

XXXIII.

VÝROČNÍ SJEZD
ČESKÉ KARDIOLOGICKÉ
SPOLEČNOSTI

Co limituje využití CT srdce a CT koronárních tepen v klinické praxi?

POHLED RADIOLOGA

MUDr. Theodor Adla

Pracoviště zobrazovacích metod, IKEM, Praha

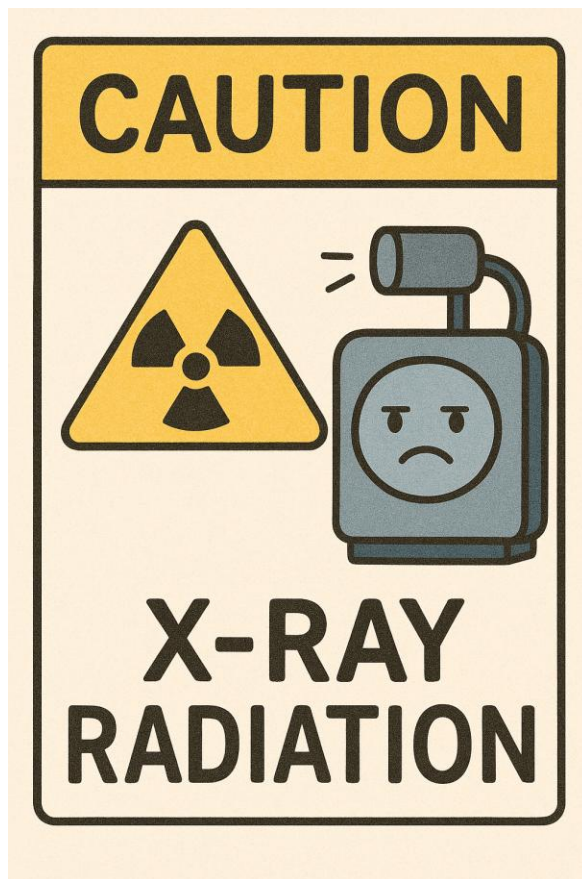
IKEM

CT srdce (není jen CT koronárních tepen)

- CT hrudníku bez EKG synchronizace bez KL / s KL
- CT s EKG synchronizací bez KL
 - Ca skóre koronárních tepen
 - Ca skóre aortální chlopně
- CT angiografie s EKG synchronizací
 - CT angiografie koronárních tepen pro vyloučení / potvrzení anomálie (bez / s předchozí SKG)
 - CT angiografie koronárních tepen pro zhodnocení stenóza a aterosklerotických změn u CCS
 - CT angiografie u ACS
 - CT angiografie po PCI
 - CT angiografie po CABG
- CT srdce před strukturálními intervencemi (TAVI, LAA, TMVI)
- CT s EKG synchronizací v žilní fázi
 - Koronární sinus
- CT s EKG synchronizací v arteriální i žilní fázi
 - Tromby a jiné expanze
- CT s EKG synchronizací v pozdní fázi (cca 5-7 min)
 - Pozdní nasycení myokardu (Late iodine enhancement, LIE)
 - Frakce objemu extracelulárního prostoru (Extracellular volume, ECV)
- CT perfúze myokardu

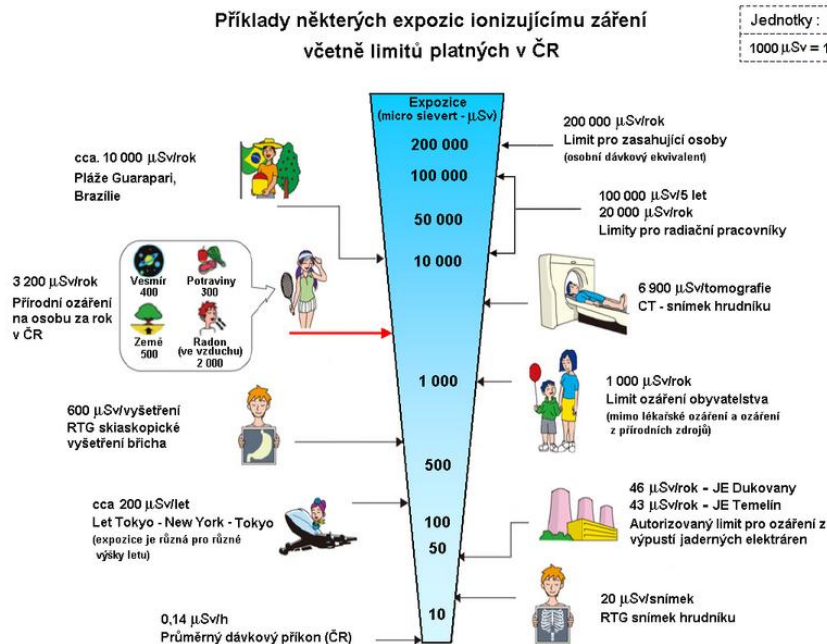
Oblasti možných limitů využití

- Radiační zátěž
- CT pracoviště
 - Technické limity přístroje
 - Dostupnost v čase a prostoru
 - Lokální expertíza
- Pacient/ka
- Indikující lékař/ka



