CRP) الذي تضطلع به الوكالة بشأن السطوح والسقالات المفيدة لأغراض هندسة النسيج باستخدام تكنولوجيا الإشعاعات، ومن المقرر أن ينتهي في عام ٢٠١٨. وتتولى تنفيذه معاً شعبة الصحة البشرية وشعبة العلوم الفيزيائية والكيميائية.

ومن ضمن الدول الأعضاء الأربعة عشر (١٤) المشاركة فيه، الأرجنتين وأوروغواي والبرازيل وبنغلاديش والبرتغال وتركيا وسلوفاكيا وسلوفينيا وماليزيا ومصر والمكسيك، وهي كلها لديها قدرات محدودة في هذا المجال، في حين أن بولندا والصين والمملكة المتحدة والولايات المتحدة لديها معرفة وبُنى أساسية متقدمة في هندسة النسيج.

ويقول بلياكوف، المكلف بالمشروع: "مشروع البحوث المنسقة منظمٌ بهذه الطريقة لكي نستطيع نحن، وعلى نطاق أوسع الدول الأعضاء النامية، الاستفادة من الخبرة الاختصاصية لدى البلدان الرائدة في هذا الميدان". ويضيف بقوله "إنَّ الهدف الذي نرمي إليه هو توفير منتدى لنقل المعرفة والتكنولوجيا فيما بين المؤسسات المشاركة، وتيسير تشكيل شبكة بين العاملين في ميادين التخصص المتنوعة (ومنهم مثلاً المختصون في الكيمياء، وعلم الأحياء (البيولوجيا) والفيزياء، والهندسة الطبية وعلوم المواد)، وكذلك تشجيع المشاركة المبكرة من جانب الدول الأعضاء المنخفضة الدخل والمتوسطة الدخل في هذا الميدان المعرفي السريع التطور."

ساسا هنريكييز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة

وتقول آغنيس سافراني، خبيرة الكيمياء الإشعاعية من قسم منتجات النظائر المشعة والتكنولوجيا الإشعاعية في الوكالة "إنَّ الظروف الصحية لنمو الخلايا تعني سقالات النمو ودرجة الحرارة والبيئات الدقيقة والبنية المعمارية الدقيقة. ويمكن أن تكون المعلومات الصحية عبارة عن وكزات في الاتجاه الصحيح. وعلى سبيل المثال، فإنَّ الخلايا الجذعية المستعملة في هندسة النسيج تحتاج إلى إشارات نمو من خلايا أخرى لكي تعلم ما ينبغي لها أن تصبح عليه، وكيف ينبغي لها أن تتمايز".

وتوفّر السقالات التقويمية الإطار للخلايا لإنشاء البنى اللازمة - سواء أكانت أوعية دموية أو صمامات أو جلدًا أو أعصاباً أو عُضراً - كما كانت غير ذلك. وأما إن لم تكن السقالات النسيجية صحيحة تماماً، فإنَّ الخلايا لن تتمكن من إقامة الصلات الصحية، وسوف يموت النسيج المهندس.

أن تكون السقالات صحيحة تماماً يمكن أن يعني التسقيط بثقوب واسعة بما يكفي لهجرة الخلايا أثناء المراحل الأولية من تكوّن الخلايا، ثم ثقوب أصغر بكثير عندما يحين الوقت لتكوّن الأعصاب والأوعية الدموية.

وأما تغيير شكل هذه السقالات وبنيتها فيمكن أن يتم بسرعة وفعالية باستعمال الإشعاعات، والتي لا تسبب أيّ ضرر للنسيج النامي ضمن السقالات.

والتكنولوجيات الإشعاعية وسيلة هامة أيضاً في مجالات أخرى من هندسة النسيج، ومنها مثلاً الترقيع السطحي، أي قتل خلايا لتشكيل "طبقة مغذية" لنسج أخرى، وكذلك في التعقيم.

إنَّ هندسة النسيج، سواء أكانت مقترنة بتقنيات مصارف النسيج التقليدية أم لا، تنطوي على إمكانات تساعد على تحسين محصلة نتائج المعالجة الطبية والتقليل من الحاجة إلى المواد المانحة المعقمة.



# استخدام آليات ضمان الجودة لتحسين رعاية المرضى



فيزيائيون يناقشون بشأن القياسات الإشعاعية التي تؤخذ أثناء مراجعة رقابية في إطار ضمان الجودة في طب الأورام الإشعاعي "كواترو"، في ريجيكا،

كرواتيا.

