

Nukleární medicína:

Nukleární medicína je obor zabývající se diagnostikou a terapií pomocí radioaktivních izotopů v otevřené formě, aplikovaných do vnitřního prostředí organismu.

Při radionuklidové diagnostice *in vivo* v nukleární medicíně se pacientovi aplikuje (většinou intravenózně nebo perorálně) malé množství vhodné γ -radioaktivní látky – tzv. radionuklidu či radiofarmaka (poločas rozpadu v desítkách minut). Použitý radioindikátor je specifický pro jednotlivé orgány a druhy vyšetření. Aplikovaná radioaktivní látka vstoupí do metabolismu organismu a distribuuje se tam podle svého chemického složení – fyziologicky či patologicky se hromadí v určitých orgánech a jejich částech a následně se vylučuje či přeskupuje. Z míst depozice radioindikátoru vychází záření gama, které díky své pronikavosti prochází tkání ven z organismu. Pomocí citlivých detektorů měříme toto záření γ a zjišťujeme tak distribuci radioindikátoru v jednotlivých orgánech a strukturách uvnitř těla.

Nukleární medicína – interdisciplinární obor- vzhledem k fyzikální podstatě svých metod a k používané přístrojové technice obor interdisciplinární.

- Lékaři specialisté na NM
- Zdravotní sestry
- Radiologický fyzik, laborant, asistent, farmaceut
- Biomedicínský technik/ inženýr



Nukleární medicína:

- obor zabývající se diagnostikou a terapií pomocí radioaktivních izotopů v otevřené formě
- pro diagnostické účely** se používá záření gama, které proniká ven z těla a je možno ho registrovat
- poskytuje specifické metody pro vyšetření prakticky všech orgánů a spolupracuje tak s širokým spektrem klinických oborů
- pro terapeutické účely** se používá záření beta, které předává energii na velmi krátkém úseku



NM- Princip radionuklidové diagnostiky

- aplikuje se malé množství vhodné **gama radioaktivní látky** – tzv. **radioindikátoru**. Použitý radioindikátor je specifický pro jednotlivé orgány a druhy vyšetření. Aplikovaná radioaktivní látka vstoupí do metabolismu organismu a **distribuuje** se tam podle svého chemického složení – hromadí se v určitých orgánech a jejich částech a následně se vylučuje či přeskupuje.
- z míst depozice radioindikátoru vychází **záření gama**, které díky své pronikavosti prochází tkání ven z organismu. Pomocí citlivých detektorů měříme toto záření gama a zjišťujeme tak distribuci radioindikátoru v jednotlivých orgánech a strukturách uvnitř těla
- radioindikátor - radionuklid v molekule (cyklotrony)
- lék (zajišťuje distribuci v orgánech)



NM- Princip radionuklidové diagnostiky

- Nejčastěji používaná radiofarmaka:
technecium-99, jód-123, jód-131 a thalium-201
- Nejčastěji vyšetřované oblasti/ orgány
- srdce, plíce, štítná žláza, játra, žlučník a kostra
- Nejčastěji zobrazujeme fyziologické funkce organismu- nehodí se na zobrazování anatomických detailů= tzv. funkční vyšetřovací metody (PET, SPECT)
- Lze měřit:
 - vylučovací funkce ledvin,
 - schopnost koncentrace jódu na štítné žláze,
 - proudění krve do srdce
 - atd.



Nukleární medicína:

Pro získání obrazu se používá tzv. gama kamera= velmi citlivý a přesný detektor radiace

Získané informace z gama kamery jsou následně zpracovávány v PC.

Zobrazovací metody :

- PET - *Positron emission tomography* - *Pozitronová emisní tomografie*
- SPECT - *Single photon emission computed* - *Jednofotonová emisní výpočetní tomografie*



Scintigrafie:

Scintigrafie je diagnostická metoda k detekci záření γ a rentgenového záření, využívající soustavy, která se skládá ze scintilačního detektoru a převodně-zesilovací soustavy.

Základní informace

-fyzikálně-elektronická metoda zobrazení distribuce radioindikátoru v organismu na základě zevní detekce vycházejícího záření gama

-**gamakamery** (scintilační kamery) – pomocí nich zobrazujeme v záření gama distribuci radioindikátoru v organismu. Tato metoda, zvaná scintigrafie či gamagrafie, tak umožňuje získávat informace nejen anatomické, ale hlavně o orgánových funkcích a metabolismu



Scintigrafie:

-Planární

- Angerova gamakamera (1958) – malé rozlišení
- Multideteková kamera – mnoho samostatných detektorů místo jednoho velkoplošného
- Comptnova kamera – dva za sebou následující detektory

