الفصل التاسع

الذرة فى خدمة الصحة

حالما اكتشف بيير ومارى كورى الراديوم استعمل فى إنقاذ الأرواح من السرطان ، والآن وفى كل مستشفيات العالم ، تتوافر مواد رخيصة من منتجات العصر الذرى لتقوم بهذا العمل ؛ إذ يمكن لقطعة صغيرة من كوبلت ٦٠ صنعت داخل فرن ذرى وتكلفت ١٠٠ دولار أن تحل محل ما يساوى ٢٠,٠٠٠ دولار من الراديوم .

ولم يكن من غير المتوقع أن يسرع الأطباء فى استغلال الطاقة الذرية ، فقد كانت حلمهم القديم . وكانوا متمرنين على استعماله وعلى استعداد لتفهم إمكانيات هذه المواد الجديدة التى توافرت بعد عام ١٩٤٦ . هذا بالإضافة إلى أن العوامل الاقتصادية لها أهمية قليلة فى الطب ، ولم تثبت الطاقة الذرية أنها أرخص وأكفأ فحسب بل وأقوى فاعلية .

ويستخدم الأطباء الطاقة الذرية فى تشخيص الأمراض وعلاجها . كما يستخدمون النظائر المشعة « كشافات » لتتبع ما يجرى فى الجسم ، ومن ثم يكتشفون علة المريض . ولهذا الغرض يستعملون كميات ضئيلة من النظائر . أما إشعاع النظائر القوى المنبعث مباشرة من الفرن الذرى فيستعمل « كشرط جراحة بدون دم » لقتل الأنسجة الدخيلة على الجسم .

وقد تم تشخيص نصف مليون مريض فى ٨٧٠ مستشفى وعيادة أمريكية بالنظائر المشعة خلال التسع سنوات الأولى من توفرها . وهى تستخدم

الآن كأداة قياسية لتحديد حجم الدم فى الجسم وتحديد مكان السرطان بدقة وللكشف عن أمراض القلب والأوعية الدموية المختلفة .

وقد أصبحت لليود المشع ١٣١ أهمية خاصة ، فهو من العناصر التى تتكون عند انقسام اليورانيوم ، ويسهل عزله من الرماد المتخلف من الفرن الذرى .

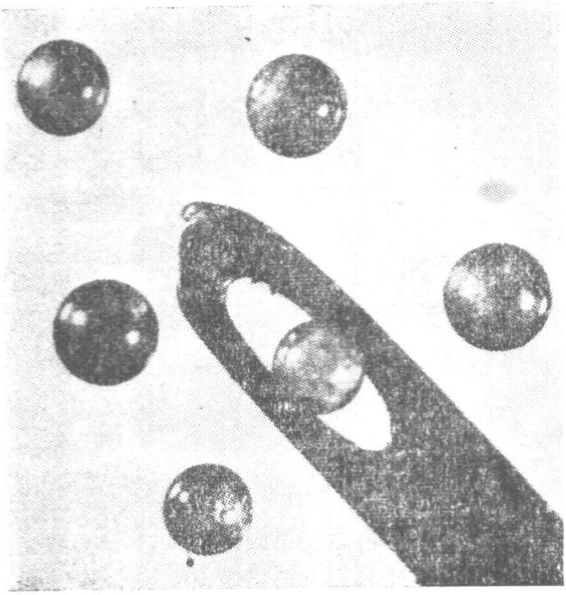
وتحتاج الغدة الدرقية بالرقبة والتى تتحكم فى نمو الجسم إلى يود لتقوم بعملها . ويتركز اليود المنطلق فى الجسم مباشرة .

ويمكن اكتشاف تضخم « الغدة الدرقية » حيث تكون هذه الغدة أنشط من المعتاد ، بوساطة يود ١٣١ ، فيعطى المريض قليلاً من يودور الصوديوم الذى يحوى يوداً مشعاً ، فيبين عداد جيجر السرعة التى تأخذ بها الغدة الدرقية اليود ، وهذا يدلنا على معدل نشاط الغدة .