(مصدر الصورة: إي. أيزيفسكي/الوكالة)

”كوانوم“ المبادئ التوجيهية الخاصة بضمان الجودة في الطب النووي (QUANUM) تدعم المراجعات الإكلينيكية الداخلية والخارجية، وتشجع المرافق الطبية على اعتماد ثقافة المراجعة المتسقة التي تقتضي المواظبة على المراجعة الرقابية الاعتيادية للممارسات والإجراءات الطبية.

أما المبادئ التوجيهية الخاصة بعمليات التقييم الخارجية لطب الأورام الإشعاعي فهي تقدم من خلال مبادئ الفريق المعني بضمان الجودة في طب الأورام الإشعاعي ”كواترو“ (QUATRO)، التي تشدد على تحسين جودة نوعية الخدمات من خلال المراجعة الشاملة لإجراءات العلاج الإشعاعي وبنيتها التنظيمية وعملياتها.

وأما المبادئ التوجيهية الخاصة بضمان الجودة في التصوير الإشعاعي التشخيصي ”كوادريل“ (QUADRIL) فتدعم المراجعات الرقابية لممارسات التصوير الإشعاعي التشخيصي، وتركز على تحسين جودة نوعية خدمات رعاية المرضى، وتوفير وتنظيم الخدمات الإكلينيكية.

ومع أن هذه المبادئ التوجيهية الخاصة بالمراجعة الرقابية قد تختلف في تفاصيل مضمونها، فإنها كلها تتشارك في الخصائص الأساسية، وتطبقها أفرقة متعددة التخصصات مؤلفة من خبراء متمرسين بالتجربة في المجالات المقابلة لها من الطب الإشعاعي، وتهدف إلى تحسين جودة نوعية الخدمات الطبية. وبغية تقديم المساعدة إلى المراجعين الرقابيين أثناء عملية المراجعة الرقابية، وفي الوقت نفسه تيسير الاضطلاع بعملية مراجعة مستقلة، تم إعداد استبيانات واستمارات تقارير مراجعة رقابية موحدة وتفصيلية، وأدرجت في وثائق المبادئ التوجيهية الصادرة عن الوكالة.

إن عملية المراجعة الرقابية طوعية كلياً. ولكن لا يمكن، إلاً من خلال مراجعة رقابية إكلينيكية شاملة، لأي مرفق طبي أن يتلقى مراجعة نظامية للممارسات الحالية المتبعة فيه وأن يحظى بتحديد مجالات التحسين الضرورية.

ساشا هنريكز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة الدولية للطاقة الذرية

مع تقدم التكنولوجيا، يستمر ازدياد التعقّد في آلات تشخيص الأمراض ومعالجتها، بما في ذلك الأجهزة التي تُستخدم فيها الإشعاعات المؤيَّنة، مما يساعد على توفير صور أكثر وضوحاً وتفصيلاً للأعضاء الجسدية، ومعالجة أكثر فعالية لأمراض مستعصية كالسرطان.

وعلى سبيل المثال، فإن أجهزة العلاج الإشعاعي الأحدث تطوراً تتيح الآن للاختصاصيين المهنيين الطبيين فرصة أفضل لتشكيل الحزم الإشعاعية لكي تتلاءم مع الأورام السرطانية، ومن ثم تحسين أسلوب معالجة المرضى الذين يخضعون للعلاج الإشعاعي.

ولكن إذا ما جرت معايرة هذه الأجهزة المعقّدة بطريقة غير سليمة أو إذا ما استُخدمت بطريقة غير صحيحة، فقد يتلقى المرضى جرعات خاطئة من الإشعاعات المؤيَّنة، وهي حالة يمكن أن تؤوّل إلى إيذاء المرضى والموظفين الطبيين معاً، مما يسبّب أضراراً حيث لا ينبغي أن يحدث أي ضرر على الإطلاق.

وينبغي أن تكون الغاية المنشودة والهدف المحدّد في إعطاء المقدار الصحيح من الإشعاع من أجل إنتاج صور تشخيصية أو من أجل معالجة السرطان. وفي هاتين الحالتين، فإن المقدار الكثير أكثر مما ينبغي من الإشعاع يمكن أن يؤذي المريض، والمقدار غير الكافي منه سوف ينتج صورة تشخيصية لا تحتوي على ما يكفي من المعلومات لكي يستفيد منها الطبيب المعالج. وأما في سياق العلاج، فإن المقدار القليل أقل مما ينبغي من الإشعاع، سوف يُخفق في تدمير جميع الخلايا الخبيثة بحيث يؤدي ذلك إلى استئناف الورم السرطاني نموه.

