تطبيقات الفيزياء الذرية والنووية في المجال الصحي

محاضرات العلوم التطبيقية للدكتور مرهف لحلح
كلية التمريض-جامعة حماة

مقدمة عامة:

الطب الإشعاعي هو الفرع الطبي الذي تستخدم فيه النظائر المشعة Radio Isotopes (RI) لتشخيص بعض الأمراض و علاج البعض الآخر ،وقد سمي بالنووي أو الذري أيضا نسبةً إلى نواة الذرة و هي مصدر الإشعاع المنبعث من هذه المواد المشعة ويعتبر الطب الإشعاعي من أحدث تطبيقات التكنولوجيا في المجال الطبي.

*النظائر المشعة... هي الشكل غير المستقر للعنصر والتي ينبعث منها الإشعاع ليتحول إلى شكل أكثر استقراراً. والإشعاع قابل للاقتفاء بسهولة ويمكن أن يحدث تغيرات في المادة التي يقع عليها. وهذه السمات الخاصة تجعل النظائر المشعة مفيدة في الطب والصناعة وغيرها من المجالات.

**والنظائر المشعة أداة فعالة تستخدم في علوم المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية، والتطبيقات الصناعية، ودراسات الاقتفاء البيئي والدراسات البيولوجية.

النشاط الإشعاعي للمواد المشعة

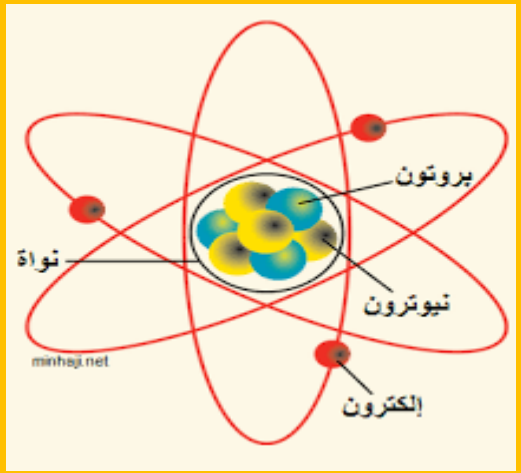
Radioactivity: هو التحلل الذاتي لنواة ذرة المادة المشعة وهذا التحلل يختلف من مادة لأخرى ليعطي نوعيات مختلفة من الإشعاعات مثل:

إشعاع بيتا

أو إشعاع جاما.

والمادة (الذرة) تعرف بعدد البروتونات في نواتها فمثلاً إذا كانت الذرة التي تحتوي نواتها على بروتون واحد تسمي ذرة الهيدروجين والتي تحتوي على بروتونين تسمي ذرة الهيليوم والتي تحتوي على ثلاث بروتونات تسمي ذرة الليثيوم.

أما مجموع عدد البروتونات + عدد النيترونات (وهما مكونات الذرة) يسمي **رقم الكتلة** وهو مقارب للوزن الذري للذرة فمثلاً اليود١٣١ يعتبر الرقم ١٣١ هو رقم الكتلة الذي يعبر عن أن النواة بها ٧٨ نيوترون و ٥٣ بروتون.



والذرة التي تحتوي على نفس العدد من البروتونات وتختلف في عدد النيترونات هي التي تسمي **بالنظير isotope** ومنها الثابت ومنها غير الثابت أو المشع radioactive أو النظير المشع radioisotope.

وتقاس كمية الإشعاع **بمقياس كيوري Curi**، وهناك أيضاً ما يسمي **بفترة نصف الحياة half life** وهي تعرف بأنها الوقت اللازم لانحلال نصف الذرات من مجموع ذرات النظير المشع وعلى هذا فإن النشاط الإشعاعي لمادة مشعة معينة سوف يصل إلى نصف هذا النشاط في خلال فترة نصف حياته، فمثلاً نصف الحياة لمادة التكنزيوم٩٩ هي ستة ساعات واليود١٣١ ثماني أيام والسيلينيوم٧٥ مائه وعشرون يوماً.

