

Rekonstrukce obrazu

Jiří Ferda, Hynek Mírka

Klinika zobrazovacích metod LFUK a FN v Plzni

Hrubá data

- ❖ Raw data
- ❖ Data získaná detektorovou soustavou
- ❖ Výchozí soubor pro výpočet atenuace a rekonstrukci obrazů
 - ❖ Sekvenční akvizice
 - ❖ Dynamická sériová akvizice
 - ❖ Spirální akvizice
 - ❖ Multidetektorová akvizice
 - ❖ Synchronizace s EKG

Absorpce záření X

- ❖ Energie záření emitovaného na anodě rentgenky

 - ❖ Závisí na vlnové délce

- ❖ Brzdné záření

 - ❖ Spojité spektrum

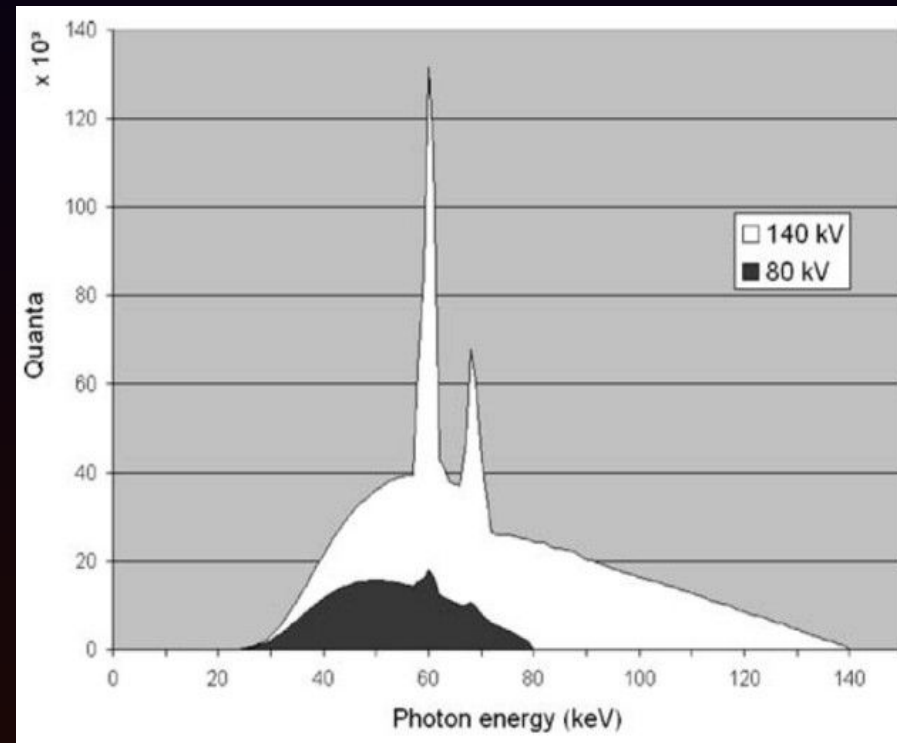
- ❖ Charakteristické záření

 - ❖ Diskrétní vlnové délky

 - ❖ Podíl charakt. záření

 - ❖ Tím vyšší, čím vyšší kV

 - ❖ Wolfram - cca 60 a 70 keV



- ❖ Absorpce záření - závislost na vlnové délce a atomovém čísle materiálu

Absorpce záření X

❖ Složky podílející se na absorpci

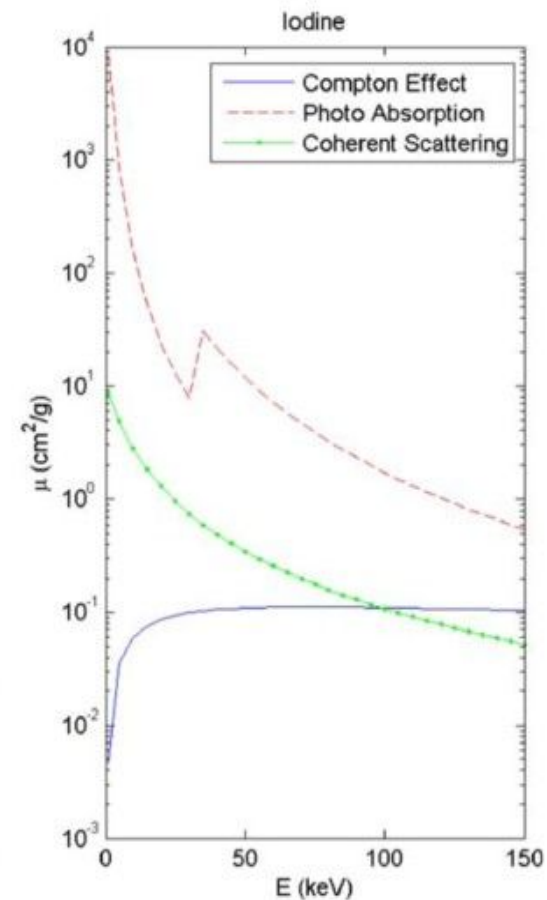
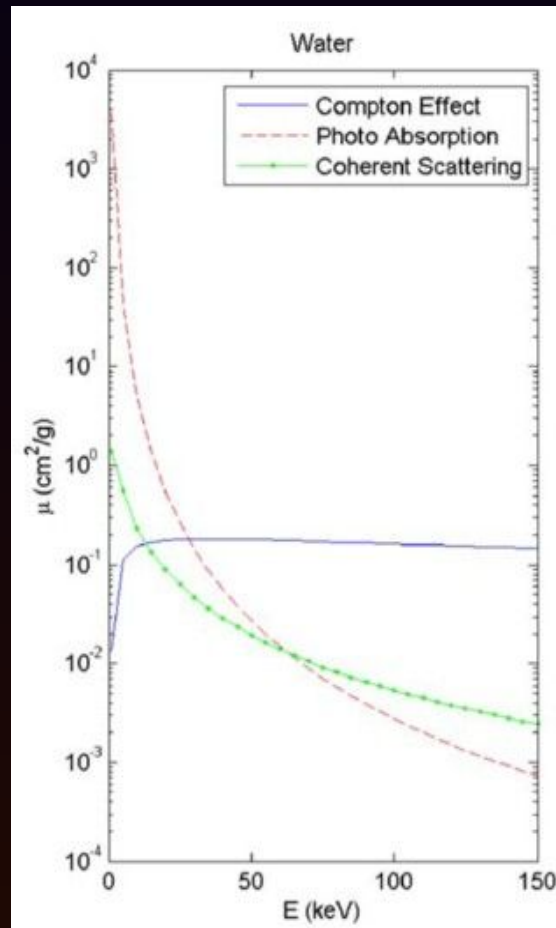
- ❖ Comptonův efekt
- ❖ Koherentní rozptyl
- ❖ Foto-efekt

