

PET and SPECT

Dr. Hayder Jasim Taher

PhD of Medical Imaging

What isPET?

PET stands for positron emission tomography.

Positron Emission Tomography is an imaging technique which usessmall amounts of radiolabeled biologically active compounds to help in the diagnosis of disease.

PET scanner is used to produce an image showing the distributionof the tracer in the body.

لتقف على التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني.

التصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني هو تقنية تصوير تستخدم كميات صغيرة من المركبات النشطة بيولوجيًا الموسومة إشعاعيًا للمساعدة في تشخيص المرض. يتم استخدام الماسح الضوئي لإنتاج صورة توضح توزيع مادة التتبع في الجسم.

Clinical Applications ofPET

Oncology

- Role in lesion detection, lesion characterization, staging of malignant lesions and
- الدور في اكتشاف الآفة، وتوصيف الآفة، وتحديد مراحل الآفات الخبيثة و
- assessment of the therapeutic response..
- تقييم الاستجابة العلاجية

Brain

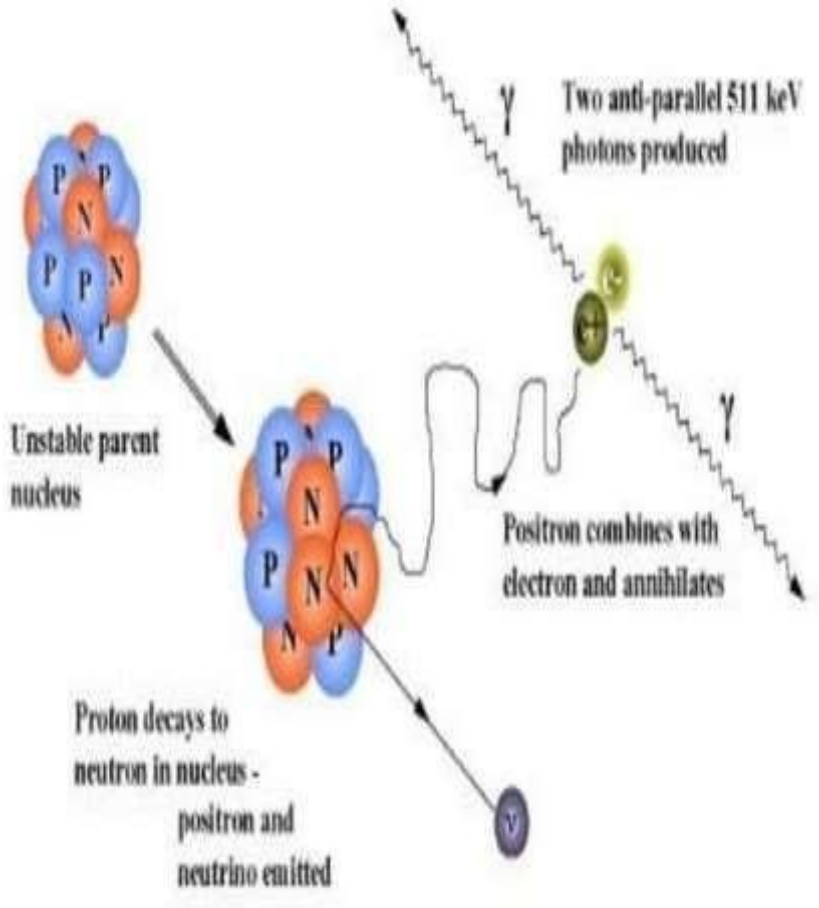
- PET Study the brain's blood flow and metabolic activity. It aid indiscovery of nervous system problems, such as Alzheimer's disease, Parkinson's disease etc. دراسة تدفق الدم في الدماغ والنشاط الأيضي. يساعد في اكتشاف مشاكل الجهاز العصبي مثل مرض الزهايمر ومرض باركنسون وغيرها