وهذه الفترة لا تتأثر بأي مؤثرات مثل الحرارة والضغط أو التركيب الكيميائي لمواد أخرى (فترة نصف حياة التكنزيوم هي ٦ ساعات سواءً كان في زجاجة في المختبر أو يسري في دم المريض أو مترسب في كبده)

استخدام المواد المشعة في التشخيص

تستخدم المواد المشعة في تقدير نسبة الهرمونات وبعض المواد الأخرى في الدم كما تستخدم في حالات المسح الإشعاعي لأعضاء كثيرة في جسم الإنسان وسوف نتطرق إلى ذلك بشيء من التفصيل.

١. تقدير نسبة الهرمونات وبعض المواد الأخرى في الدم Radio-immuno-Assay:

تستخدم النظائر المشعة في تقدير كمية بعض المواد والأدوية والهرمونات في الدم وذلك باستخدام جهاز يسمي العداد الوميضي Scintillation counter وذلك بسحب عينة من دم المريض وفصل المصل (البلازما) Serum وإضافة النظير المشع الخاص بالمادة المعينة إليه، مثل تحديد هرمون التيروكسين

فمثلاً في تقدير نسبة هرمون الثيروكسين الذي تفرزه الغدة الدرقية يستعمل اليود١٢٥ ثم يوضع في جهاز العد الوميضي الذي عن طريق الحاسب الآلي المتصل بهذا الجهاز تتم قراءة نسبة وجود المادة في الدم وبطريقة حسابية وبيانية يتم حساب تقدير كمية هذه المادة في الدم.
ومن أمثلة هذه الهرمونات التي يتم تقديرها في الدم باستخدام النظائر المشعة:

*-هرمونات الغدة النخامية مثل هرمون النمو
* الهرمون المنشط للغدة الدرقية T.S.H
*الهرمونات المنشطة للمبيض في الأنثى
*الخصية في الذكر
*هرمونات الغدة الدرقية مثل هرمون الثيروكسين T7 & T4 & T3
*هرمون القشرة الكظرية مثل الكورتيزون Corticosteroid
*هرمون الغدة التناسلية الذكرية التيستوستيرون Testosterone
*هرمون الغدة التناسلية الأنثوية الإستروجين والبروجيستيرون Oestrogen & Progesterone
*هرمون غدة البنكرياس الأنسولين Insulin
*الديجوكسين Digoxin الذي يستخدم في أمراض القلب
* فيتامين ب ١٢
* حامض الفوليك Folic Acid
*الهيستامين Histamine

وتتم هذه التحاليل في مختبر خاص مجهز بأحدث الأجهزة ويسمى بالمختبر النووي.

٢. استخدام المواد المشعة في حالات المسح الإشعاعي لأعضاء الجسم Scanning إن هذا الاستخدام هو الأكثر شيوعاً في مجال الطب النووي وهي عملية مسح وتصوير للعضو المراد فحصه وتتم عن طريق إعطاء المريض المادة المشعة الخاصة لفحص العضو إما عن طريق الفم أو الحقن الوريدي وبالطبع فإن كل عضو يختلف عن الآخر في نوع المادة المشعة المستخدمة أو المادة الكيميائية التي تضاف إلى المادة المشعة قبل إعطائها للمريض.

ومثال ذلك عند فحص الكبد يعطى المريض التكنزيوم مضافاً إليه مادة غروية تلتقطها خلايا الكبد أما في حالات فحص المخ فيعطي التكنزيوم بدون إضافات أو بإضافة مادة أخرى تسمي DTPA ، وأما في حالات فحص الغدة الدرقية فيعطى المريض اليود١٣١ عن طريق الفم وفي حالات المسح الإشعاعي للرئتين تستخدم مادة الزينون١٣٣ عن طريق الإستنشاق.

وبعد أن يتناول المريض المادة المشعة يمتص الجسم هذه المادة وتلتقط بالعضو المراد فحصه من الدم ثم يتم تصوير هذا العضو عن طريق جهاز متصل بكاميرا لالتقاط أشعة جاما ويسمي هذا الجهاز بجهاز المسح الإشعاعي Scintillation Scanner with gamma Camera ومنه يتم الحصول على صورة فوتوغرافية للعضو المراد فحصه.

