

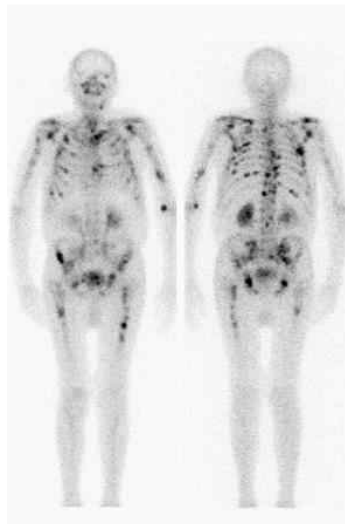
## 2. Scintigrafie

Při vyšetření v nukleární medicíně a při radiodiagnostických vyšetřeních jsou informace o tělesných strukturách a funkcích přenášeny ionizujícím zářením (záření gama a rentgenové). U jiných zobrazovacích metod je nositelem informace např. ultrazvukové vlnění (ultrasonografie), infračervené záření (termografie), vysokofrekvenční záření (MRI).

Nukleární medicína je obor zabývající se diagnostikou a léčbou pomocí otevřených radioaktivních zářičů aplikovaných do vnitřního prostředí organismu. Převážnou část jeho současné náplně tvoří zobrazovací diagnostika, v menší míře laboratorní diagnostika a léčba.

Zobrazovací metoda, která se v nukleární medicíně využívá, se nazývá **scintigrafie** (podle scintilačního detektoru tvořícího základ klasické scintilační kamery) nebo gamagrafie (podle záření gama emitovaného radionuklidu používanými v diagnostice). /1/

Při scintigrafii jsou scintilační kamerou snímány obrazy (mapy) prostorového rozložení aplikovaného radiofarmaka ve vyšetřované anatomické oblasti (viz obr.1).

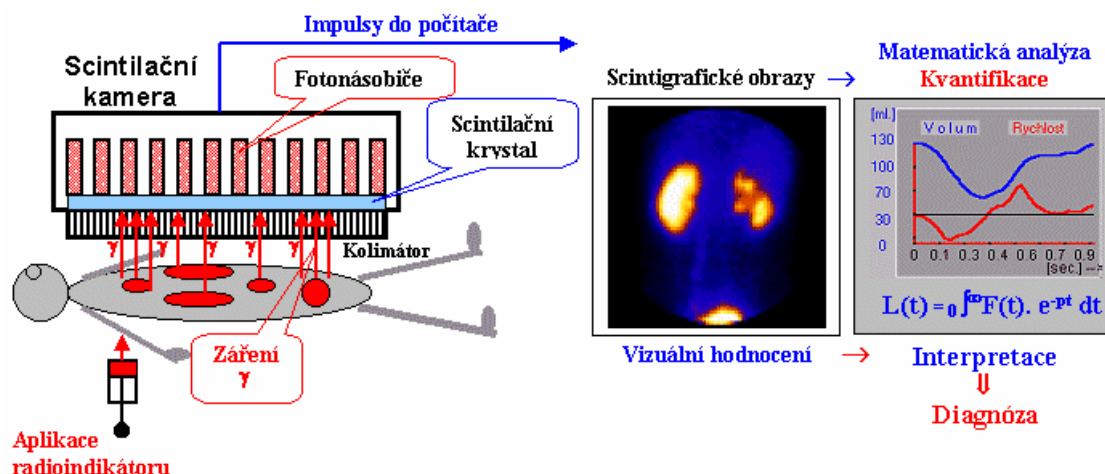


*Obrázek 1: Celotělový snímek scintigrafického vyšetření kostí*

Zobrazovací metody používané v radiologii (rentgenové metody včetně CT, ultrazvukové metody a MRI) až na výjimky (např. funkční magnetická rezonance) zviditelňují především strukturu orgánů (uložení, velikost, tvar, ohraničení, atd.) a umožňují vizuálně hodnotit např. zlomeninu kosti, zúžení cévy, velikost cysty nebo rozsah nádoru.

