

# Radiodiagnostika

Tomáš Jůza

Biofyzikální ústav LF MU

KRNM FN Brno

2024



# Rentgenové záření

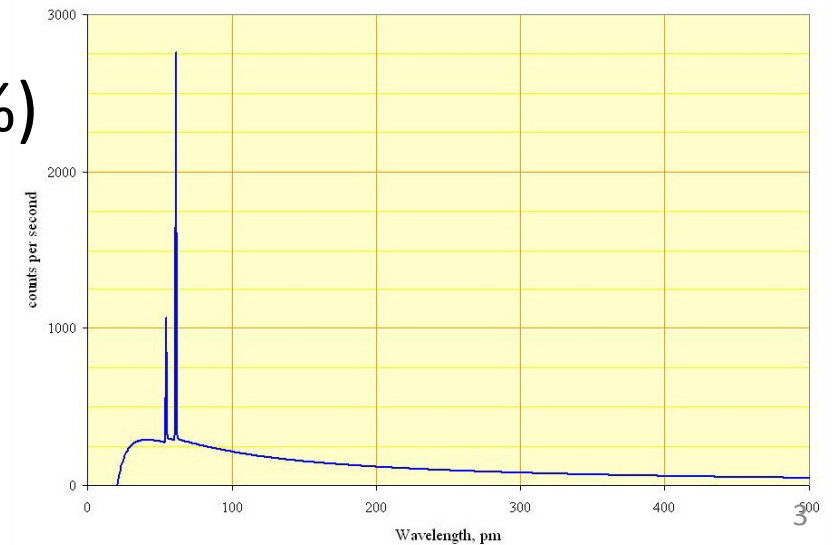
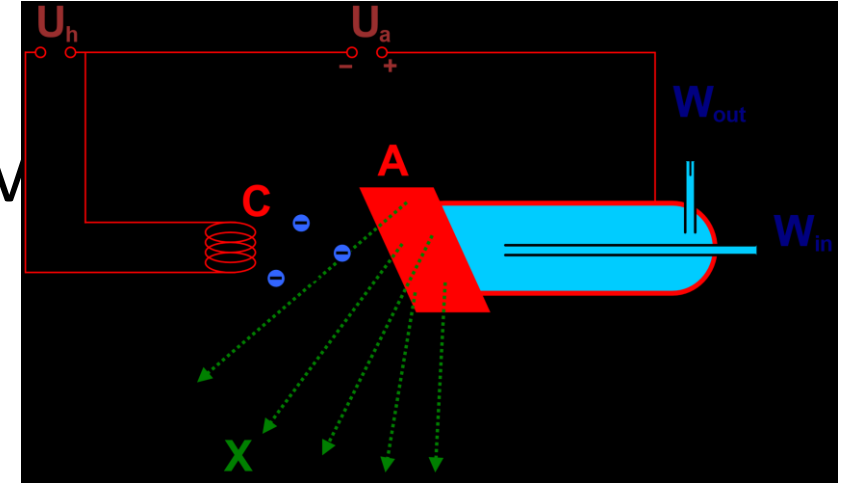
- Elektromagnetické záření o vlnové délce **10 nm–1 pm**
- Ionizující
- Fotony s energií **5–200 keV**
- Původ v elektronovém obalu
- Dva druhy dle energií
  - Měkké ( $\lambda = 10^{-8} - 10^{-10} \text{m}$ )
  - Tvrdé ( $\lambda = 10^{-10} - 10^{-12} \text{m}$ )



1895 Wilhelm Conrad Röntgen

# Rentgenka

- Vakuová trubice
- 2 elektrody pod vysokým napětím (20-180kV)
- Urychlené elektrony z katody
- Anoda: wolfram, molybden, měď...
- Chlazení
- Přeměna energie na teplo (99%) a X-ray (1%)
- Charakteristické a brzdné záření



# Rentgenka 2

- Energie záření dána energií elektronu – energie dána **napětím** mezi anodou a katodou ( $E_p = U \cdot e$ )
- Maximální možná energie fotonu RTG záření je dána touto energií elektronu ( $E = h \cdot f = U \cdot e$ )
- Intenzita záření (počet fotonů) dána **proudem** (počtem elektronů)
- Vzniklé záření může být dále **kolimováno** (tvorba rovnoběžného svazku) a částečně filtrováno (fotony o nízké energii nepřispívající k tvorbě obrazu) - **clony**

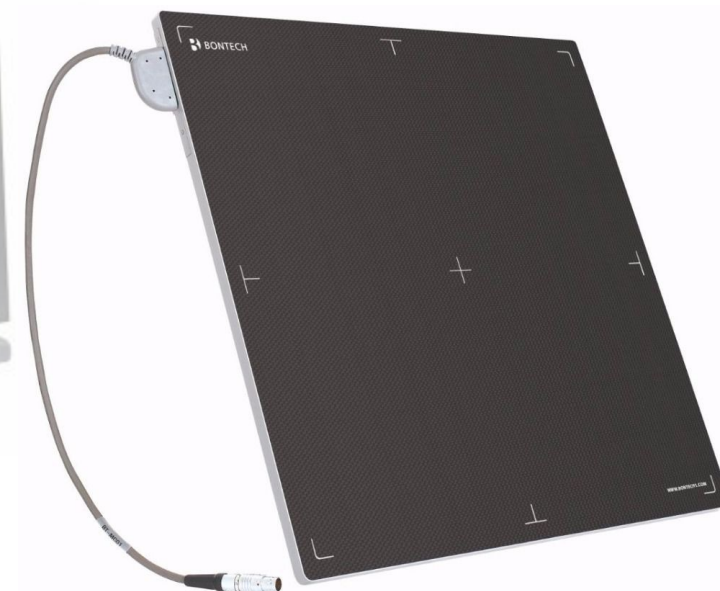
# Detekce rentgenového záření

- Fotografický film
- Fluorescenční stínítko
- Digitální záznam
  - Nepřímá digitalizace – fluorescence
  - Přímá digitalizace – polovodiče

- Osobní dozimetrie



<https://www.lekarske-pristroje.sk/p/572/negatoskop-led-ngp-11-slim-1-panelovy-nastenny>



<https://aumet.me/g-medcos/dr-x-ray-flat-panel-detector/p/1580>

# Princip vzniku rentgenového obrazu

- Záření pohlcováno materiály
- Vyšší protonové číslo – vyšší absorpce
- Vzduch-voda-kost-kov....
- Kontrastní látky
  - Pozitivní – jodové, baryové
  - Negativní – vzduch...

