

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 ذرّي 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.^١

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^٢، 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 بض 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 الموضوعة 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^٣. 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 المغناطيسي.

^٢الرابطة 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 وتُستقلَب 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 يُوسَم التكنيتيوم-٩٩م بست جزيئات من مادة الميثوكسي إيزوبوتيل إيزونتريل (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 وطاقات 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 يُعطاهم 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 تتبع 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 التعرض للإشعاعات منخفضاً بقدر كاف، يصبح المرضى أحراراً في استئناف حياتهم الاعتيادية ومعاودة أمات 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 يسوغ 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 تدبرهم على النحو المناسب لتعرضهم للإشعاعات وهم يقدمون الدعم إلى المرضى اللذين يخضعون للعلاج الإشعاعي. ولذلك، فإن هذه المعالجات كثيراً ما تكون مسوغة في نظر المرضى وفي نظر أطباؤهم أيضاً.

ساشا هنريكيز، مكتب الإعلام العام والاتصالات في الوكالة