وبغية تدارك مشاكل الجرعة المفرطة والجرعة الناقصة من التعرّض للإشعاعات في أثناء الإجراءات الطبية، تُعنى الوكالة الدولية للطاقة الذرية بمساعدة الدول الأعضاء على بلوغ أعلى معايير الممارسة المهنية والحفاظ عليها، وذلك من خلال التعليم والتدريب، ومن خلال وضع وتنفيذ برامج لضمان الجودة. كما أن خدمات إدارة النوعية التي تقدّمها الوكالة، في المقام الأول، من خلال برنامجها المعني بالمساعدة التقنية، تتيح لها تقديم الدعم إلى المرافق الطبية في جميع أنحاء العالم بتزويدها بالأدوات التي يمكنها استخدامها من أجل تحسين ممارسة الطب الإشعاعي.

وقد وضعت الوكالة مبادئ توجيهية شاملة يمكن أن تدعم عملية المراجعة الرقابية في جميع الفروع الاختصاصية في الطب الإشعاعي، ولا سيما في الطب النووي (ضمان الجودة في الطب النووي - "QUANUM")، وطب الأورام الإشعاعي (مبادئ الفريق المعني بضمان الجودة في علاج الأورام الإشعاعي - "QUATRO") والتصوير الإشعاعي التشخيصي (ضمان الجودة في التصوير الإشعاعي التشخيصي - "QUADRIL").



# التدريب العابر للثقافات

الوكالة تطلق منصتها الإلكترونية للتعليم والتدريب بالمساعدة المباشرة عن بُعد - "داتول"



أثناء الحدث الهام الخاص بإطلاق المنصة البرنامجية التعليمية "داتول" على هامش المؤتمر العام الثامن والخمسين، أُتيح للبلدان الأعضاء الفرصة للاطلاع على هذا البرنامج التدريبي الإلكتروني المقدم لصالح الاختصاصيين المهنيين الطبيين.  
(مصدر الصورة: سي. هوفيلينا/الوكالة)

ويقدم حالياً منهج المنصة "داتول" التعليمي التفاعلي الشامل ٣٩ موضوعاً دراسياً، مما يمثل ٩٠٠ ساعة تقريباً من الدراسة، على نحو يقيم توازناً بين المعرفة العلمية التخصصية (النظرية) والمعرفة النظرية (الممارسة). والمنهج التعليمي الخاص بالمنصة "داتول"، حينما يتابع في أوقات مُجتزأة دوماً تفرغ، بين ٥ و ٦ ساعات في الأسبوع، يمكن استكمالها في غضون فترة تتراوح بين (٢) سنتين و(٣) ثلاث سنوات.

ومن أجل ضمان تحصيل المشاركين للمهارات المصقولة الصحيحة، تستخدم منصة البرنامج التدريبي بالمساعدة عن بُعد إجراءات تقييم موحدة معيارياً على المستويين الإقليمي والدولي. ويتضمن كلٌّ من المواضيع البالغ عددها قرابة (٤٠) أربعين موضوعاً مجموعة من التمارين التي تُسجل نتائجها من أجل التحقق من استكمال المقرر الدراسي.

## أصول نشأة المنصة "داتول"

بدأت فكرة التدريب بالمساعدة عن بُعد في هذا الميدان من ورقة بحثية تتضمن مقدمة عن تكنولوجيا الطب النووي.

ويمكن اقتفاء أثر أصول منشأ المنصة "داتول" إلى برنامج قَدَّمته جامعة سيدني والمنظمة الأسترالية للعلوم والتكنولوجيا النووية (ANSTO) على مدى (٢٠) عشرين عاماً خلت. وقد قامت المؤسسات معاً بتصميم برنامج التدريب بالمساعدة عن بُعد (DAT)، أُتيح في إطاره للمستشفيات في الدول الأعضاء في الوكالة مقدمة عن كيفية استعمال تقنيات الطب النووي في التشخيص والمعالجة. وفي أعقاب جهود التواصل والتوعية الناجحة المبذولة في إطار البرنامج التدريبي (DAT)، تم تحسين هذا البرنامج وتحويله إلى وحدة نمطية للتعليم الإلكتروني مسجلة على قرص (سي دي)، ثم أعقبت تلك الوحدة النمطية أيضاً الصيغة الحاسوبية المباشرة على الإنترنت "داتول".