❖ Chování prvků

- ❖ Atomové číslo
- ❖ Elektronový obal
- ❖ Energie záření

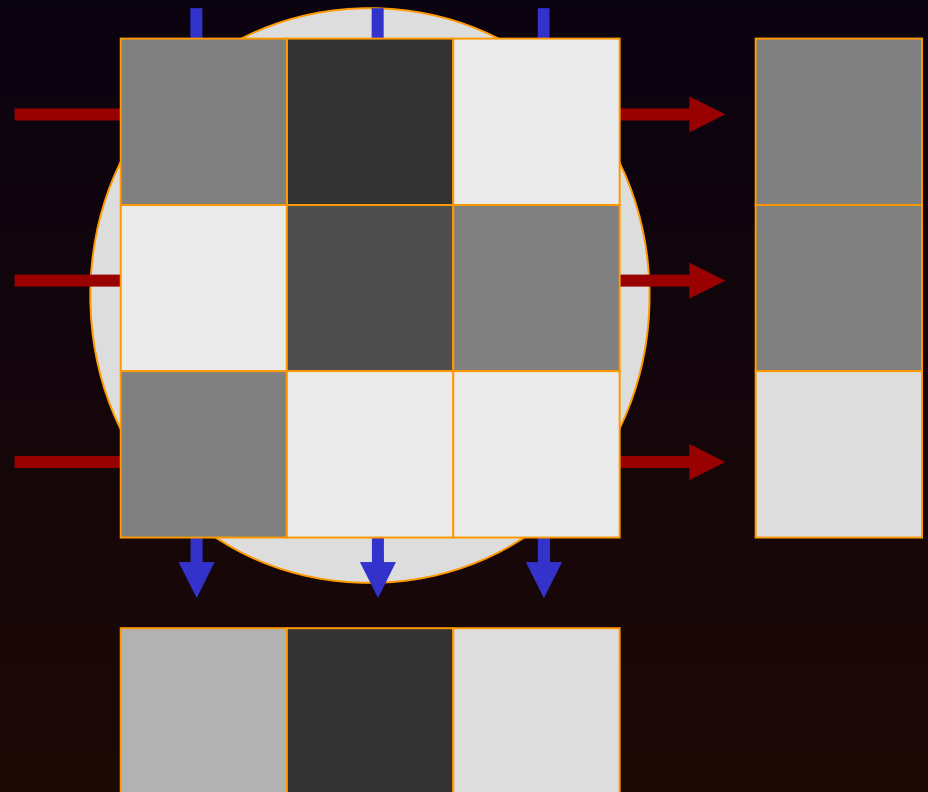
❖ Unikátní jód

- ❖ Výrazná absorpce
- ❖ Cca 50 keV
- ❖ 104 více než H₂O



Zpětná projekce dat

- ❖ Vícečetná měření
- ❖ Pod různými úhly
- ❖ Kalkulace atenuace
 - ❖ Pixely



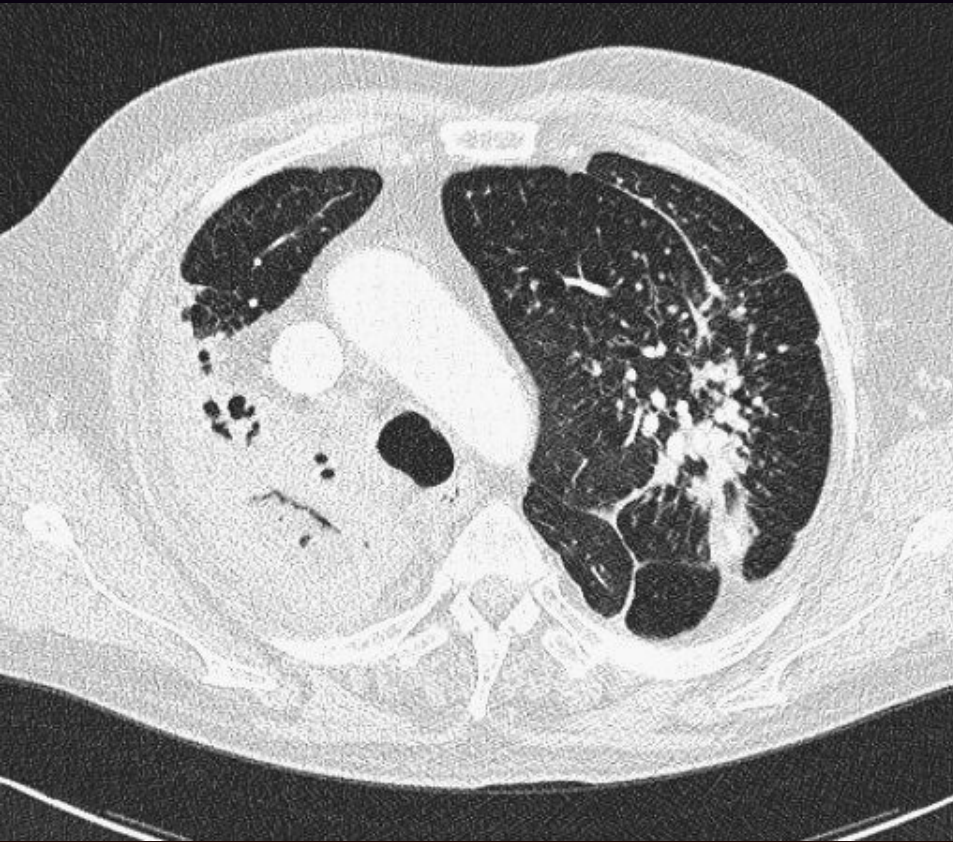
Hounsfieldova škála

- ❖ **Denzita = atenuace**
 - ❖ Jednotky – CT-Number, Hounsfield Unit (HU)
- ❖ **hodnota závisí**
 - ❖ na použitém napětí
 - ❖ atomovém čísle
 - ❖ Nezávislé body – destilovaná voda, vzduch, kompakta
- ❖ **12 bit/pixel v intervalu (-1024, 3071)**



Vzduch

❖ -1000



Tuk

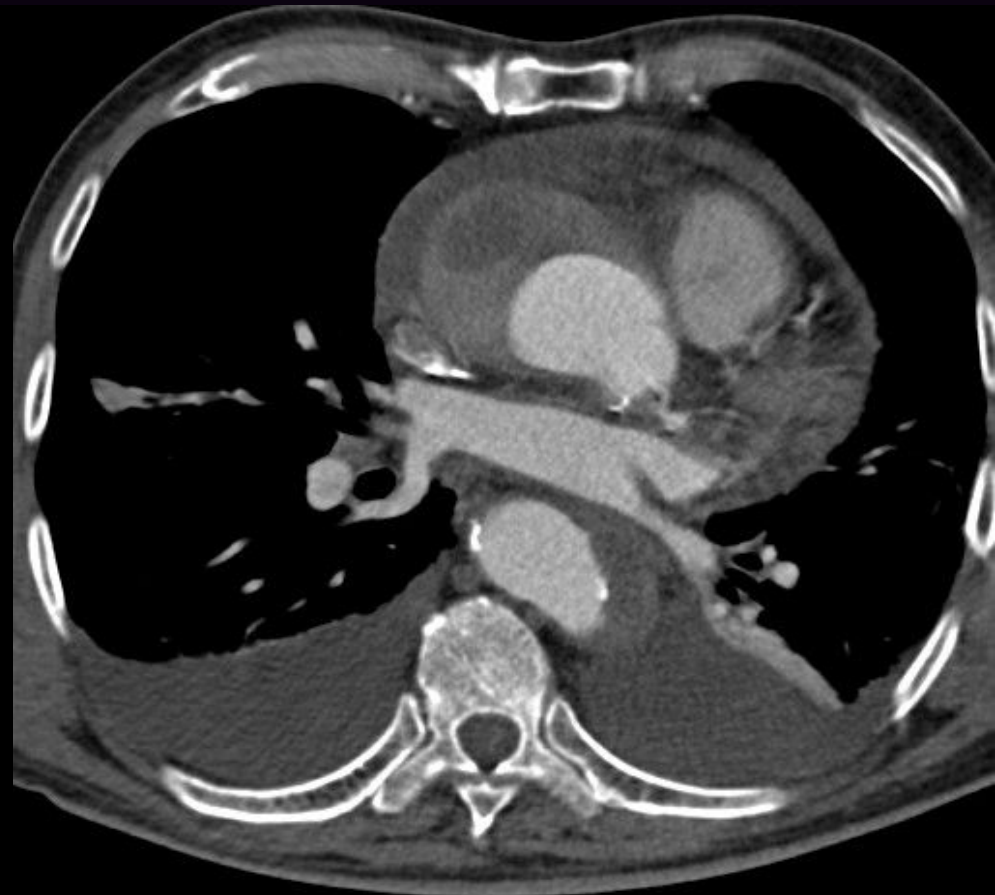
❖ (-100, -50)



Tekutina

❖ (0, 50)