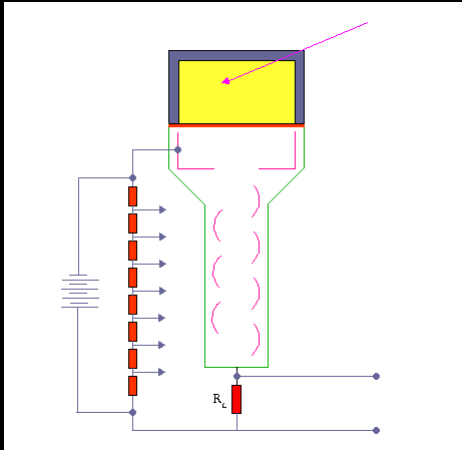
-Tomografická scintigrafie (ve 3D)

- SPECT - jednofotonová emisní počítačová tomografie
- PET - pozitronová emisní tomografie

Scintigrafie:


Scintilační detektor:

- Scintilační krystal**
 Luminiscence- zachycené ioniz. Záření gama nebo rtg paprsek přemění na fotony viditelného světla, které jsou dále světlovodiči převedeny do
- Fotonásobič**
 Světelný paprsek je na fotokatodě převeden na slabý svazek elektronů, který je mezi dynodami patřičně zesílen a dopadá na anodu scintilačního detektoru, kde je proud převeden na U a měřen k dalšímu zpracování. Impulsy jsou propouštěny do **koncové jednotky**, kterou může být čítač, integrátor nebo paměťová jednotka.



Mezi A a K je $U = \text{cca } 1000\text{V}$

Scintigrafie:



FOTONÁSOBIČ



Angerova gamakamera- Gamakamera:

přístroj používaný v nukleární medicíně k detekci záření γ a jeho následnému zviditelnění na obrazovku osciloskopu.

Gamakamera je velkoplošný obdélníkový nebo kruhový přístroj se scintilačním krystalem uvnitř, využívající **scintigrafie**.

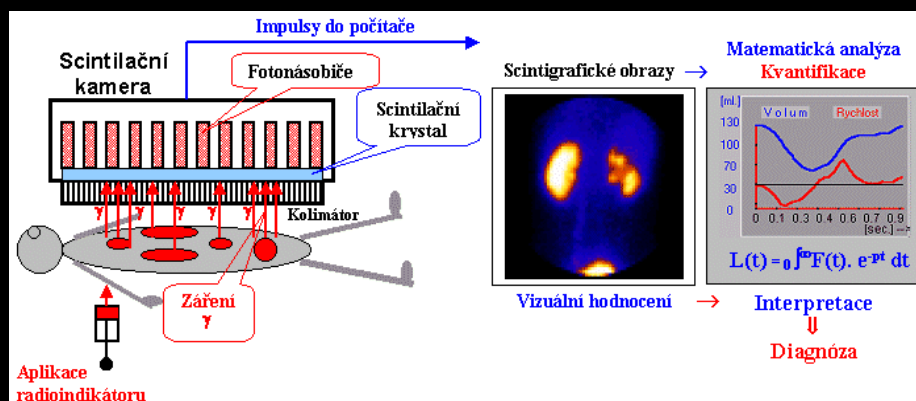
Tento přístroj je stacionární a oproti pohybovým scintigrafům citlivější.

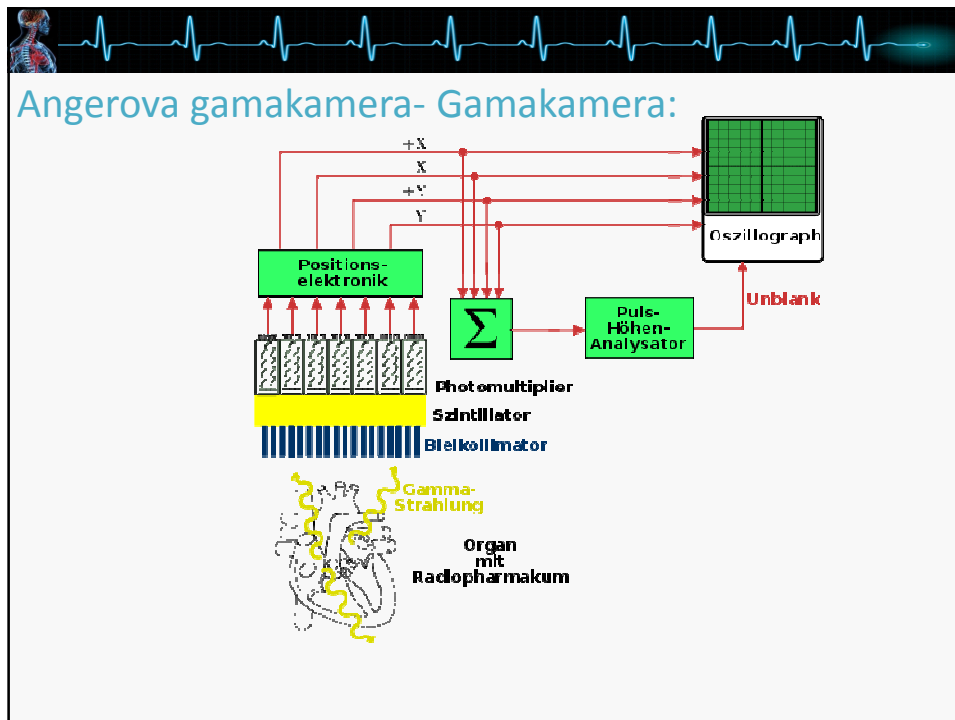
Scintilační krystal je uzavřen v olověném a světlotěsném krytu. Za krystalem je poté světlovodivý materiál, který se spojuje s mnoha **fotonásobiči**. Každá scintilace z krystalu osvětí všechny fotonásobiče, ale intenzita osvětlení těchto fotonásobičů závisí na poloze scintilace.