Heart

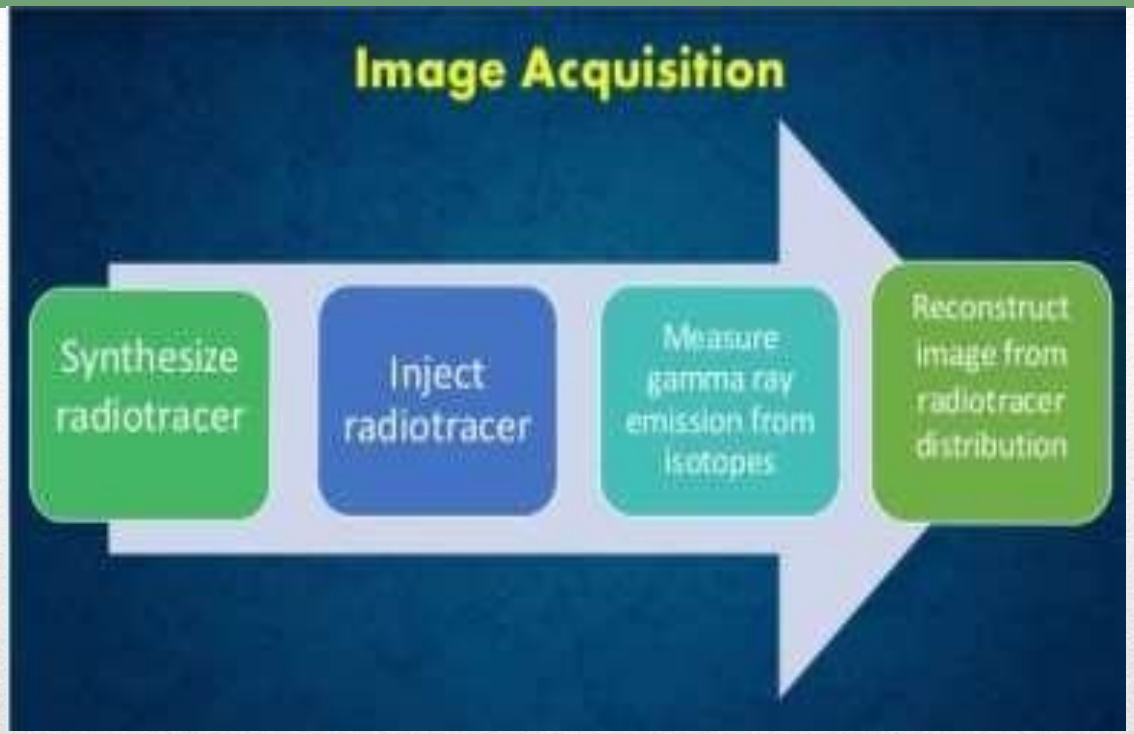
- PET can help find damaged heart tissue especially after a heartattack and can help choose the best treatment such as coronary bypass heart surgery for a person with heart disease. يمكن أن يساعد في العثور على أنسجة القلب التالفة خاصة بعد الإصابة بنوبة قلبية ويمكن أن يساعد في اختيار أفضل علاج مثل جراحة القلب التاجية لشخص مصاب بمرض القلب

PRINCIPLE OF PETSCAN

- Positron Emission occurs when the isotope decays and a proton decays to a Neutron, a Positron and a Neutrino. يحدث انبعاث البوزيترون عندما يضمحل النظير ويتحلل البروتون إلى نيوترون وبوزيترون ونيوترينو.
- After traveling a short distance (3-5mm), the positron emitted encounters an electron from the surrounding environment بعد السفر لمسافة قصيرة (3-5 ملم)، يصطدم البوزيترون المنبعث بإلكترون من البيئة المحيطة.
- The two particles combine and "annihilate" each other, resulting in the emission of two gamma rays in opposite directions of 0.511 MeV each. يتحد الجسيمان ويفنيان بعضهما البعض، مما يؤدي إلى انبعاث شعاعي جاما في اتجاهين متعاكسين تبلغ قوة كل منهما 0.511 ميجا فولت.