❖ transudát (1018 mg/ml --- 18HU) exsudát



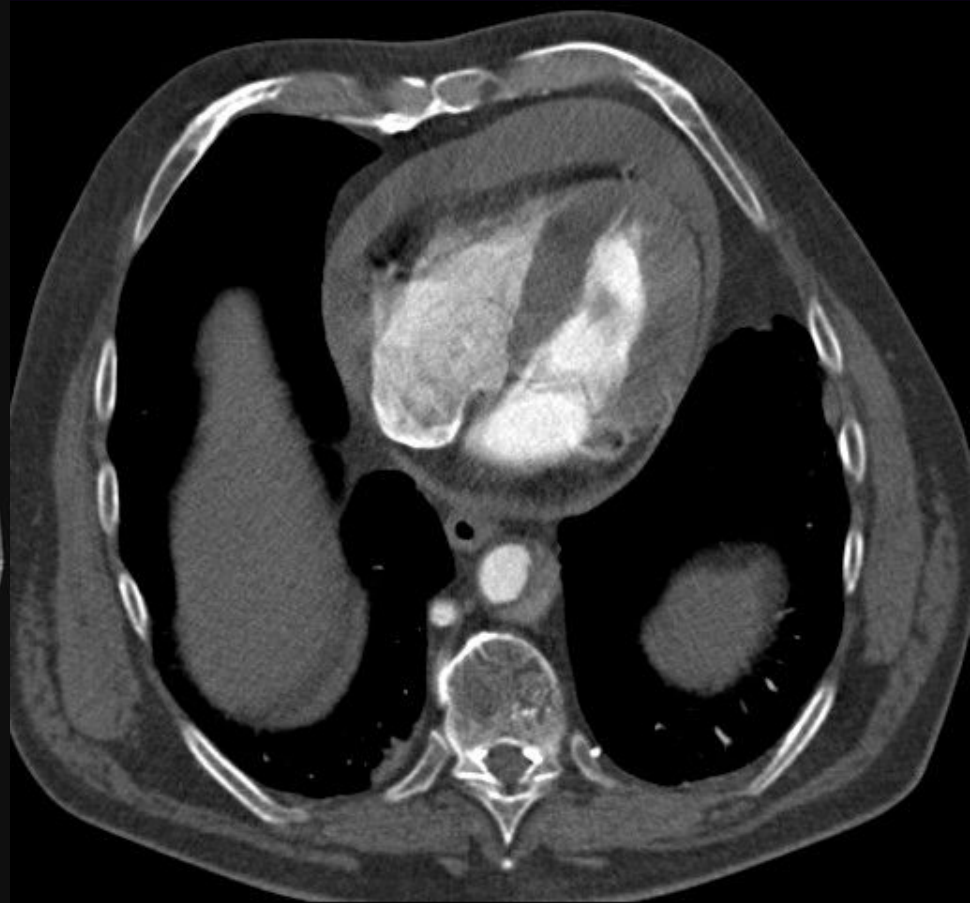
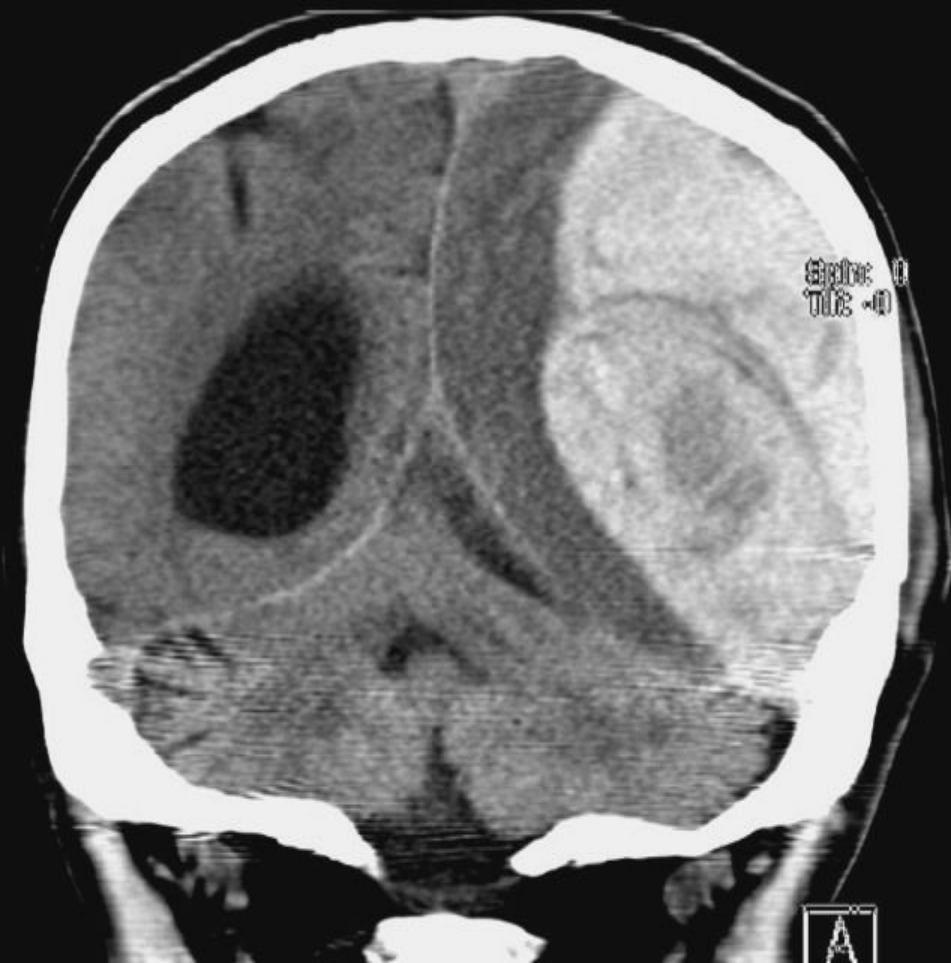
Měkké tkáně

❖ cca 50 - svaly, šlachy, játra, ledviny, slezina



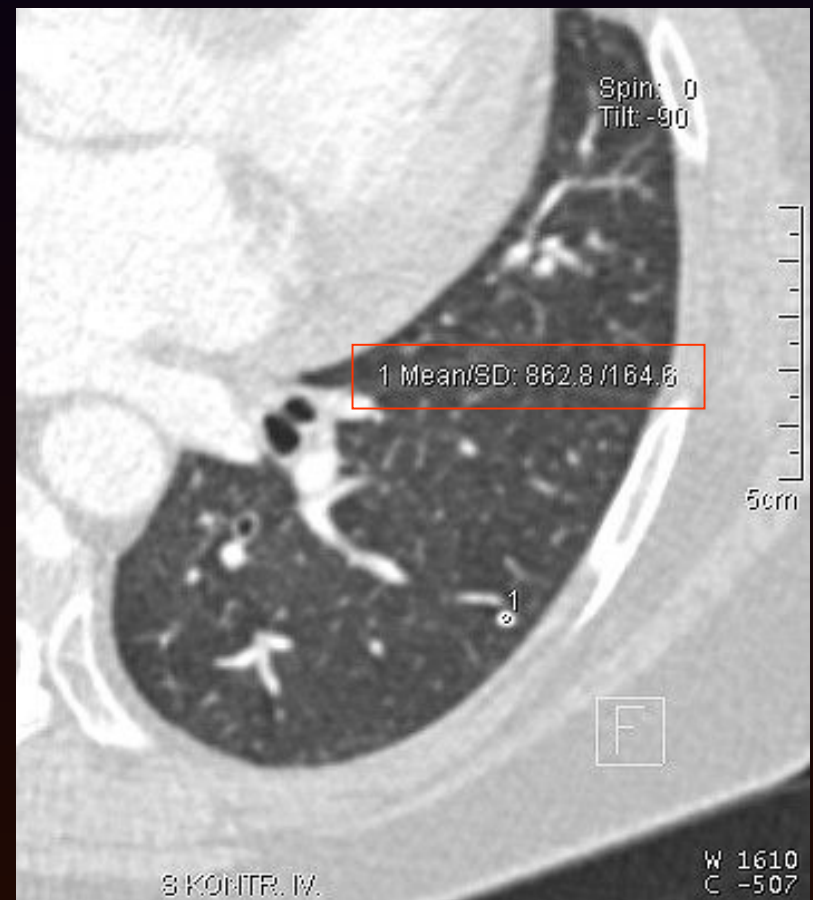
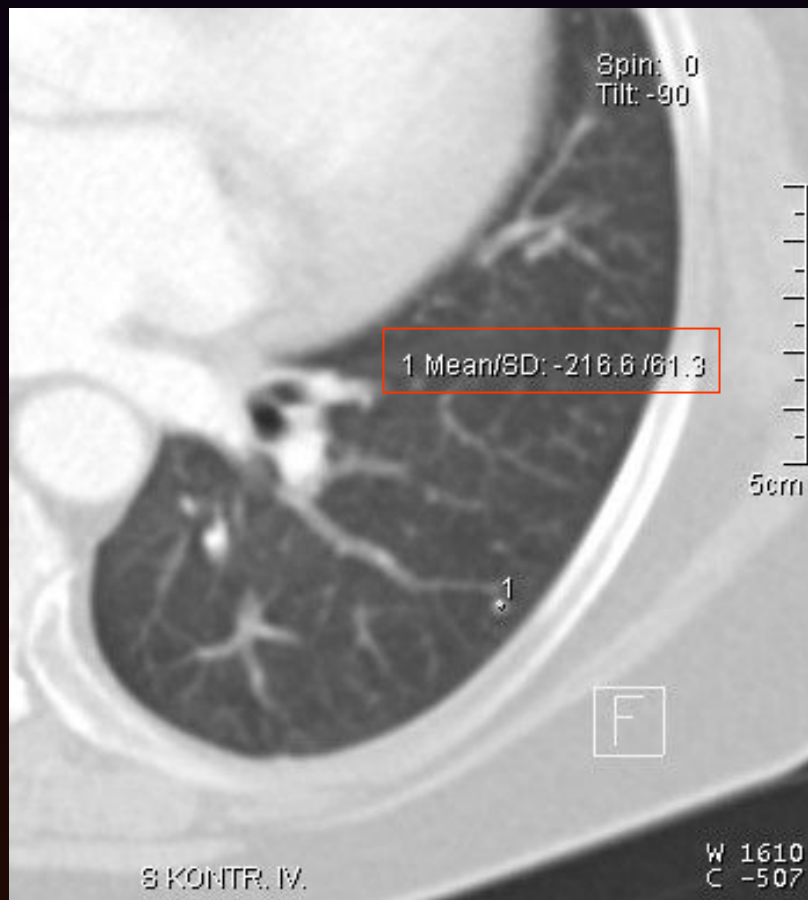
Krev