**شهدت** السنوات الأخيرة تطورات جديدة بالنظر في ميدان الطب النووي: فقد أصبحت تقنيات التصوير الهجين، وأساليب التحليل المستجدة، وإجراءات التصوير المقطعي المحوسب، تقنيات معتمدة على نطاق واسع في المرافق الطبية في جميع أنحاء العالم. وعلى نحو مماثل، أخذ يتنامى الوعي بأن الإدارة الآمنة للإجراءات التقنية الإشعاعية واستعمالها في الطب تتوقف على وجود مهنيين طبيين من المدربين جيداً على هذه التقنيات.

ومع أن الدول الأعضاء في الوكالة الدولية للطاقة الذرية قامت باستثمارات جديدة بالملاحظة في ميدان الطب النووي، فلا تزال توجد ثغرات في الخبرة المعرفية، وبخاصة في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل. وفي بعض المناطق، لم يصل بعد الفرع التخصصي الطبي النووي إلى الكتلة الحرجة الضرورية لتسويق الاضطلاع ببرامج تدريبية محددة الأهداف في هذا الصدد. وفي بعض المناطق الأخرى، لا تلبى برامج التدريب المتاحة المتطلبات الآخذة في التطور في هذا الميدان.

وفي أيلول/سبتمبر ٢٠١٤، أطلقت الوكالة رسمياً منصة برنامج التدريب بالمساعدة عن بُعد على الخط الحاسوبي المباشر على الإنترنت (DATOL) "داتول". وهذه المنصة الإلكترونية متاحة على مجمّع الصحة البشرية - وهو مورد مرجعي أشبه بحرّم جامعي استحدثته الوكالة لصالح الاختصاصيين المهنيين في مجال الصحة من أجل العثور على مواد تعليمية وتثقيفية مهنية منمّمة ويمكن الاعتماد عليها - بغية العناية بسد تلك الثغرات القاتلة.

وسوف تؤدي المنصة الإلكترونية التدريبية "داتول" عملها بوصفها مورداً مرجعياً للمعلومات، وفي إتاحة سبل الوصول المنظم الترتيب إلى التعلم التكويني. والمقصود من هذه المنصة التدريبية المهنية على الإنترنت تطوير المعارف والمهارات الضرورية لقيام الاختصاصيين المهنيين في الطب النووي بالدراسات العالية الجودة وتقديم الخدمات الطبية المناسبة الآمنة.

الخط الحاسوبي المباشر التابعة لمجمع الصحة البشرية منصفة التعلم السيرانية الإلكترونية التابعة للوكالة للتعليم والتدريب في ميدان العلوم والتكنولوجيا النووية (CLP4NET) - وهي نافذة عملياتية واحدة تتيح سبل وصول مفتوحة للمستعملين في ميدان هذه العلوم، لا تقتصر على توفير وحدات غطية محددة للمعلومات فقط، بل كذلك على وحدات غطية تدريبية.

والمنصة البرنامجية التدريبية "داتول" هي عبارة عن نتيجة شراكة فعالة بين الدول الأعضاء في الوكالة، وإدارة العلوم والتطبيقات النووية في الوكالة، وإدارة التعاون التقني في الوكالة، بدعم من جامعة سيدني، وكلية جامعة لندن، والمنظمة الأسترالية للعلوم والتكنولوجيا النووية (ANSTO).

ولدى إطلاق هذه المنصة البرنامجية التعليمية الإلكترونية على هامش مؤتمر الوكالة العام الثامن والخمسين، تم تلقي استفسارات من عدد من الدول الأعضاء بخصوص هذا البرنامج المتاح على الخط الحاسوبي المباشر على الإنترنت. وقد طلبت دولتا جمهورية موريتانيا الإسلامية وبنن تفاصيل إضافية من أجل الحصول على فهم أفضل بشأن المنصة "داتول".

## دعم الولاية المسندة إلى الوكالة

فيما يخص الصحة البشرية، فإن الاحتياجات التقنية والخاصة بالبنى التحتية المقترنة بمجالات الوقاية والتشخيص والمعالجة كثيراً ما تكون معقدة وباهظة التكاليف. ولذلك فإن الوكالة تعمل على تسير الجهود التي تبذلها الدول الأعضاء في سبيل تقديم الخدمات الطبية النووية، بحسب الولاية المسندة الواردة في المادة الثانية من النظام الأساسي للوكالة، التي تنص على أن الوكالة تعمل على تعجيل وتوسيع مساهمة الطاقة الذرية في الصحة. ومن ثم فإن تطوير برامج تدريبية مناسبة لصالح مجتمع الطب النووي بنطاقه الأوسع إنما هو واحد من الأهداف الأساسية للوكالة.