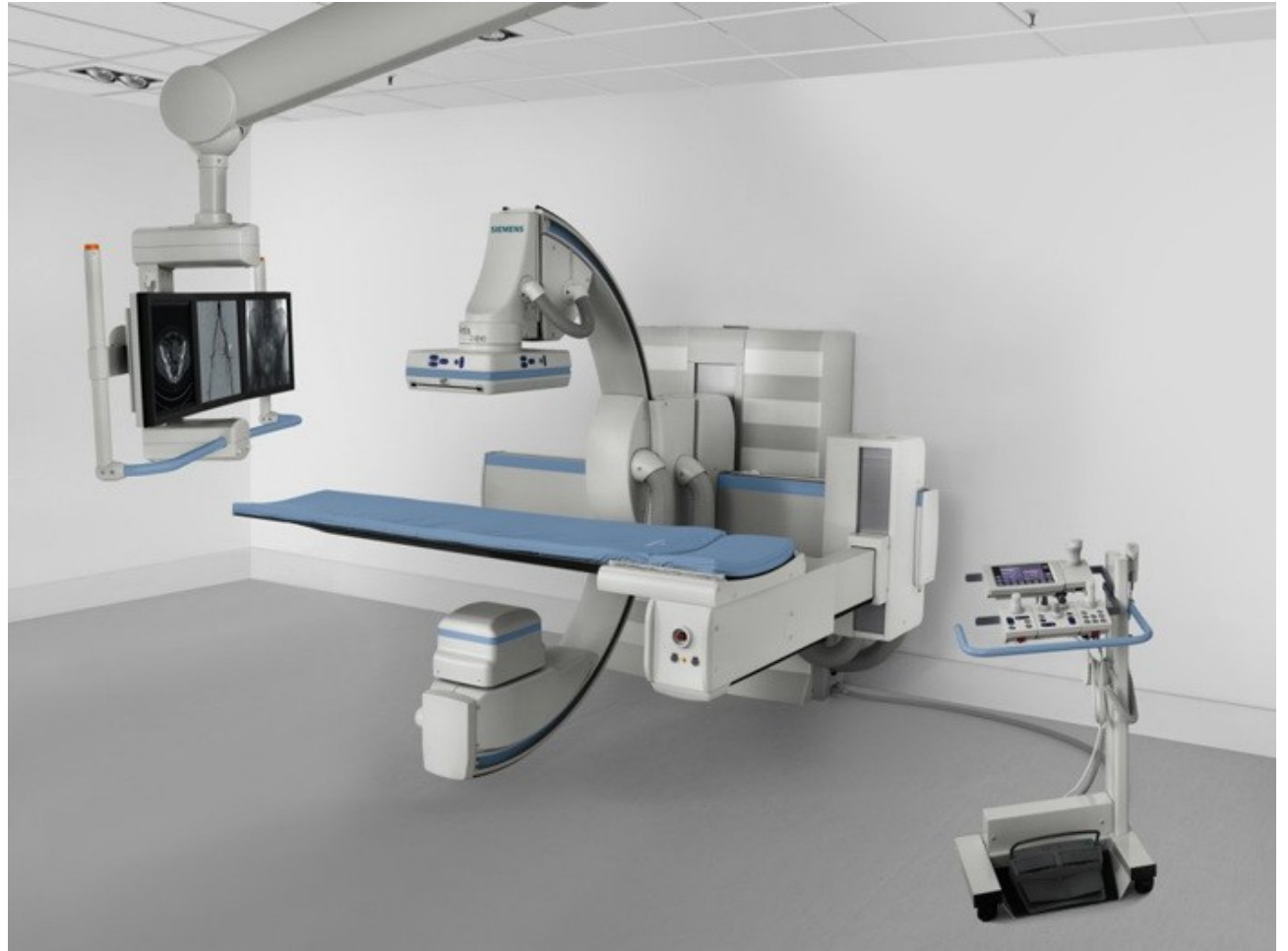


# „Planární radiografie“

## Sumační snímky

- Skiografie
- Skiaskopie
- Angiografie (DSA)
  
- (speciální podvarianty:  
zubní RTG, OPG,  
mamografie)

<http://www.fanavari.com/en/Product/item/Companies/Siemens%20Medical%20Imaging/Angiography/88/Artis%20Zee%20Multipurpose>



# Metody vyšetření

## Vyšetřovna


- Radiologický asistent (laborant)
- Standardizované projekce
- (2 na sebe kolmé projekce)
- Označení snímků

## Popisovna

- Lékař
- Žádanka -> popis

Příručka základních skiagrafických projekcí – RAIV  
(<http://www.rtg.kvalitne.cz>)

**42 Bederní páteř, předozadně**



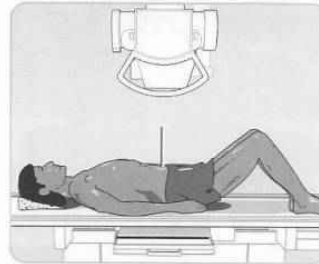
**Technické detaily:**

formát filmu	folie-zesil. faktor	Vzdál.OF	mřížka	ohnisko	kV	mAs	nebo	Expos. automat
20x40 <input type="checkbox"/>	400	115	ano	<input checked="" type="checkbox"/>	80	30	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>


**Poloha:** Poloha nznak. Ke snížení bederní lordózy pokrčte nohy a pokud je nezbytné, umístěte podložku pod kolena. Krytí gonád olovnatou ochranou (u mužů).

**Centrace:** Centrální paprsek zaměřen na střed bederní páteře na úrovni hrany lopaty kyčelní (crista illica).

**Kriteria zobrazení:** Krycí ploténky obratlových těl jsou kolmé k filmu. Transverzální výběžky a kost křížovou lze hodnotit.



**43 Bederní páteř, bočně**



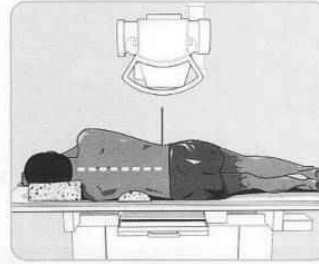
**Technické detaily:**

formát filmu	folie-zesil. faktor	Vzdál.OF	mřížka	ohnisko	kV	mAs	nebo	Expos. automat
20x40 <input type="checkbox"/>	400	115	ano	<input checked="" type="checkbox"/>	90	80	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

**Poloha:** Bočná poloha, nohy pokrčeny. Obě ruce nataženy vpřed. Pokud se páteř prohýbá, použijte podložky k vyrovnání tak, aby byla paralelně s povrchem stolu. Gonády chráníme olovnatou ochranou (u mužů).

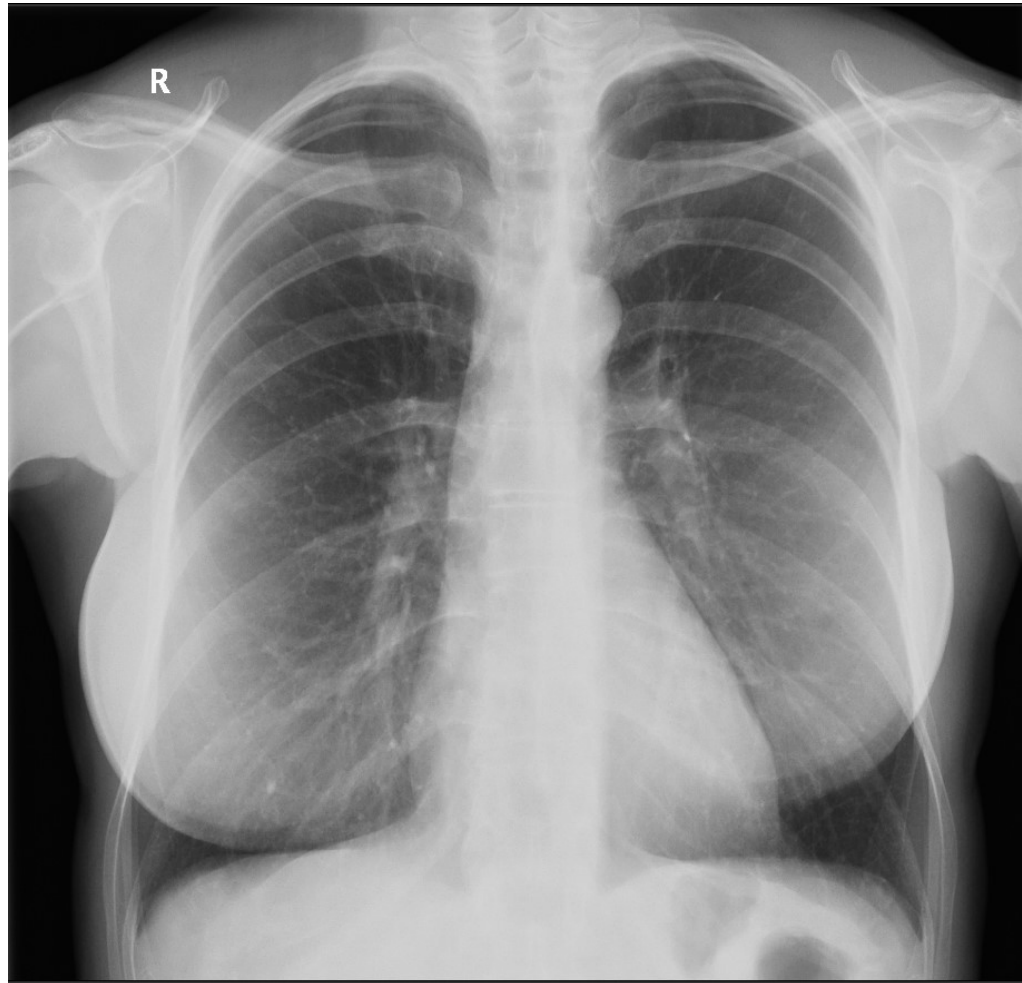
**Centrace:** Centrální paprsek směřuje kolmo 3cm nad hranu kyčle.

**Kriteria zobrazení:** Kompletní zobrazení bederní páteře. Pokud je nezbytné, použijte zvláštní expozici na dokonalejší zobrazení lumbo-sakrálního přechodu.