❖ (60,80) koagula, stáří hematomu



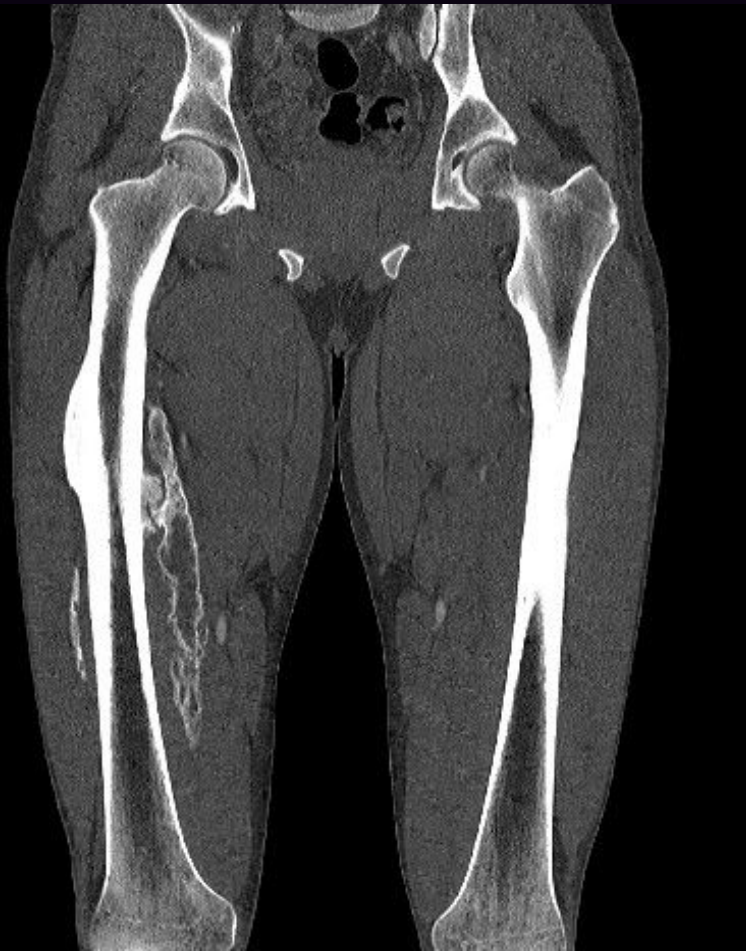
Kalcium

- ❖ (100, 1000) - záleží na formě vazby v tkáni a místní koncentraci, konvolučnímu kernelu



