

Radiologie



Wilhelm Conrad Röntgen (1845-1923)

- 8.11.1895 W.C.Röntgen objevil neznámé paprsky. Tyto paprsky však nebyly způsobeny přirozenou radioaktivitou.
- Röntgen je uměle vyrobil průchodem proudu mezi dvěma elektrodami ve vzduchoprázdné trubici.





Alexander Henri Becquerel 1852 - 1908

- 24. února 1896 došlo k dalšímu objevu.
- Když francouzský fyzik Henri Becquerel studoval vzorek minerálu, zjistil, že tento vysílá záření stejného druhu jako jsou Röntgenovy paprsky.
- Becquerel tak objevil přirozenou radioaktivitu uranu přítomného v analyzovaném minerálu.

Pierre Curie 1859 – 1906



Marie Curie - Sklodovská 1867 -1934

- Polsko-francouzskému manželskému páru Marii a Pierre Curieovým se podařilo ze smolince izolovat dva, dosud neznámé, radioaktivní prvky, a to polonium a rádium.
- Později byly objeveny další přirozené radioaktivní prvky, jichž je v současné době více než 50. Jsou to převážně izotopy těžkých prvků, které v periodické soustavě prvků leží mezi olovem a uranem.





Werner Forssmann (1904-1979)

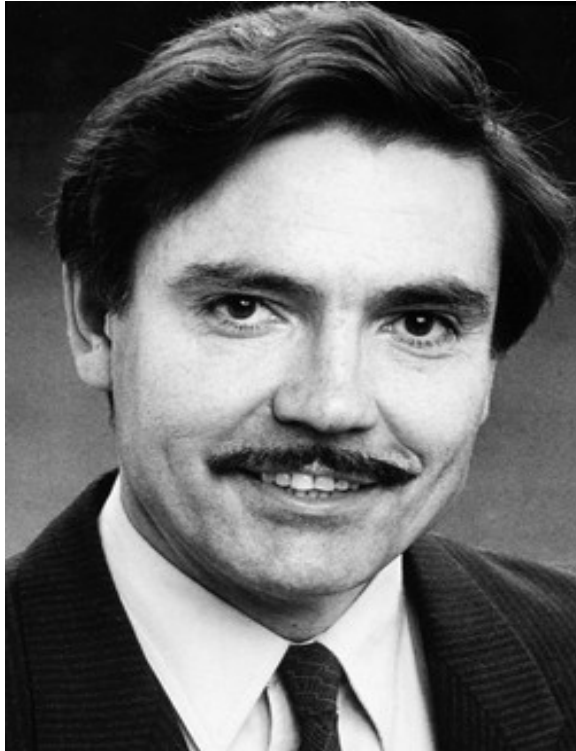
- zavedl si do žíly předloktí ureterální katetr a odtud bez problémů do pravé síně srdeční
- otevřel tím cestu k angiokardiografii



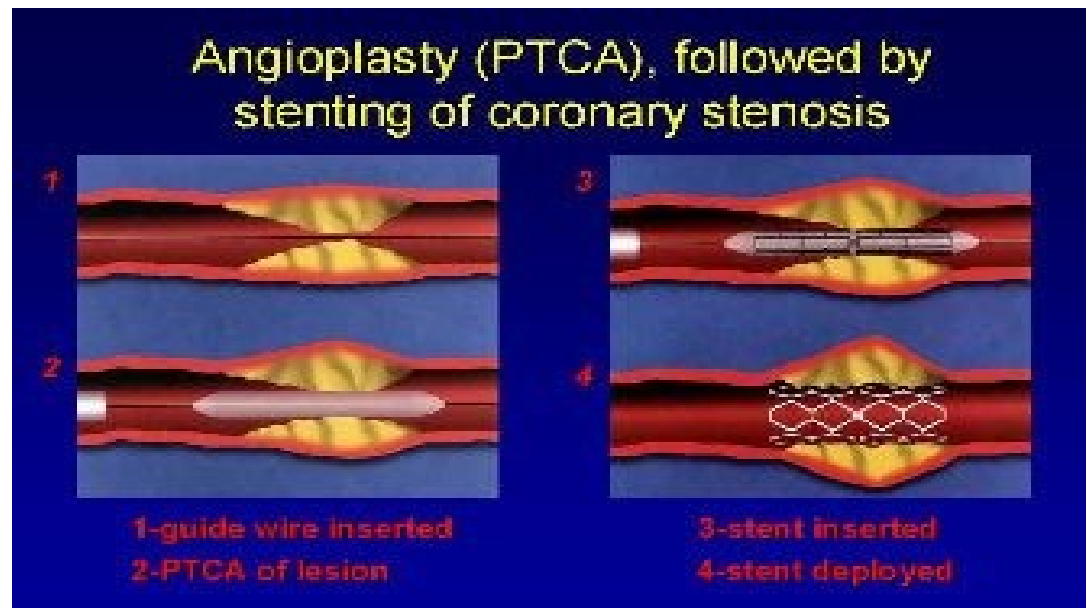
Ivar Seldinger (1921-1998)

- po napíchnutí arterie zavedl jehlou vodič, jehlu vytáhl a na vodič nasadil katetr

Andreas Roland Grüntzig (1939-1985)



- Vyvinul balónkový katetr s dvojitým průsvitem
- V roce 1977 provedl první perkutánní transluminální koronární angioplastiku





Godfrey Newbold Hounsfield (1919-2004)

Allan M. Cormack (1924)

Zakladatelé výpočetní tomografie (CT)

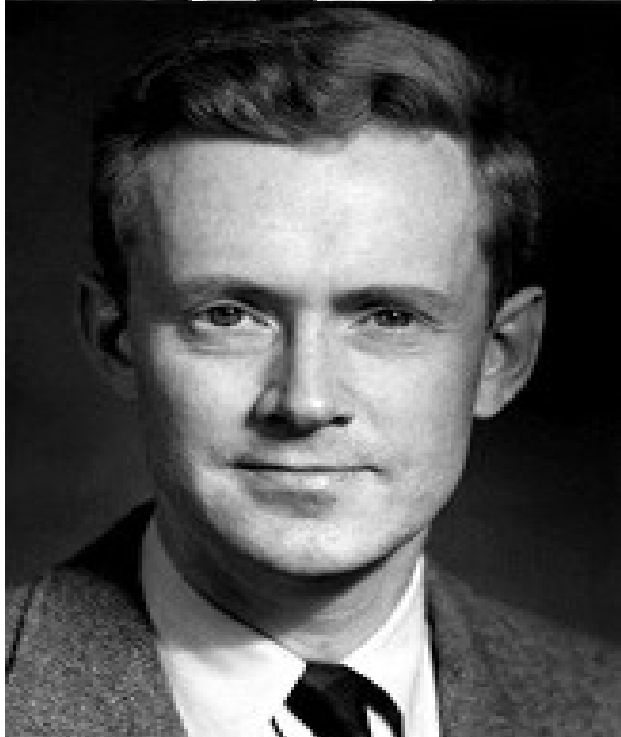


**V r.1972 pro vytvoření 1 obrazu potřeboval
28000 skenů, což trvalo 9 hodin**



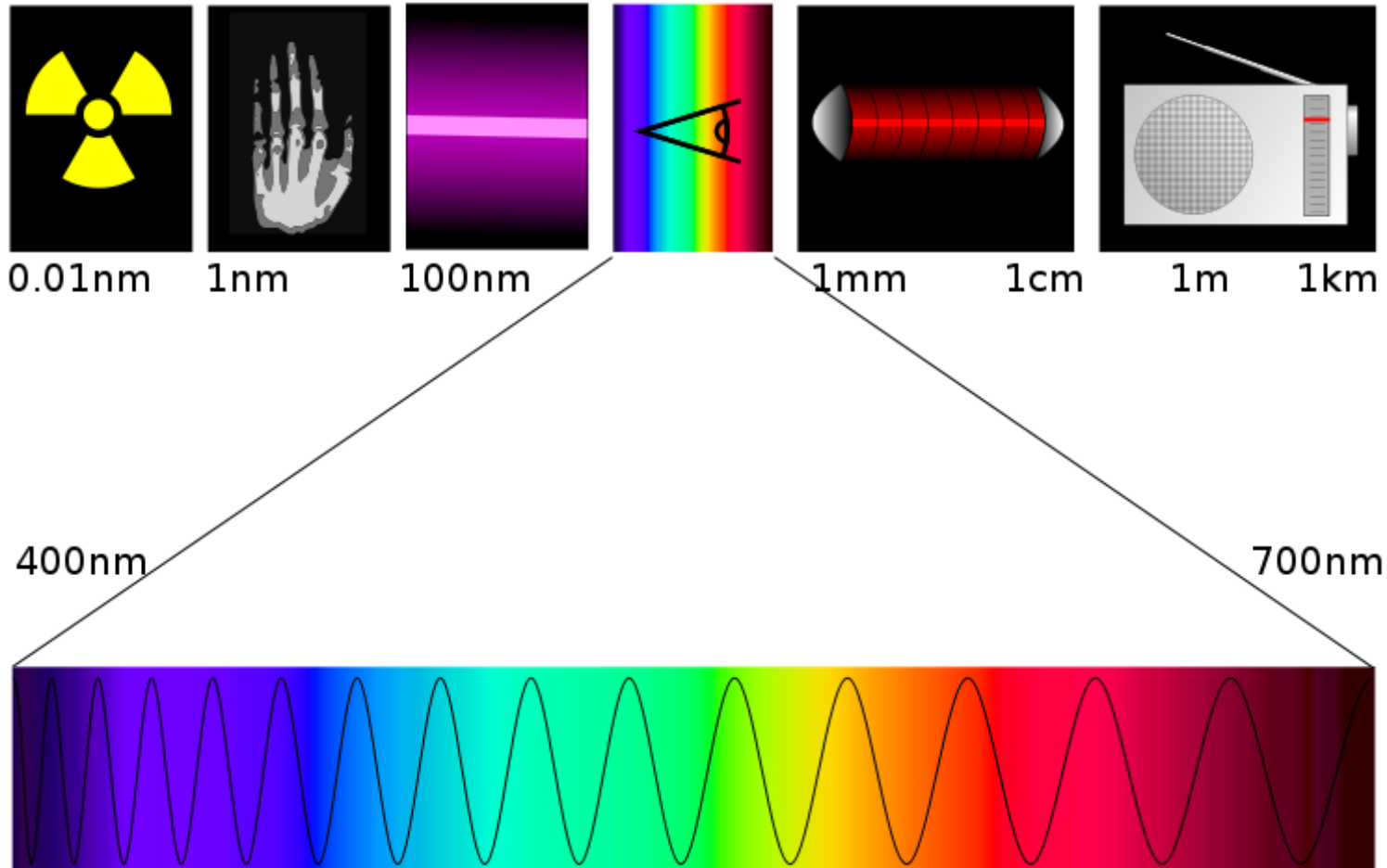
Felix Bloch (1905-1983)