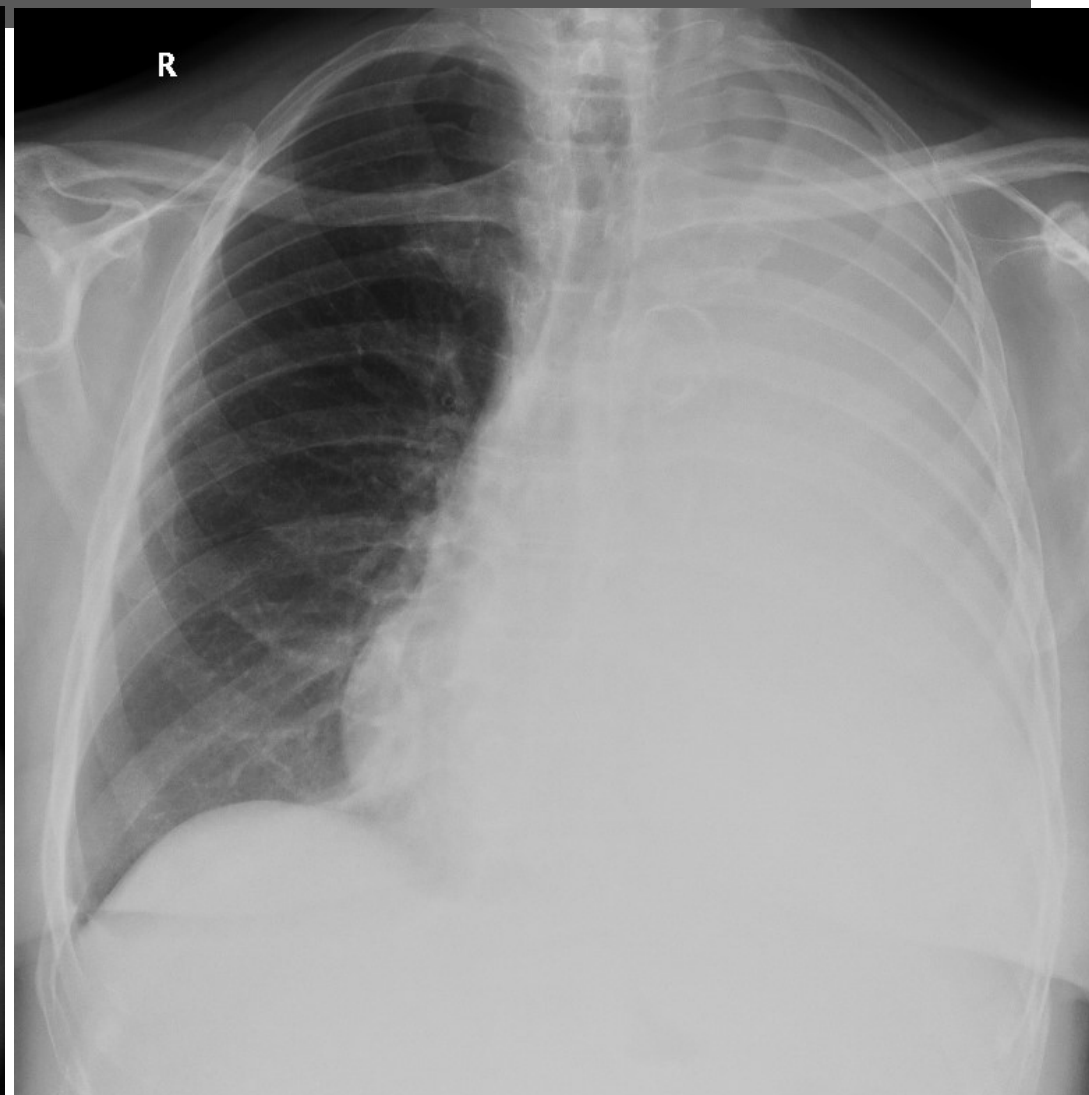
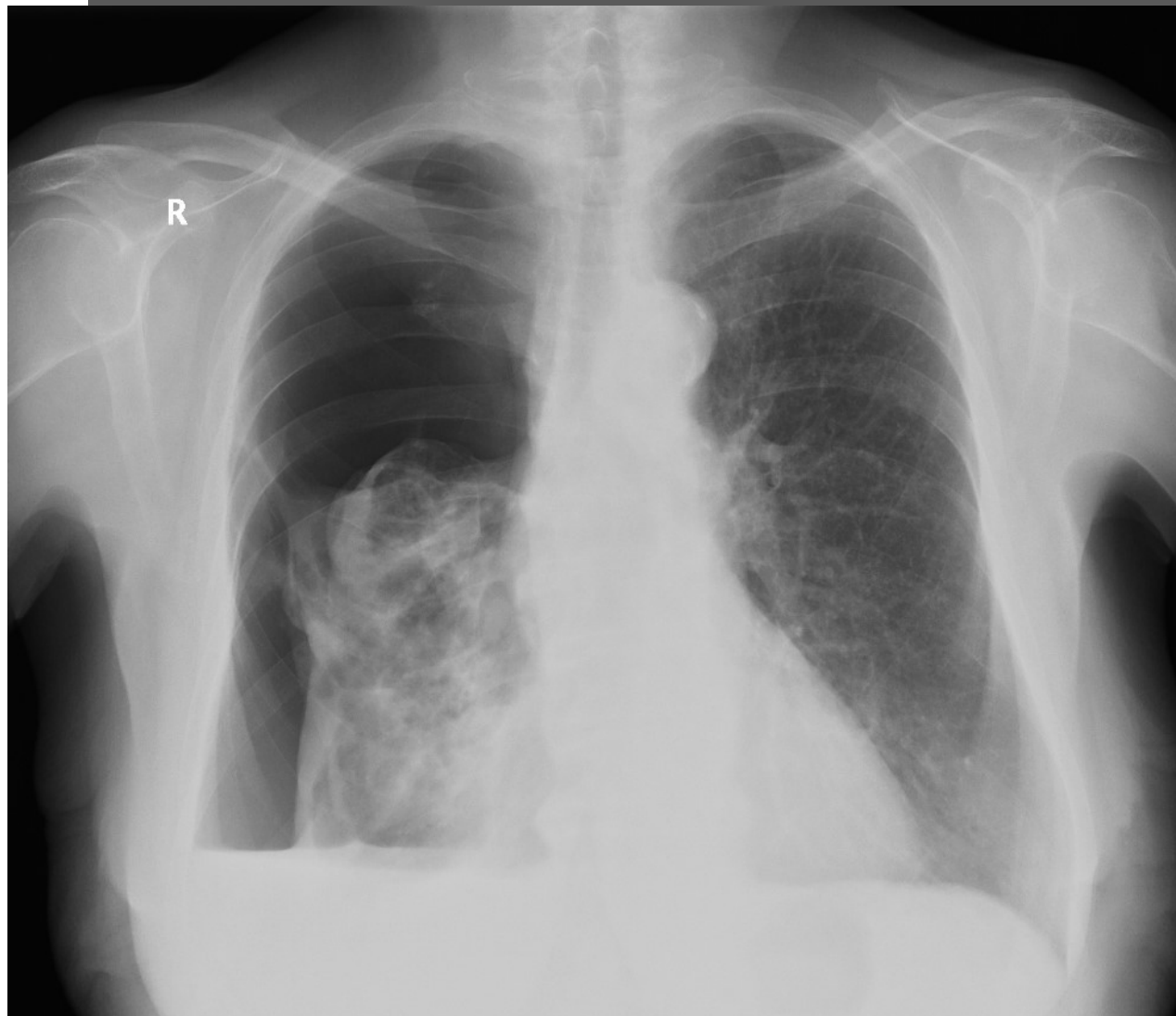




# Snímek hrudníku



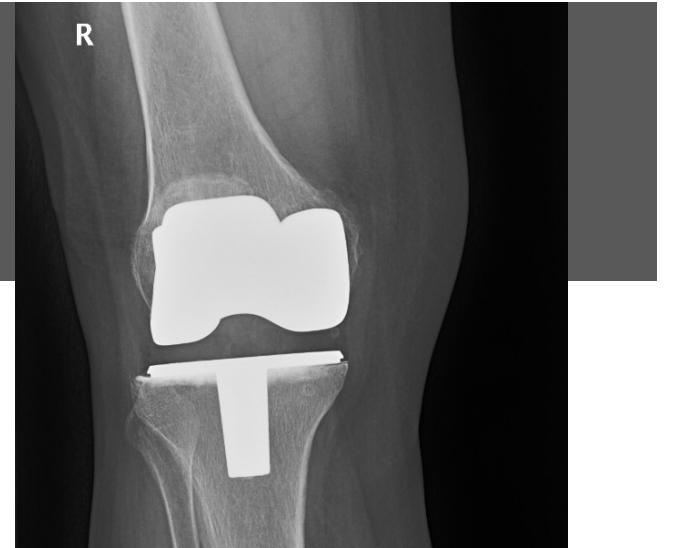
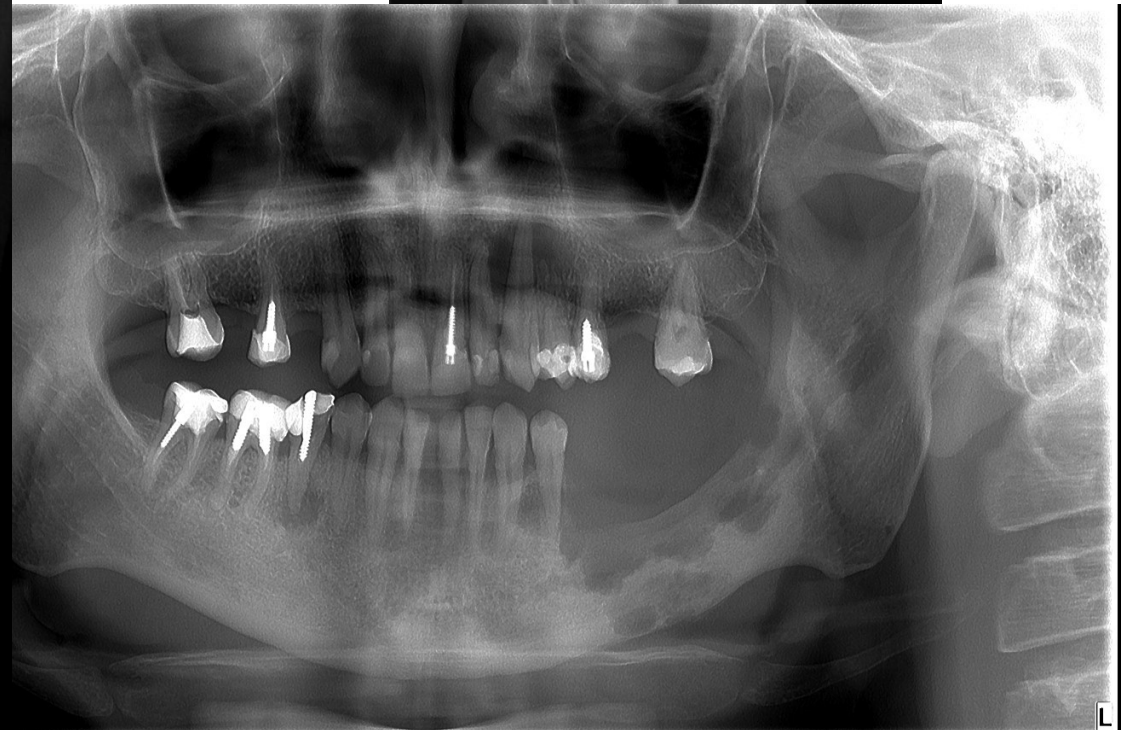
# Snímek hrudníku 2