Kost

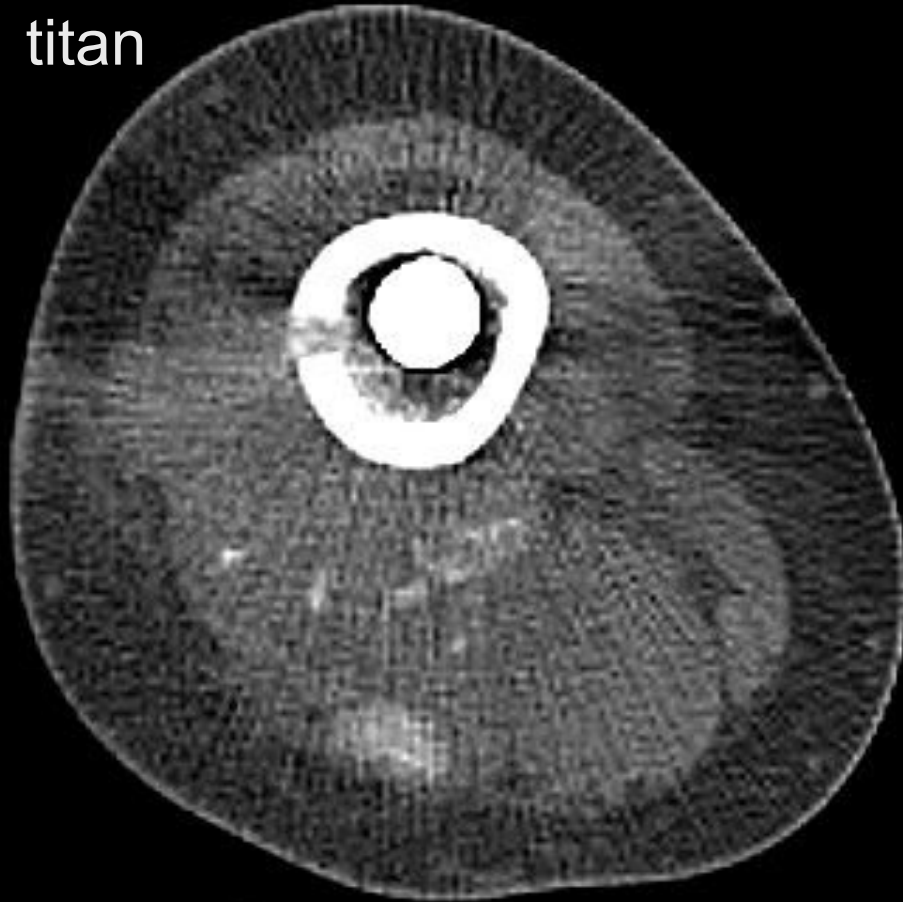
- ❖ Liší se kompakta a spongiosa



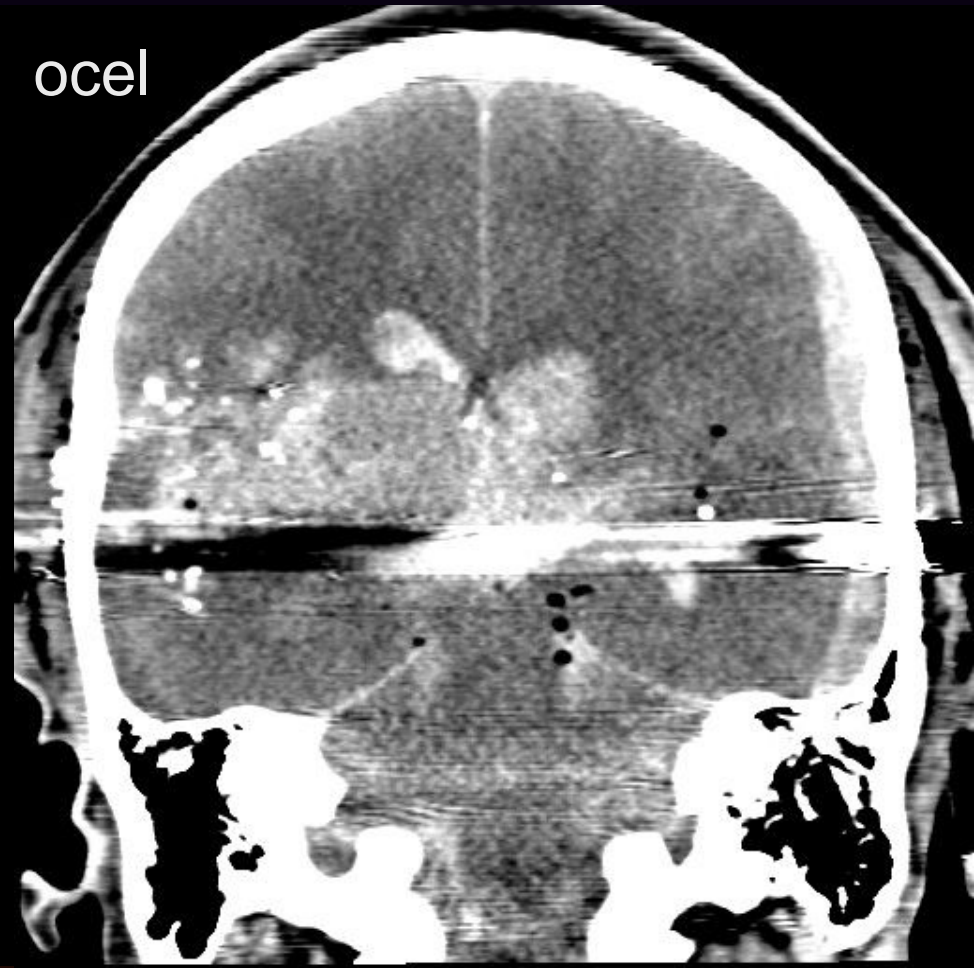
Kov

- ❖ Beam hardening artifact - záleží na at. čísle

titan



ocel



Jód

- ❖ nasycení jódem
 - ❖ 140 kV 20HU/mgI/ml; 80 kV 40HU/mgI/ml

140 kV

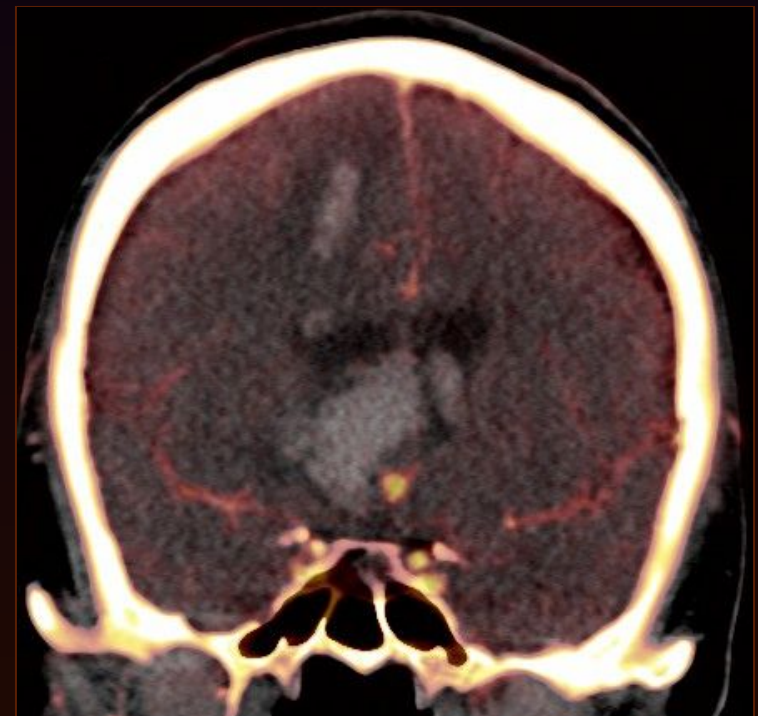
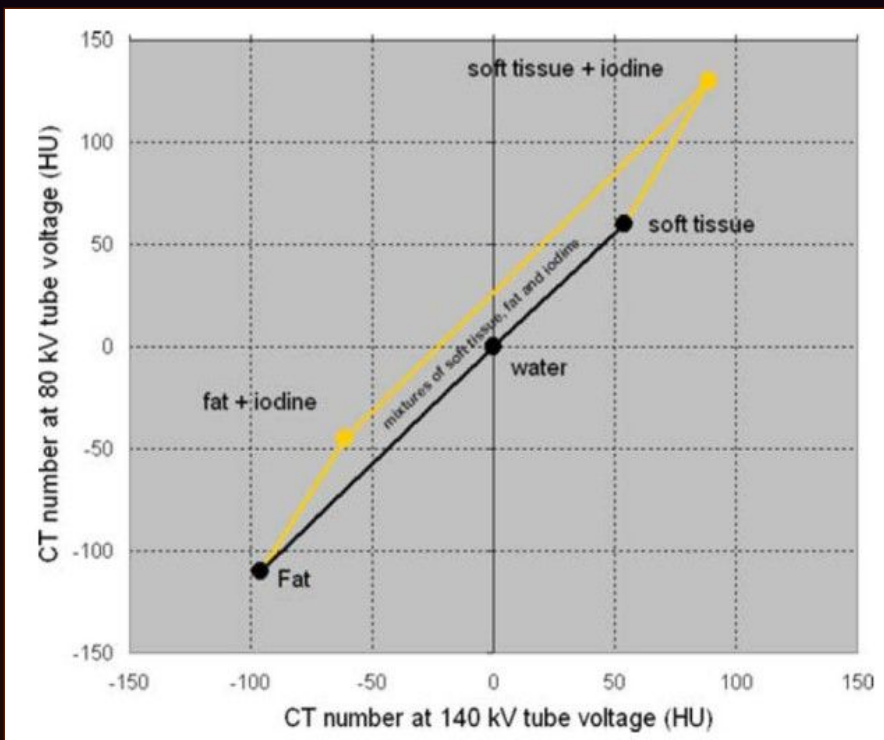
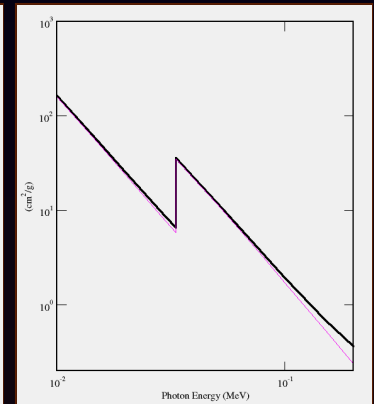
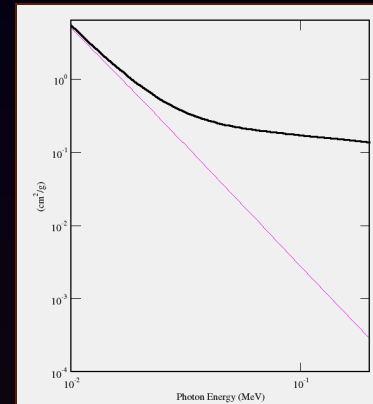


80 kV

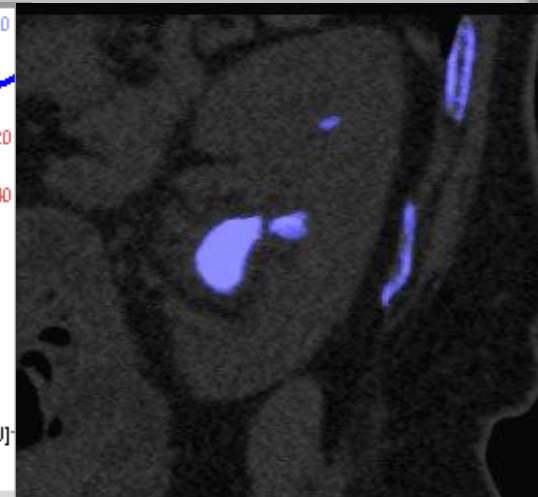
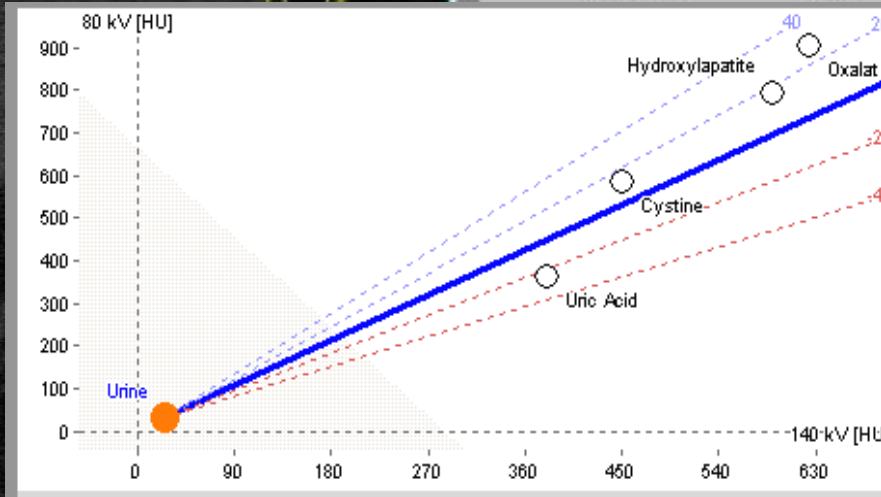
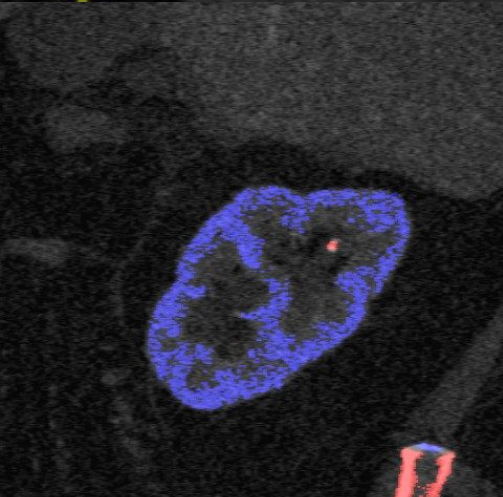
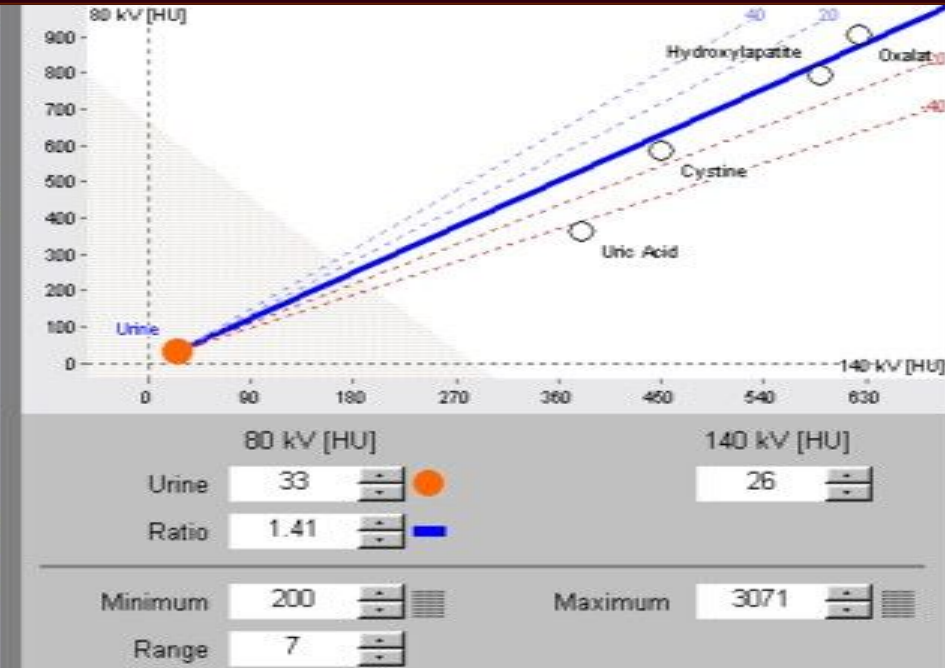
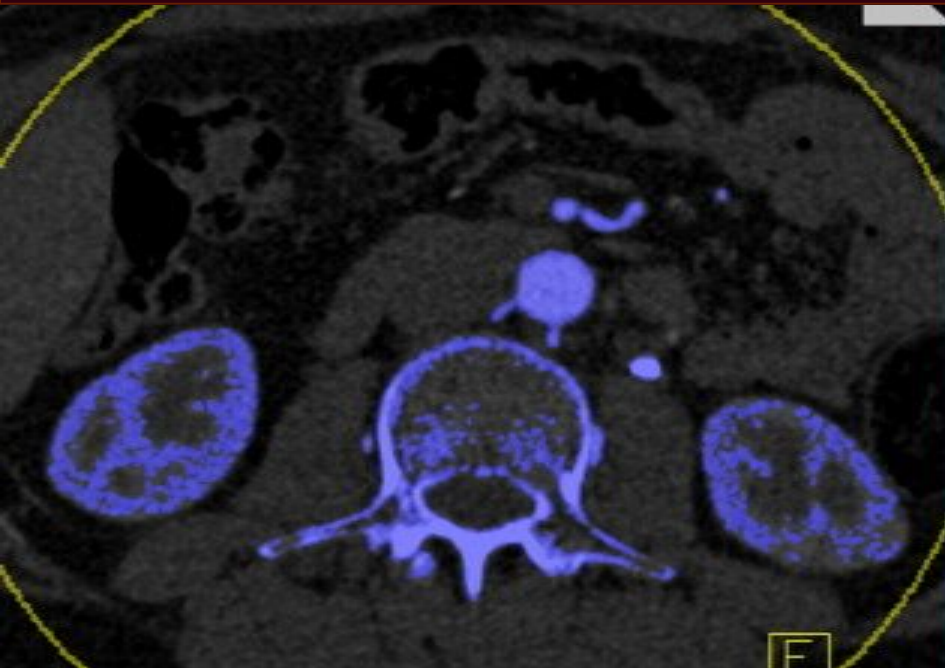