Principle of PET EmissionDetection



As positron annihilation occurs, the detector detects the isotope's location and concentration.The resultant light photons are converted to electrical signals that are registeredby the system electronics almost instantly.The reconstruction software then takes the coincidence events measured at allangular and linear positions to reconstruct an image عندما يحدث إبادة البوزيترون، يكتشف الكاشف موقع النظائر وتركيزها. ويتم تحويل فوتونات الضوء الناتجة إلى إشارات كهربائية يتم تسجيلها بواسطة إلكترونيات النظام على الفور تقريبًا. ثم يأخذ برنامج إعادة البناء الأحداث المتزامنة المقاسة في جميع المواضع الزاوية والخطية لإعادة بناء صورة.

PETSCANNER



Pros andCons

ADVANTAGES

1. Uniquely shows the chemical functioning of organs and tissues يُظهر بشكل فريد الأداء الكيميائي للأعضاء والأنسجة.

2. Detect functional changes

3. Study metabolic functions- may bean alternative to biopsy. دراسة الوظائف الأيضية – قد تكون بديلاً للخزعة.

4. Distinguish between benign and malignant tumors- reducing unnecessary surgeries due to misdiagnosis التمييز بين الأورام الحميدة والخبيثة – مما يقلل من العمليات الجراحية غير الضرورية بسبب التشخيص الخاطئ

5. Determine the spread of disease(cancer) and function of the heart. تحديد مدى انتشار المرض (السرطان) ووظيفة القلب.

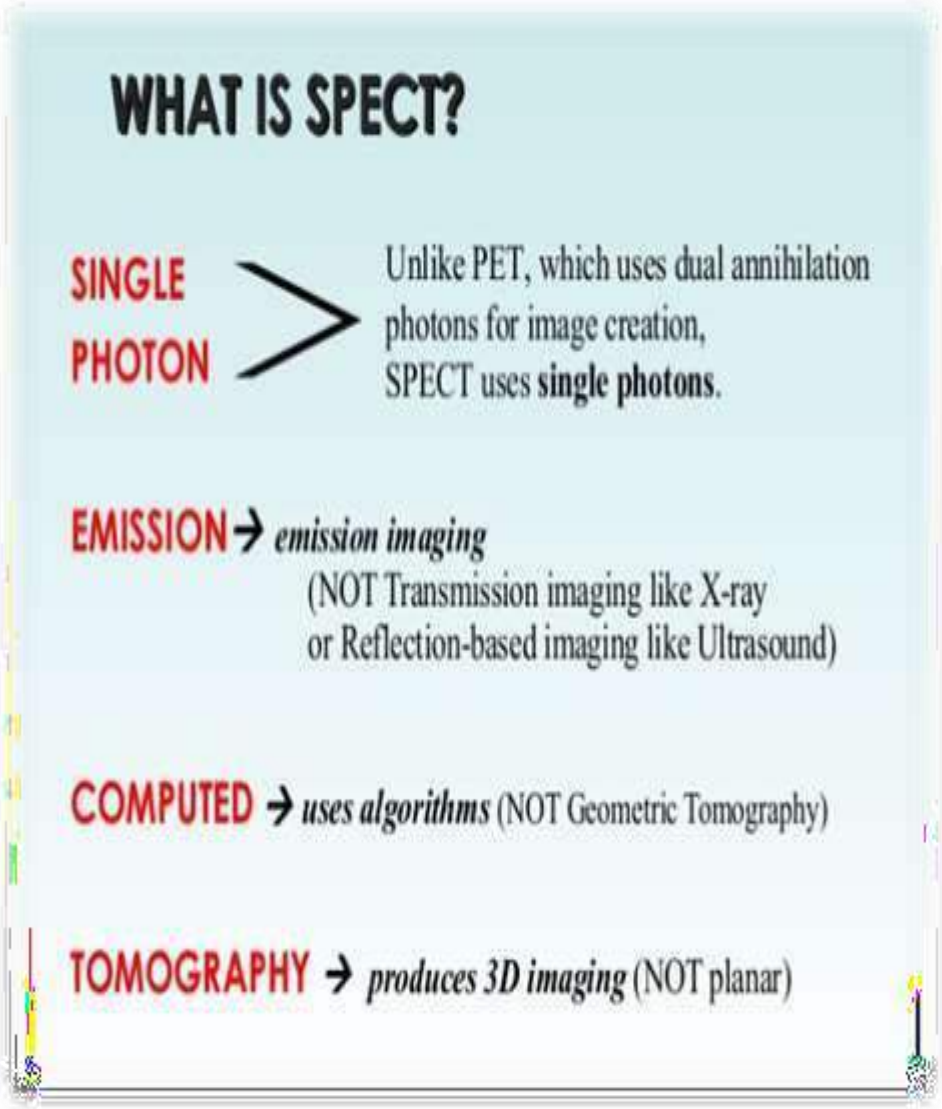
6. Diagnose early stages of neurological illness, e.g. Epilepsy,Alzheimer's disease. تشخيص المراحل المبكرة من المرض العصبي، على سبيل المثال. الصرع، ومرض الزهايمر.