# Snímek skeletu

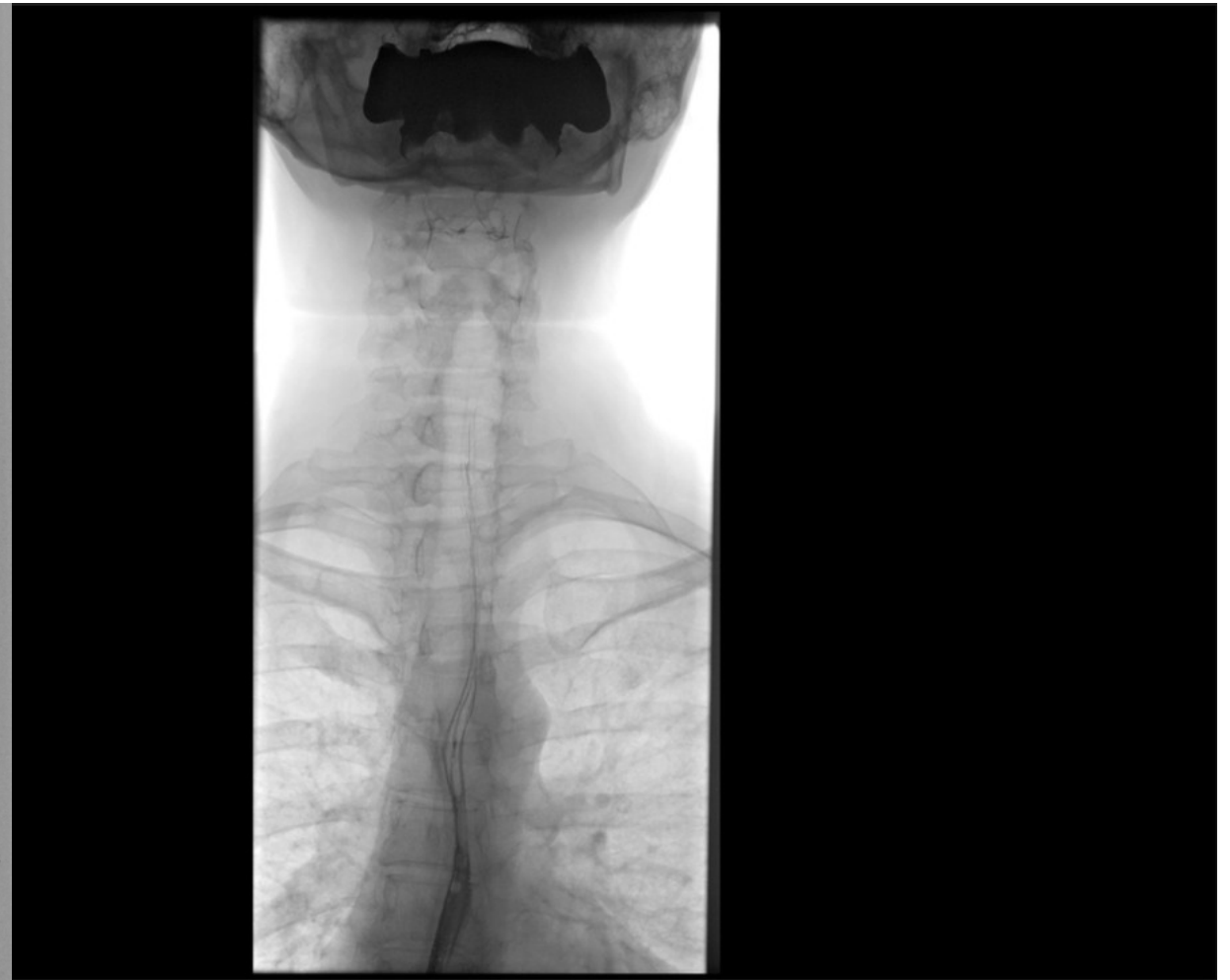


# Snímek skeletu 2

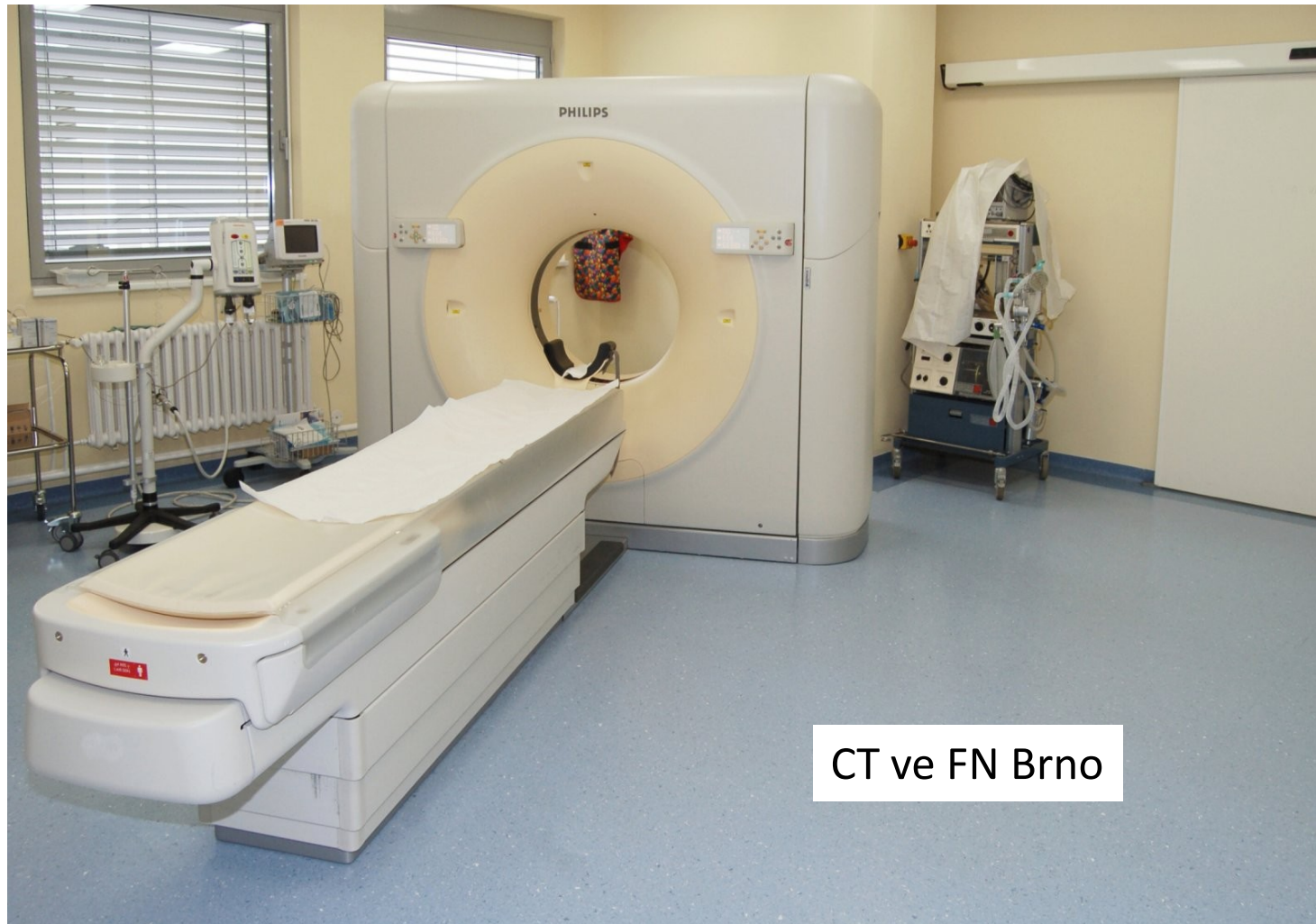


# DSA

## Skiaskopie



# Výpočetní tomografie - CT



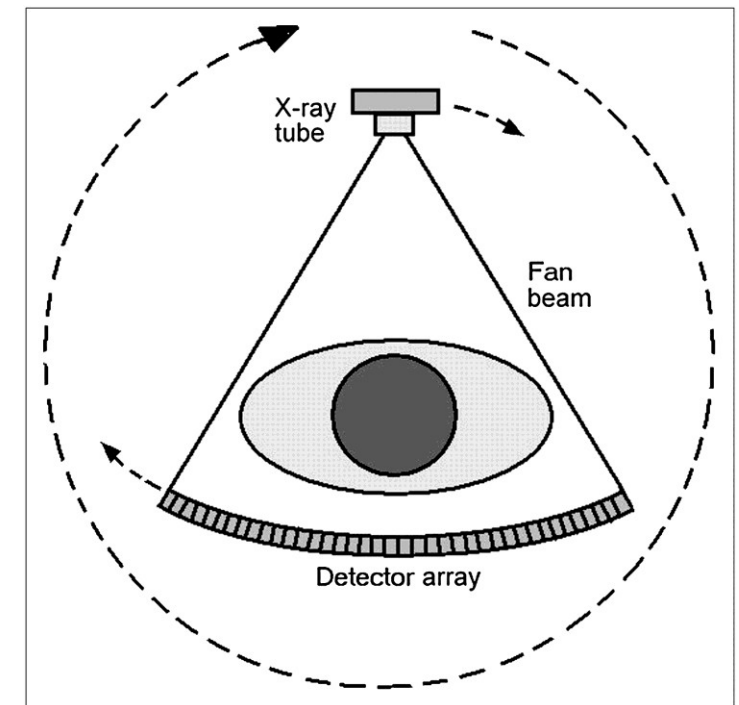
CT ve FN Brno

# CT – princip

- Měření absorpce RTG záření tkáněmi lidského těla v mnoha projekcích s následnou počítačovou rekonstrukcí obrazu
- Rentgenka a detektor synchronně rotují okolo vyšetřovaného objektu
- Fáze: skenovací, rekonstrukční a konverzní
- Řezy vyšetřovanou oblastí

1972 Sir Godfrey Newbold Hounsfield