كما يساعد اليود المشع مع نظير آخر وهو الفسفور ٣٢ فى تحديد موضع سرطان المخ ، وهو ما يصعب جداً اكتشافه بالطرق العادية ، لدرجة أنه حتى فى حالة اكتشافه لا يكاد يتميز عن نسيج المخ السليم . غير أن السرطان يمتص صبغات خاصة بسرعة أكبر من النسيج السليم .

فإذا حقن الجسم بيود يحتوى على صبغة من « دايو دوفلوريسين » مع يود ١٣١ ، فإنه يتركز بسرعة فى الورم السرطانى ؛ إذ يبعث يود ١٣١ أشعة جاما مخترقة الجمجمة فيتبين فى كشاف خارج رأس المريض . وبتحريك الكشاف حول الرأس وملاحظة أى الأماكن يكون فيه الإشعاع أقوى ، يمكن عمل خريطة لتحديد ، أماكن الأورام .

وأشعة جاما المنبعثة من يود ١٣١ قوية جداً لدرجة أنها تنتشر بوضوح .



(صورة رقم ٢٤)

ذرات قابلة للانقسام وفى استطاعتها مهاجمة الخلايا السرطانية توجد بداخل خرز من الفخار — والصورة تبين حجم هذا الخرز بالنسبة إلى عين إبرة .

ومن العسير تحديد مواضع انتهاء الأورام السرطانية وبداية الأنسجة السليمة ، وهنا تكون فائدة فسفور ٣٢ . كما أنها تتركز فى الأورام ، وتبعث أشعة إلكترونية بسيطة ذات معدل تصير . وأثناء عملية استئصال السرطان يبين جهاز كشاف أين تقل الأشعة الإلكترونية فتحدد حدود النسيج المريض .

ويستعمل الصوديوم المشع لتشخيص أمراض الدورة الدموية ؛ إذ تحدد مكان انقباض شريان فى القدم مثلاً ، فيحقن محلول الملح المحتوى على قليل من الصوديوم المشع ٢٤ فيحمل دم المريض محلول الملح للقدمين بينما يؤخر الشريان المنقبض مرور هذا المحلول للقدم المريضة فيكون الإشعاع بطيئاً فى تلك القدم ، مما يسهل معرفته بوساطة الكشاف وبذا يمكن تحديد مكان المرض بدقة .

وكما أن النظائر تعتبر أداة حساسة لاكتشاف المرض فهى لاتقل حساسية فى تتبع عمليات الحياة العادية . فقد أعطيت بالفم أو حقناً لأناس أصحاء لتكشف لنا عن معلومات جديدة حول العمليات المعقدة التى تجرى فى الجسم . وقد أثبتت نجاحاً وخاصة فى شرح الدورة الدموية والطرق التى يتبعها الغذاء والأكسيجين والعمليات التى بها يصنع الجسم كيماويات مختلفة ، وخاصة تلك التى يحتاجها الجسم بكميات ضئيلة جداً .

وتختار النظائر المشعة بعناية من أجل استعمالها فى الأبحاث وفى التشخيص ، وذلك منعاً لحدوث أى تلف فى الجسم . والنظير المستعمل يجب أن يكون من ذلك النوع الذى يبعث أشعة خفيفة أو التى تخرج من الجسم بسرعة فائقة أو يفسد مفعولها بسرعة فيبطل نشاطها الإشعاعى فى وقت قصير (يفقد اليود ١٣١ ، نصف قدرته الإشعاعية فى ثمانية أيام) .

ولكن قد يكون من الممكن جعل التأثير « الضار » للنشاط الإشعاعى ذا فائدة ؛ إذ تقتل الأشعة الذرية النسيج الحى إلى درجة عرفت جيداً بعد حوادث مؤسفة فى أوائل هذا القرن .

وكثيراً مايلزم قتل النسيج المريض ويعتبر الإشعاع طريقة فعالة عملية لهذا الغرض .

