



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

---

# POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE V ZOBRAZOVÁNÍ

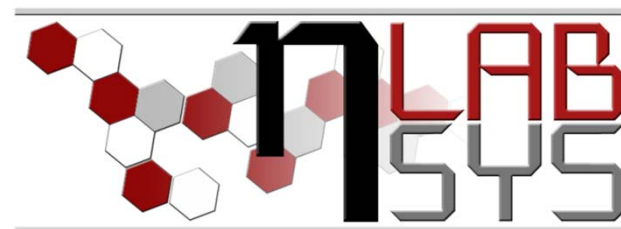
Název: **MALÝCH ZVÍŘAT - ÚVOD**

Školitel: René Kizek

Datum: 20.09.2013

Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik





evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost

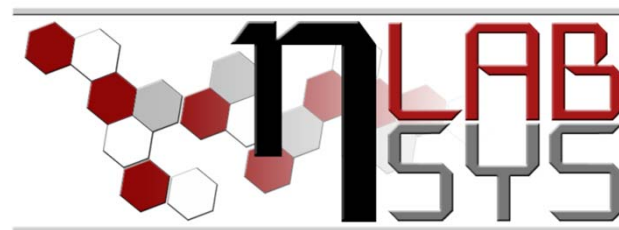
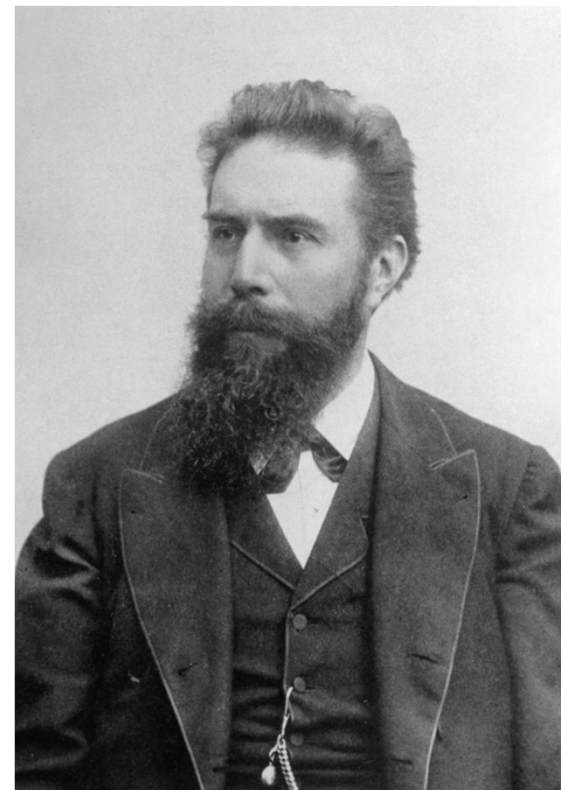
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Základy počítačové tomografie položil W. C. Röntgen, který roku 1895 objevil paprsky X. Tyto paprsky, známé jako rentgenové záření, vznikají při interakci rychlých elektronů s hmotou a díky své velmi krátké vlnové délce jsou schopny prozářit lidské tělo. Za tento objev získal jako vůbec první člověk roku 1901 Nobelovu cenu za fyziku.

In 1901 Röntgen was awarded the very first [Nobel Prize in Physics](#). The award was officially "in recognition of the extraordinary services he has rendered by the discovery of the remarkable rays subsequently named after him". Röntgen donated the monetary reward from his Nobel Prize to his university. Like [Pierre Curie](#), Röntgen refused to take out [patents](#) related to his discovery, as he wanted mankind as a whole to benefit from practical applications of the same (personal statement).

Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik

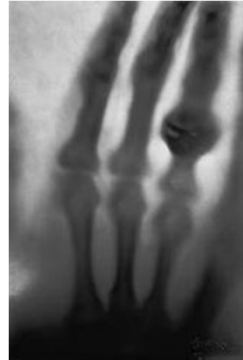


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

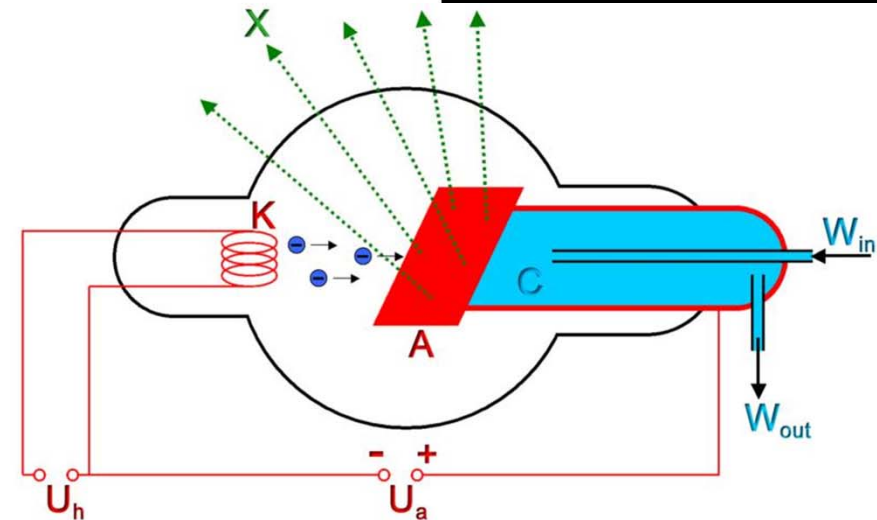
**Rentgenové záření** je forma elektromagnetického záření o vlnových délkách 10 nanometrů až 100 pikometrů (odpovídající frekvencím 30 PHz až 60 EHz). Využívá se při lékařských vyšetřeních a v krystalografii. Jedná se o formu ionizujícího záření a jako takové může být nebezpečné.

Záření vlnové délky větší než 0,1 nm je nazýváno měkké a kratší tvrdé rentgenové záření. Vlnové délky nejenergičtější části se částečně překrývají se zářením gama, avšak rozlišujeme je dle původu. Foton rentgenového záření vzniká při interakcích vysoce energického elektronu, kdežto záření gama při procesech uvnitř jádra atomu.

Rentgenové záření může být využito pro zobrazení detailů kostí a zubů (skiografie), popřípadě za pomoci vhodných technik i ke zkoumání měkké tkáně (densitografie, subtrakční radiografie, tomografie). Poté co Röntgen objevil využití pro pozorování kostních struktur, se rozvinulo jeho užívání v lékařském snímkování.



Snímek ruky Berthy Röntgenové, jeden z prvních rentgenových snímků, pořízen 28.12.1895



$U_h$  – žhavicí napětí

$K$  – katoda (žhavená)

$C$  – vodní chladič

$X$  – rentgenové záření (paprsky X)

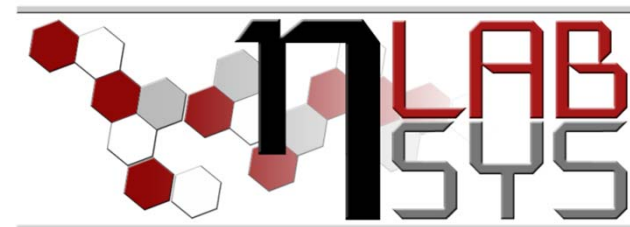
$U_a$  – anodové napětí

$A$  – anoda, antikatoda

$W_{in}, W_{out}$  – přívod a odtok vody

Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

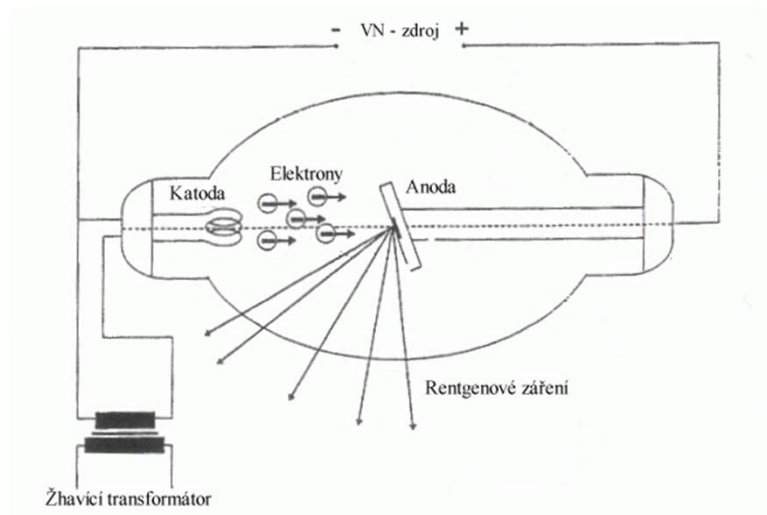
Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