[https://www.nobelprize.org/nobel\\_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-facts.html](https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/1979/hounsfield-facts.html)

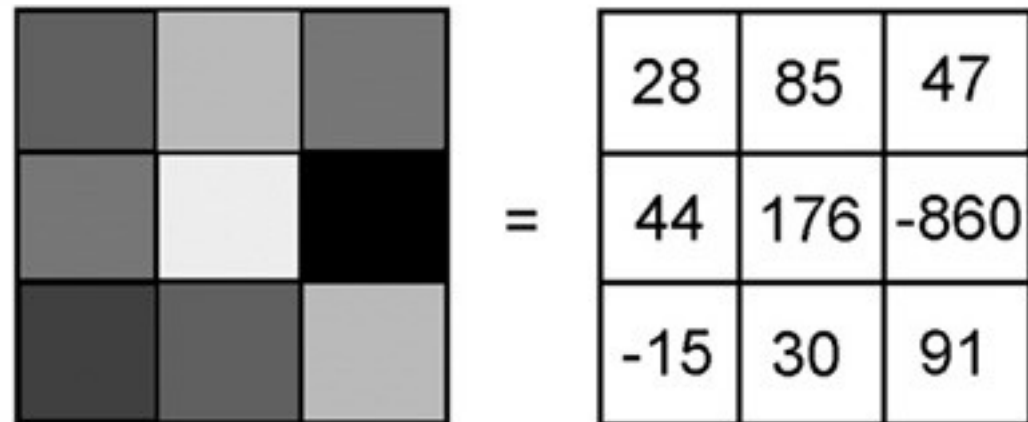


Goldman, L.W., 2007. Principles of CT and CT Technology. Journal of Nuclear Medicine Technology 35, 115–128. <https://doi.org/10.2967/jnmt.107.042978>

# CT – princip 2

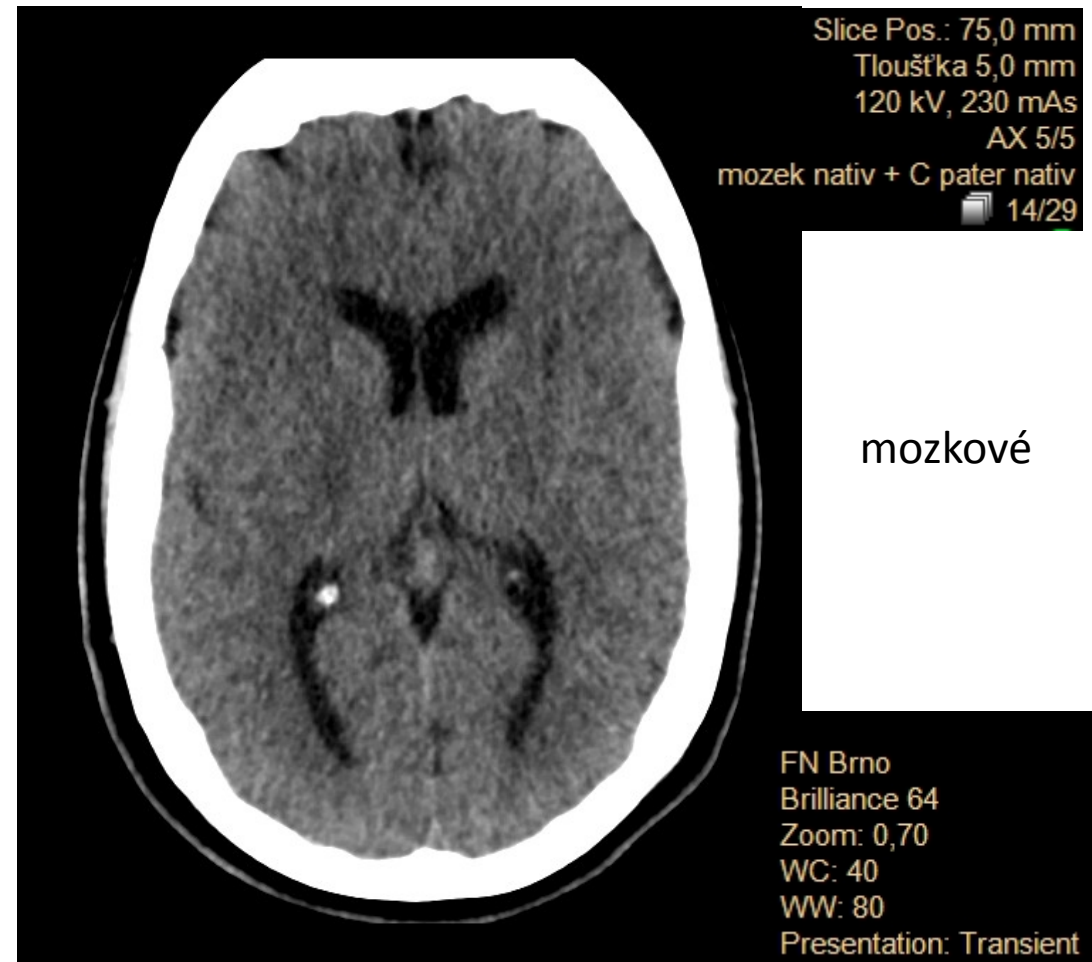
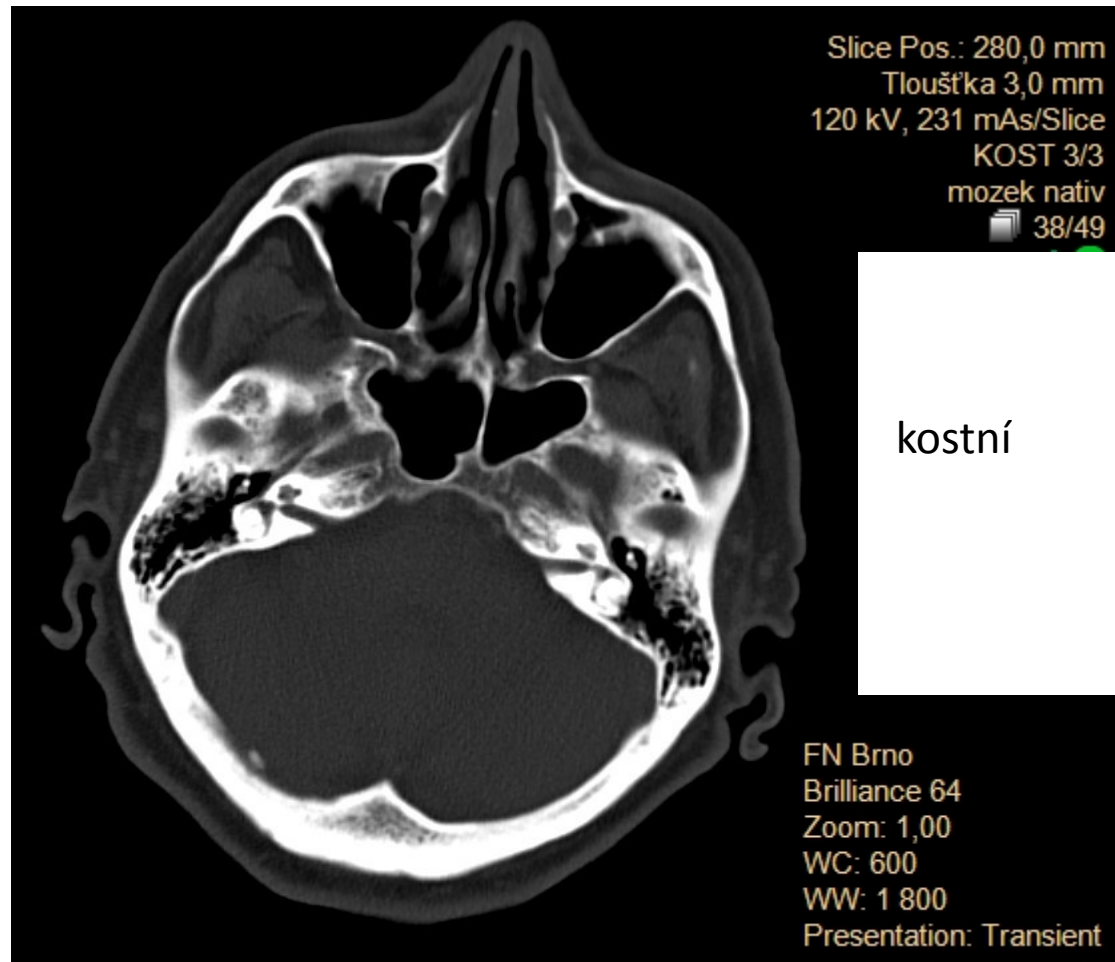
- 4 generace přístrojů
- Spirální (helikální) CT
- Multidetektorové CT
- Hounsfieldovy jednotky (HU)
  - Voda = 0 HU
  - Vzduch = -1000 HU
- Voxel
- Odstíny šedé