Skenování duální energií

- ❖ Rekonstrukce zobrazení
- ❖ Rozdíly absorpce 80/140 kV
 - ❖ Nejvyšší u jódu
 - ❖ Při 80 kV $10^4 \times \text{H}_2\text{O}$



Chemická analýza

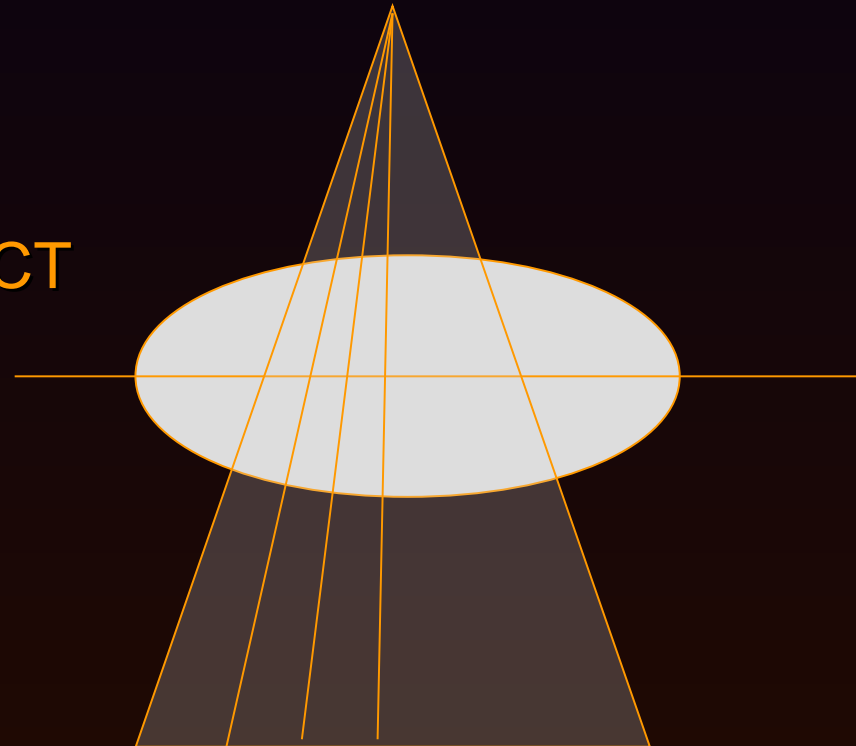


Lineární interpolace

- ❖ U spirální akvizice doplnění dat
- ❖ Použití analogie sinusoidy
- ❖ Vyplnění prázdného prostoru překlopením půlvln u posunu stolu se stoupáním s faktorem více než 1

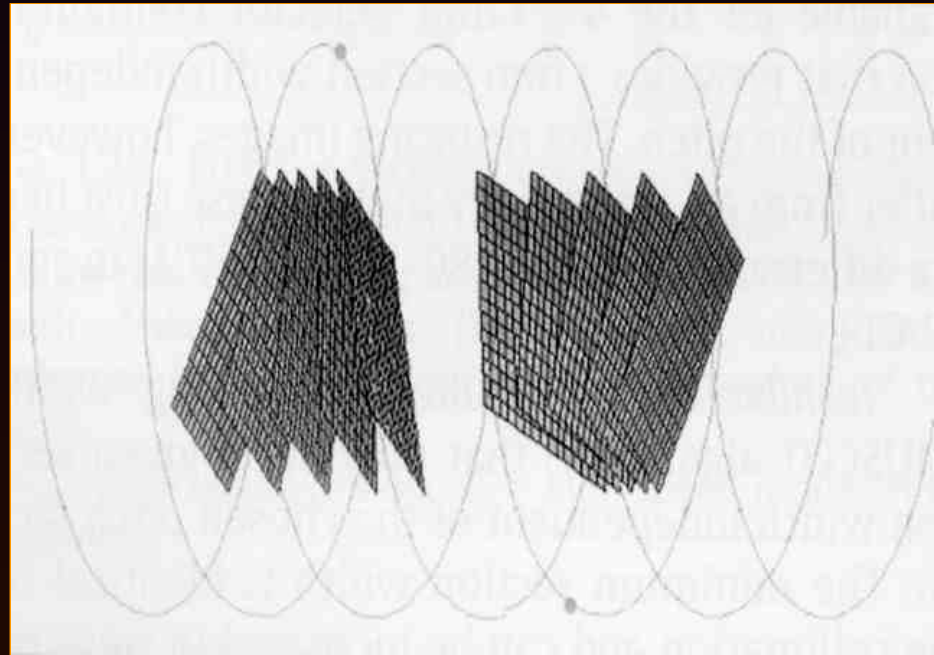
Cone beam rekonstrukce

- ❖ Zkreslení velikosti elementu
 - ❖ Čím větší úhel kolimace
 - ❖ Tím větší zkreslení periferního voxelu
- ❖ Nepřesnosti 3D pole dat
- ❖ Uplatňuje se od 8 řad
- ❖ Problémy
 - ❖ v komplementaci dat MDCT



Booklets

- ❖ Addaptive cone beam interpolation
- ❖ Angulované roviny tvoří tzv. knížečky
- ❖ Z jednotlivých knížeček
 - ❖ 3D model prostoru
 - ❖ Zpětná segmentace dat
 - ❖ Mřížkový model