Radiační zátěž – Rizika

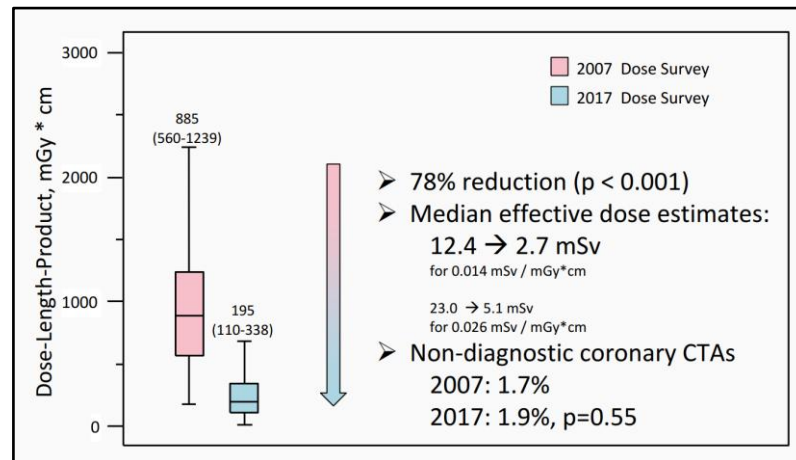
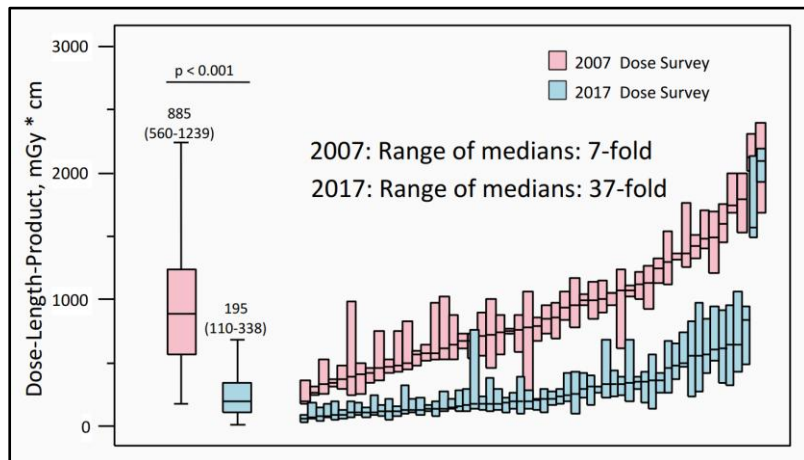
- Účinky záření na buňku
 - Smrt buňky
 - Změna cytogenetické informace
- Tkáně
 - Různá radiosenzitivita
- Vztah dávky a účinku
 - Deterministické účinky (prahové) – smrt ozářených buněk
 - Časné (akutní nemoc z ozáření, poškození fertility ...)
 - Pozdní (zákal oční čočky, chronická radiodermatitida, ...)
 - Stochastické účinky (bezprahové) – změna genetické informace, roste pravděpodobnost
 - Zhoubné nádory
 - Genetické účinky na potomstvo



- CTDIvol (Computed Tomography Dose Index Volume)
 - objemový kermový (dávkový) index výpočetní tomografie [mGy]
 - představuje dávku na jeden řez (zjednodušeně „hustotu“ skenování každého řezu)
- SSDE (Size-Specific Dose Estimate)
 - CTDIvol korigovaná na reálnou velikost pacienta pomocí konverzních faktorů [mGy]
 - Bez korekce na citlivost jednotlivých ozářených tkání
- DLP (Dose Length Product)
 - součin CTDIvol a délky skenu [mGy*cm]
 - CTDIvol integrovaná přes celý skenovaný objem
- ED (Efektivní dávka)
 - Vyjadřuje biologické riziko z expozice radiaci [mSv]
 - Stanovuje se ve vztahu k ozářeným tkáním pomocí váhových faktorů (k)
 - $ED = k * DLP$
 - Konverzní faktory stanoveny i pro celá vyšetření
 - Pro CT srdce historicky $k = 0,014 - 0,030 \text{ mSv/mGy*cm}$, v současnosti doporučovaný 0,026