- CT okna
  - Kostní
  - Mozkové
  - Měkkotkáňové
  - Plicní
- Kontrastní látky

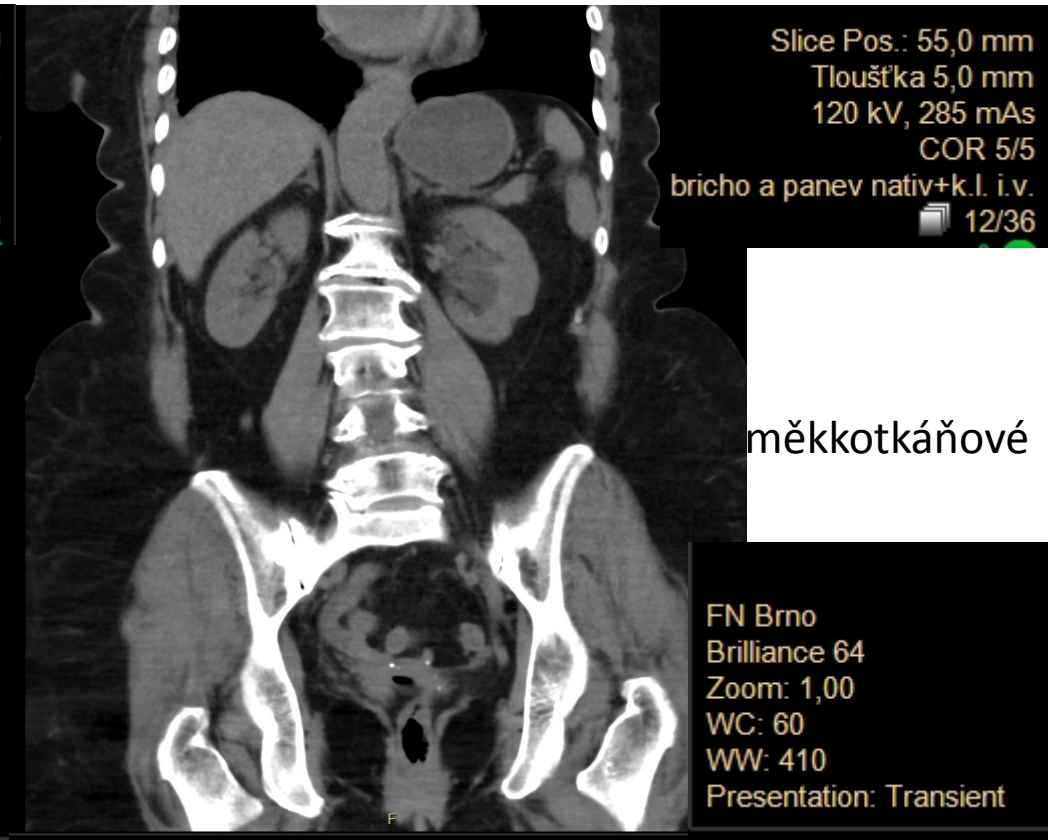
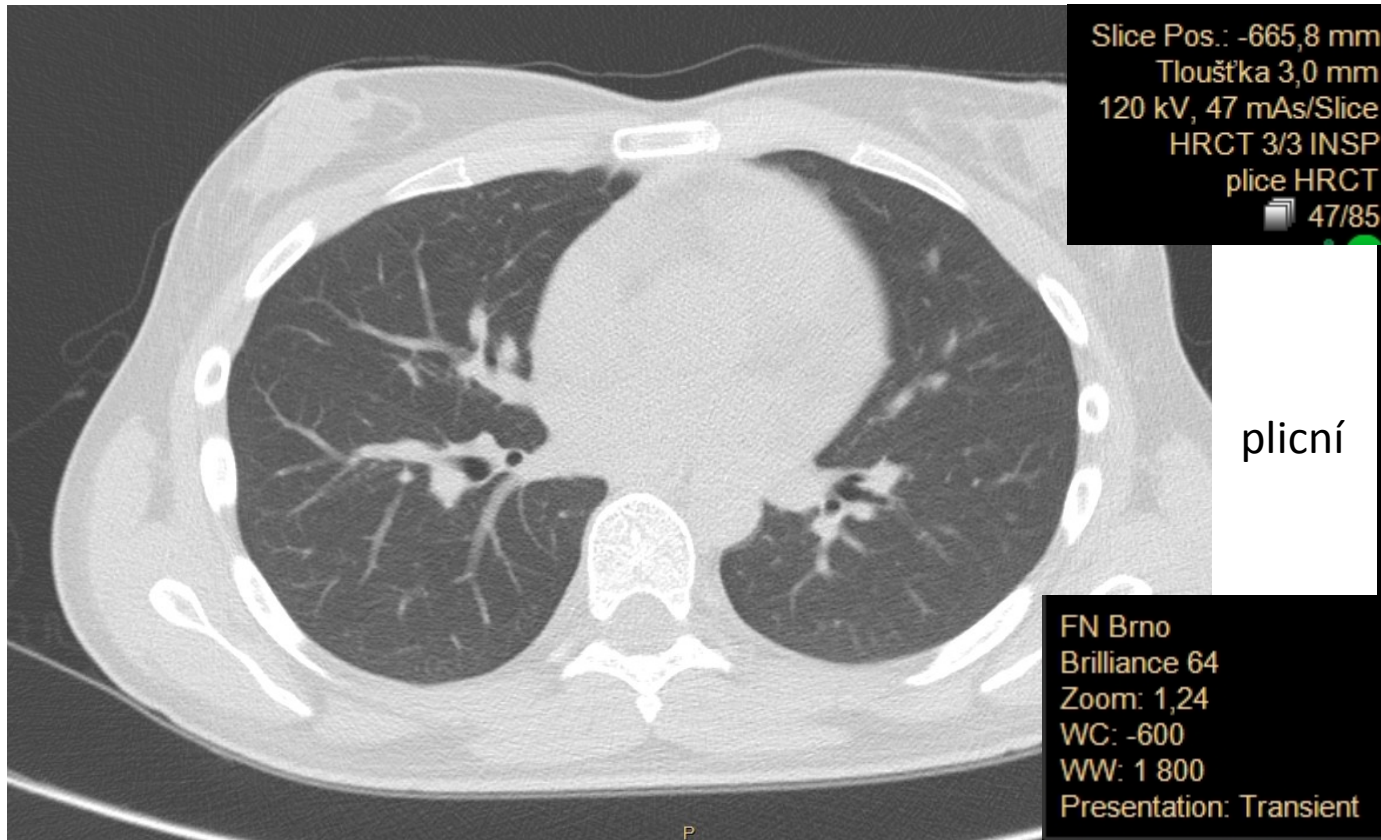