Podle Thomase Flohra

Model prostoru

voxelové zobrazení

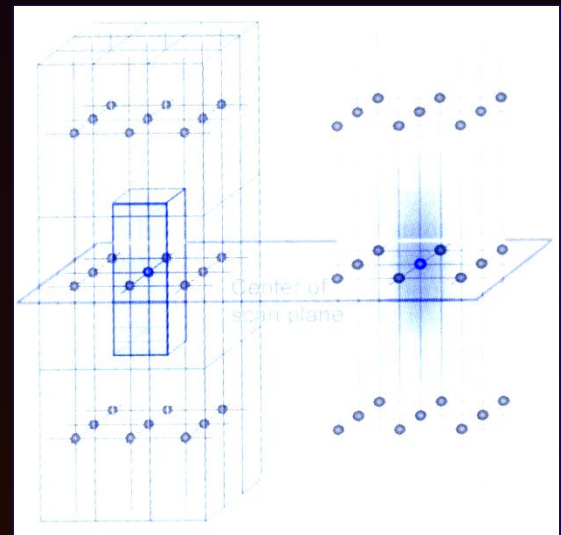
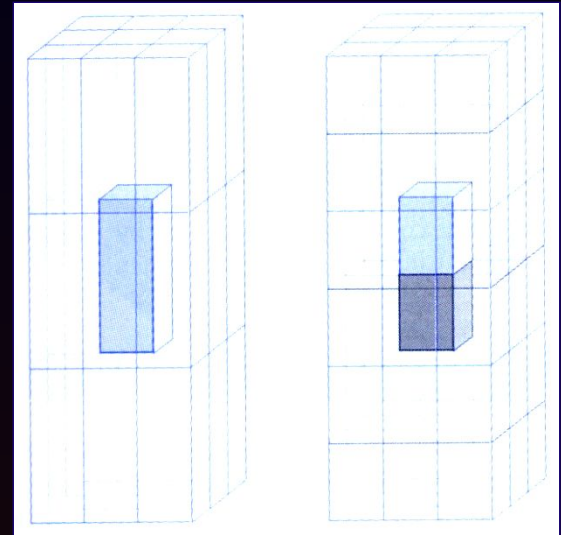
*založeno na překrývání jednotlivých vrstev
předpokládá obdélníkový profil vrstvy
prostorové rozlišení objektu až od 8 voxelů
od 1 mm^3*

Pro 2 – 4-DCT

mřížkové zobrazení

*předpokládá gaussovský profil z vrstvy
mřížka je proložena uzlovými body pixelů
prostorové rozlišení od jednoho voxelu
od 0.5 mm^3*

Pro 16-DCT



Zobrazení prostoru

❖ Izotropní prostor

- ❖ Rozlišení v libovolné orientaci totožné
- ❖ Voxel v ose Z má menší nebo rovnou délku hrany než v osách X a Y

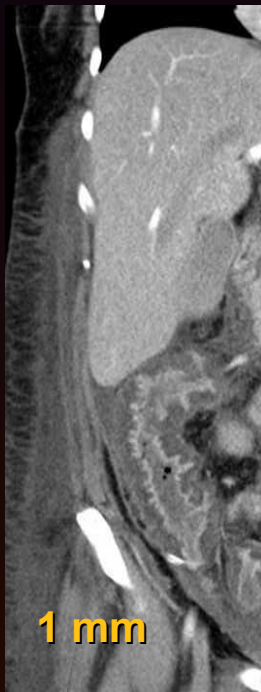
❖ Anizotropní prostor

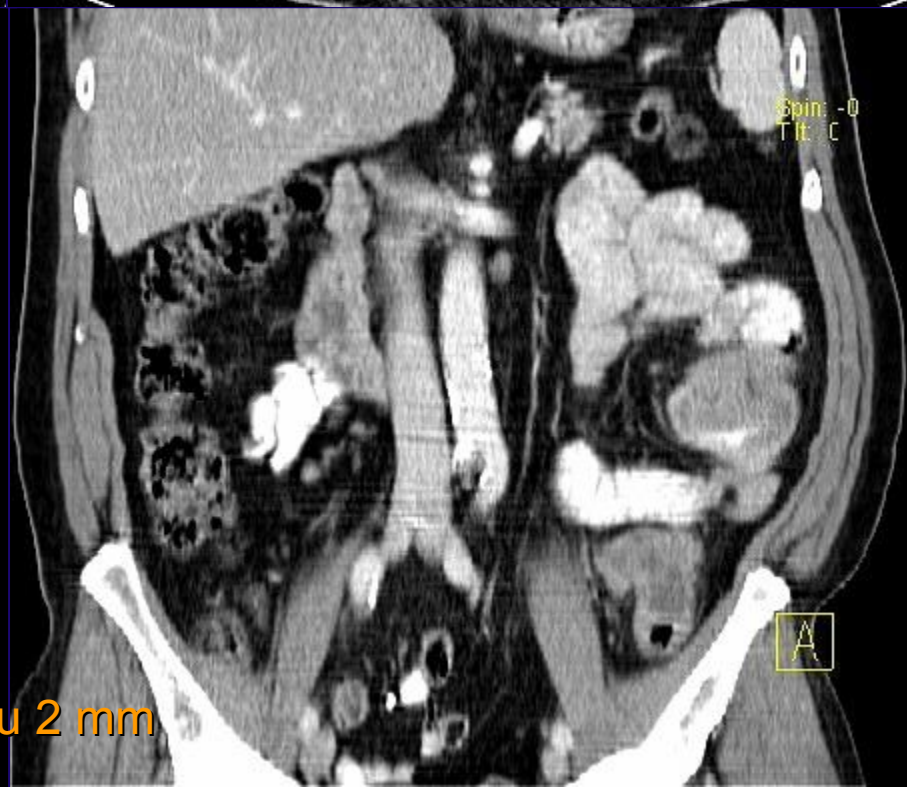
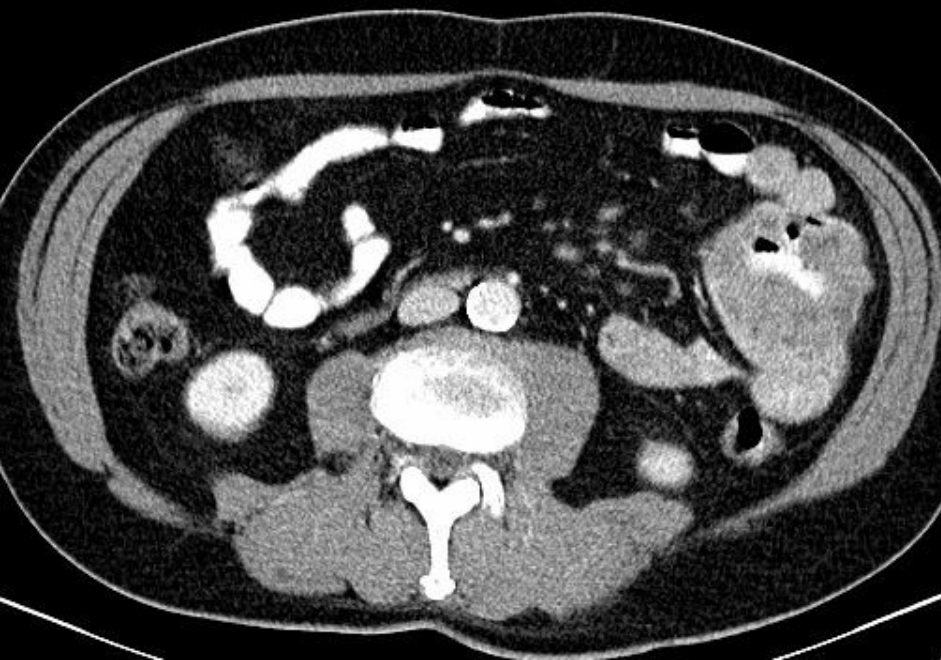
- ❖ Rozlišení nejlepší v rovině definované osami X a Y
- ❖ Voxel v ose Z má delší délku hrany než v osách X a Y

- ❖ Izotropní
- ❖ sub
- ❖ Zobraz
- ❖ hran
- ❖ Zobraz
- ❖ dlou



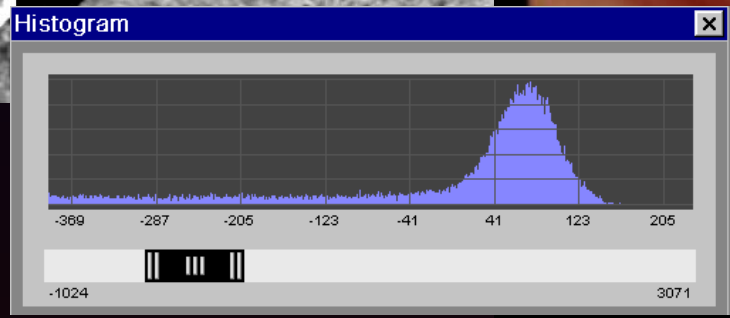
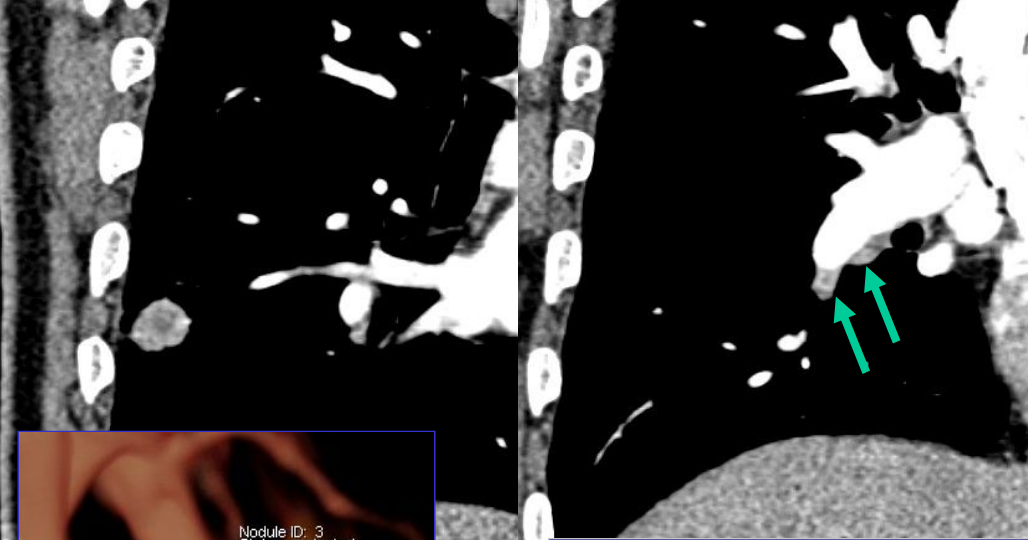
ě horší
m horší