Radiační zátěž – Vývoj

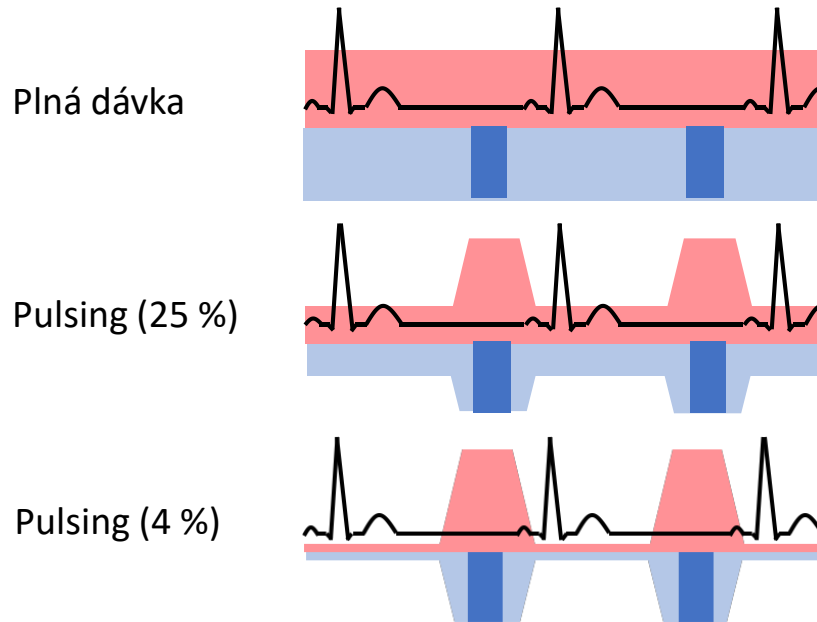
- Postupný pokles radiační zátěže
- PROTECTION VI



Radiační zátěž – Možnosti snížení při skenování srdce

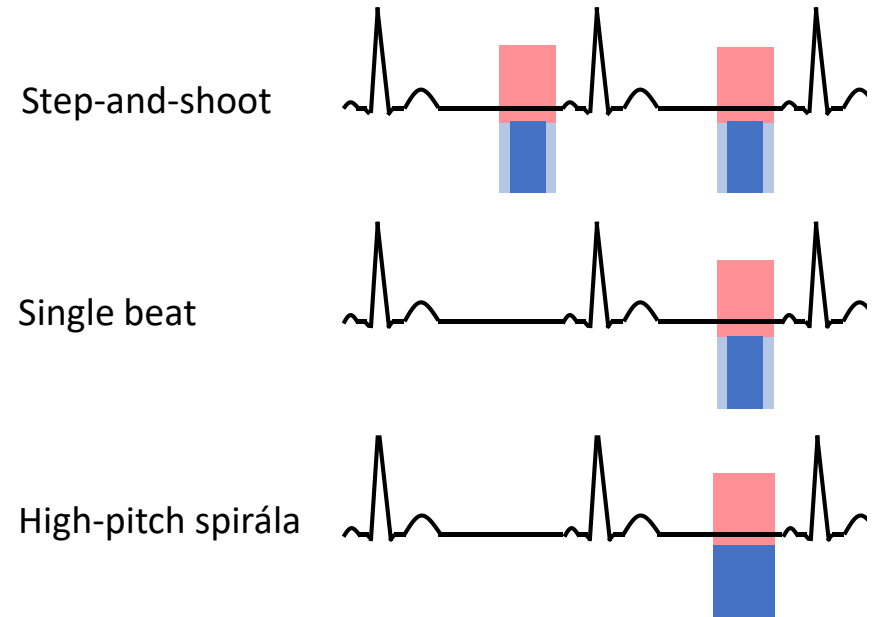
Retrospektivní gating (komplexní informace)

- Plná dávka
- ECG Pulsing (modulace proudu)