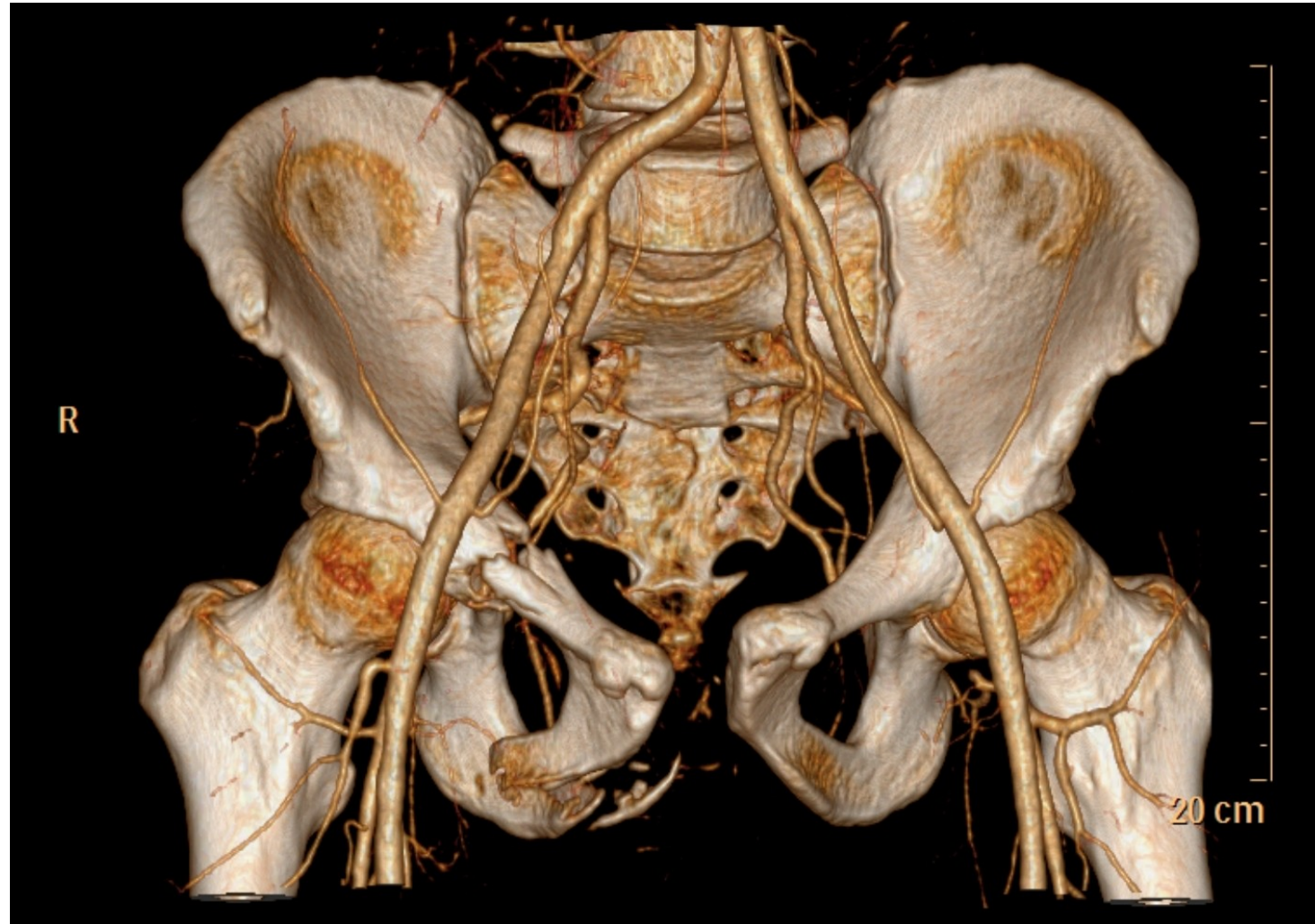
# CT okna



# CT okna 2

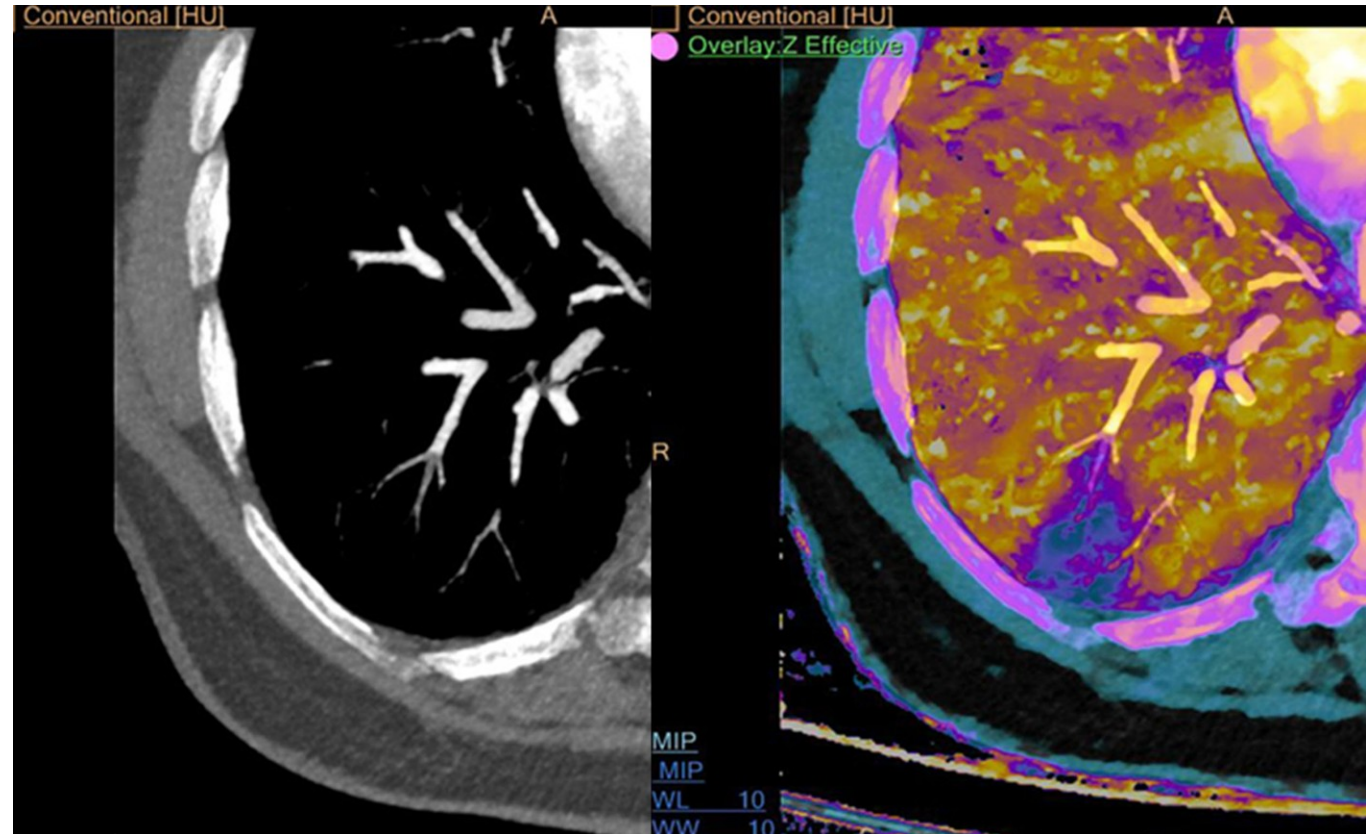


# CT rekonstrukce



# Spektrální CT

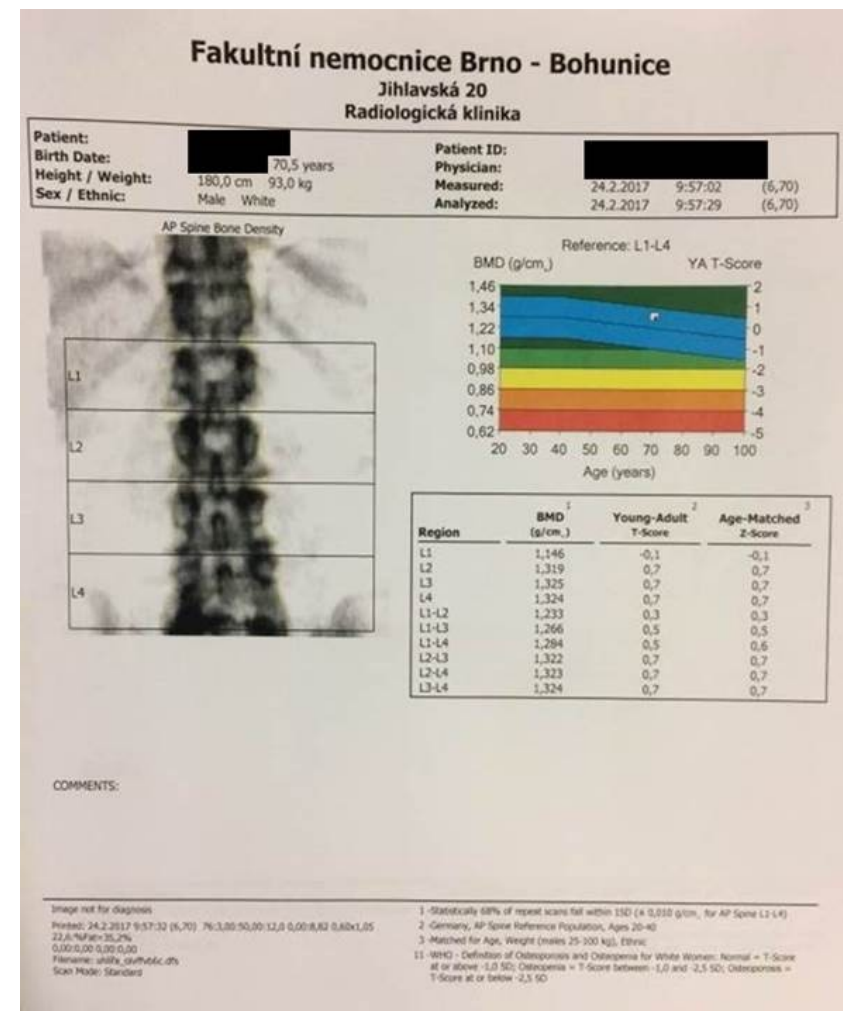
- Dual energy CT
- Dual source CT
- Dual layer CT
  - Spektrální obraz
  - Koncentrace materiálu
  - Efektivní atomové číslo
  - Filtrování kontrastní látky