والمنصة البرنامجية التدريبية الإلكترونية "داتول" هي تعبير عن تلك الولاية المسندة، وبذلك فهي سوف تقدم معلومات مرجعية دقيقة تفيد في تدريب وتطوير مهارات الاختصاصيين المهنيين العاملين في ميدان الطب النووي من الدول الأعضاء في الوكالة.

ولقد أتاح برنامج "داتول" منصة تعليمية لتلك البلدان التي تحتاج إلى دعم في توفير المعلومات المباشرة والدورات التدريبية الطبية التي يمكن أن تساعد على إنقاذ حياة البشر. وتعزز هذه المنصة التعليمية بناء القدرات لدى الاختصاصيين المهنيين في الطب النووي بطريقة استباقية وفعالة أيضاً. كما أنها تمكن العاملين في هذا الميدان المهني والتعليمي من الحصول على فرص جديدة للاعتبار للاطلاع على المفاهيم الجديدة والتكنولوجيات المتاحة في قطاع الطب النووي.

عمر يوسف، إدارة التعاون التقني في الوكالة

واليوم، أصبحت المنصة الإلكترونية "داتول" برنامجاً متواهماً للتعلم عن بُعد له موقع على شبكة الإنترنت، ملائماً للدراسة الشخصية، ومواصلة التطور المهني الاختصاصي والتدريب المهني الرسمي من أجل الاختصاصيين المهنيين في الطب النووي. كما تقدم المنصة موارد مرجعية تدريبية شاملة على الخط الحاسوبي المباشر، تشتمل على مفاهيم أساسية وتطبيقات عملية في هذا الميدان. ويوجه الانتباه خصوصاً إلى التطورات الحديثة العهد في مجال تقنيات التصوير المقطعي بالابتعاث الإشعاعي، بما في ذلك التصوير المقطعي الحاسوبي بالابتعاث الفوتوني المفرد والتصوير المقطعي بالابتعاث البوزيتروني. ومع أن المشاركين في منصة البرنامج التدريبي "داتول" هم ممن يمارسون من قبل الطب النووي - وهذا مطلب أساسي للمشاركة في البرنامج - فإنهم مع ذلك سوف يستفيدون من الأدوات التدريبية التفاعلية، والبيانات الإيضاحية العملية البصرية، ووسائل دعم قدرات الطلبة، وكلها مما يفيد في تعزيز الفهم الذي يتسنى لهم أن يكونوه في هذا الميدان.

وفي الميدان الطبي، أخذ يشيع انتشار استخدام التقنيات النووية والإشعاعية من أجل مواجهة عدد كبير من الحالات المرضية، بدءاً من اضطرابات الأمراض المعدية وحتى الأمراض غير المتناقلة بالعدوى، ومنها أمراض السرطان والقلب والأوعية الدموية. وحتى الآن، تمت الاستفادة من المنصة البرنامجية التعليمية "داتول" لتدريب قرابة ٨٠٠ طالب في كشف ومعالجة هذه الأمراض، ولا سيما في مناطق أمريكا اللاتينية وآسيا والمحيط الهادئ.

## مردود التعليقات الإيجابية

على الرغم من أن المنصة البرنامجية التدريبية "داتول" لم تُستهل إلا مؤخراً، فقد جُمع حتى الآن مردودٌ من التعليقات بخصوص مدى فائدة هذا النوع من المنصة الإلكترونية التدريبية المساعدة. وفيما يخص اتباع المبادئ التوجيهية التنفيذية الموصى بها (والتي تشتمل على جداول زمنية ومواعيد نهائية صارمة)، فقد أثبتت عملياً هذه المنصة البرنامجية والتدريبية "داتول" فائدتها في تحسين الممارسات المتبعة في الطب النووي. فإن إتاحة منهج المقررات التعليمية في الطب النووي باللغة الإسبانية مثلاً قد أسهمت بدرجة بالغة الأهمية في نجاح الجهود المعنية بالتواصل للتوعية بالترويج لهذه الخدمة الحاسوبية الابتكارية في أمريكا اللاتينية.

