

Biofizika és orvostechnika alapjai

Képzés 3

Nukleáris képzés

Szerkesztette: Szekrényesi Csaba

Áttekintés



- Magátalakulások közben keletkező sugárzással alkotunk képet
- A szervek működéséről, azaz a funkcióról nyújt információt

- Izotópok
- Izotópdiaгностика
- SPECT
- PET

Izotópok

Stabil és nem stabil atomok

- Az atommag protonokból és neutronokból áll
- Az atommagot néhány erő összetartja, néhány széttaszítja
- Ha a bomlasztóerők jóval nagyobbak, mint az összetartóerők, akkor egy idő után szétbomlik magától
- Az atom típusa a rendszámtól függ, azaz a protonok számától
- A neutronok számától függően bomlanak vagy nem bomlanak
- Egy adott atomtípus bomló elemei az izotópok

Atombomlás - Sugárzások

- A bomlás adott valószínűséggel történik meg, az az idő, ami alatt egy adott mennyiségű anyag elbomlik – a felezési idő
- Az elbomlás azt jelenti, hogy a magban változások történnek, a magból sugárzás távozik, ami lehet:
 - Gamma
 - Béta
 - Alfa
- Lehetséges hogy a keletkezett új elem sem stabil, hanem tovább bomlik, ezeket hívják bomlási sornak

Hevesy György

- Gazdag nemes
- Anglia – Lord Rutherford
- Radioaktív nyomjelzés elve
- Színhagyomány, Hevesy és a fasírt
- Kémiai Nobel díj, 1943



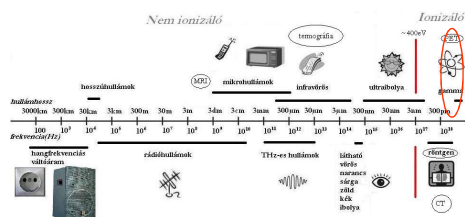
1885-1966

Izotópdiagnosztika - Szcintigráfia



Izotópdiagnosztika

- Emissziós, ionizáló



Radioaktív nyomjelzés

- Biológiailag aktív molekula összekötve gamma sugárzó izotóppal (technécium)
- Radiofarmakon
- Jelölés

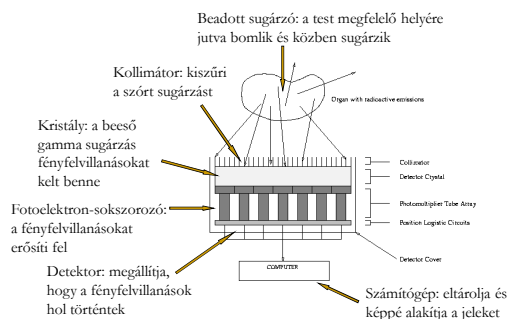
A gamma sugárzás észlelése

- A sugárzást az anyaggal való kölcsönhatásainak eredményei alapján mérjük
- A detektorba belépő sugárzás a detektorban változást, jelet okoz.
- Ezt egy feldolgozó rendszer alakítja át értékelhető információvá

A gamma sugárzás észlelési módjai

- Ionizációs kamra
- Geiger-Müller számlálócső
- Szcintillációs detektor – Anger kamera
- Félvezető detektorok

Anger kamera felépítése, részei



Anger vagy gamma kamera, azaz a szcintigráf



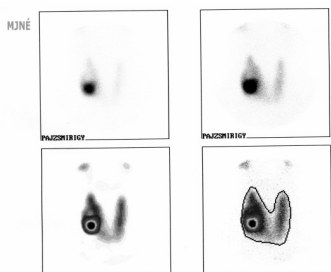
Szcintigráfiai vizsgálat menete



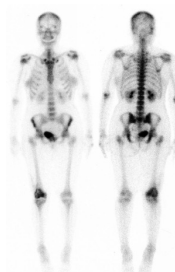
Vizsgálati típusok

- Statikus vizsgálat: megvárjuk az egyensúlyi eloszlást
- Dinamikus vizsgálat: felvétel-sorozat

Pajzsmirigy szcintigráfia



Háromfázisú csontvizsgálat



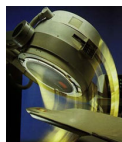
Miről alkotunk képet?