Impulzy všech fotonásobičů se poté převádějí do **odporové matrice**, což je systém odporů, který funguje jako filtr přivedených impulsů. Vytřídí vždy dva největší impulsy pro souřadnice x a y . Tyto impulsy jsou pak zvýrazněny vychylovacími destičkami osciloskopu, kdy se na obrazovce objeví světelný bod. Tento světelný bod odpovídá místu scintilace v krystalu



Angerova gamakamera (1958)





Gama kamera:

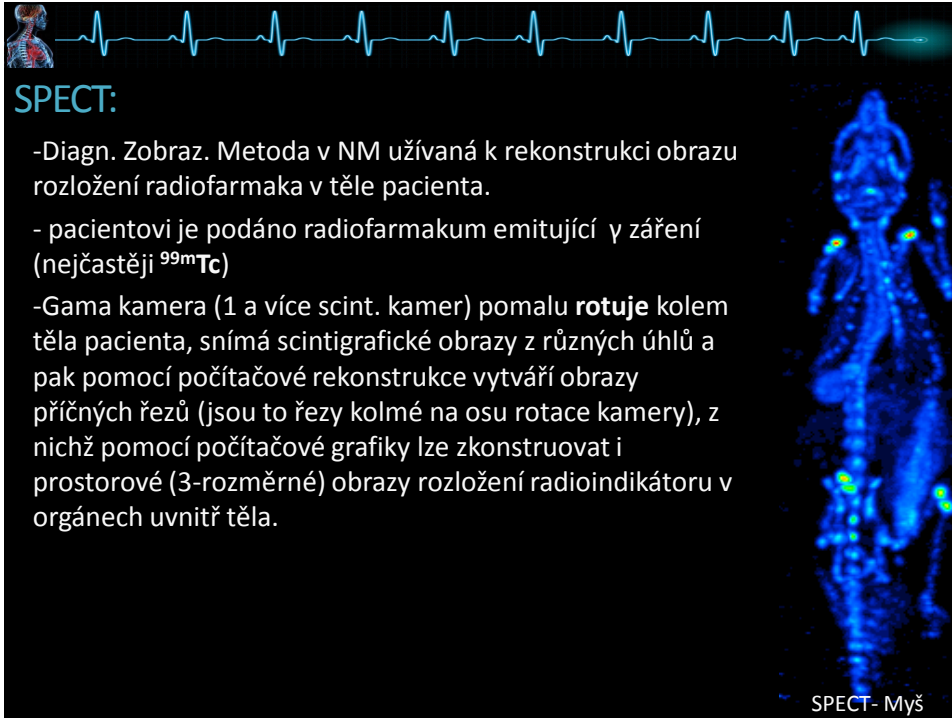
Parametry ovlivňující obraz scintilační kamery:

Homogenita – schopnost kamery zobrazit homogenní rozložení látky ve tkáni jako homogenní obraz. Při zobrazení homogenního rozložení látky heterogenně se jedná o poruchu, která vede ke chybnému vyšetření.

Prostorová rozlišovací schopnost – schopnost rozeznat dva bodové nebo čárové zdroje záření jako odlišné, pokud jsou od sebe vzdáleny o minimální prostorové rozlišení FWHM (full width at half maximum – šířka profilu v obraze bodového nebo liniového zdroje v polovině výšky profilu)

Systémové prostorové rozlišení detektoru – zhoršuje se (FWHM roste), pokud je kolimátor s paralelními otvory dále od zdroje záření. Proto je žádoucí být gamakamerou co nejbližší povrchu pacientova těla.