وإن إطلاق المنصة البرنامجية التدريبية الحاسوبية "داتول" يمثل معلماً فريداً ورئيسياً في ذروة تتوج الجهود الموضوعية والتخطيطية، المدعومة من خلال سلسلة من مشاريع التعاون التقني، التي نُفذت على مدى عقدين ماضيين من الزمن. وكانت الأهداف المنشودة من مشاريع التعاون التقني تتعلق بالتطوير والمواءمة على نحو تدريجي للمناهج التدريبية ومواد الدورات التعليمية؛ وتحسين تقديم المجموعات المتكاملة من الآليات التدريبية الإلكترونية على الخط الحاسوبي المباشر؛ وتصميم الدورات التدريبية لكي تكون متلائمة مع برامج تنمية المهارات والخبرات المهنية لصالح جميع الاختصاصيين في ميدان الطب النووي. ويتولى تسيير التجربة التعليمية في الدورات التدريبية على



# التفاتةُ إلى الورااء

لمحاتُ بارزة من المؤتمر العام الثامن  
والخمسين للوكالة الدولية للطاقة الذرية

من ٢٢ إلى ٢٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤



## يوم افتتاح المؤتمر، ٢٢ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤



تجمّع أكثر من ٣ ٠٠٠ مشارك في مقرّ الوكالة خلال الأيام من ٢٢ إلى ٢٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤ لحضور المؤتمر العام الثامن والخمسين للوكالة.

وقد جمع هذا الحدث الهام، الذي دام خمسة أيام، ممثلين حكوميين على مستوى رفيع وغيرهم من المشاركين البارزين من الدول الأعضاء البالغ عددها ١٦٢ دولة عضواً في الوكالة، وكذلك من المنظمات الدولية ووسائل الإعلام والمنظمات غير الحكومية.

وأثناء المؤتمر، استعرض برنامج الوكالة وأنشطتها، وأقرّت ميزانية الوكالة للعام المقبل. وفي كل عام، يتسنى للمشاركين في المؤتمر العام أن يختاروا ما يشاؤون حضوره من الأحداث الجانبية الهامة التي تجري طيلة أسبوع المؤتمر.

— وقد قال المدير العام للوكالة، يوكيا أمانو، في خطابه أمام مئات من المندوبين أثناء جلسة افتتاح المؤتمر العام

”إنّ تأثير عملنا في الحياة اليومية للملايين من

الناس في جميع أنحاء العالم غير عادي.“





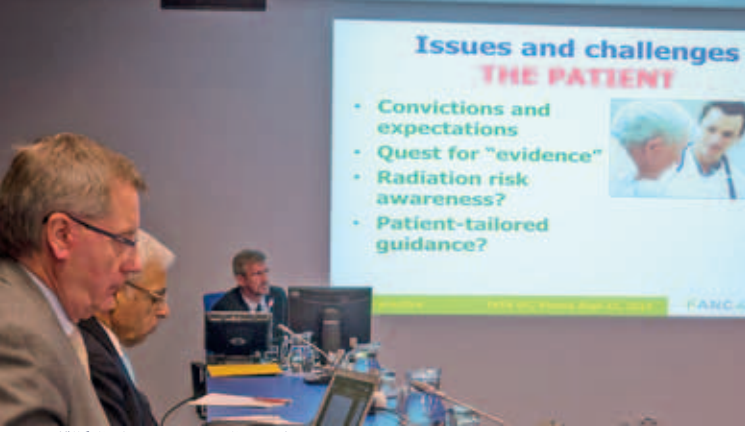
# أحداثٌ جانبيةٌ أثناء المؤتمر العام تسلط الأضواء على الطب الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية

٢٣ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤

التقليل من التعرُّض غير الضروري للإشعاعات في الطب: حدّث جانبي  
يروج للنهج الثلاثي المبادئ (AAA) في وقاية المرضى من الإشعاعات  
والحرص على سلامتهم

بغية التقليل من مخاطر الجرعات المؤذية من الإشعاعات المؤيَّنة التي تُعطى للمرضى، استحدث الخبراء المعنيون النهج الثلاثي المبادئ (الوعي والمناسبة والمراجعة)، الذي من شأنه إذا ما استُخدم أن يقلل بقدر كبير من أعداد الإجراءات الطبية الإشعاعية التي تُعمَل في كل عام، وأن يضمن أن تكون الإجراءات التي تُنفَّذ في صالح المرضى على أفضل نحو ممكن.