**Scintigrafie** zobrazuje **funkci** orgánu či tkáně, tedy lokální nahromadění (akumulace) radiofarmaka, které závisí na funkčním stavu vyšetřované tkáně. Funkční scintigrafické zobrazení umožňuje zobrazit např. hypoxii, zánět, perfuzi, koncentraci receptorů, přestavbu kosti atd. Případné poruchy funkce lze pomocí scintigrafického zobrazení nejen lokalizovat, ale často i kvantifikovat. Poruchy funkce v mnoha případech předcházejí poruchám struktury. Proto lze patologické děje odhalit metodami nukleární medicíny zpravidla dříve než jinými zobrazovacími postupy. /1/

Scintigrafie zobrazuje distribuci radiofarmaka pomocí radionuklidů po jeho aplikaci pacientovi. Pro zobrazení se preferují radionuklidy emitující záření gama v rozmezí 80 – 511 keV (511 keV = anihilační fotony). Tato energie záření gama je dostatečná k tomu, aby záření v dostatečném množství proniklo tělem pacienta i z hluboce uložených orgánů a zároveň bylo snadno detekováno pomocí scintilačních krystalů a odstíněno olovem.



Obrázek 2: Princip scintigrafie [2]

Ve vyšetřovaném objektu jsou ložiska (na obr.2 červené oblasti) o zvýšené koncentraci radiofarmaka. Z každého místa se izotropně emituje záření gama, které proniká ven z vyšetřovaného objektu. Pro vzniknutí obrazu je nutné provést kolimaci záření. Kolimaci dosahujeme olovenou deskou, umístěnou před detektorem. Tato olovená deska – **kolimátor** má mnoho drobných otvorů. Kolimátorem projdou pouze ty fotony gama, které se pohybují téměř přesně ve směru osy otvorů. Ostatní fotony, které nejdu ve směru osy jsou pohlceny olovenými přepážkami mezi otvory – septy. Kolimátor tak vytváří rovinnou projekci distribuce radiofarmaka do roviny scintilačního detektoru. Scintilačním detektorem je velkoplošný tenký krystal NaI(Tl) – jodid sodný dopovaný thaliem. Každý foton gama záření, který projde kolimátorem, vyvolá v krystalu scintilační záblesk. Scintilace v krystalu jsou snímány soustavou fotonásobičů, které převádějí scintilace na elektrické impulzy, které můžeme dále zpracovávat v elektrických obvodech.

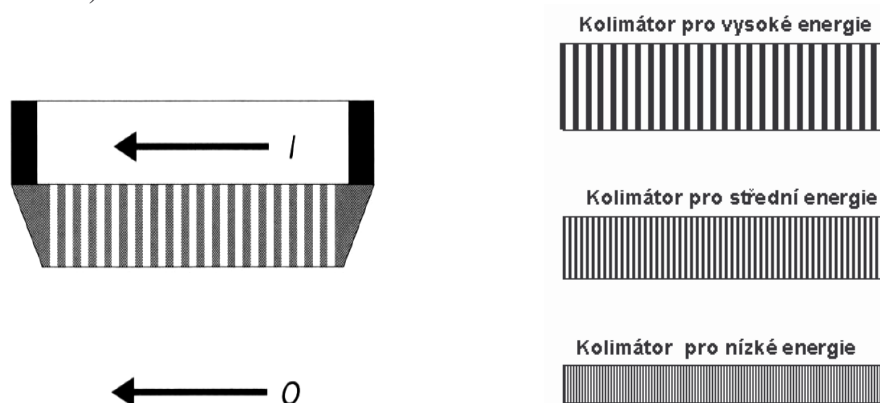
Detektory jsou stíněny olovem, aby se dosáhlo co nejnižšího pozadí. Pozadím máme na mysli přírodní pozadí jako je kosmické záření či záření, pocházející z radioaktivních materiálů obklopujícího prostředí. Stíněné detektory mají velkou hmotnost (až několik stovek kg), což klade značné nároky na mechanickou stabilitu přístroje.

### Kolimátor a jeho parametry

Kolimátory, jak bylo uvedeno dříve, jsou olovené desky provrtané mnoha malými otvory. Slouží k vymezení směru fotonů, dopadajících na scintilační krystal. Fotony, které neprocházejí ve směru osy otvorů kolimátoru jsou pohlceny v olovených přepážkách (septech) mezi otvory. Kolimátory jsou výměnné a na jejich vlastnostech závisí kvalita obrazu. Nejčastěji se používají paralelní, pinhole a fanbeam.

**Paralelní kolimátor** má otvory, jejichž osa je kolmá ke snímanému objektu. Tvar otvorů může být různý – kruhový, čtvercový, trojúhelníkový, ale nejvíce rozšířený tvar je hexagonální. Velikost obrazu snímaného paralelním kolimátorem se nemění.