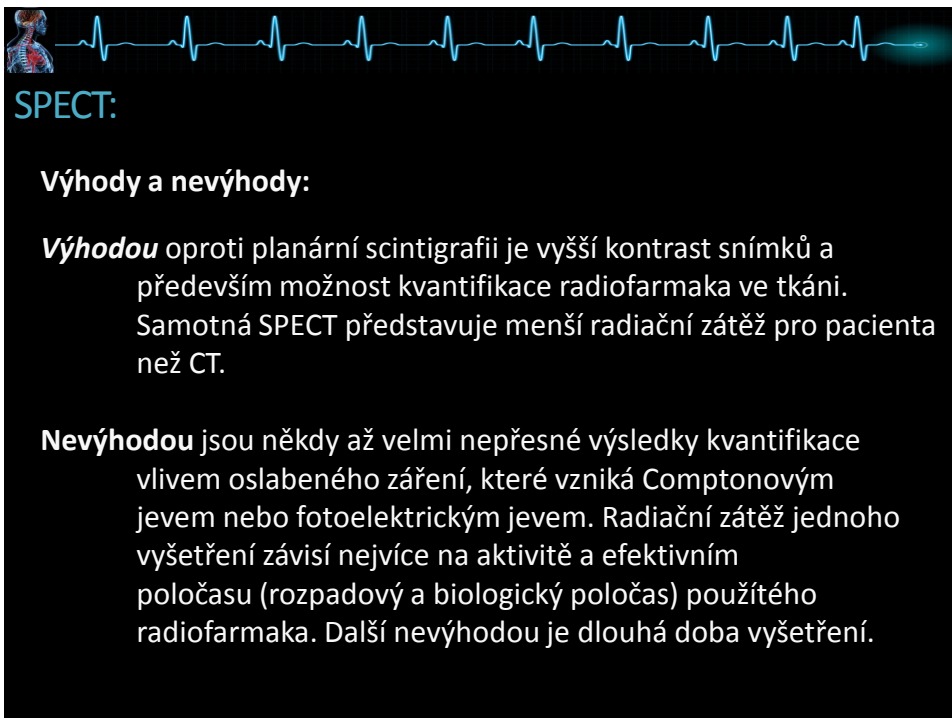
Citlivost – udává počet impulzů plošného zdroje o průměru 10 cm na 1 MBq, udává se nejčastěji pro ^{99m}Tc .



SPECT:

- Diagn. Zobraz. Metoda v NM užívaná k rekonstrukci obrazu rozložení radiofarmaka v těle pacienta.
- pacientovi je podáno radiofarmakum emitující γ záření (nejčastěji ^{99m}Tc)
- Gama kamera (1 a více scint. kamer) pomalu **rotuje** kolem těla pacienta, snímá scintigrafické obrazy z různých úhlů a pak pomocí počítačové rekonstrukce vytváří obrazy příčných řezů (jsou to řezy kolmé na osu rotace kamery), z nichž pomocí počítačové grafiky lze zkonstruovat i prostorové (3-rozměrné) obrazy rozložení radioindikátoru v orgánech uvnitř těla.