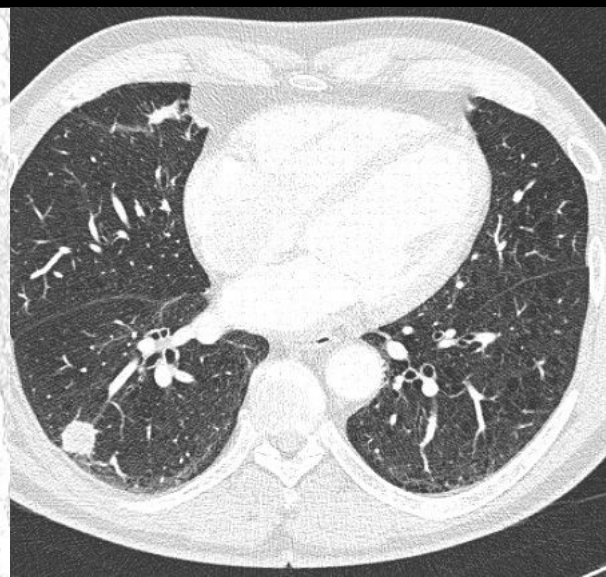
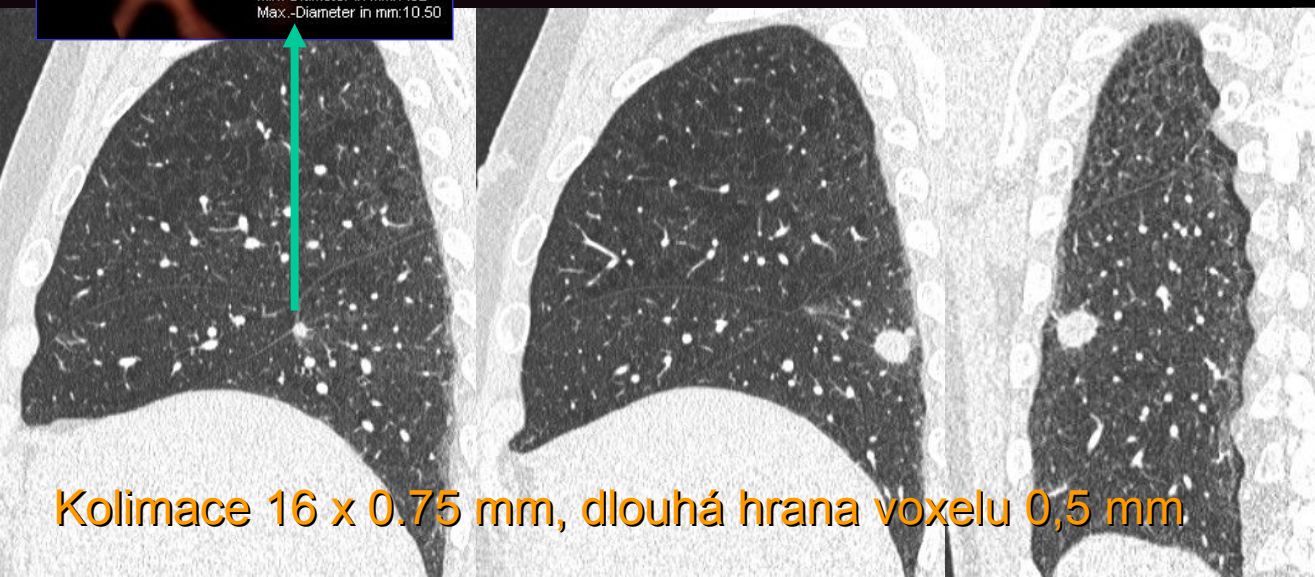
Kolimace 2 x 2,5 mm, dlouhá hrana voxelu 2 mm

Periferní malobuněčný karcinom,
dvě uzliny v hilu (jedna pozitivní při lobektomii na
přítomnost maligních buněk),
drobná metastáza v témže laloku, evaluace uzlu
kvantitativní a kvalitativní analýzou



Nodule ID: 2
Status:evaluated

Volume in cmm:1780.56
X-Diameter in mm:17.50
Y-Diameter in mm:18.20
Z-Diameter in mm:18.90
Min.-Diameter in mm:15.32
Max.-Diameter in mm:19.55



Kolimace 16 x 0.75 mm, dlouhá hrana voxelu 0,5 mm

Synchronizace s EKG

- ❖ Potlačení pulsačních artefaktů
- ❖ 4D zobrazení pulzačních pohybů
 - ❖ Zobrazení srdce
 - ❖ Zobrazení věnčitých tepen
 - ❖ Zobrazení aorty

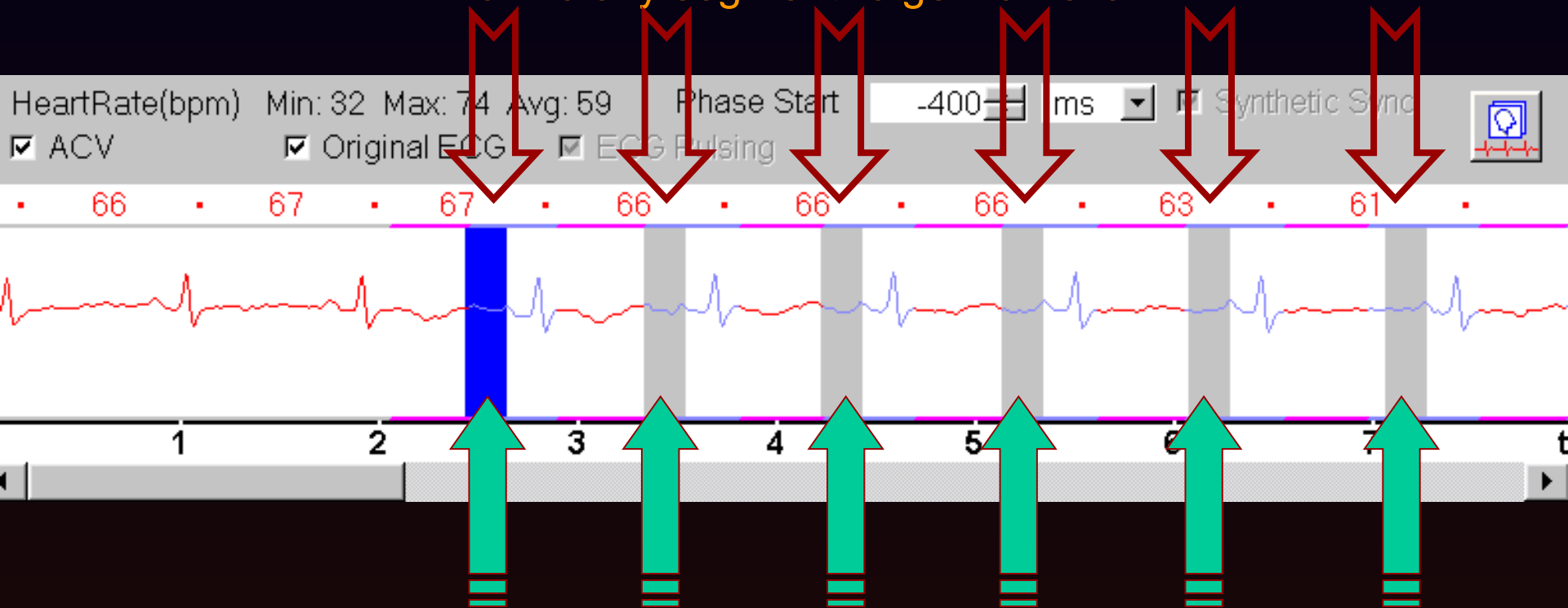


ECG triggering

spouštění expozice v nastavené fázi rytmu – zde telediastolická fáze

Stanoven pevně počáteční bod zapnutí expozice 400 ms před kmitem R EKG

Mimo zvolený segment retgenka nezáří



Rekonstrukce dat v nastavené fázi rytmu – zde telediastolická fáze

Stanoven pevně počáteční bod rekonstrukce 400 ms před kmitem R EKG

Expozice zapnuta kontinuálně během celého vyšetření

ECG gating