Edward Mills Purcell (1912-1997)



- V roce 1946 nezávisle popsali princip magnetické rezonance
- První obraz lidského těla v r.1971 jeho pořízení trvalo několik hodin

Elektromagnetické spektrum

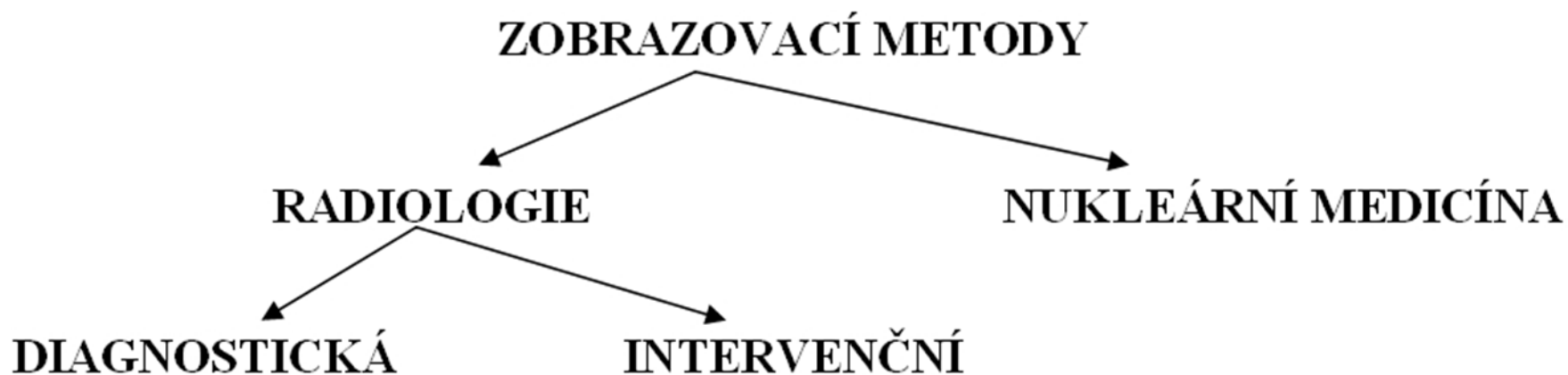


- Elektromagnetické spektrum zahrnuje elektromagnetické záření všech možných vlnových délek.
- Elektromagnetické záření o vlnové délce λ (ve vakuu) má frekvenci f a jemu připisovaný foton má energii E . Vztah mezi nimi vyjadřují následující rovnice:

$$\lambda = \frac{c}{f} \quad \text{a} \quad E = hf$$

kde c je rychlost světla (3×10^8 m/s) a
 $h = 6.65 \times 10^{-34}$ J·s je Planckova konstanta.

Druhy zobrazovacích metod



DIAGNOSTICKÁ RADIOLOGIE

| | |
|--------------------------------|---|
| <u>IONIZUJÍCÍ (RTG) ZÁŘENÍ</u> | KONVENČNÍ - snímky, skiaskopie, kontrastní vyšetření |
| | VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE (CT) |
| | ANGIOGRAFIE (AG) |
| <u>NEIONIZUJÍCÍ ZÁŘENÍ</u> | ULTRAZVUK (SONOGRAFIE, USG) mechanická energie |
| | MAGNETICKÁ REZONANCE (MR) energie magnetických polí |

Vlastnosti RTG záření

Schopnost pronikat hmotou

- velmi pronikavé elektromagnetické vlnění s dosahem několika desítek metrů

Luminiscenční efekt

- vyzařování elektromagnetického záření (světla) po předchozím dodání energie
- jedná se o přebytek nad termodynamicky rovnovážným zářením tepelným - světélkování

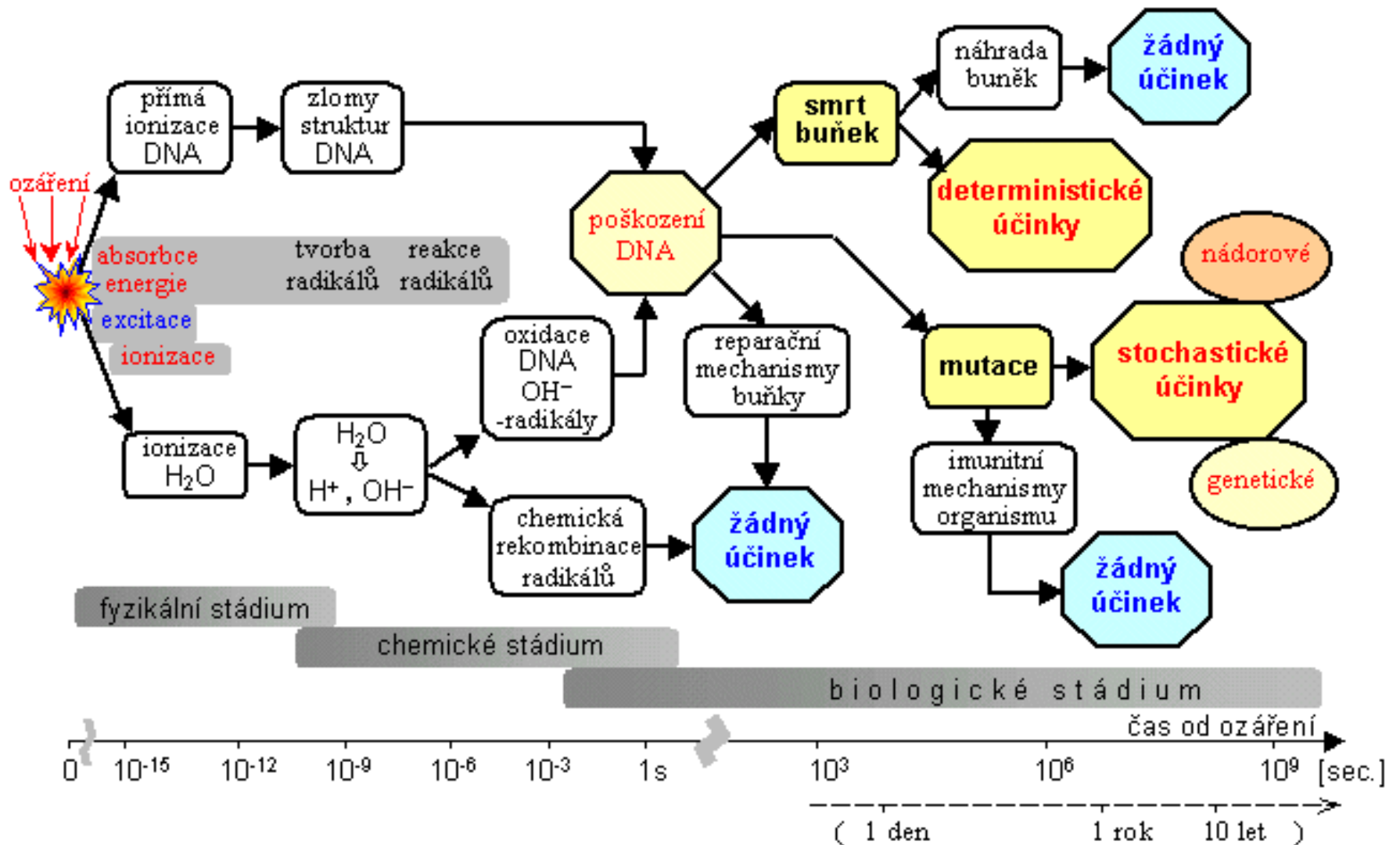
Fotochemický efekt

- Při vniknutí ionizujícího záření do fotografického materiálu obsahujícího halogenidy stříbra (AgBr) dochází v místech s ionizací k fotochemické reakci (uvolňování stříbra ze sloučeniny)
- Vzniká **latentní obraz**, který je při vyvolání zviditelněn pomocí hustoty zrníček koloidního stříbra.
- Hustota zčernání fotografického materiálu je úměrná hustotě ionizace v daném místě, a tedy množství energie ionizujícího záření, která byla v tomto místě pohlcena.

Ionizační efekt

- je schopno přímo nebo nepřímo ionizovat prostředí = podél své dráhy odtrhávat elektrony z elektronového obalu atomu či molekuly, čímž vzniká **kladný ion**
- uvolněný elektron vytvoří s jiným atomem nebo molekulou **ion záporný**
- ionizace je počáteční fyzikální proces, který prostřednictvím navazujících fyzikálních, chemických a biologických dějů může vést k negativním zdravotním důsledkům.