٢٥ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤



(مصدر الصورة: س. هنريك/الوكالة)



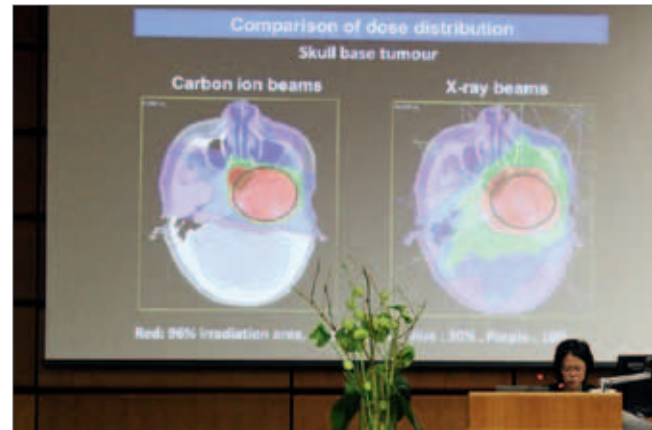
(مصدر الصورة: عمر يوسف/الوكالة)

التدريب العابر للقارات: الوكالة تطلق منصَّتها الإلكترونية للتدريب بالمساعدة المباشرة عن بُعد عبر الإنترنت - داتول

أطلق برنامج التدريب عن بُعد بالمساعدة المباشرة عبر الإنترنت (داتول) من خلال الموقع الشبكي لمجمّع الصحة البشرية التابع للوكالة، أثناء حدث جانبي على هامش المؤتمر العام. وهذا المورد المرجعي الذي استحدثته الوكالة يوفر المواد التعليمية المعدّة خصيصاً من أجل المهنيين في الطب النووي، بغية تدارك الثغرات في المهارات وتيسير تطوير المعارف والمهارات الضرورية للقيام بدراسات عالية الجودة ولتقديم خدمات طبية آمنة ومناسبة للحالات المرضية.

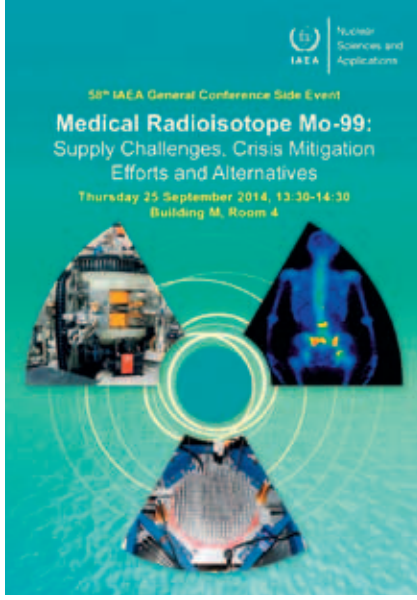
الوكالة تستضيف حدثاً هاماً بشأن العلاج الإشعاعي بالجسيمات  
من أجل تحسين معالجة السرطان

نهجٌ جديد في العلاج الإشعاعي باستخدام الجسيمات المشحونة (البروتونات أو أيونات الكربون) التي تُوجَّه إلى داخل ورم في الجسم، ينطوي على إمكانات لتحسين السيطرة على نمو الورم، ولا تتطلب سوى جرعات منخفضة من الإشعاع أثناء معالجة السرطان. وكان موضوع العلاج الإشعاعي الجسيماتي للسرطان: البيولوجيا والتكنولوجيا، هو الموضوع الرئيسي لحدث جانبي جرى أثناء المؤتمر العام.



(مصدر الصورة: نيكول جاويرث/الوكالة)





## تدارك النقص في النظائر المشعة الطبية: تحديات التوريد وجهود تخفيف الأزمة وبدائل النظير المشع المولبيديوم-٩٩

إنّ حدوث نقص وشيك محتمل في نظير مشع رئيسي سوف يكون له تأثير سلبي على تقنيات التشخيص التصويري النووي الطبي ما لم يتم إيجاد طرائق بديلة أو بدائل من النظائر. والمولبيديوم-٩٩ يُنتج مُطَيّاً في مفاعلات نووية. وهو النظير الأصل الذي يتولد عنه التكنيتيوم-٩٩م، وهو نظير مستخدم على نطاق واسع في الطبّ النووي. وكان الوضع الراهن لإنتاج المولبيديوم-٩٩م، وخيارات تخفيف الأزمة المحتملة، الموضوعين الرئيسيين لثلاثة عروض إيضاحية قُدّمت أثناء حدّث جانبي على هامش المؤتمّر العام بعنوان: المولبيديوم-٩٩م النظير المشع الطبي: تحديات التوريد وجهود تخفيف الأزمة والبدائل.