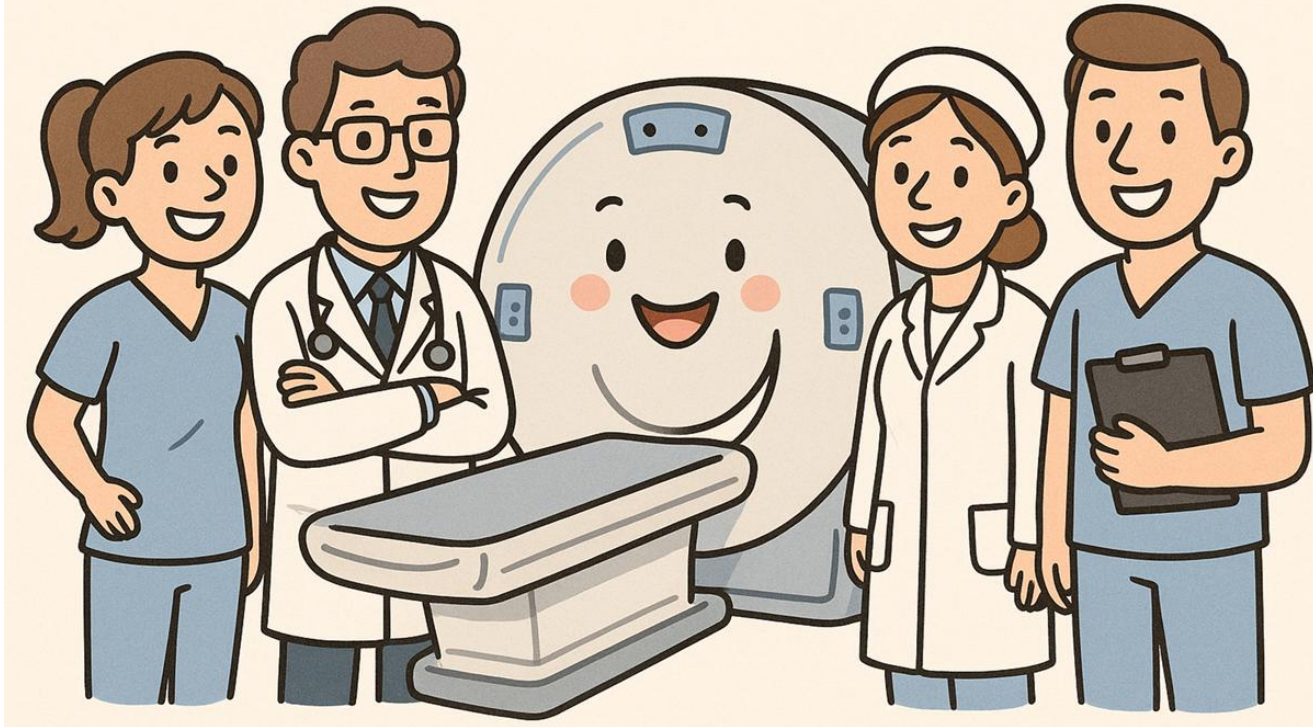


Prospektivní trigerring (redukce radiace)

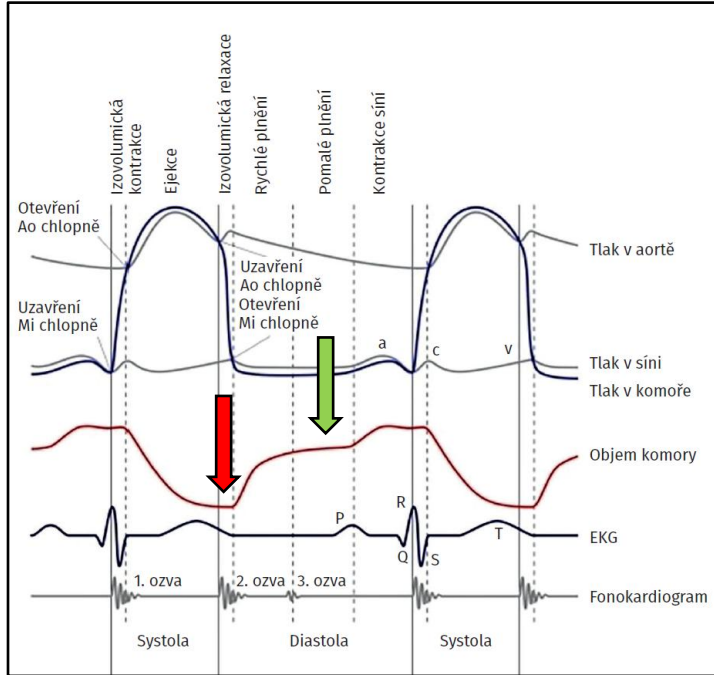
- Step-and-shoot
- Single beat (široký detektor přes celé srdce)
- Spirála s vysokým zdvihem (high-pitch)



COMPUTED TOMOGRAPHY

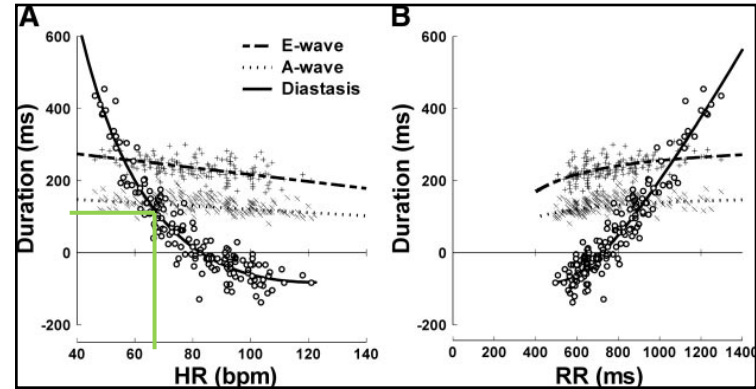


- Srdeční cyklus



- Mid-diastola

- Fáze pomalého plnění (diastáza), 0 - 400 ms
- Velmi závislá na srdeční frekvenci