Biologický efekt



Organizační opatření k ochraně před IZ

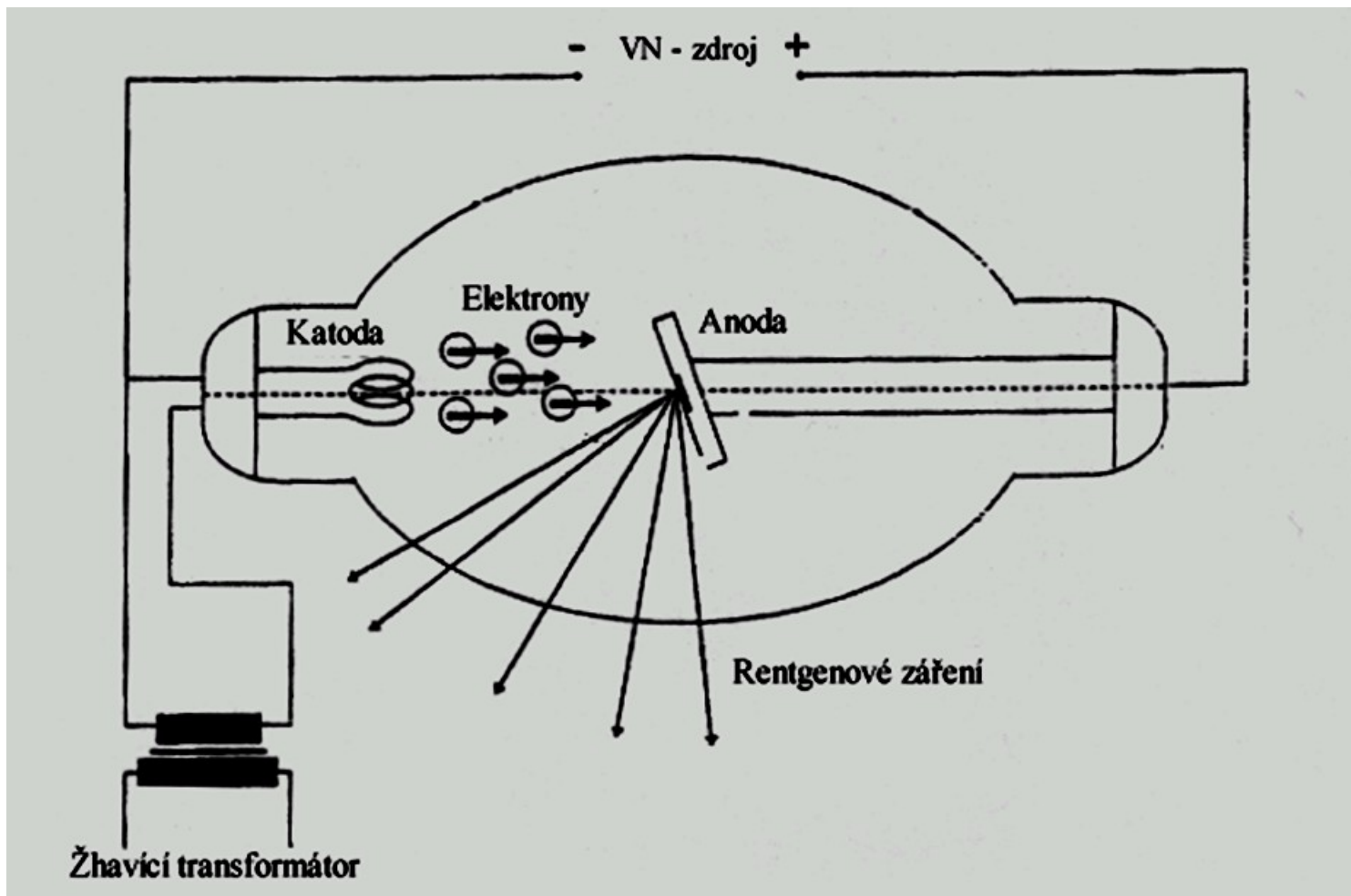
mohou značně pomoci k redukci všech dávek záření, a to :

- správným indikováním rtg. vyšetření,
- zamezením duplicitních vyšetření,
- poskytování kompletní dokumentace i z dřívějších vyšetření,
- dokonalou výukou rentgenových pracovníků,
- náležitým vybavením rentgenových pracovišť po všech stránkách, aby každé rtg vyšetření bylo provedeno napoprvé naprosto kvalitně a odborně,
- zavedením zdravotní knížky, kde by byly registrovány rentgenové výkony a mohla se tak stanovit zátěž vyšetřovaného během celého života.