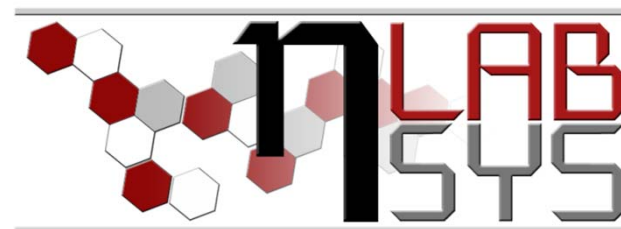
Při průchodu paprsků různými vnitřními orgány dochází v závislosti na jejich biochemickém složení k tlumení paprsků. Jejich analýzou můžeme do značné míry rekonstruovat složení pacientova těla - na tomto principu funguje klasický rentgen. Nedostatky rentgenu však spočívají v tom, že jednotlivé orgány jsou zobrazeny sumárně, překrývají se. Nejsme tedy schopni vždy jednoznačně určit, kterými orgány rentgenový paprsek prošel a touto metodou nelze vytvořit skutečný „anatomický“ řez těla.

Rentgenové záření je ionizující elektromagnetické záření, proud fotonů, o energii řádově desítek až stovek keV. Typické rozmezí vlnových délek je  $10^{-12}$  až  $10^8$  m. Přírodními zdroji jsou hlavně hvězdy; uměle lze rentgenové záření získat v rentgenové trubici dopadem urychlených elektronů na anodu rentgentky (primární rentgenové záření).



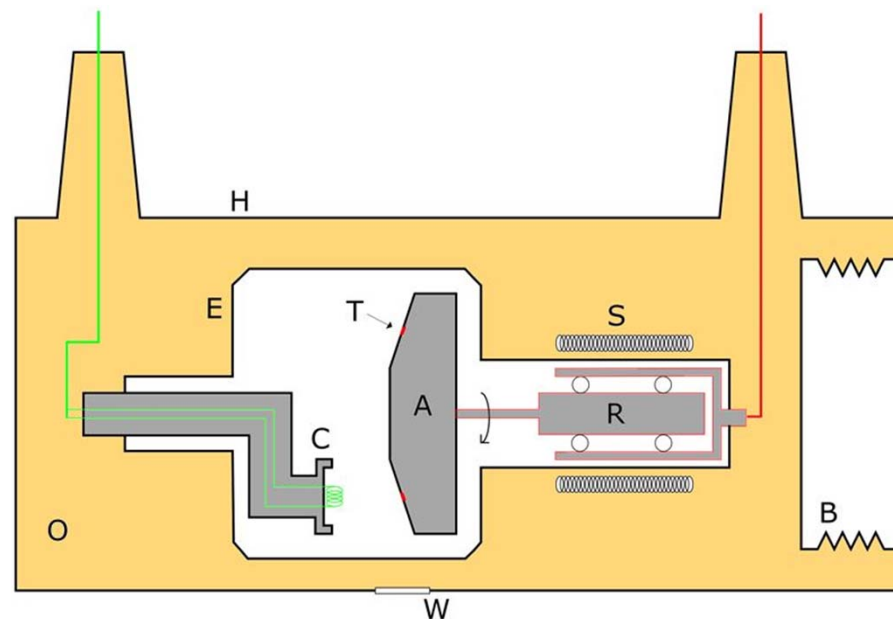
Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik



## INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Vysokonapěťový zdroj vytváří napětí řádově desítek až stovek kilovoltů. Anoda musí být dostatečně chlazená, neboť 99% příkonu se přemění na teplo a pouze 1% na rentgenové záření. Ozařováním látek primárním rentgenovým zářením je buzeno sekundární (fluorescenční) rentgenové záření. Rentgenové záření působí druhotné záření látek v optickém oboru (luminiscence), zčernání fotografické emulze, ovlivňuje živou i neživou hmotu. Využívá se např. v rentgenové strukturní a spektrální analýze, v lékařství, radiační chemii a defektoskopii. Jako zdroj rentgenového záření se používá tzv. rentgenek neboli Coolidgeových trubíc. Jedná se o skleněné evakuované trubice obsahující wolframovou anodu a žhavenou katodu. Na elektrody je přiváděno vysoké napětí (řádově 10-100 kV). Vysoká teplota katody umožňuje termoemisi elektronů, které jsou přiváděným napětím vysoce urychlovány a dopadají na anodu. Tam prudce ztrácejí svou kinetickou energii, která se mění z 0,1 % v energii emitovaných fotonů rentgenového záření a z 99,9 % v teplo. Anoda musí být intenzivně chlazena vodou nebo rotací, při které se neustále mění místo dopadu elektronového svazku.



**A** – anoda, antikatoda

**C** – katoda (žhavená)

**H** – ochranný obal

**R** – rotor

**T** – anodový terčík

**B** – expanzní kompenzátor  
(eliminuje teplotní roztažnost oleje)

**E** – vakuová trubice

**O** – chladicí olej

**S** – stator

**W** – Okénko Al nebo Be

Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

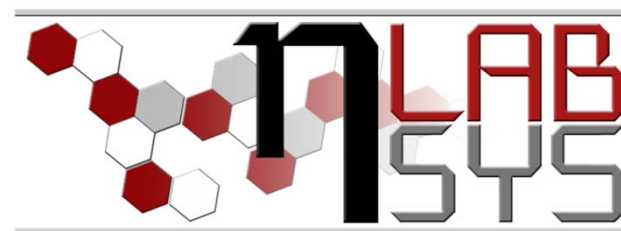
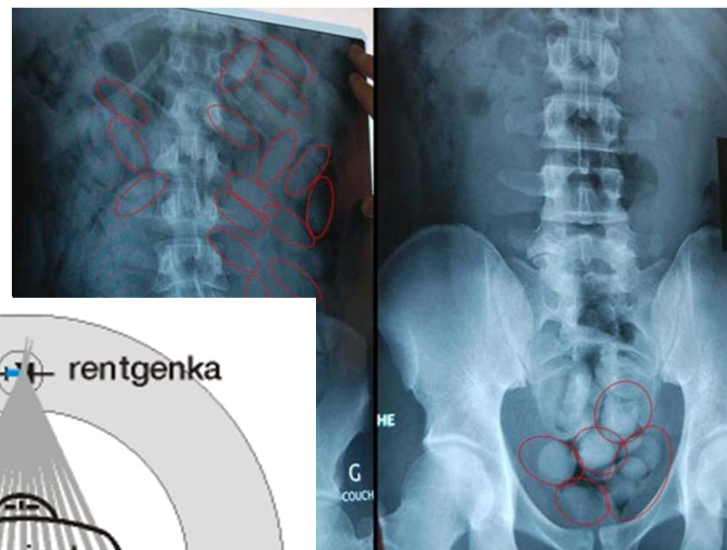
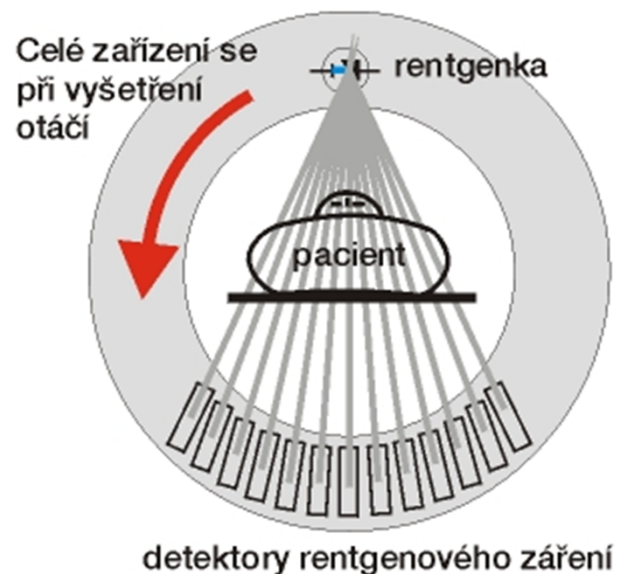
Vyřešit tento problém se podařilo až se zavedením počítačů do lékařské diagnostiky koncem šedesátých let. Za vynálezce počítačové tomografie se považuje Brit Godfrey Newbold Hounsfield. První prototypy byly vyvíjeny v druhé polovině 60. let 20. století a první klinický prototyp byl představen 1. října 1971 ve výzkumných laboratořích EMI. Nezávisle na Hounsfieldovi stejný objev učinil Američan Allan McLeod Cormack z Tufts University a v roce 1979 oba dva taktéž získali Nobelovu cenu.