DISADVANTAGES

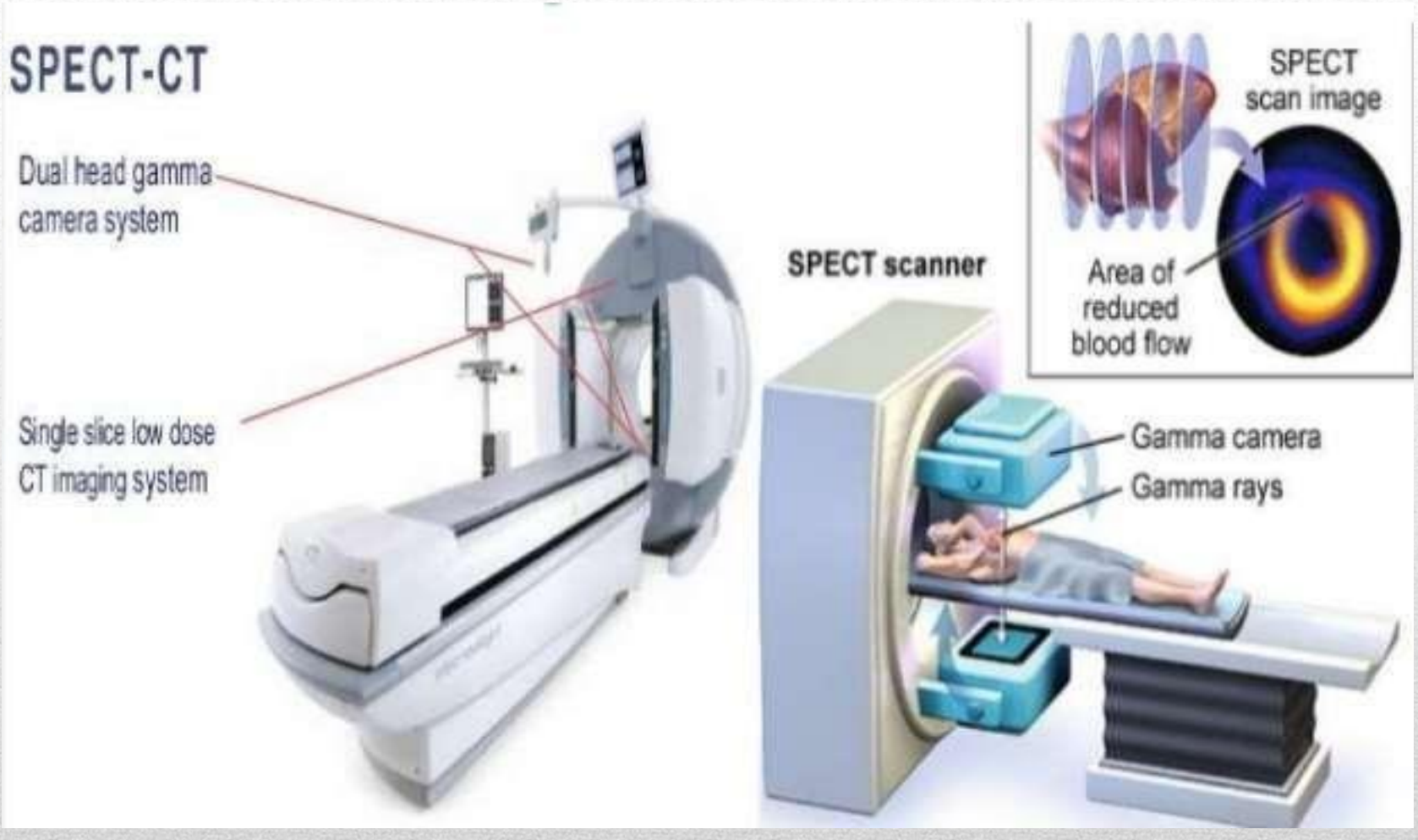
1. Ionizing radiation الإشعاعات المؤينة .1
2. Radioactive compound is short lived..المركب المشع قصير العمر
3. Radioisotope must be produced in a laboratory near the PET scanner. يجب إنتاج النظائر المشعة في مختبر قريب من الماسح الضوئي.