Ochrana před IZ

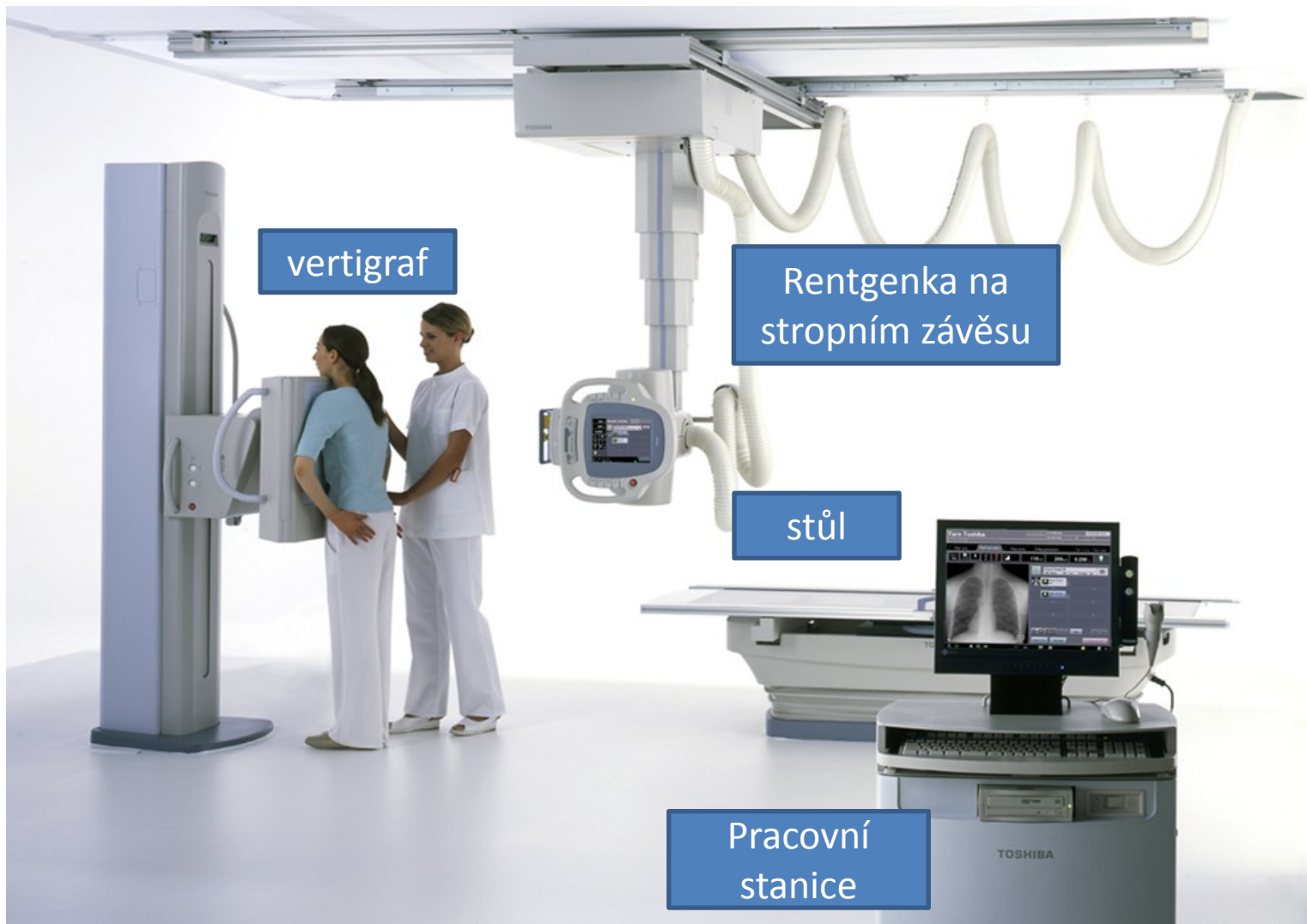
- Vzdálenost
- Čas
- Stínění

Rentgenka





Skiografie



Skioskopie



Pojízdný RTG přístroj



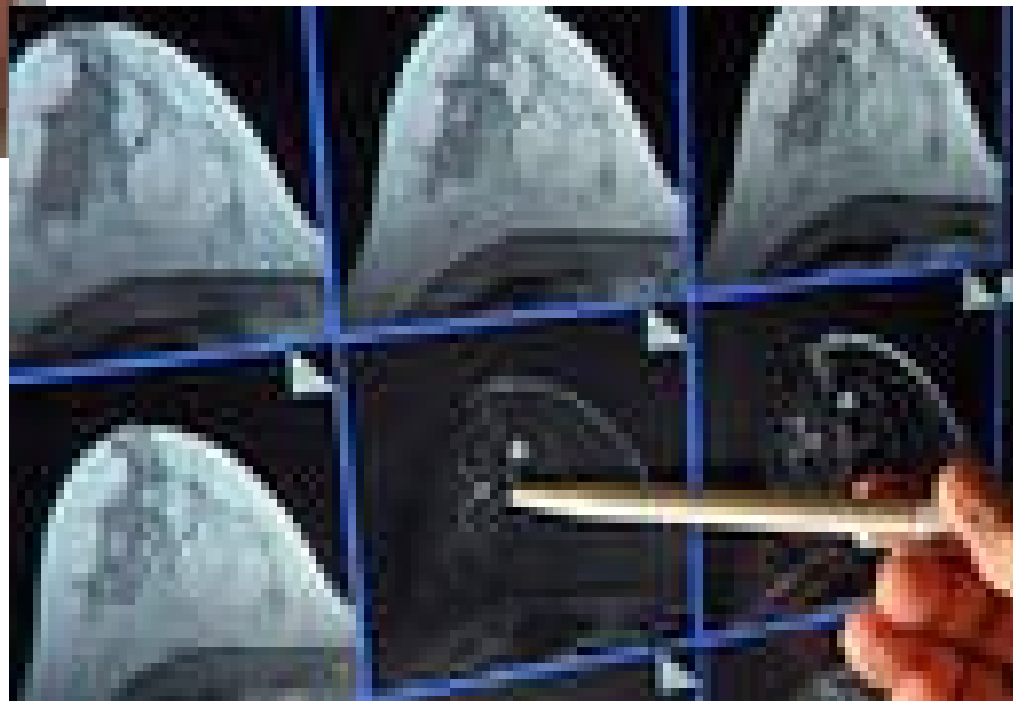
C - rameno



Angiografie



Mammografie

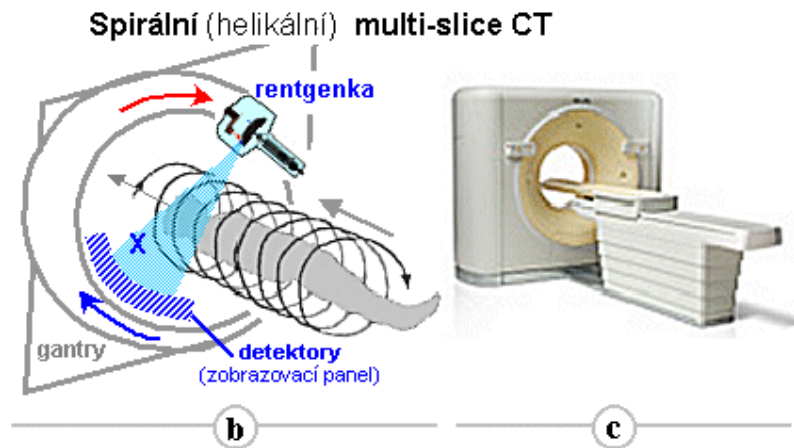
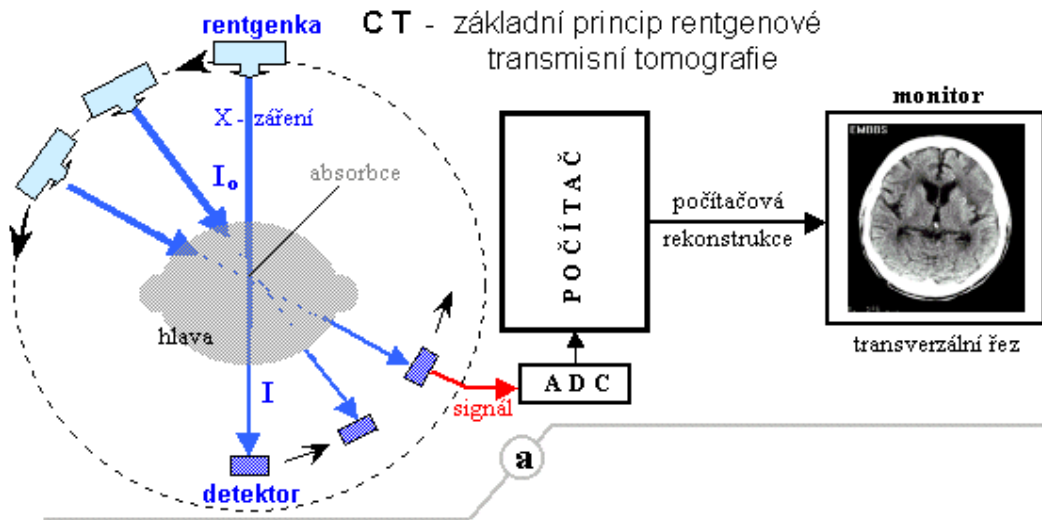


CT



CT

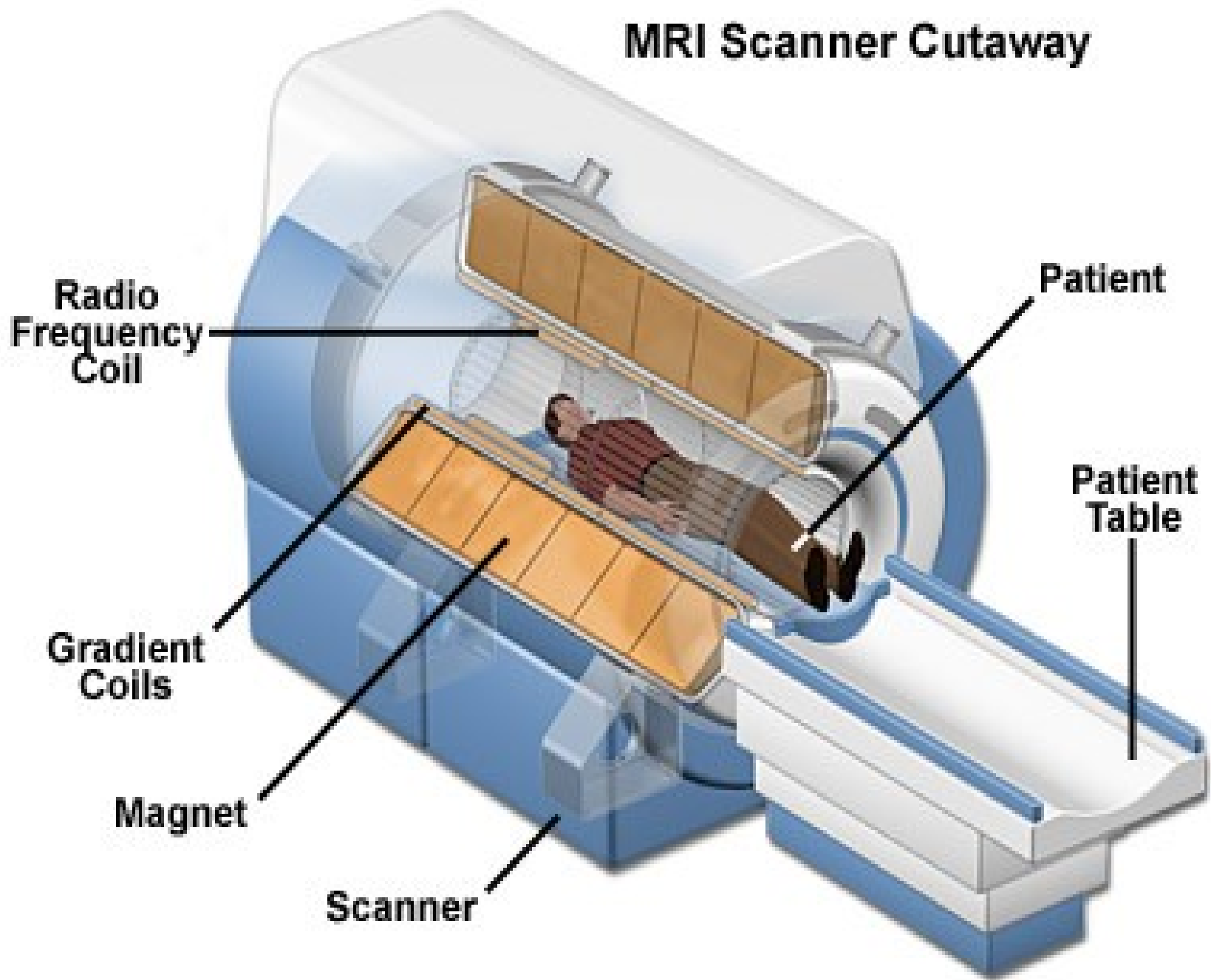
- tomografické rtg zobrazení se dosahuje tím, že vyšetřovaná oblast se prozařuje X-zářením pod **řadou různých úhlů** (v rozsahu 0-180-360°)
- rentgenka a naproti ní umístěný detektor X-záření **rotují** kolem těla pacienta, přičemž úzký svazek X-záření **prozařuje** vyšetřovanou tkáň a jeho intenzita je detekována a převáděna na elektrický signál
- vyhodnocuje se zeslabení paprsku v důsledku absorpce tkání
- z množství integrálních hodnot získaných prozařováním pod řadou úhlů 0-360° se pak metodou zpětné projekce provede **rekonstrukce** absorpční mapy, čímž vznikne denzitní **obraz příčného řezu** vyšetřovanou oblastí



MR



MRI Scanner Cutaway



Každý nukleon má vlastní "mechanický" moment hybnosti - **spin**

Tento rotační moment hybnosti nukleonů vytváří vlastní elementární **magnetický moment**

Atomová jádra díky spinům svých nukleonů vzbuzují též velmi slabé magnetické pole - mají určitý **magnetický moment**. Spin a magnetický moment mají však jen atomová jádra s lichým nukleonovým číslem, neboť spiny a magnetické momenty spárovaných protonů a neutronů se vzájemně ruší - jsou nulové. Magnetický moment jádra vytváří nespárovaný nukleon - proton či neutron. Magnetickou rezonanci lze tedy pozorovat pouze u jader s **lichými nukleonovými čísly** - především ^1H , ^{13}C , ^{15}N , ^{19}F , ^{23}Na , ^{31}P atd.

Za normálních okolností jsou vlivem tepelného pohybu směry spinů a magnetických momentů jednotlivých jader chaoticky "rozházené", jejich orientace je náhodná a neuspořádaná, elementární magnetická pole se v průměru vzájemně ruší, látka nevykazuje žádné magnetické vlastnosti.