وقد أمدنا العصر الذرى بمصادر جديدة للإشعاع التى تفوق فى أغراض عديدة الراديوم وماكينات الأشعة السينية والمحطات الذرية (مثل مولدات فان دى جراف) ، وكل ذاك كان معروفاً قبل انقسام اليورانيوم . وهذه المصادر الجديدة تناولت مسألة جوهرية وهى العلاج بالإشعاع ، أو بمعنى آخر تحديد الأشعة للنسيج المريض . والإشعاع يؤثر على كل من النسيج السليم والمريض ، فإذا كان المكان المراد علاجه بعيداً داخل الجسم ، فإن الأشعة السينية مثلاً ، تمتد طاقتها القاتلة إلى الأجزاء السليمة حول الجزء المصاب .

ومن الطرق المستحدثة لتجنب ذلك ، زرع مصدر الإشعاع نفسه داخل الجزء المصاب مباشرة ، ويستخدم لهذا الغرض النظائر المشعة ، وكثيراً مانجد نظيراً يتركز فى النسيج المصاب ، حيث يمكن نقله بعمليات الجسم الطبيعية .

ويمثل مرض « تضخم الغدة الدرقية » — أى نشاطها أكثر من اللازم — مثالاً لذلك ؛ إذ تمتص هذه الغدة اليود فيمكن قياس نشاطها بتتبع أثر كميات ضئيلة من اليود المشع . فإذا اكتشف أن نشاط الغدة أكثر من اللازم أعطيت كميات كبيرة من اليود المشع فيتركز الإشعاع داخل الغدة .

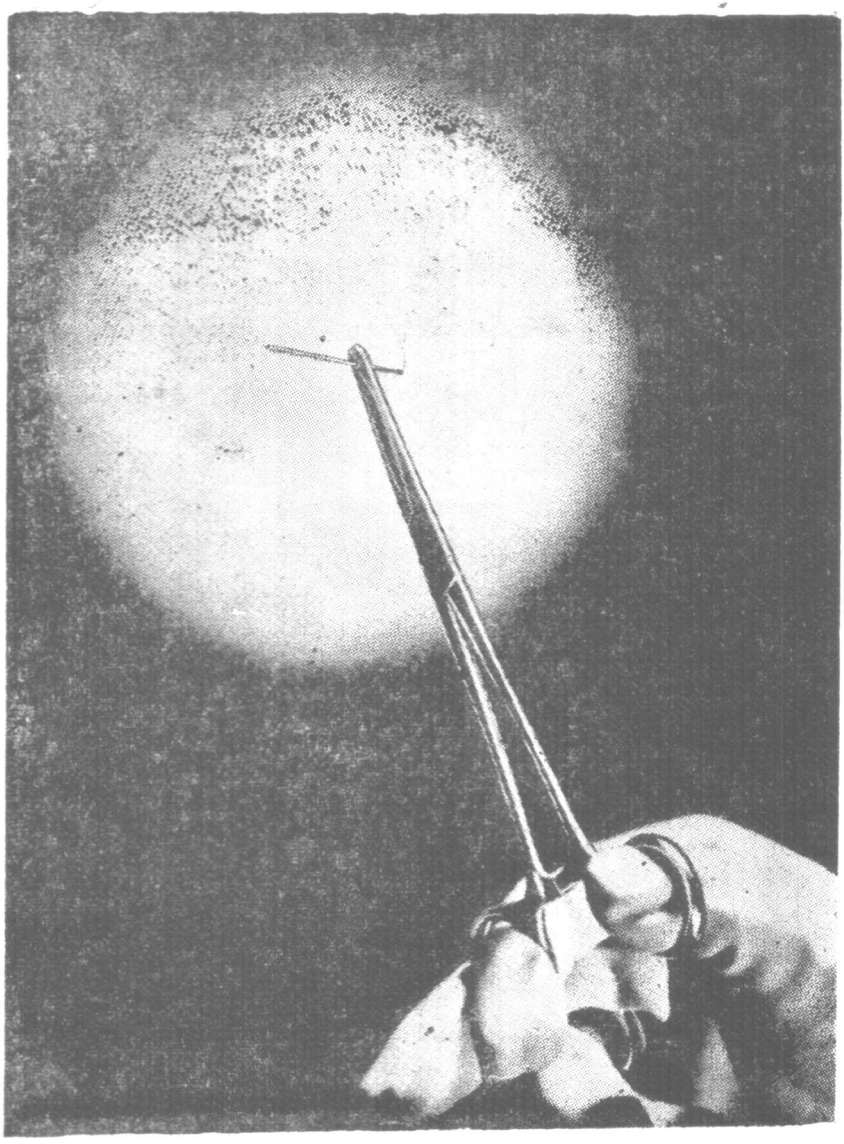
وتقتل أشعة جاما القوية المنبعثة من اليود المشع جزءاً من نسيج الغدة فيقل نشاطها .