ومن هنا يتضح الاختلاف بين فحص المسح الإشعاعي والفحص بالأشعة العادية (أشعة إكس أو كما تسمى بأشعة رونتجن Roentgen - rays).

ومن الفحوصات التي لا يمكن لأشعة رونتجن القيام بها وقامت بها طريقة المسح الإشعاعي هي مثلاً تصوير أعضاء الجسم مثل الكبد والطحال والغدة الدرقية.
وفيما يلي أهم استعمالات المواد المشعة في المسح الإشعاعي للأعضاء:

١. المسح الإشعاعي للغدة الدرقية وقياس نشاطها :

Thyroid Scan and I131 uptake وهذا الفحص يعتبر أول فحص استخدم بكثرة في مجال الطب النووي. ومن المعروف بأن الغدة الدرقية تتميز بشراهتها في التقاط مادة اليود ولهذا يستعمل اليود المشع (يود١٣١ ويود١٢٥) في قياس نشاط الغدة والمسح الإشعاعي لها، ويأخذ المريض جرعة اليود المشع عن طريق الفم على فترات (ساعتين ـ ٤ ساعات ـ ٨ ساعات ـ ٢٤ ساعة) تحسب له بطريقة معينة النسبة المئوية لالتقاط الغدة لليود باستخدام جهاز المسح الإشعاعي وفي نفس الوقت تؤخذ صورة للغدة الدرقية عن طريق كاميرا الجهاز وتبين هذه الصورة حجم الغدة وشكلها وانتشار المادة المشعة فيها ويستخدم فحص المسح الإشعاعي للغدة الدرقية ونشاطها في الحالات التالية:

معرفة حجم الغدة اكتشاف حالات تضخم الغدة الدرقية البسيطة والفيزيولوجية حالات سرطان الغدة Thyroid Carcinoma حالات تضخم الغدة العنقودي والحويصلي Nodular Goitre and Thyroid Cyst حالات زيادة نشاط الغدة الدرقية وتضخم الغدة التسممي Thyrotoxic Goitre حالات نقص وكسل الغدة الدرقية Hyperthyrodism and Myxoedema تحديد المكان لوجود أنسجة غدية في غير مكانها الطبيعي Ectopic Thyroid التهابات الغدة الدرقية الحادة والمزمنة Acute ,Subacute and Chronic Thyroiditis تقييم وتحديد وضع الغدة الدرقية بعد عمليات الإستئصال Post Operative

٢. المسح الإشعاعي للكبد Liver Scan:

تستخدم كثير من النظائر المشعة في حالات المسح الإشعاعي للكبد ومن أهما التكنزيوم٩٩ TC99 بعد خلطه بمادة رغوية تلتقط بخلايا الكبد ويعطى للمريض عن طريق الحقن الوريدي، ويطلب فحص المسح الإشعاعي للكبد في الحالات الآتية: تحديد حجم الكبد وشكله وموضعه تحديد أورام البطن ومعرفة ما إذا كانت في الكبد أو خارجه اكتشاف نوع وسبب تضخم الكبد مثل حالات خراج الكبد وأورامه وأكياسه أو أي تجمع دموي بالكبد تحديد مكان أي ورم بالكبد عند أخذ عينة منه المقارنة بين حالة الكبد قبل وبعد العلاج كما في حالات ثانويات السرطان في الكبد Liver Metastasis معرفة وتحديد أمراض الكبد المزمنة مثل تليف الكبد Liver Cirrhosis والتهاب الكبد Hepatitis وأمراض التمثيل الغذائي Metabolic Diseases

٣. المسح الإشعاعي للطحال Spleen Scan:

وتستخدم فيه أيضاً مواد مشعة كثيرة منها مخلوط التكنزيوم والمادة الرغوية ويظهر في هذه الحالة في نفس صورة المسح الإشعاعي للكبد ويعطى المخلوط أيضاً عن طريق الوريد والحالات التي تتطلب فيها هذا المسح هي:

* تحديد حجم الطحال وشكله تضخم الطحال وأورامه Splenomegaly

*تحديد مكان الطحال عند استعمال الأشعة العميقة والمواد المشعة في علاج سرطان الدم

* إصابة الطحال بتهتك خاصةً بعد الحوادث بعد حالات استئصال الطحال

*وفي حالات جلطة الطحال وجود أنسجة للطحال في غير مكانها الطبيعي

٤. حالات المسح الإشعاعي للمخ Brain Scan:

ويستخدم فيه التكنزيوم فقط أو مخلوطاً بمادة تسمى DTPA حيث تعطى بالحقن الوريدي ويستخدم المسح الإشعاعي للمخ في الحالات التالية:

*أورام المخ السرطانية والحميدة والثانويات Brain Tumour and Metastasis

*التهاب المخ وخراجه Brain Abscess

*التجمع الدموي في المخ Brain Heamatoma

*والنزف بالمخ Intra Cerebral Hemorrhage

*أمراض الأوعية الدموية بالمخ وجلطة المخ Cerebro Vascular Accidents

٥. حالات المسح الإشعاعي للرئتين Lung Scan:

ويستخدم فيه مخلوط التكنزيوم ومادة زلالية MAA ويعطى بالوريد أو مادة الزينون١٣٣ وهو غاز مشع يعطى عن طريق الاستنشاق. والحالات التي تستدعي استخدام هذا الفحص هي:

*حالات جلطة الرئتين وتأثير العلاج فيها أمراض الرئة الإنسدادية Obstructive Pulmonry Diseases

*حالات سرطان الرئة وخراج الرئة أمراض الرئة المزمنة مثل تمدد الشعب الهوائية Bronchiactesis

*العيوب الخلقية في الرئتين

*تقدير نسبة التهوية للرئتين

٦. حالات المسح الإشعاعي للعظام والنخاع العظمي Bone and Bone Marrow Scan:

ويستخدم فيه التكنزيوم مخلوطاً بمادة فسفورية مثل MDP OR PYP. ويطلب هذا الفحص في الحالات التالية:

*استكشاف وتحديد الأورام أو ثانويات الأورام الخبيثة في العظام
*تحديد مكان الورم عند أخذ عينة منه
*تحديد نشاط النخاع العظمي في حالات أمراض الدم *الحالات المزمنة لفقر الدم
* تحديد نمو العظام وعمرها
*تحديد أماكن التكلس الزائد في العظام ومواقع تكوين العظام الغير طبيعية ومدى اتساعها
*تحديد اتساع ونشاط التهاب المفاصل Arthritis

٧. حالات المسح الإشعاعي للقلب والأوعية الدموية Myocardial and Heart Scan:

ويستخدم في تحديد واتساع جلطة القلب وحالات اختلال سريان الدم في الأوعية الدموية والقلب
وهناك أعضاء أخرى تستخدم فيها المواد المشعة ويتم مسحها وبيان أمراضها مثل الكلية والبنكرياس والغدد اللعابية والغدد الدمعية للعين والحويصلة المرارية.

استخدام المواد المشعة فى العلاج

تستخدم المواد المشعة في حالات كثيرة وتأتي بنتائج مشجعة مثل استخدامها في علاج بعض الأورام الخبيثة وعلاج تسمم الغدة الدرقية ومن أمثلة المواد المشعة الآتي:

- الكوبالت وهو من المواد المشعة المستخدمة منذ وقت بعيد ويستخدم في علاج بعض الأورام السرطانية مثل سرطان الحنجرة وسرطان المثانة البولية وسرطان المخ والعظام والرحم.
- السيزيوم المشع الذي يستخدم في علاج سرطان الثدي
- الراديوم المشع ويستخدم على هيئة بذور أو إبر تزرع في مكان المرض في حالات مثل سرطان اللثة و سرطان عنق الرحم
- الذهب المشع ويستخدم في حالات سرطان وأورام الغدة النخامية
- اليود المشع وهو نظير مشع يستعمل بكثرة في تشخيص أمراض الغدة الدرقية وأيضاً في علاج بعض منها.