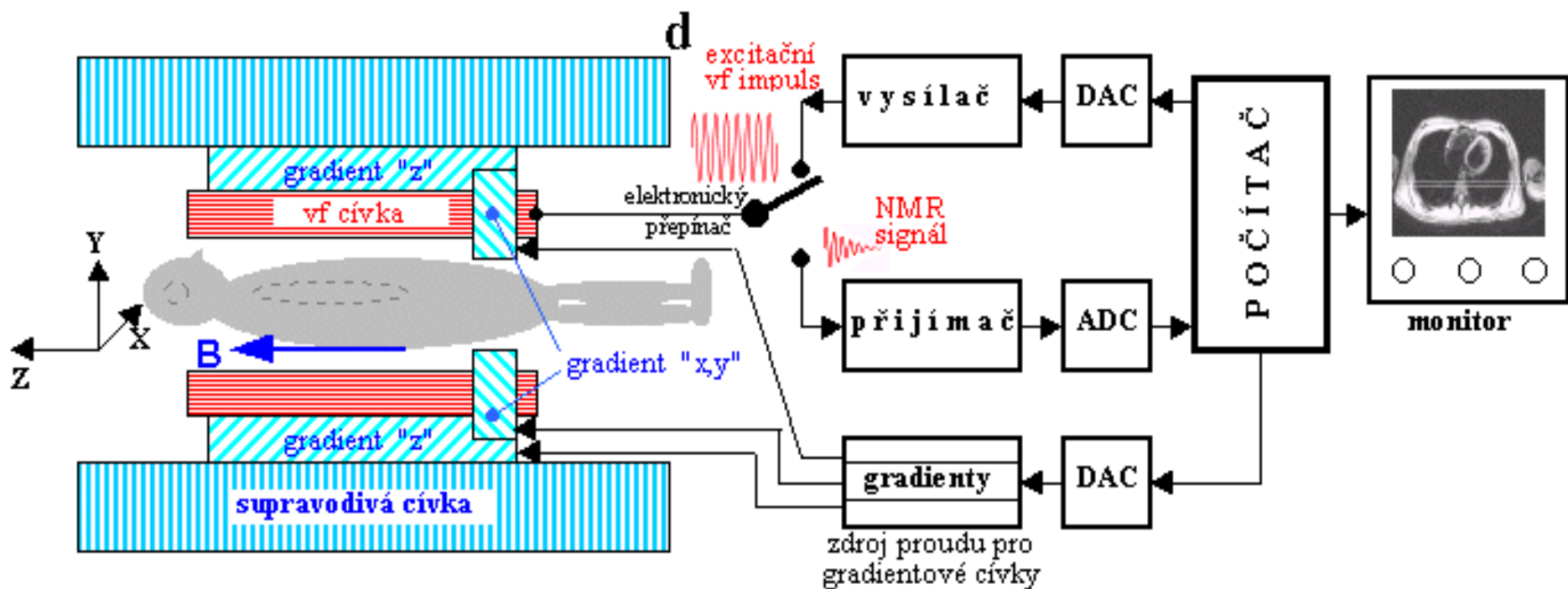
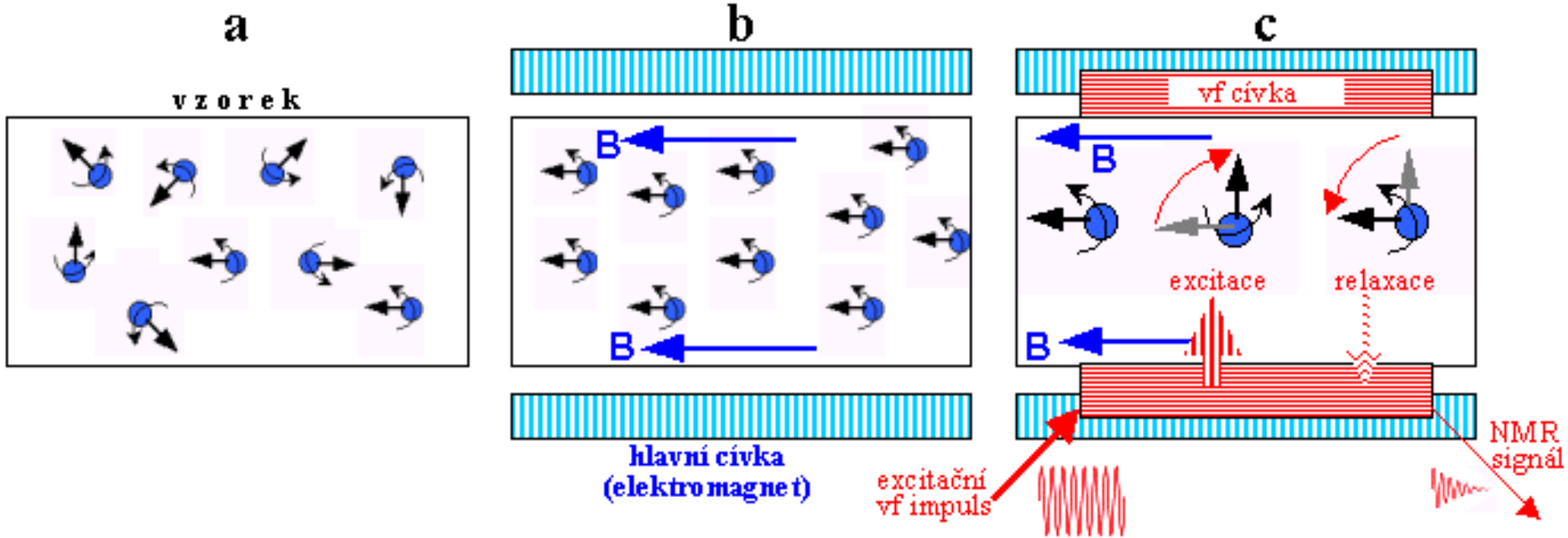
Umístíme-li však analyzovanou látku do **silného magnetického pole**, zorientují se magnetické momenty jader do směru vektoru **B** tohoto vnějšího magnetického pole - magnetický moment jader je rovnoběžný se siločarami magnetického pole. Čím je magnetické pole silnější, tím je toto uspořádání dokonalejší.

Vyšleme-li pomocí další cívky do takto magneticky polarizované látky krátký střídavý **elektromagnetický signál** (jehož frekvence rezonuje s tzv. Larmorovou precesí daného druhu jádra v magnetickém poli), **vychýlí se** směr magnetického momentu jádra dočasně ze směru určeného vektorem **B** vnějšího magnetického pole.

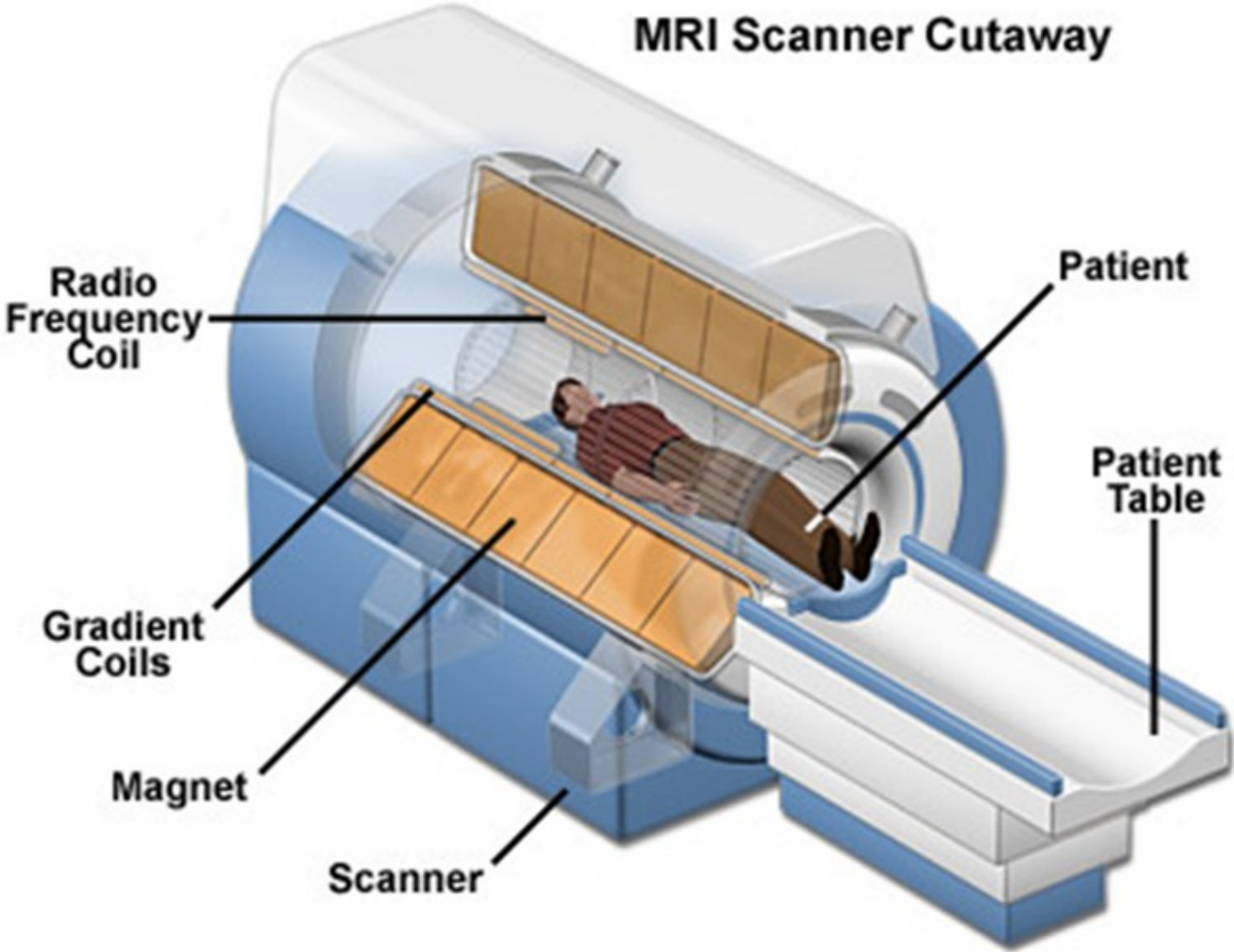
To způsobí, že jádro bude osou svého magnetického momentu **rotovat** kolem směru **B** - bude vykonávat **precesní pohyb** (podobný precesnímu pohybu "káči" kolem svislého směru v tíhovém poli) **Larmorovou frekvencí**