- Agy vérellátása, a vér-agy gát funkciója, arteria carotis szűkülete, elzáródása
- Tüdő vérkeringése
- Szív pumpafunkciója, az átáramló vér mennyisége
- Végtagok vérkeringése
- Vérelfolyás belső vérzések esetén
- Liquor keringés elégségessége vagy elégtelensége.
- Nyirokkeringés
- Csontvizsgálat
- Pajzsmirigyvizsgálat
- Vesefunkció vizsgálata
- Májfunkció vizsgálata
- Kationok felvétele a szívizomsejtekben. Na-K pumpa funkciója
- Glükóz- és zsírfelhasználás agyban és szívizomban
- Tumorsejtek sejtépződése
- Szelektív anyagmegkötődés immunreakcióban, antigénhez kötődés

Terápiás alkalmazások

- Nagyobb dózist, erőteljesebb sugárzókat alkalmazva, a beadott radiofarmakon ugyanúgy célba ér, majd a sugárzás a környezetét roncsolni kezdi

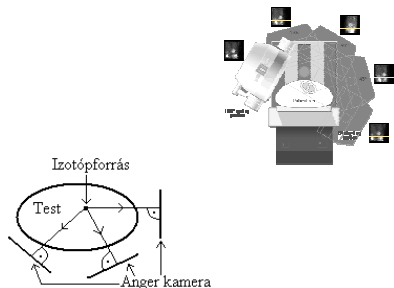
SPECT - Single Photon Emission Computed Tomography



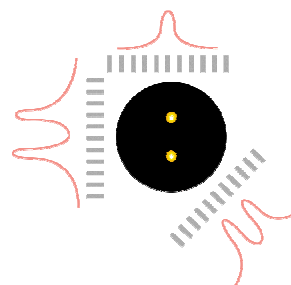
SPECT

- A nukleáris medicina és a CT házaságából születik
- A vizsgálat menete ugyanaz mint az szcintigráfias vizsgálatoké
- A gamma kamera nem statikusan áll, hanem forog a vizsgálati személy körül, hasonlóan a CT-hez több irányból gyűjt vetületi információt
- Ezek az információk számítással térbelivé alakíthatók, így a radiofarmakon pontos elhelyezkedése meghatározható
- Hátránya a forgás miatt a lassú képalkotás

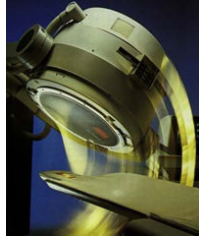
SPECT elv



SPECT képalkotás



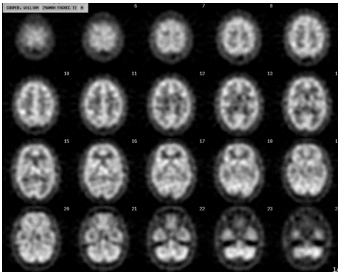
SPECT



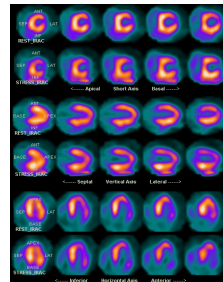
Még néhány szó a SPECT-ről

- Dupla vagy négyszeres Anger kamera
- A gamma foton elnyelődése, szóródása

SPECT az agyról



SPECT a szívről



SPECT-CT

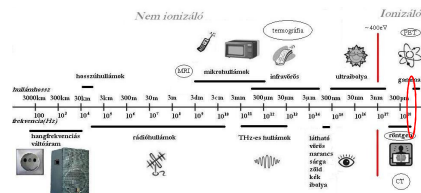


PET – Positron Emission Tomography



PET – Pozitron Emissziós Tomográfia

- Körben szerzett vetületi információkból számítógépes feldolgozással hozunk létre térbeli képet
- Emissziós, ionizáló



Pozitronok

- A pozitron az elektron antirészecskéje
- A legtöbb tulajdonsága azonos vele, a töltése ellentétes, de nagysága megegyezik
- Bizonyos atommagok bomlásakor keletkezik
- Ilyen anyagot ciklotronnal lehet előállítani
- Ha pozitron és elektron találkozik egymással: **annihiláció**

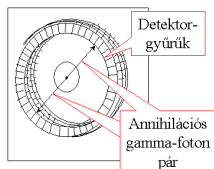
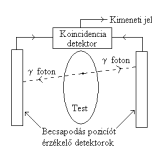
Annihiláció



PET elve

- Biológiailag aktív molekulához (glükóz, aminosav stb.) csatolunk pozitron kibocsátásával bomló izotópot (11C, 18F, 13N, 15O) – ezt hívjuk radiofarmakonnak.
- Injekcióval beadjuk intravénásan
- A molekula a testben eljut a célhelyre
- Bomlásakor pozitron szabadul fel, elektronnal találkozáva annihiláció
- A keletkező gamma fotonpárt érzékeljük
- Magukban lévő gamma fotonból egyfolytában, természetesen sok van
- Az egyidejűséget érzékelő detektor csak akkor jelez, ha mindkét foton érzékeli – koincidencia detektor