WHAT ISSPECT?

A Single Photon Emission Computed Tomography (SPECT) scan is a type of nuclear imaging test that shows how blood flows to tissues and organs, which means it uses a radioactive substance and a special camera(gamma camera) to create 3-D pictures. التصوير المقطعي المحوسب بانبعاث فوتون واحد هو نوع من اختبارات التصوير النووي الذي يوضح كيفية تدفق الدم إلى الأنسجة والأعضاء، مما يعني أنه يستخدم مادة مشعة وكاميرا خاصة (كاميرا جاما) لإنشاء صور ثلاثية الأبعاد.



COMPONENTS OFSPECT



CLINICALAPPLICATIONS

Indications for SPECT/CT include but are not limited to imaging of the following:

1. Tumors
2. Thyroid disorders
3. Parathyroid disorders
4. Skeleton disorders
5. Inflammation or infection
6. Lymphatic system
7. Heart disorders
8. Brain disorders
9. Other organs

1. الأورام
2. اضطرابات الغدة الدرقية
3. اضطرابات الغدة الدرقية
4. اضطرابات الهيكل العظمي
5. الالتهاب أو العدوى
6. الجهاز اللمفاوي
7. اضطرابات القلب
8. اضطرابات الدماغ
9. الأعضاء الأخرى

SPECT as Gamma Camera +CT

SPECT is the 3D version of the 2D (planar imaging) gamma camera technology. It uses 1 or more gamma camera heads rotated round the patient. هي النسخة ثلاثية الأبعاد من تقنية كاميرا جاما ثنائية الأبعاد (التصوير المستوي).
يستخدم رأسًا واحدًا أو أكثر من رؤوس كاميرا جاما يتم تدويرها حول المريض.

SPECT combines conventional scintigraphic and computed tomographic methods..يجمع بين طرق التصوير المقطعي التقليدية والتصوير المقطعي المحوسب

So gives 3D functional information about the patient in **more detail and higher contrast** than found in planar imaging وبالتالي يوفر معلومات وظيفية ثلاثية الأبعاد عن المريض بمزيد من التفاصيل وتباين أعلى مما هو موجود في التصوير المستوي.

SPECT avoids the superposition of active and non-active layers, which restricts the accurate measurement of organ functions found in the planar gamma camera. يتجنب تراكب الطبقات النشطة وغير النشطة، مما يقيد القياس الدقيق لوظائف الأعضاء الموجودة في كاميرا جاما المستوية.

Principle ofSPECT

- Gamma-ray photons emitted from the internal distributed **radiopharmaceutical penetrate** through the patient's body and are detected by a single or a set of collimated radiation detectors.
- Most of the detectors used in current SPECT systems are based on a single or multiple NaI(TI) scintillation detectors.
- In SPECT, projection data are acquired from different views aroundthe patient.