Bude přitom **vyzařovat elektromagnetické vlny**, dokud se po spirále nevrátí zase do směru **B**. Frekvence těchto elektromagnetických vln je rovna výše zmíněné Larmorově precesi a pro danou sílu **B** vnějšího magnetického pole je určena gyromagnetickým poměrem **g** jádra, tj. **druhem jádra**

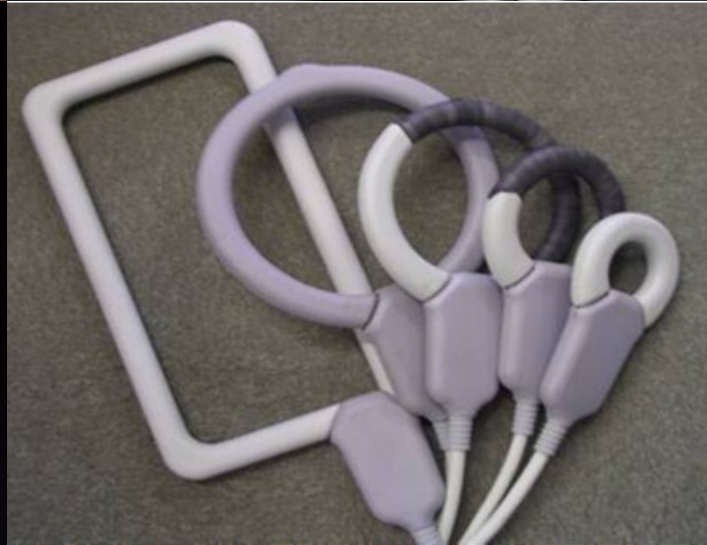
Intenzita vyzářených elektromagnetických vln je úměrná koncentraci jader daného druhu - takto lze nukleární magnetickou rezonanci použít k **analýze složení látek**



Složení MR



Vyšetřovací cívky

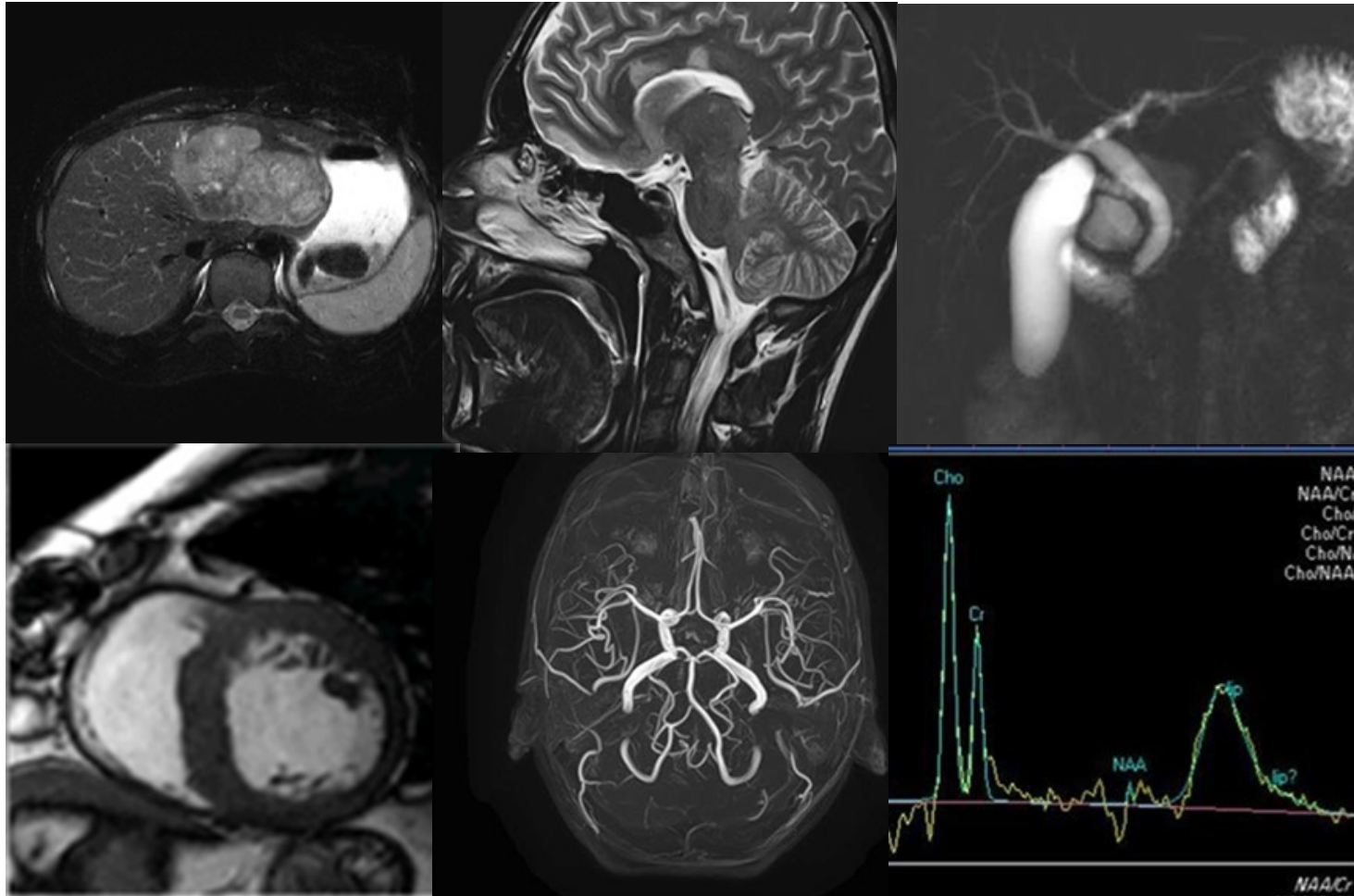


Techniky MR

V medicíně využíváme různé techniky MR vyšetřování

- Tomografické zobrazování - **MRI** (magnetic resonance imaging)
- Zobrazení cévního systému - **MRA** (magnetic resonance angiography)
- MR spektroskopie - **MRS** (magnetic resonance spectroscopy)
- Funkční MR (**fMR**)

Druhy zobrazení MR



Ultrazvuk

- akustické vlnění, jehož frekvence je cca 20kHz
- frekvence leží nad hranicí slyšitelnosti lidského ucha
- prostředím se šíří jako vlna střídavého zahušťování a ředění molekul
- zdrojem vlnění je piezoelektrický krystal v ultrazvukové son-dě
- různé tkáně mají různou **echogenitu** – schopnost odražet ultrazvukové vlny, čím rozdílnější jsou echogenity sousedících tkání, tím větší je odraz vlny
- ultrazvuková vlna naráží při průchodu tělem na tkáňová rozhraní (místa, kde jedna tkáň sousedí s druhou)
- na tkáňovém rozhraní se část vlny odrazí a zbytek projde dál, k dalšímu tkáňovému rozhraní, aby se zase část odrazila a část prošla atd.
- ultrazvuková sonda odražené vlny přijímá

Ultrazvuk

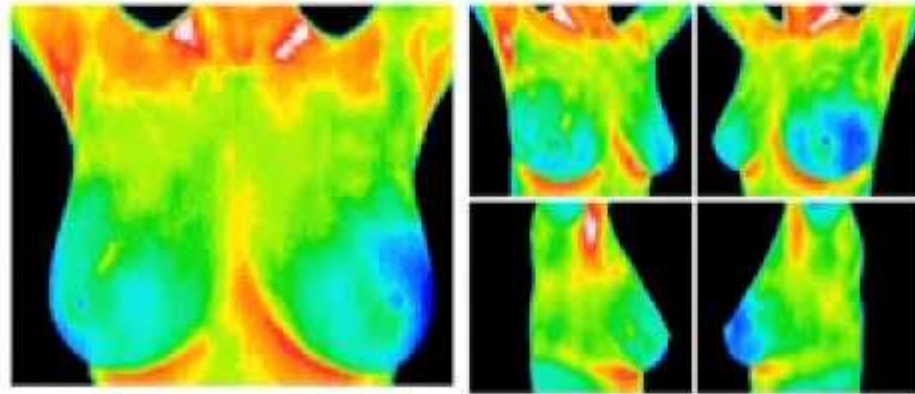




Termografie

- zabývá se analýzou rozložení teplotního pole na povrchu tělesa a to bezkontaktním způsobem
- úkolem termografie je analýza infračervené energie vyzařované tělesem (každý objekt s teplotou vyšší než absolutní nula vydává infračervené záření, které není lidským okem viditelné)
- termografickým měřicím systémem lze zobrazit teplotní pole měřeného objektu, ale pouze na jeho povrchu
- obor termografie se v širším měřítku rozvinul společně s rozšířením infračervených kamer pro které se obecně vžilo slovo *termovizní kamera*, resp. *termovize*.