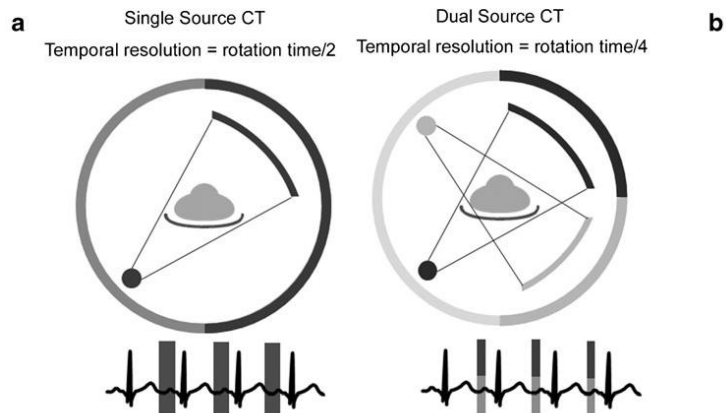
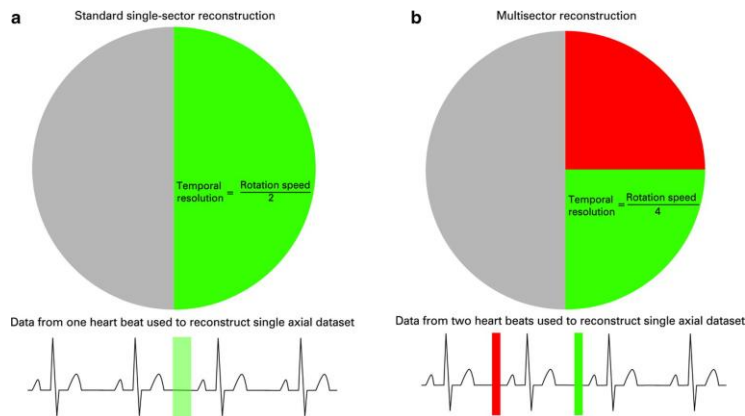


- End-systola

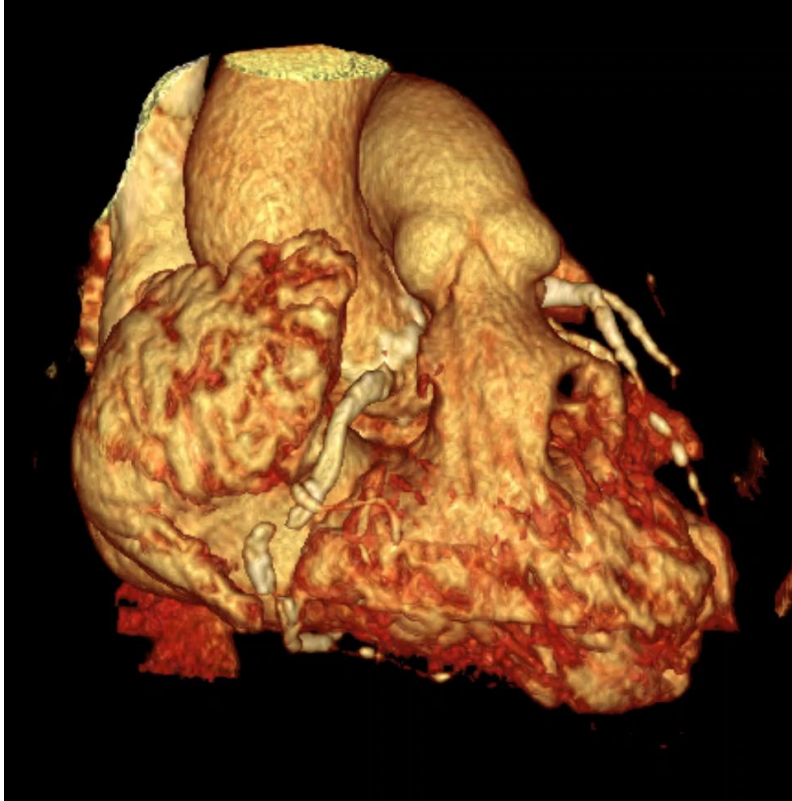
- Izovolumetrické relace (IVRT), 70 - 90 ms
- Méně závislá na srdeční frekvenci