Koincidencia elvű detektorok

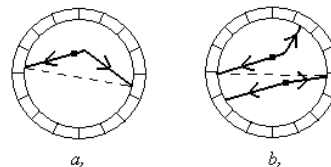


PET elve – animáció

PET készülék



Hibalehetőségek



PET vizsgálat menete

- A vizsgálat előtt 72 órával már kerülni kell a megerőltető izommunkát (cukorfelhasználásos vizsgálatnál)
- A vizsgálat előtt 4-6 órás éhezés (kivéve inzulinos cukorbeteg)
- A vizsgálat max 3-4 óra, végig mozdulatlanul, lehetőség szerint kényelmesen kell feküdni, és meghatározott feladatokat végezni
- Intravénás egyszeri alkalommal – utána várakozás, vagy banül segítségével 15-20 percenként radiofarmakont juttatnak be a szervezetbe vizsgálat közben
- A készülékkel a beadott radiofarmakon útját és felhasználását követjük nyomon, és alkotunk képet róla
- A vizsgálat után – bizonyos helyeken – enni adnak a páciensnek
- A terhesség kontraindikált, kismamák vizsgálat után 1 napig nem szoptathatnak

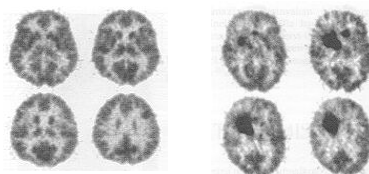
Miről alkotunk képet a PET-tel?

- Szövetek cukorfelhasználása (szőlőcukor molekula)
- Szöveti vérátfolyás (jelzett ^{15}O -butanol molekula)
- Aminosav felvétel és fehérje anyagcsere (^{11}C -metionin)
- Ezek segítségével gyakorlatilag bármely szerves molekula jelezhető

PET indikációi és diagnosztika területek

- **Kardiológia:** a szívizom vitalitásának vizsgálatára, műtét, transzplantáció előtt, anyagcserevizsgálat
- **Neurológiai:** térfoglaló agyi folyamatok, agyi érbetegségek, parkinson-kór, agyi metabolikus betegségek lokalizációja, operabilitás tisztázása, műtéti indikáció adása, epilepsziás fókusz kimutatása és lokalizációja, biopszia helyének meghatározása, változási tendenciák megítélése
- **Pszichiátria:** demenciák, skizofrénia, kényszerbetegségek diagnosztikája, preoperatív vizsgálat, degenerációval járó kórképek diagnosztikája
- **Onkológia:** primer és áttétes tumor felismerése bármely szervben, objektív igazolás vagy kizárás, biopszia számára elérhetetlen területek vizsgálata, terápiakövetés
- **Gyulladások, lázas állapotok vizsgálata:** lokalizáció, okkeresés

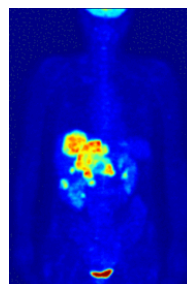
Képek - Agy



Képek - Szív



Képek 3D



Sugárterhelés



- Szöveti vérátfolyás vizsgálatánál 17-20 mSv
- Cukorfelhasználás vizsgálatánál 7-10 mSv
- Aminosav felvétel és fehérjeanyagcsere vizsgálatnál 12-15 mSv
- Összehasonlításképpen: CT 0,5-80 mSv

PET-CT



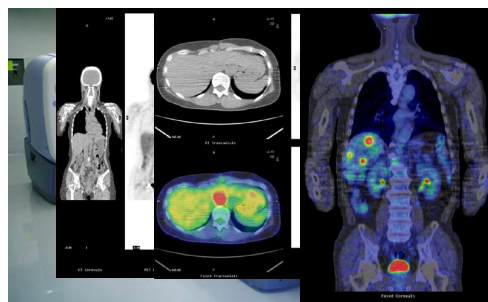
- Kiemelt jelentőség az onkológiai diagnosztikában
- CT: részletes anatómia
- PET: képet kapunk az anyagcseréről, így a funkcióról, minél rosszindulatúbb a daganat, annál jobban látható
- Először CT-képkalkotás (pár perc)
- Ezután PET leképezés

PET-CT



- [autorun](#)

PET-CT



Mobil PET készülék



Mire képes ma a PET?

- Akupunktúra hatásosságának vizsgálata

Összehasonlítás

Gamma kamera

- Olcsó
- A laborban könnyen előállítható jelzőanyag
- Zajos képek

PET

- Drága
- Nagy érzékenység, térben
- Jó felbontás