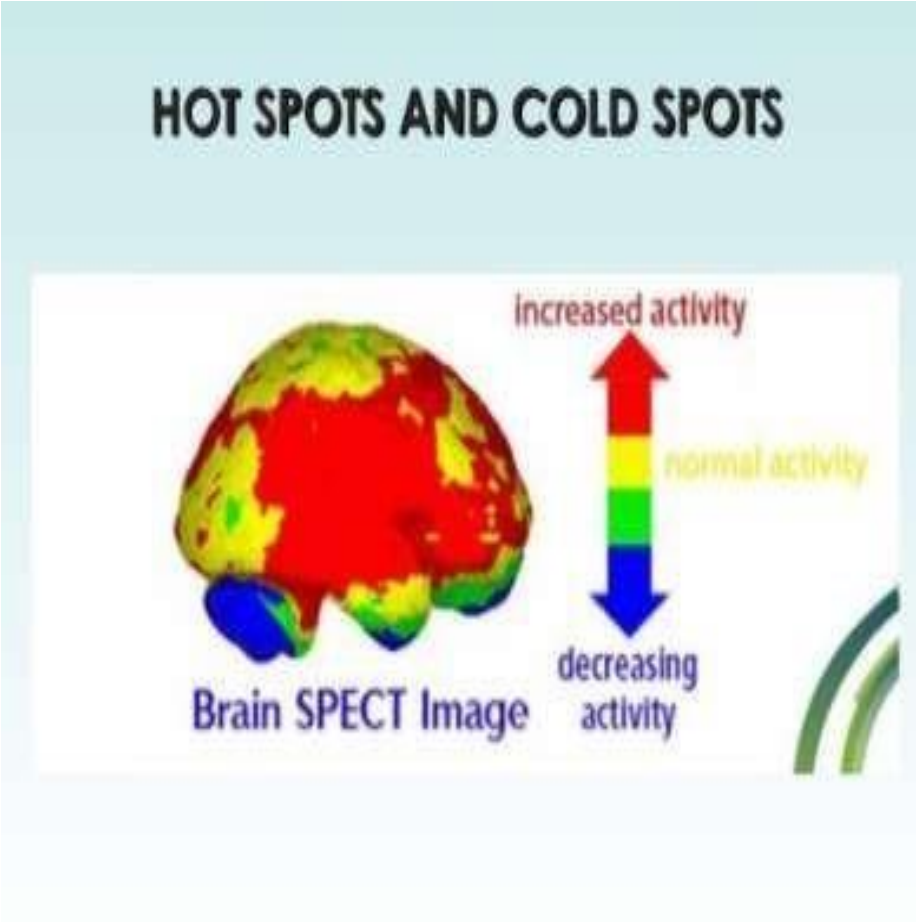
تخترق فوتونات أشعة جاما المنبعثة من المستحضرات الصيدلانية الإشعاعية الموزعة داخليًا جسم المريض ويتم اكتشافها بواسطة جهاز واحد أو مجموعة من أجهزة الكشف عن الإشعاع الموازية.

تعتمد معظم أجهزة الكشف المستخدمة في الأنظمة الحالية على كاشف وميض واحد أو متعدد.

في , يتم الحصول على بيانات الإسقاط من وجهات نظر مختلفة حولها

What does a SPECT scanshow?

- The resultant image gives a physiological state of the organ.
- **Hot spots** (areas of increased uptake) and **cold/dark spots** or photopenia (areas of decreased intake) may indicate pathology, such as arthritis, infections, fractures, tumours.



PRO ANDCONS

ADVANTAGES

1. Improved contrast and reducedstructural noise, due to elimination of overlapping structures

2. Localization of defects is more

precise and more clearly seen.

1. تحسين التباين وتقليل الضوضاء الهيكلية، بسبب إزالة الهياكل المتداخلة

2. توطين العيوب أكثر دقة وأكثر وضوحا.

3. Extent and size of defect isbetter defined.

4. Images free of background.

5. SPECT (and PET) provide the only non-invasive technique forimaging brain neurochemicals.

3. يتم تحديد مدى وحجم الخلل بشكل أفضل.

4. الصور خالية من الخلفية.