CT pracoviště – Časové rozlišení přístroje

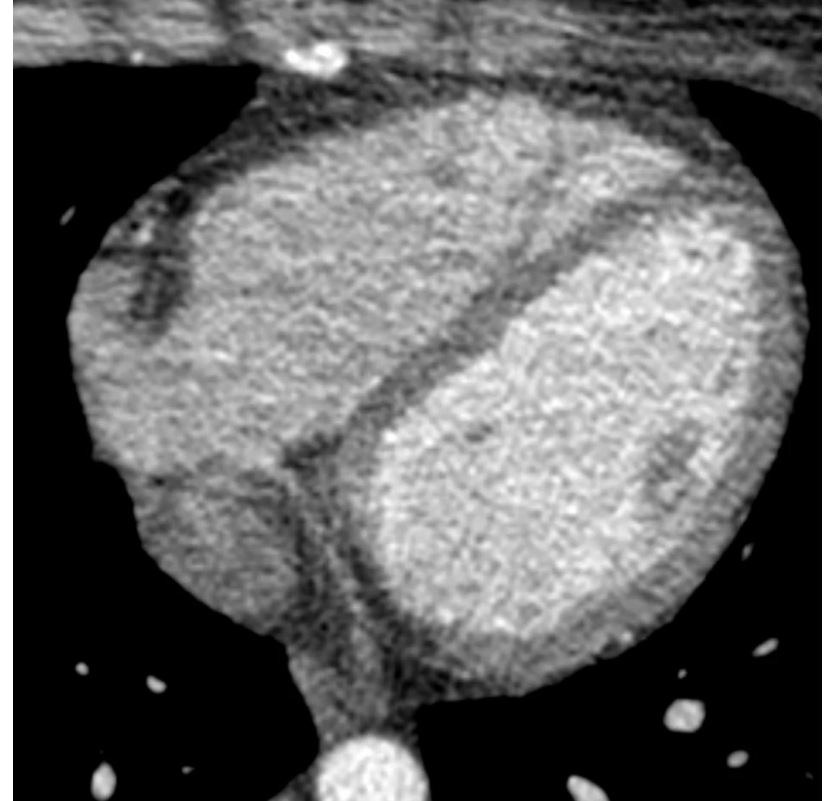
- Nutné nabrat data ze 180° rotace okolo pacienta (rotace cca 260 ms)
- Jedno-zdrojové CT
 - půl-rotace ... 130 ms
 - Lze zkrátit pomocí multisegmentových rekonstrukcí – opakované skenování té samé oblasti například 2x ... 65 ms, 6x ... 22 ms
- Dvou-zdrojové CT (dual source)
 - čtvrt-rotace .. 66 ms