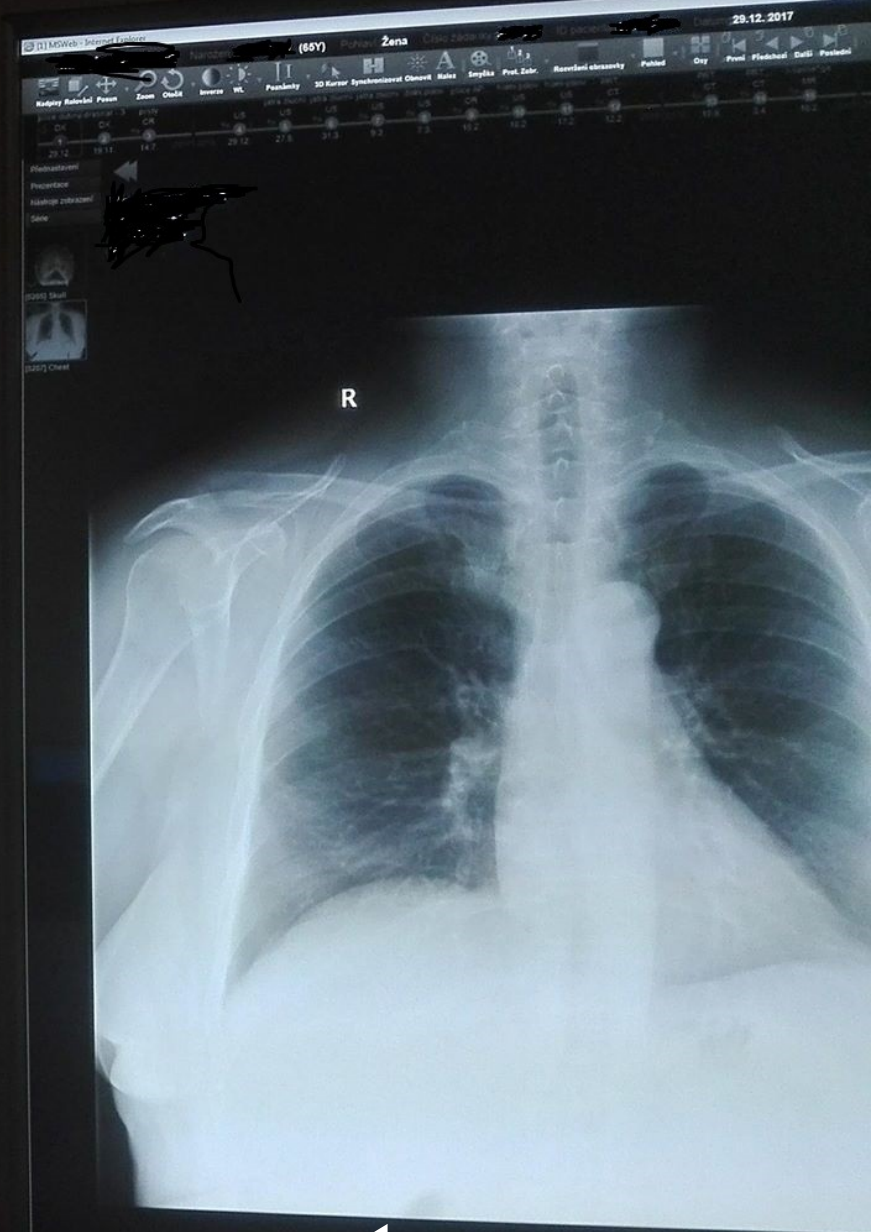
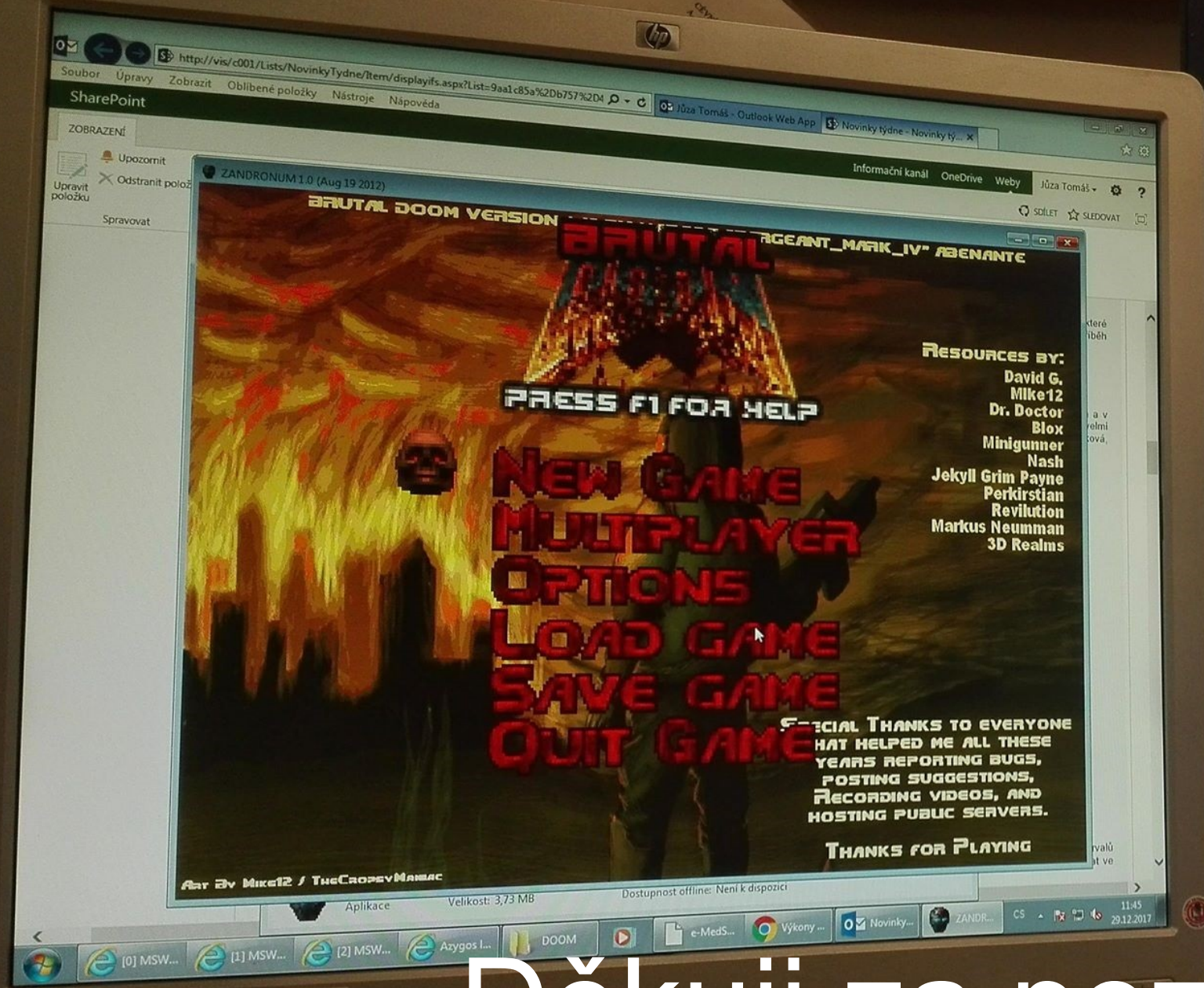


<https://www.philips.be/healthcare/product/HCNOCTN284/ion-spectral-ct>

# Rentgenová kostní denzitometrie

- Určuje hustotu minerálů v kosti
- Slabé RTG záření o dvou energiích





Děkuji za pozornost.