واستعملت طريقة مماثلة فى علاج مرض الدم السمى polycythemia ، الذى يتميز بكثرة كرات الدم الحمراء . وتصنع خلايا الدم فى النخاع ويمتص النخاع الفسفور بأسرع مما تمتصه أجزاء الجسم الأخرى ، ولذا يعطى المرضى فسفور مشع ٣٢ الذى يعطى أشعة إلكترونية ، وحينما تتركز فى النخاع تبطىء أشعة فسفور ٣٢ تكوين كرات الدم الحمراء .

وليست كل عميات الجسم يسهل فيها مثل هذه الطرق ، ففى كثير من الأمراض لاتوجد وسيلة لوضع مصدر إشعاعى فى الجزء المطلوب إلا بزرعه فى هذا الجزء طبيعياً وذلك بوساطة الراديوم ، ولكن لايمكن ترك الراديوم بصفة مستمرة فى هذا الموضع . كما أن الراديوم كثير التكاليف ويحتفظ بإشعاعه لمدد طويلة مما يعرض المريض للموت حتى إذا شفى من مرضه .

على أنه يمكن ترك الذهب المشع فى الجسم ، وقد ازداد استعماله لعلاج الأورام السرطانية، وخاصة فى الأحوال التى ينتشر فيه بالجسم فلا يكون استئصاله مجدياً جراحياً .

وقد يصوب الطبيب أحياناً الذهب المشع نحو المريض فيستعمل بندقية قريبة الشبه بالمسدس ، ولكنها فى الواقع محقن كبير للحقن تحت الجلد . أما القذائف فصغيرة كالبلى وتسمى بذور الذهب ، وذلك بعد أخذ أفلام أشعة توضع فوق الجزء المصاب ، ثم يتعرض الفلم للاشعاع مظهراً صورة لموضع كل بذرة . وبهذه الطريقة يعرف الطبيب ماذا يفعل — ويوجه إشعاع الذهب لمقاومة السرطان بطريقة فعالة .



(صورة رقم ٢٥)

إحدى المخترعات التى يمكنها إنقاذ حياة المرضى ، والتى أمكن الوصول إليها عن طريق تطور العلوم الذرية ، وهى هذه الإبرة الإشعاعية والتى تحتوى على كوبلت ٦٠ — وتغرس هذه الأبرة فى جسم المريض بالسرطان لتتمكن إشعاعاتها من أماتة الخلايا المصابة .

وقبل التمكن من زرع النظائر المشعة داخل الجسم ، كانت الطريقة الوحيدة لتركيز الإشعاع نحو النسيج غير الظاهر هى استعمال أشعة ذات قوة متزايدة . ويمكن تركيز الأشعة الذرية كما تركز حزمة من الضوء . وكلما ازدادت قوة الأشعة وضحت وضاقت حزمة الضوء . وهذا الإشعاع القوى يتطلب قطعاً كبيرة من الراديوم أو ماكينات معقدة من الأشعة السينية ومحطات الذرة ، وكلها باهظة التكاليف لا تتحملها سوى المستشفيات الغنية القليلة .

وهناك أحد منتجات العصر الذرى الذى يعتبر بديلاً ثميناً لمثل هذه الأجهزة الباهظة التكاليف، ألا وهو كوبالت ٦٠ الذى يحتفظ بأشعة جاما المنبعثة منه لمدد طويلة نسبياً. والكوبلت معدن فضى يستعمل لصنع سبائك الصلب . وعندما يوضع الكوبلت العادى ٥٩ فى مفاعل نووى تمتص ذرة الكوبلت نيوتروناً وتصبح كوبلت ٦٠ المشع . والمدة التى تترك فيها الكوبلت داخل المفاعل تحدد كم ذرة تنقل بهذه الطريقة وإلى أى درجة من القوة ستكون مصدر إشعاع .