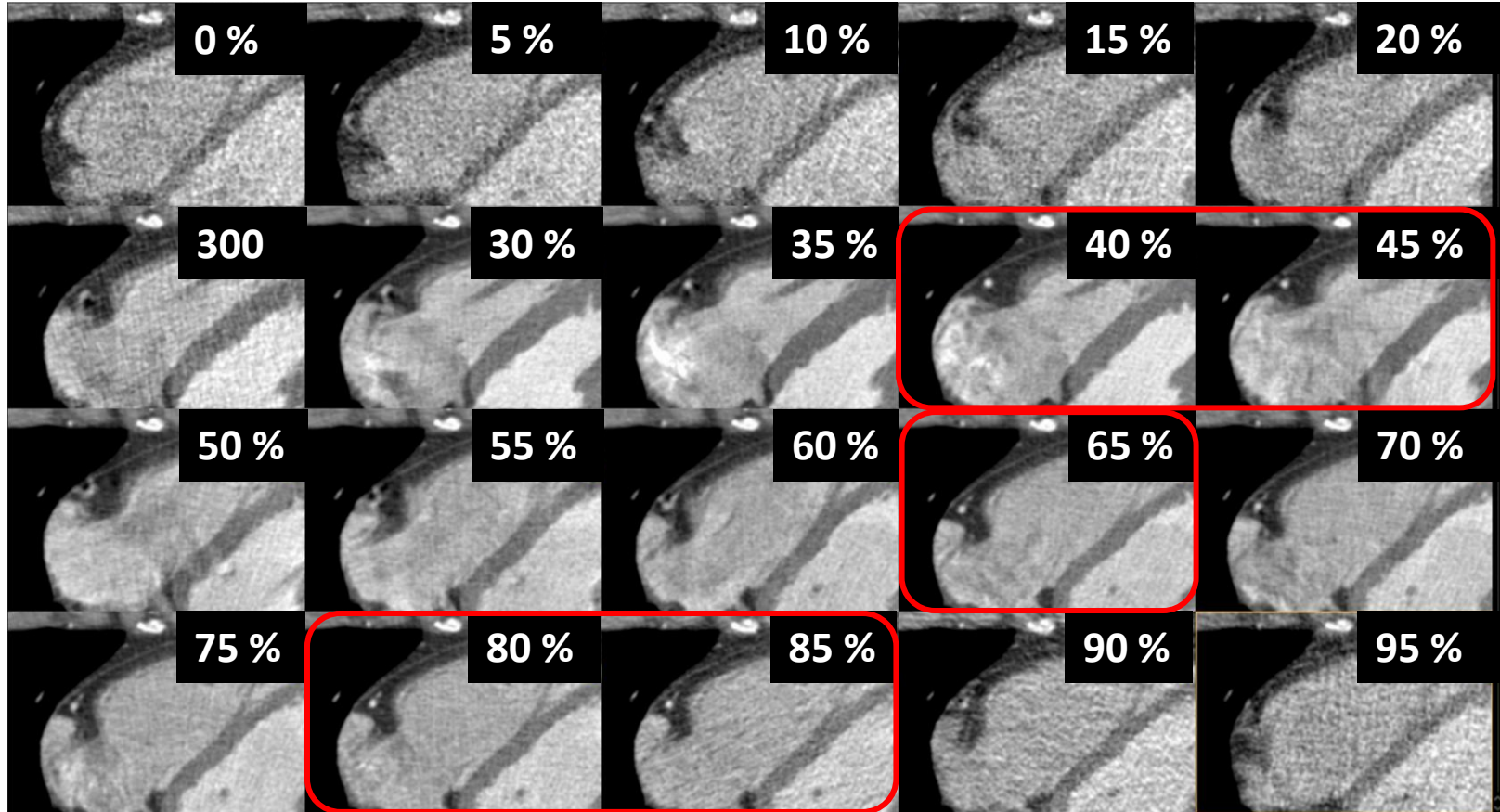
- Kinematické 3D zobrazení



- Kinematické zobrazení – axiální rovina

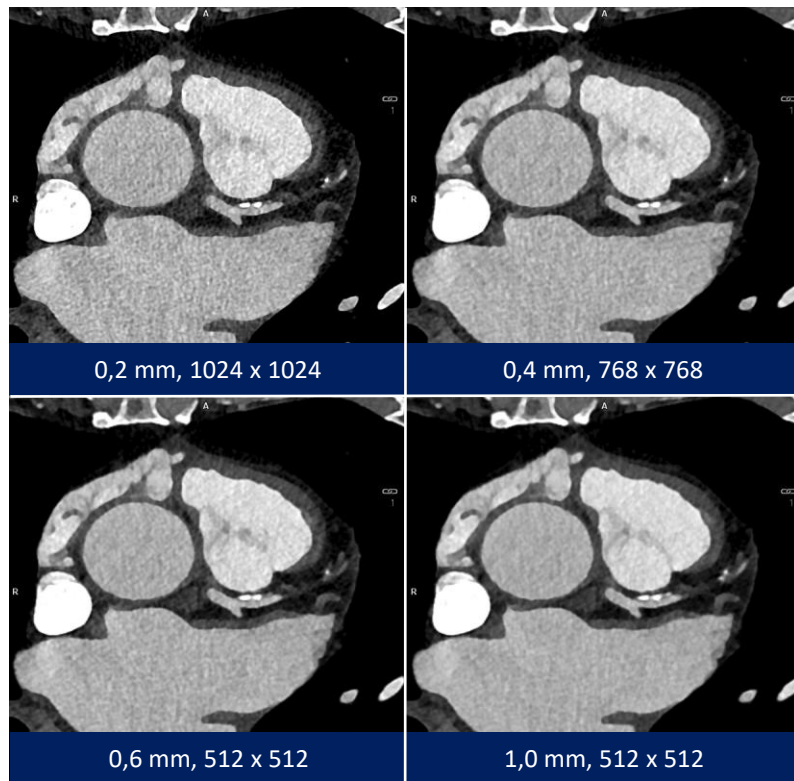


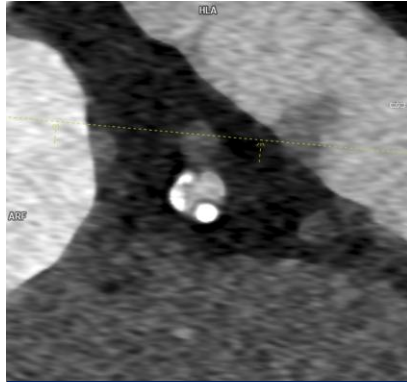
70/min



- Kmen ACS 3-6 mm; RIA, RCx a ACD prox 3-4 mm, distálně 1-1,5 mm
- Rozlišení
 - SKG - pixel 0,1-0,2 (pole 15 cm / 1024 x 1024 bodů)
 - Standardní CT - voxel 0,5-0,6 mm (inplane matice 512 x 512)
 - High-resolution CT – voxel 0,2 mm (inplane matice 1024 x 1024)
- Software pro analýzu CT přechody vyhlazuje