1979 Nobel Laureate  
(1919 - 2004)



1979 Nobel Laureate  
(1924 - 1998)

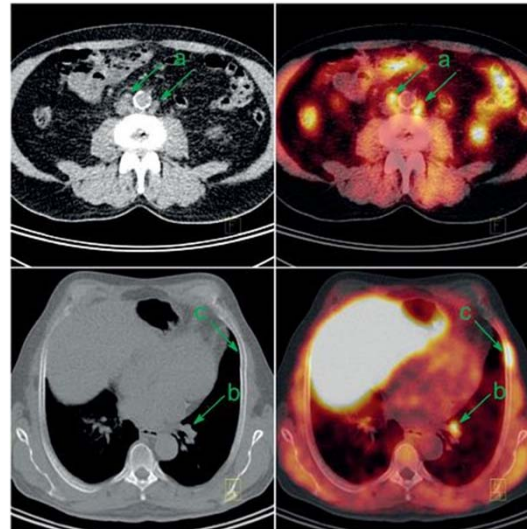
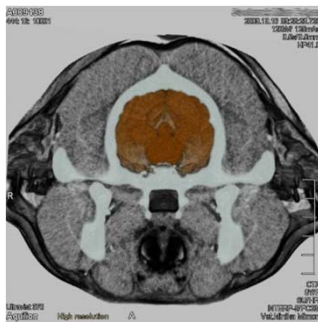


Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik

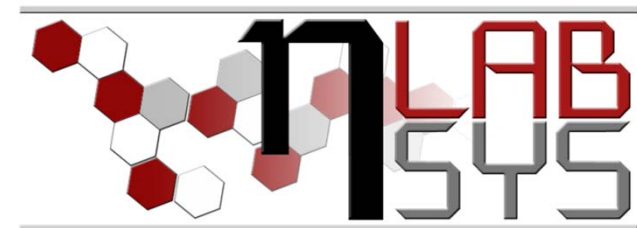
INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

CT je matematickou rekonstrukcí obrazu z řady rentgenových projekcí získaných postupně z různých úhlů. Výpočetní tomografie zobrazuje měkké tkáně, např. [slezinu](#), [pankreas](#), [ledviny](#), [mozek](#), svalstvo. CT lze zjistit jen takové patologické procesy, které se při prostém vyšetření nebo po podání [kontrastní látky](#) liší svou denzitou od okolí. Pomocí výpočetní tomografie pořizujeme u ležícího pacienta transverzální řezy.



Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

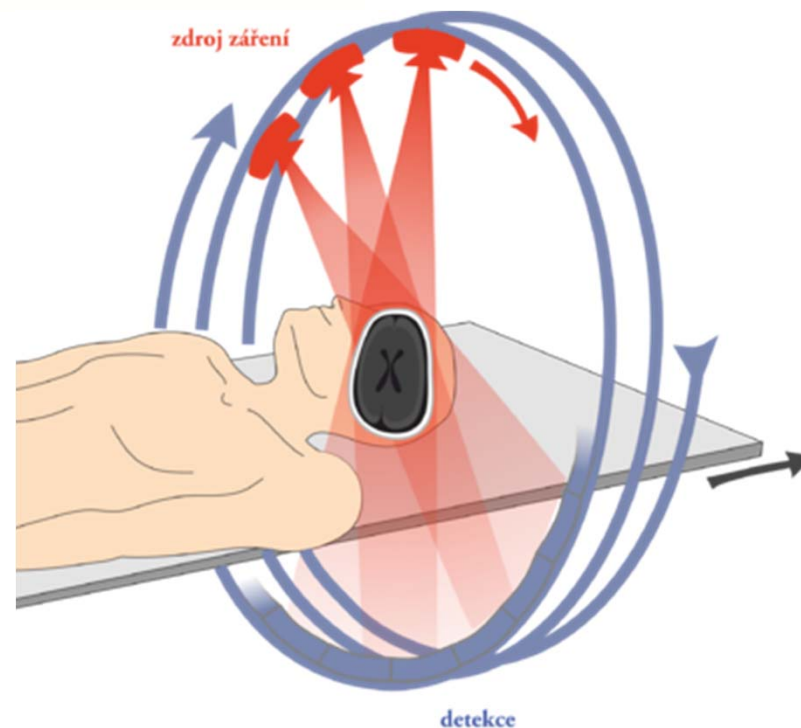
Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pacient je fixován na posuvném lůžku, které postupně prochází snímacím (skenovacím) stojanem. V něm je na jedné straně štěrbinový zdroj rentgenového záření ([rentgenka](#)) a na opačné straně sada [scintilačních detektorů](#). U některých tomografů jsou detektory umístěny proti rentgence a pohybují se souhlasně s ní. U nejmodernějších tomografů vytvářejí detektory kolem pacienta úplný prstenec, který se nepohybuje. Pacient je prosvěcován v určité rovině postupně bod po bodu. Rentgenka pracuje pulzně, pulz trvá 1–4 ms. Rentgenové záření prochází pacientem, kde se částečně absorbuje. V dané pozici pacienta je provedena expozice a údaje o míře zeslabení rentgenového záření získané pomocí scintilačních detektorů jsou zaznamenávány do paměti počítače. Potom se systém rentgenka – scintilační detektory pootočí o určitý úhel a celý děj se opakuje. Po proběhnutí všech cyklů skenování pacienta jsou do paměti počítače uloženy všechny údaje z každého scintilačního detektoru. Tyto údaje jsou v počítači zpracovány a výsledný tomograf je dán hodnotami absorpčních koeficientů z jednotlivých míst tkání daného řezu.



Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

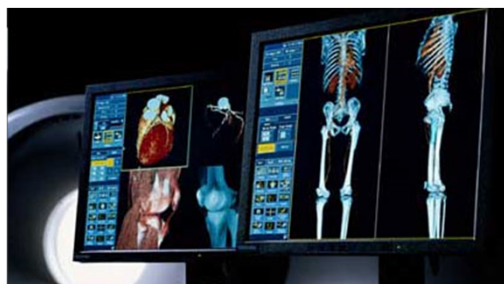
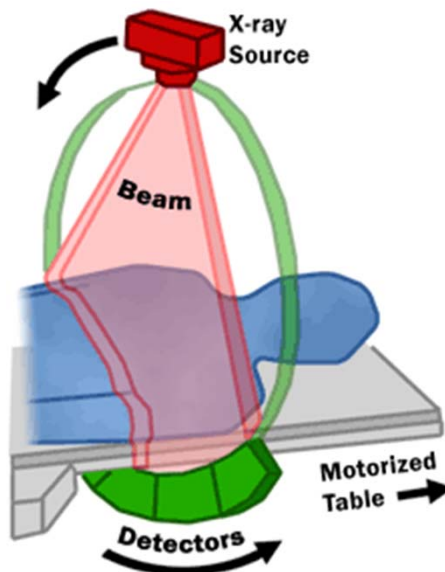
Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

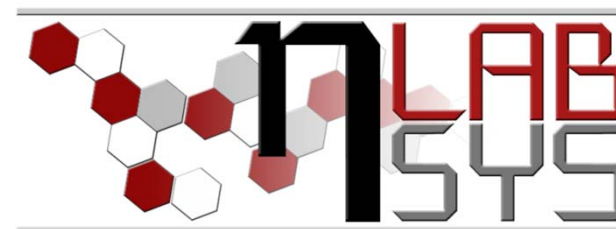
Velkou výhodou počítačové tomografie je skutečnost, že umožňuje zobrazit a rozlišit málo kontrastní měkké tkáně. To je dáno především dvěma důvody. Scintilační detektory zachycující rentgenové paprsky prošlé tělem pacienta jsou velmi citlivé, citlivější než emulze rentgenového filmu a údaje, které poskytují scintilační detektory, velmi rychle zpracovává počítač a vyjadřuje je jako hodnoty absorpčních koeficientů, což mnohonásobně zvyšuje přesnost vyšetření.