وقد أصدرت أول قنبلتى كوبلت، صنعتا للأغراض الطبية، إشعاعاً يفوق كل الراديوم الموجود فى العالم . وتستعمل مستشفيات عديدة حالياً قنابل مشابهة ، وقد سميت كذلك لتشابه الأنبوبة الثقيلة التى تحوى الكوبلت بشكل القنبلة .

وتستعمل قنبلة الكوبلت فى علاج السرطان بنفس الطريقة التى تستعمل فيها ماكينة الأشعة السينية الكبيرة، وتثبت القنبلة على أذرع ضابطة حتى يمكن توجيه الأشعة حسب المطلوب . وتنبعث الأشعة من الأنبوبة خلال فتحة تقفل بحاجز له قدرة على امتصاص أشعة جاما .

وأقوى مصدر للإشعاع على الإطلاق هو الفرن الذرى نفسه ، فالمفاعل الذى هو أقوى أسلحة الطبيب يسلط الآن على سرطان المخ أعدى أعداء البشرية وذلك بطريقة غير عادية .

والمفاعل أساساً مولد نيوترونات ، ولو أن هنـــاك أيضاً أشكالاً أخرى من الإشعاع . وتخترق النيوترونات معظم المواد بما فيها النسيج، الحى بسهولة أكثر من الأشعة الأخرى . وهى لا تقتل الأنسجة مباشرة ، ولـكنها تحدث تفاعلات ذرية داخـــل الجسم . والذى يحدث هو أن النيوترونات تصطدم بذرة فتكون نتيجة ذلك انبعاث أشعة جاما (ويشمل التفاعل النموذجى ذرات النيتروجين التى تدخل فى تركيب كل أنسجة المخ ، وعندما يصطدم النيوترون بالنيتروجين تنبعث أشعة جاما وتتحول إلى كربون). فأشعة جاما هى التى تدمر الأنسجة .

وباستغلال هـذه الميزة الخاصـة بالنيوترونات وبالسيل الجارف للنيوترونات فى المفاعل، يستطيع الأطباء تركيز جرعات هائلة من الإشعاع داخل سرطان المخ ، وبذا لم تعد هناك حاجة إلى جراحة .

ويحقن المريض بمحلول يحتوى على « بورون » ويوضع فى مكان أمام أنبوبة المفاعل، حتى إذا فتح الحاجز تصطدم النيوترونات المندفعة من المفاعل إلى السرطان المشبع بالبورون ، ويبعث البورون أشعة جاما التى تدمر السرطان عندما يصطدم بالنيوترونات . وقد استعملت أشعة النيوترون القوية التى تعطى ٣٠٠ بليون نيوترون فى الثانية .

ويجب توقيت العملية بطريقة دقيقة ، فالسرطان لا يركز البورون ولـكنه يمتصه بسرعة أكثر من سرعة المخ فى امتصاصه فى خلال فترة

معينة يركز السرطان كمية أكثر من البورون ، وحينئذ يساط الإشعاع لتركيز أشعة جاما بقدر الإمكان على السرطان .

وقد جاءت التجارب الأولية بوساطة المفاعلات المبنية الأغراض الأخرى مشجعة للغاية ، مما حفز على تصميم مفاعلات طبية ذات حجم صغير تمثل فرناً ذرياً بسيط القوة، مصمماً بطريقة يسهل معها استعماله فى أماكن العلاج ومصممة أيضاً لصنع بعض النظائر المشعة ، خصوصاً ذات العمر القصير التى يبطل مفعولها بسرعة فلا يمكن نقلها من مصانع النظائر الكبيرة .

وستظل المفاعلات النووية لسنوات عديدة باهظة التكاليف لاستعمالها فى المستشفيات . والمتوقع أن تعمل المراكز الطبية الكبيرة ، وخاصة المعنية بعلاج السرطان ، فى تحسين وإدخال تجديدات على الأجهزة لمقاومة هذا المرض .