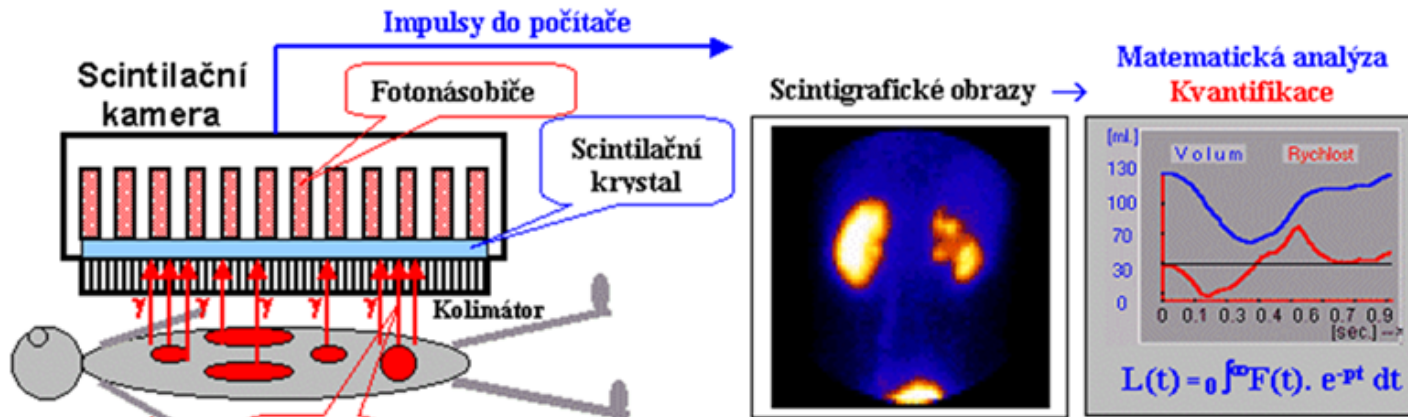
Termografie



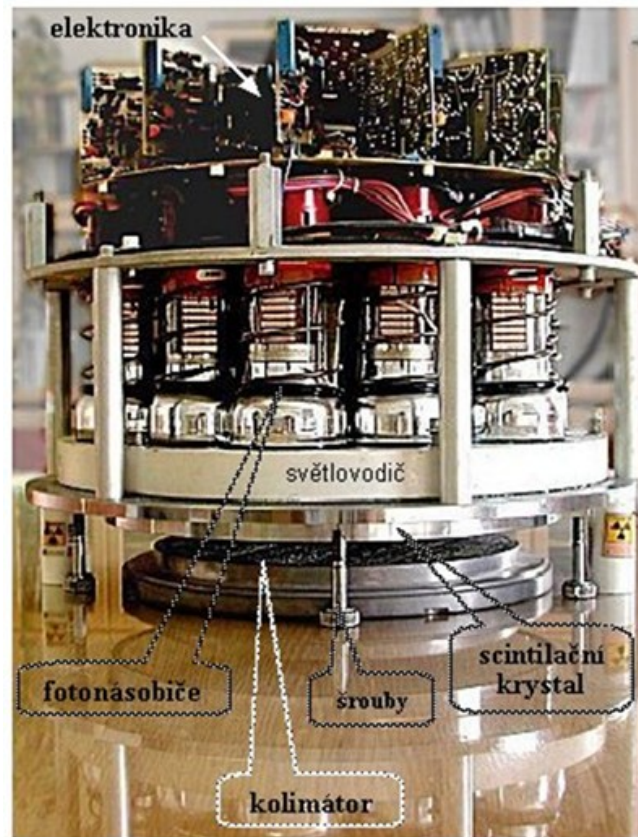
Nukleární medicína

- Lékařský obor, který se zabývá diagnostikou a léčbou pomocí umělých radionuklidů (radiofarmak).
- Tato farmaka aplikujeme přímo do těla pacienta, zdrojem záření je tudíž pacient.
- Radionuklidy vstupují do metabolismu a distribuují se v organismu podle farmakokinetiky daného radioindikátoru.
- Zabudovaný radionuklid svým vyzařováním umožňuje buď zevní detekci distribuce této látky nebo sledování jeho množství v odebraných vzorcích biologických tekutin, většinou krve nebo moče.

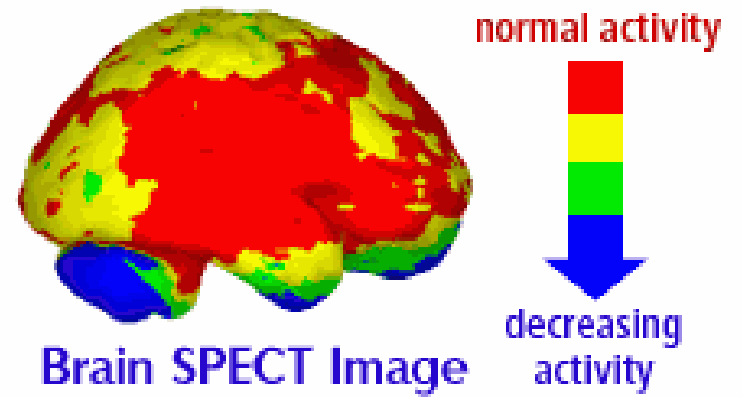
Scintilační kamera



Aplikace radioindikátoru



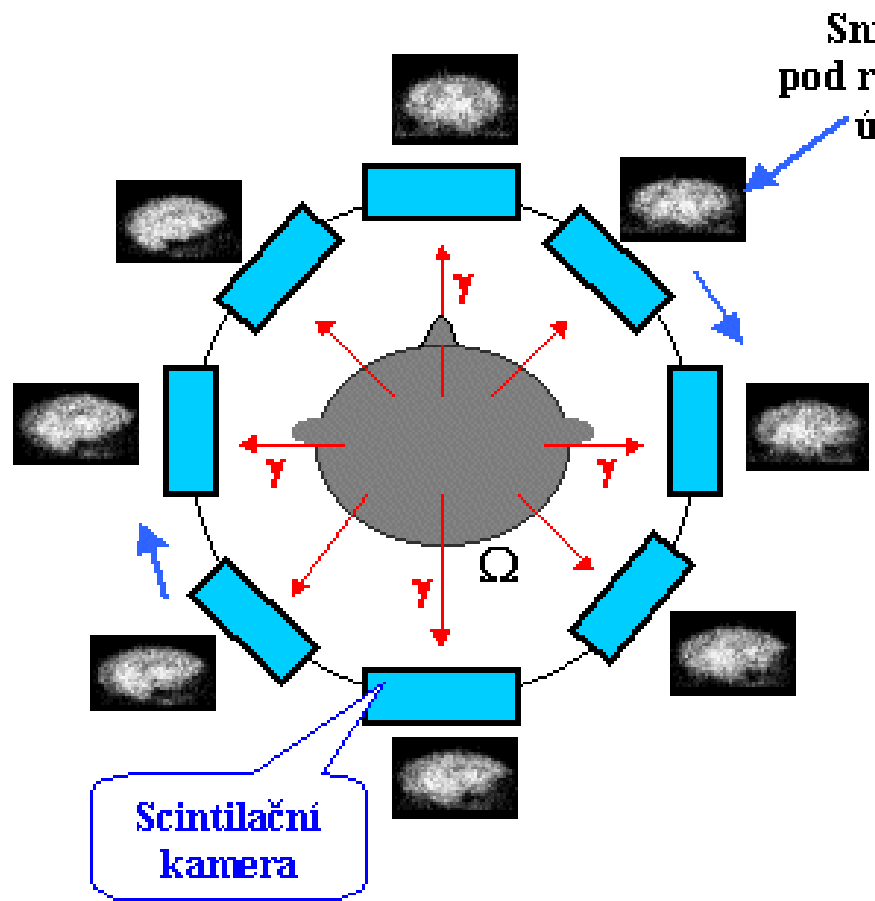
SPECT



SPECT (Single Photon Emission Copmputerized Tomography - jednofotonová emisní počítačová tomografie)

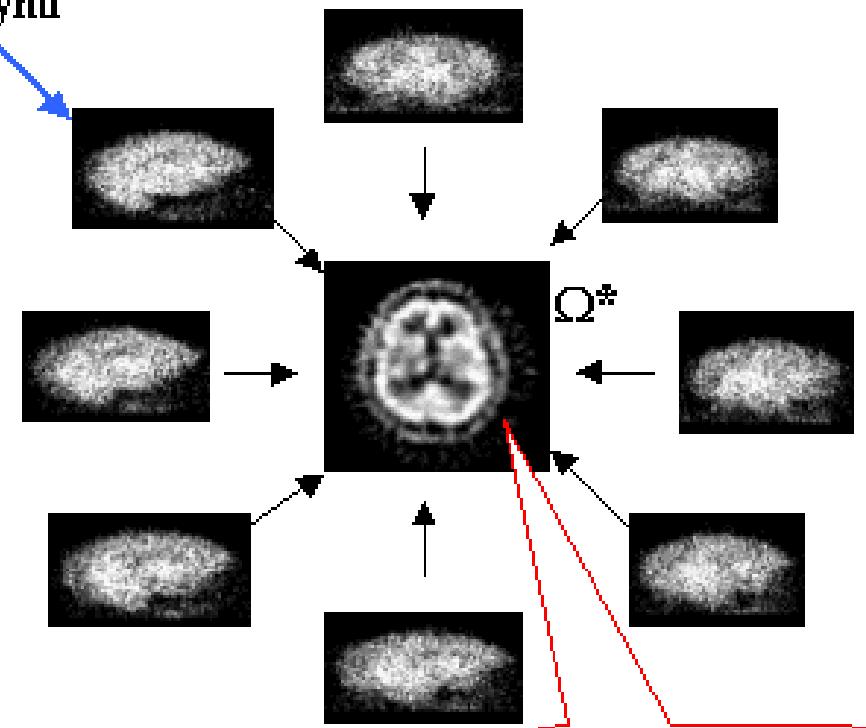
- série planárních obrazů vyšetřovaného místa, snímaných pod mnoha různými úhly (0° - 360°) detektorem kamery obíhajícím kolem pacienta
- aplikujeme vhodnou chemickou látku s navázaným radionuklidem - tzv. **radioindikátor** či **radiofarmakum** - do organismu, tato látka vstoupí do metabolismu a **distribuuje** se v organismu podle farmakokinetiky daného radioindikátoru
- přesnější odhalování ložiskových lézí a porušených tkání ve složitých anatomických strukturách