5. (والتصوير المقطعي بالإصدار البوزيتروني) يوفران التقنية غير الجراحية الوحيدة لتصوير المواد الكيميائية العصبية في الدماغ.

DISADVANTAGES

1. Radiation exposure
2. Limited spatial and temporal resolution.
3. Relatively expensive to build and maintain (compared to CT, MRI).
4. Not very effective for patient who just finished exercising.

1. التعرض للإشعاع
2. دقة مكانية وزمانية محدودة.
3. عملية البناء والصيانة مكلفة نسبيًا (مقارنةً بالأشعة المقطعية والتصوير بالرنين المغناطيسي).
4. ليست فعالة جدًا بالنسبة للمريض الذي انتهى للتو من ممارسة الرياضة.

HOW PET DIFFER FROMSPECT

PET SCANNER

1. Imaging with radionuclide emitting positron.التصوير بالنويدات المشعة انبعاث البوزيترون.
2. Radiotracer emits gammaradiation indirectly. يصدر جهاز التتبع الإشعاعي إشعاعات جاما بشكل غير مباشر.
3. PET use the coincidence detection where both ɣ- raysare detected by pairs of detectors simultaneously استخدم اكتشاف .1 الصدفة حيث يتم اكتشاف كلا الأشعة بواسطة أزواج من أجهزة الكشف في وقت واحد.
4. It use the short lived and only one(fluorine-18) radiolabel tracer. يستخدم جهاز تتبع إشعاعي واحد فقط قصير العمر (الفلور - 18).

SPECT SCANNER

1. Imaging with radionuclide emittingsingle photon(gamma-ray) التصوير باستخدام .1 النويدات المشعة التي ينبعث منها فوتون واحد (أشعة جاما)
2. Radiotracer emits gamma radiation directly. يصدر جهاز التتبع الإشعاعي .1 أشعة غاما الإشعاع مباشرة.
3. SPECT does not use the coincidence detection of ɣ-rays orphoton. لا .1 يستخدم الكشف عن طريق الصدفة للأشعة أو الفوتون.
4. It uses longer lived and more variable radiolabel tracers. يستخدم أدوات تتبع العلامات الراديوية الأطول عمرًا والأكثر تنوعًا.

SPECT\PET

- SPECT imaging has lower resolution and sensitivity.
- The use of collimator results in tremendous decrease in detection

efficiency as compared with PET.
Spatial resolution in SPECT deteriorates from edge toward center;

PET is relatively constant across trans-axial image, best at center.

- Attenuation severe in SPECT; but accurate attenuation correctionpossible in PET (with external transmission source).

- التصوير ذو دقة وحساسية أقل.

-استخدام الموازاة يؤدي إلى انخفاض هائل في الكشف

الكفاءة بالمقارنة مع

-الدقة المكانية تتدهور من الحافة نحو المركز؛

- ثابت نسبيًا عبر الصورة العابرة للمحور، والأفضل في المركز.

- التوهين الشديد في ; ولكن تصحيح التوهين الدقيق ممكن في (مع مصدر نقل خارجي).

SPECT\PET

SPECT is less expensive than PET to build and maintain.

SPECT is non-invasive, while many PET scan require arterial sampling which is invasive.

CONSIDERATION	SPECT vs PET
Cost	PET > SPECT
Availability	SPECT > PET
Spatial Resolution	PET > SPECT
Temporal Resolution	PET > SPECT
Sensitivity	PET > SPECT
Signal to Noise Ratio	PET > SPECT
Variety of ligands	PET > SPECT

CONCLUSION

PET and SPECT rely on similar principles to produce their images, important differences in instrumentation, radiochemistry, and experimental applications are dictated by inherent differences in their respective physics of photon emission. تعتمد على مبادئ مماثلة لإنتاج صورها، والاختلافات الهامة في الأجهزة، والكيمياء الإشعاعية، والتطبيقات التجريبية تمليها الاختلافات المتأصلة في فيزياء انبعاث الفوتون الخاصة بكل منها

(اللهم انك عفو تحب العفو فاعفو عنا

By:Mohammed Jabbar Hussein(