SPECT- Myš

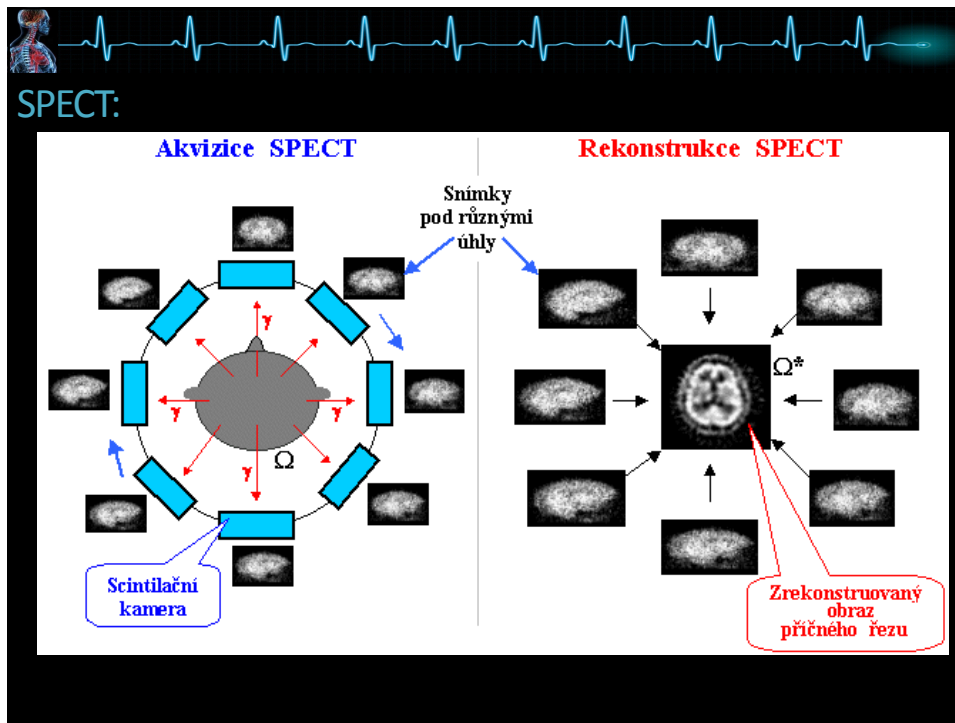


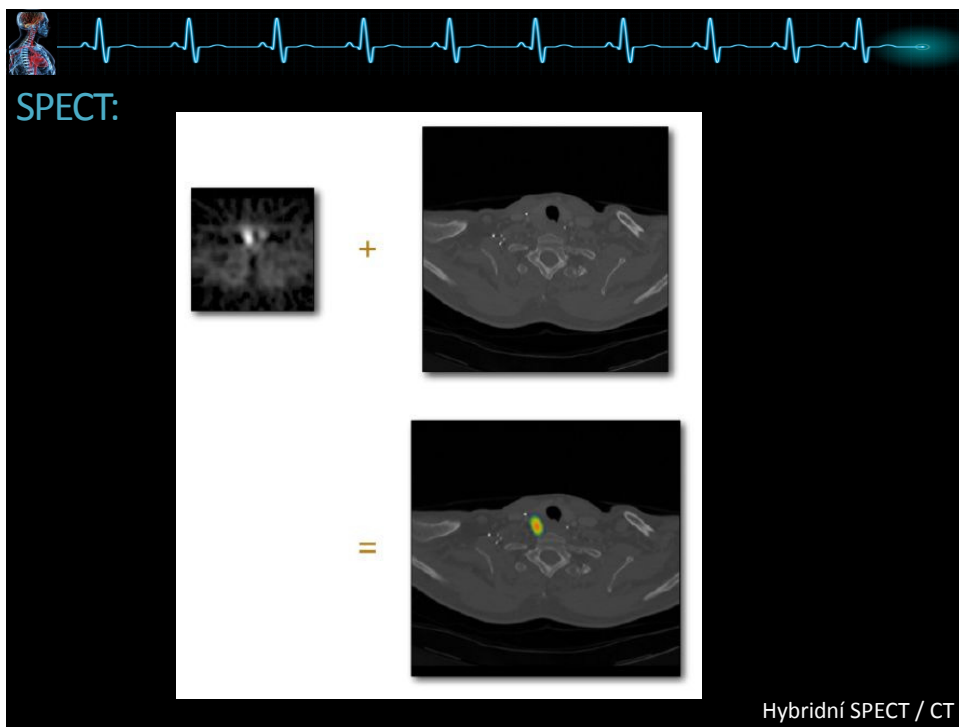
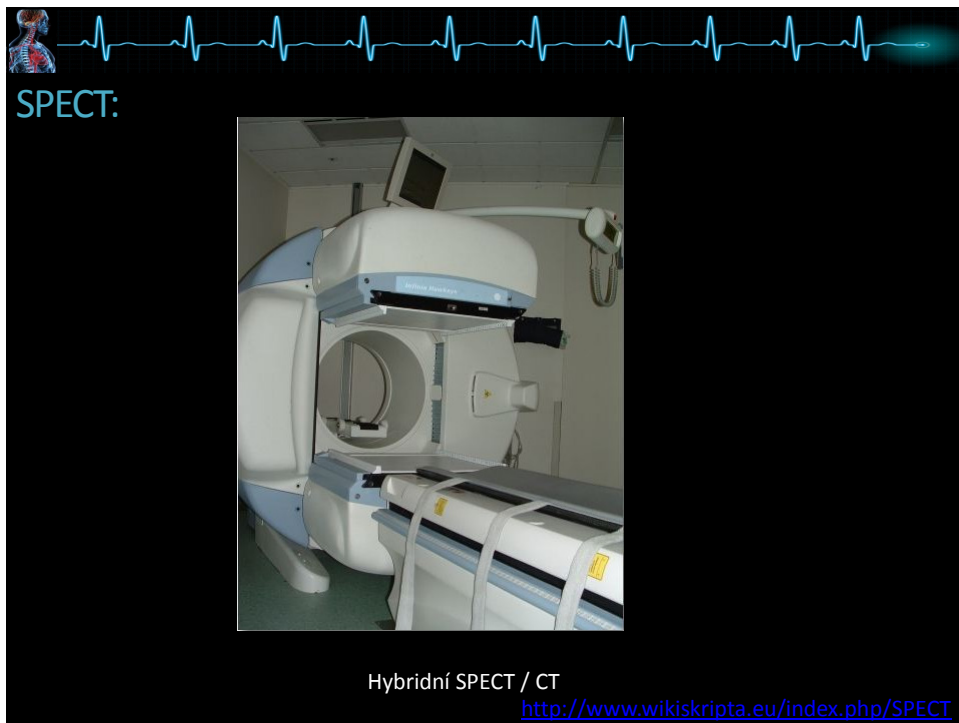
SPECT:

Výhody a nevýhody:

Výhodou oproti planární scintigrafii je vyšší kontrast snímků a především možnost kvantifikace radiofarmaka ve tkáni. Samotná SPECT představuje menší radiační zátěž pro pacienta než CT.

Nevýhodou jsou někdy až velmi nepřesné výsledky kvantifikace vlivem oslabeného záření, které vzniká Comptonovým jevem nebo fotoelektrickým jevem. Radiační zátěž jednoho vyšetření závisí nejvíce na aktivitě a efektivním poločasu (rozpadový a biologický poločas) použitého radiofarmaka. Další nevýhodou je dlouhá doba vyšetření.







PET:

Pozitronová Emisní Tomografie (PET)

PET je diagnostická zobrazovací metoda umožňující na tomografických řezech sledovat rozložení radiofarmaka v těle pacienta. Je používána zejména v neurologii, kardiologii a onkologii.

POUŽITÁ RADIOFARMAKA:

Izotop ^{18}F s poločasem 110 minut přeměňující se na kyslík. Podává se ve formě 18-fluorodeoxyglukózy (FDG), která se přeměňuje na glukózu. Protože se fluorodeoxyglukóza chová podobně jako glukóza, je více vychytávána v místech s aktivnějším metabolismem (např. nádorové buňky).

Dalšími zářiči jsou například ^{11}C , ^{13}N , ^{15}O , což jsou biologicky významné prvky. K výrobě takových zářičů s velmi krátkým poločasem rozpadu slouží přímo na místě lékařský cyklotron.



PET:

PRINCIP:

-Pacientovi je podán zdroj β^+

-Rozpadající se radiofarmakum produkuje pozitrony, které ihned anihilují s elektrony (pozitron je antičástice elektronu) za vzniku dvou fotonů záření γ

- fotony odlétají v právě opačném směru se stejnou energií 511 keV

- Detekovaný je pouze foton, ke kterému byl na detekčním prstenci zachycen i jeho protějšek, hovoříme o antikoincidenčním zapojení

- tomografický obraz je výsledkem zpracování velkého množství zachycených párů.

•**Anihilace** - je proces v částicové fyzice, který může nastat, když se setká částice se svou antičásticí.

•Pozitrony mají ve tkáních dosah asi 2 mm, poté dochází k anihilaci. Jedná se tedy o metodu s velmi vysokou přesností.



PET:

Provedení detektorů:

- sudý počet detektorů rotujících kolem pacientova těla
- několik set až tisíce pevných detektorů uspořádaných v přístroji v několika prstencích. Protilehlé detektory ve stejném prstenci jsou spojeny tak, aby mohly registrovat pouze takové páry fotonů, které s nimi reagují ve stejném čase.
- Detektory nejsou scintilátory s běžnými krystaly kvůli vysoké energii fotonů, proto se používají scintilátory s krystaly o větší hustotě a s vyšším atomovým číslem (např. germaniová sůl bismutu a fluorid barnatý)



PET:

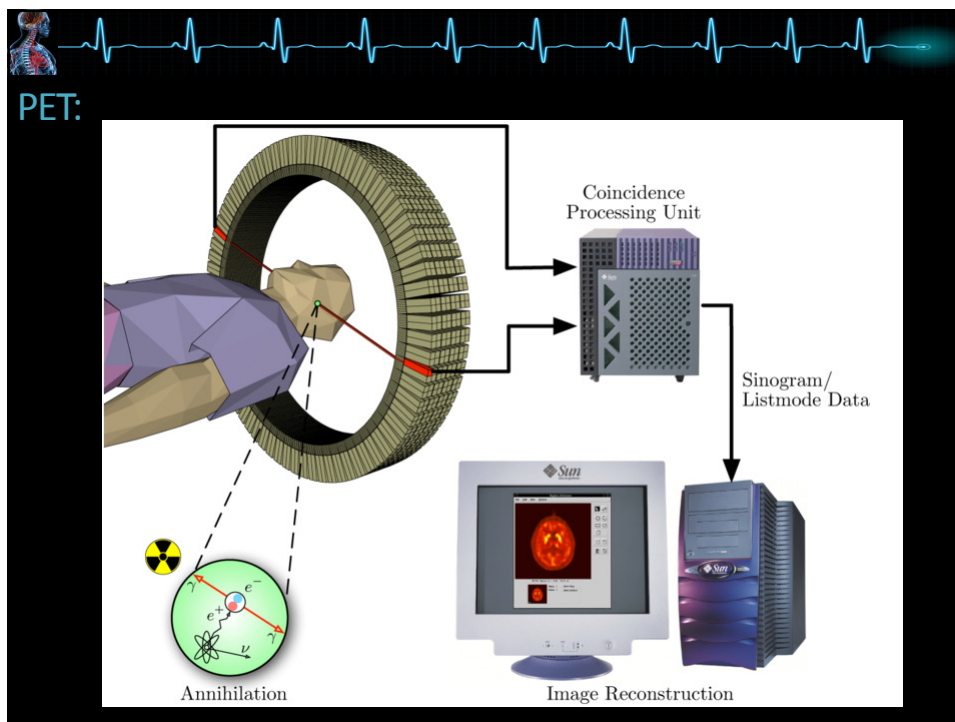
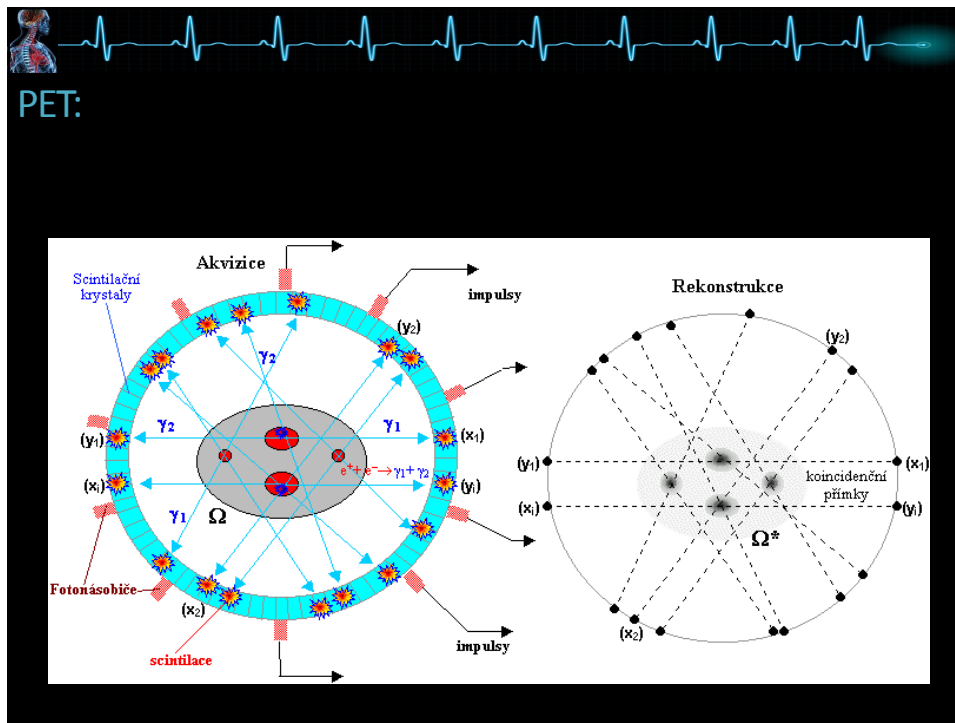
Výhody a nevýhody:

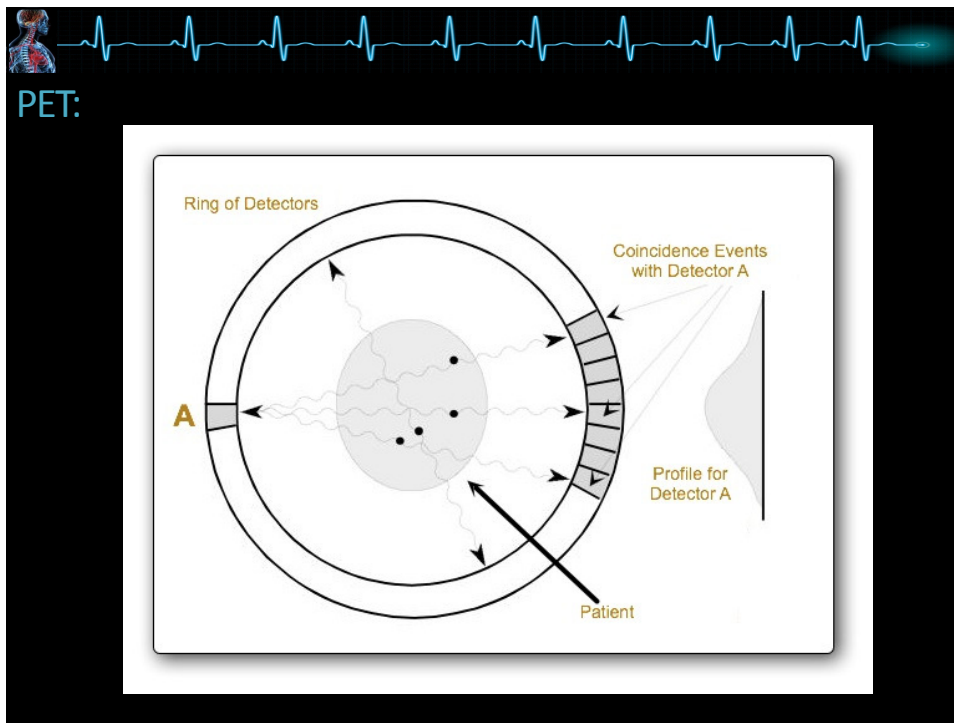
Výhody:

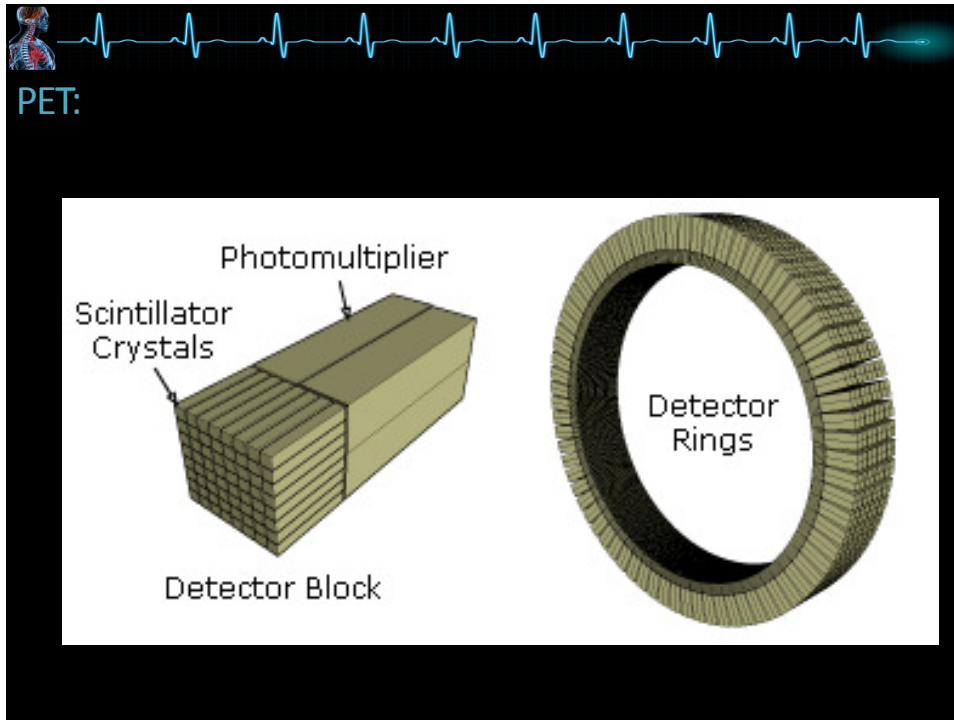
Největší výhodou přístroje je velká diagnostická přesnost a prostorová rozlišovací schopnost. Moderní přístroje mají vyšší detekční účinnost než SPECT, zejména také kvůli absenci užití kolimátorů. Další výhodou je využití biogenních prvků ve sledování metabolismu, které jsou v tomto metabolismu normálně zastoupeny.

Nevýhody:

Technická náročnost PET a s tím i pořizovací cena přístroje. Navíc často nezbytné pořízení cyklotronu je také nákladné.







Zdroje z kterých bylo čerpáno:

<http://www.wikiskripta.eu/index.php/PET>

http://cs.wikipedia.org/wiki/Kategorie:Nukle%C3%A1rn%C3%AD_medic%C3%ADna

<http://astronuklfyzika.cz/Fyzika-NuklMed.htm>

<http://astronuklfyzika.cz/Scintigrafie.htm>

NAVRÁTIL, Leoš – ROSINA, Jozef, et al. *Medicínská biofyzika*. 1. vydání. Praha : Grada, 2005. 524 s. [ISBN 80-247-1152-4](#).