Akvizice SPECT

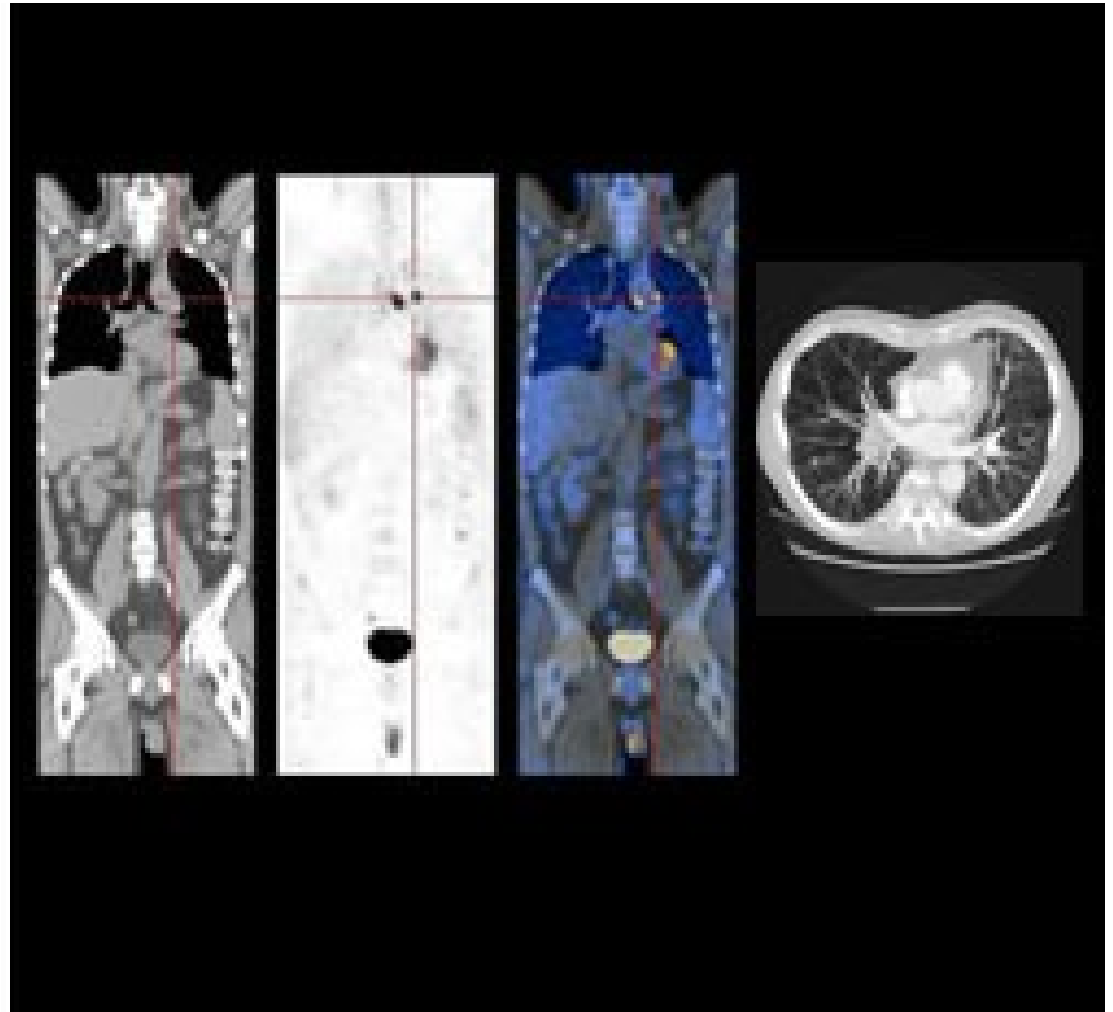
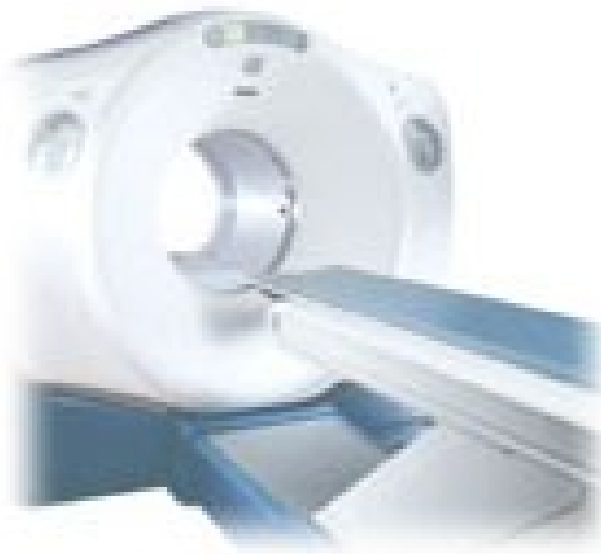


Rekonstrukce SPECT

Snímky pod různými úhly

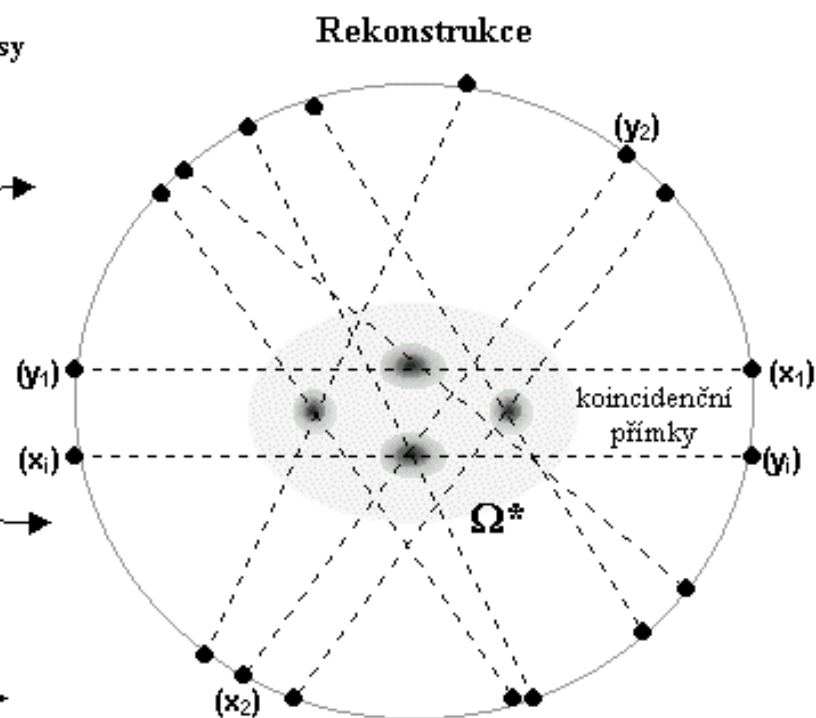
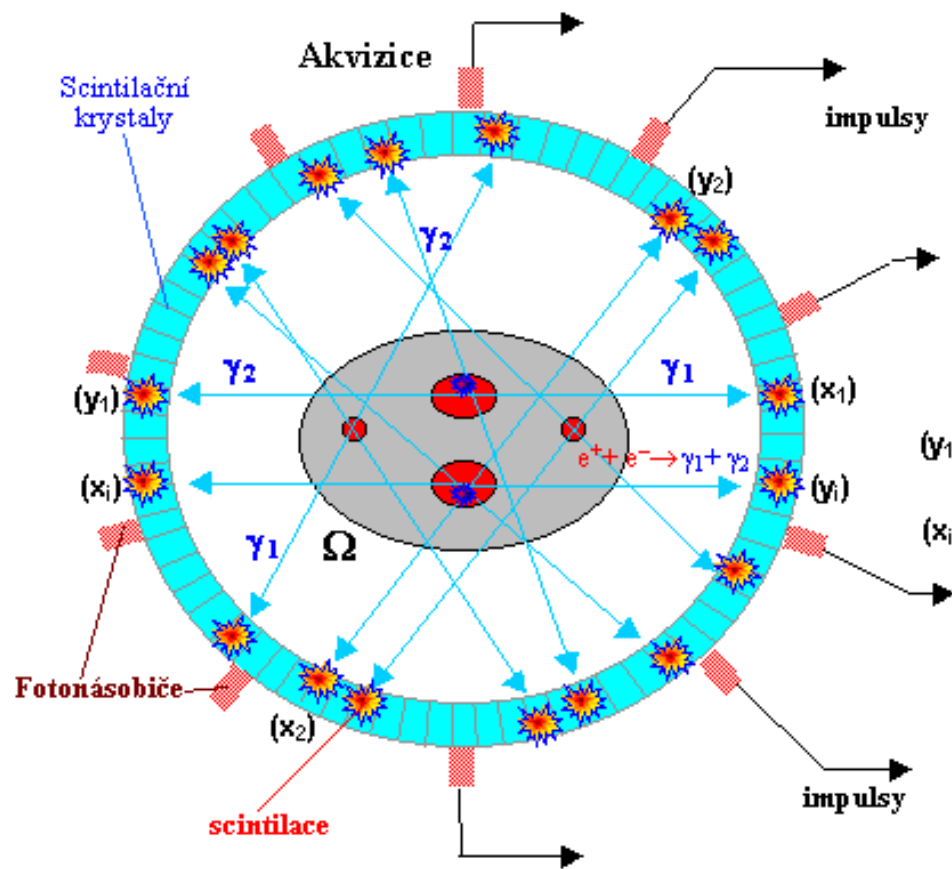


PET



Pozitronová emisní tomografie (PET)

- založena na současné detekci dvojic fotonů gama, které jsou emitovány při radioaktivní přeměně pozitronových radionuklidů aplikovaných do organismu
- následně se počítačovou rekonstrukcí velkého počtu takových dvojic paprsků vytváří trojrozměrný obraz příčného řezu vyšetřované oblasti
- před vyšetřením je do krevního oběhu pacienta podána deoxyglukóza značená fluorem 18F (FDG). Ta se postupně hromadí ve tkáni.
- Ložiska vyšší radioaktivity označují struktury, ve kterých je metabolická potřeba glukózy vysoká. Většina **nádorových ložisek** intenzívně akumuluje FDG, proto je PET vyšetření nejužívanější v nádorové diagnostice.



PACS

Film-based Workflow



DI/PACS Image Workflow



Clinician Access