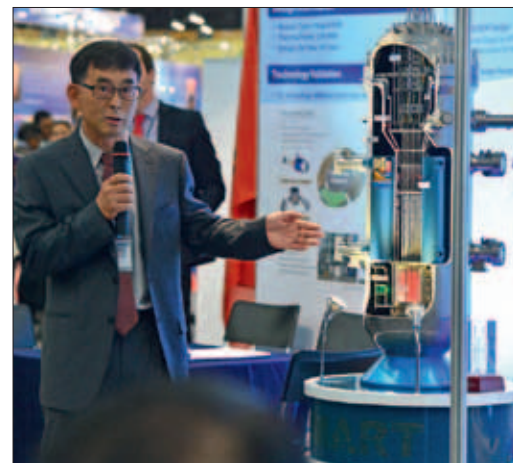


(مصدر الصورة: سي. هوفيلينا/الوكالة)

## مقاربة حياة الناس: بناء علاقات الشراكة لمكافحة السرطان

ركّزت المناقشات أثناء الحدّث الجانبي الخاص بموضوع بناء علاقات الشراكة لمكافحة السرطان على الشراكات الاستراتيجية لمكافحة وباء السرطان في البلدان المنخفضة الدخل والبلدان المتوسطة الدخل، ودعت إلى القيام بمزيد من العمل من أجل مكافحة واحد من أشدّ الأخطار التي تتهدد الصحة على الصعيد العالمي. وشدّدت نيّلي إنفيريم-برومسون، مديرة شعبة برنامج العمل من أجل علاج السرطان، التابعة للوكالة، ومنسّقة الحدّث، على أنّ العمل العالمي الاستباقي الاستراتيجي المستدام من أجل الاهتمام بالمستقبل والاستثمار في مجال مكافحة السرطان وعلاجه عامل حاسم الأهمية في إنقاذ حياة الناس.

وإضافةً إلى الأحداث الجانبية ذات الصلة بالطبّ الإشعاعي والتكنولوجيا الإشعاعية، أبرزت عشرات المعارض والأحداث الجانبية المقرّرة طيلة الأسبوع، الأنشطة والبرامج الخاصة التي تنفذها إداراتٌ رئيسية في أمانة الوكالة وعدة دول أعضاء.





# يوم اختتام المؤتمر، ٢٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤



أثناء الجلسات الختامية للمؤتمر العام، أُتيحت لمندوبي الدول الأعضاء في الوكالة فرصة للإدلاء بأصواتهم بشأن مواضيع رئيسية مختلفة ذات صلة بالوكالة، ومنها مثلاً قرارات ترمي إلى تعزيز عمل الوكالة في مجالات عديدة، بما في ذلك العلوم والتكنولوجيا النووية، والأمن، والأمن، والضمانات، والتعاون التقني.



وتبدى حرص العديد من المندوبين على المشاركة في القرارات قيد النظر وفي عملية التصويت الهامة. وبعد النقاش والتصويت اللذين اتسما بالحيوية، اختتم المؤتمر أعماله في ساعة متأخرة من مساء يوم ٢٦ أيلول/سبتمبر ٢٠١٤. وسوف يُعقد المؤتمر العام التاسع والخمسون في العام المقبل من ١٤ إلى ١٨ أيلول/سبتمبر ٢٠١٥.

تجميع النص: نيكول جاويرث، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة  
مصدر الصور (ما لم يُذكر غير ذلك): دي. كاما/الوكالة

# المساهمون

يوكيا أمانو  
أوليخ بيلياكوف  
أوداي بونسال  
مفوضية الطاقة النووية الشيلية  
إليانو كودي  
هاري دليس  
آبها ديكسيت  
سيلفيا لاغوس إسبينوزا  
إنريك إسترادا لوباتو  
ساشا هنريكي  
أولا هولمبيرغ  
نيكول جاويرث  
رالف كايزر  
رافي كاشياب  
مايكل كيزا  
خوزيه أنتونيو لوزادا  
مايكل أمدي ميدسن  
أحمد مغزيفن  
فيرناندو موت  
هويوا ألبيرتو أوسو، الإبن  
خوزيه أوتيارولا- سيلسكي  
توماس باسكوال  
أماليا بايس  
جيان لوكا بولي  
رجا عبد العزيز رجا عدنان  
إدواردو روزنبلات  
دانا ساتشيتي  
آغنس سافراني  
عمر يوسف



International  
Conference on

# Clinical PET/CT and Molecular Imaging (IPET 2015)

PET/CT in the era of  
multimodality imaging and  
image-guided therapy

ORGANIZED BY  
THE INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY

Vienna, Austria  
5-9 October 2015