Před CT vyšetřením i během něj se podává často kontrastní látka, aby se zdůraznily rozdíly mezi normální a patologickou tkání.



Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

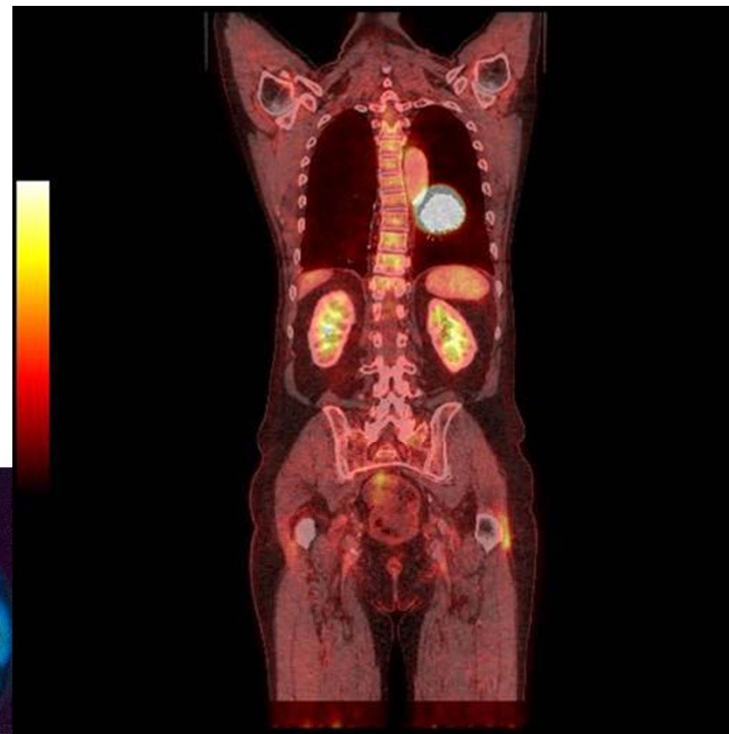
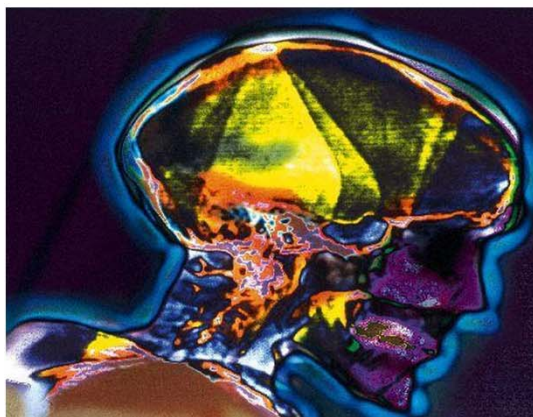
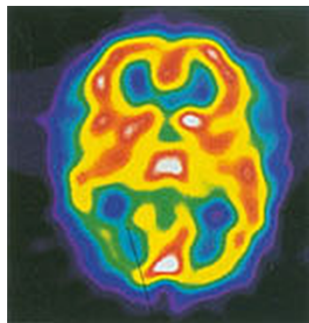
Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik



Pozitronová emisní tomografie (PET) je diagnostická metoda umožňující trojrozměrně zobrazit v celém lidském těle distribuci nitrožilně podaného radionuklidu (radiofarmaka), emitujícího pozitrony.

RTG počítačová tomografie (CT) zobrazuje orgány lidského těla pomocí rentgenového záření.

Hybridní přístroj PET/CT umožňuje fúzi tomografických řezů současně získaných z PET (funkční zobrazení) a CT (morfologické zobrazení).





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**POČÍTAČOVÁ TOMOGRAFIE V ZOBRAZOVÁNÍ MALÝCH ZVÍŘAT – ÚVOD, byla zpracována z veřejně dostupných dat na internetu**

**Děkuji za pozornost**

Reg.č.projektu: CZ.1.07/2.3.00/20.0148

Název projektu: Mezinárodní spolupráce v oblasti "in vivo" zobrazovacích technik