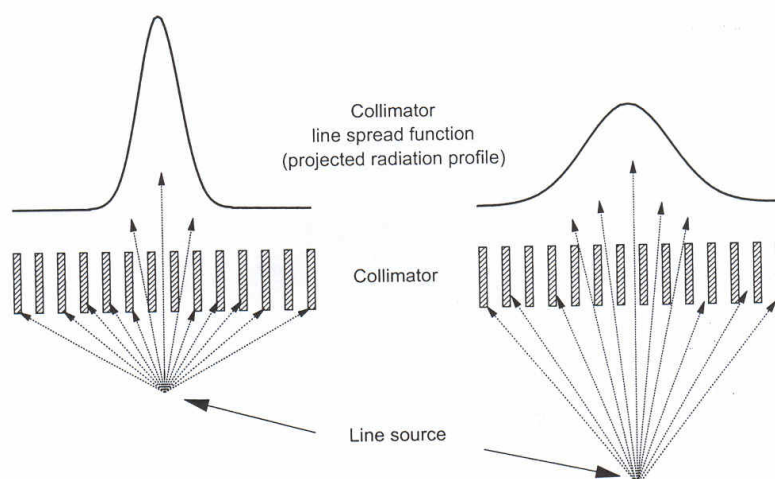
Paralelní kolimátor rozdělujeme podle **energie**, pro kterou má být použit: na kolimátor pro nízké energie ( $^{99m}\text{Tc}$  – 140 keV), střední energie (např.  $^{111}\text{In}$  - 171 a 245 keV) a pro vysoké energie (např.  $^{131}\text{I}$  - 364 keV).



Obrázek 3: Schéma paralelního kolimátoru [2]

### Prostorová rozlišovací schopnost kolimátoru

Polohová rozlišovací schopnost udává schopnost, s jakou systém zobrazuje bodový zdroj. Rozlišovací schopnost kolimátoru velmi ovlivňuje vzdálenost zdroje od kolimátoru (viz. obr.4). Se zvětšující se vzdáleností zdroje od kolimátoru se zvětšuje (zhoršuje) rozlišovací schopnost kolimátoru. **Proto je nezbytně nutné, aby při vyšetření pacienta byly detektory kamery co nejbližší k pacientovi!**



Obrázek 4: Vliv vzdálenosti zdroje od kolimátoru na rozlišení kolimátoru

## Druhy scintigrafického zobrazení

Z hlediska časového je základním druhem scintigrafie **statická** - je to prostě jeden či několik scintigrafických obrazů vyšetřované oblasti (bez ohledu na čas). Buď se snímá totéž místo z různých projekcí (přední, zadní, levá boční, pravá boční apod.), nebo několik různých míst organismu - takové scintigrafie se někdy nazývají též **multistatické**. Při statickém zobrazení je možné předvolit celkový počet impulzů, které se mají nasbírat nebo čas, za který se sbírají impulzy.

Mezi statická zobrazení patří i **celotělovém** vyšetření, při kterém se s pacientem pohybuje lůžko mezi detektory konstantní rychlostí (8-16 cm/min) a snímá se rozložení radiofarmaka v těle pacienta od hlavy až k patě.

Sledujeme-li pomocí radiofarmaka děj měnící se s časem a zajímá nás jeho dynamika, provádíme **dynamickou** scintigrafii - je to série (statických) snímků vyšetřované oblasti postupně v různých časech. U dynamické scintigrafie můžeme nejen vizuálně sledovat pohyb a časové změny distribuce radiofarmaka v organismu, ale vytvářet příslušné dynamické křivky a matematickou analýzou stanovovat kvantitativní parametry funkce jednotlivých orgánů.

Z hlediska prostorového (geometrického) je základním druhem scintigrafie **planární** - je to obraz projekce distribuce radiofarmaka záření  $\gamma$  do dvojrozměrné zobrazované roviny.

Prostorové trojrozměrné zobrazení poskytuje scintigrafie **tomografická**. Je realizována nejčastěji jako série planárních obrazů vyšetřovaného místa, snímaných pod mnoha různými úhly ( $0^{\circ}$ - $360^{\circ}$ ) detektorem kamery obíhajícím kolem pacienta. Počítačovou rekonstrukcí se pak z těchto obrazů konstruuje tomografické obrazy příčných řezů vyšetřovaným objektem.

## Reference

1. Kupka K, Kubinyi J, Šámal M a kol: Nukleární medicína, učební text, nakladatelství P3K, Příbram, 2007
2. [www.sweb.astronuklfyzika.cz](http://www.sweb.astronuklfyzika.cz)