Axiální obrázky s různými šířkami řezů a inplane maticí

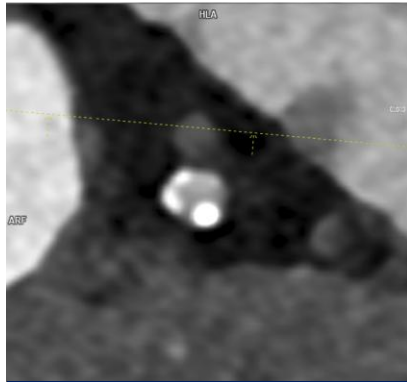




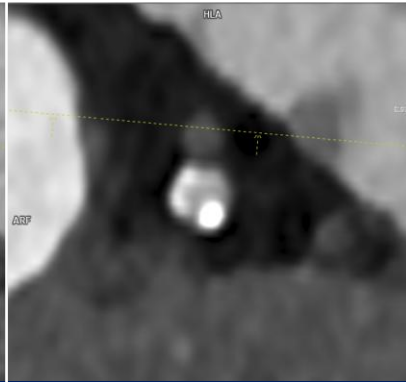
0,2 mm, 1024 x 1024



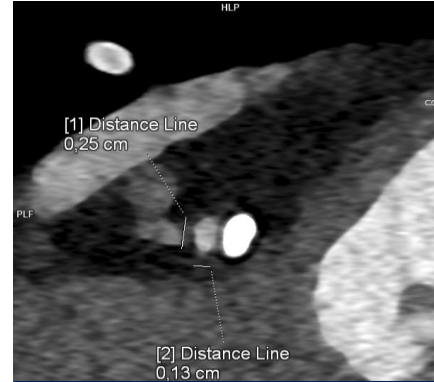
0,4 mm, 768 x 768



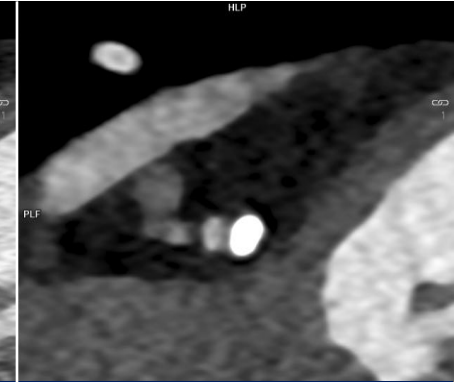
0,6 mm, 512 x 512



1,0 mm, 512 x 512



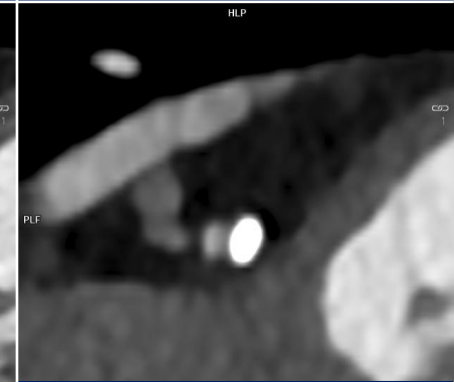
0,2 mm, 1024 x 1024



0,4 mm, 768 x 768

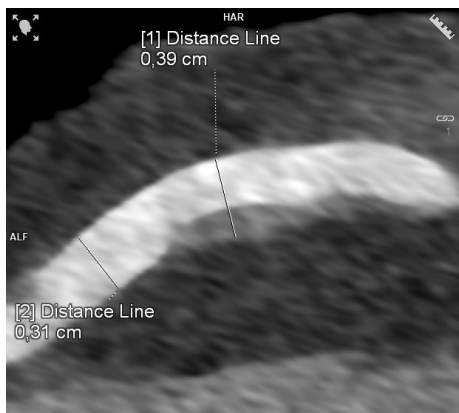


0,6 mm, 512 x 512

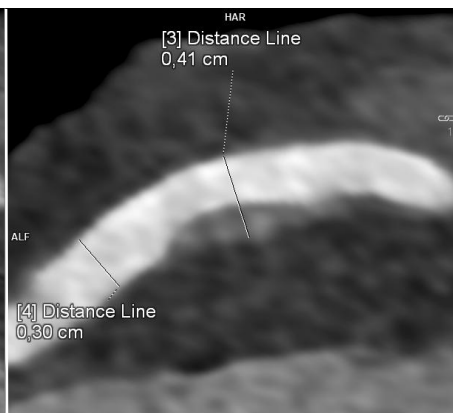


1,0 mm, 512 x 512

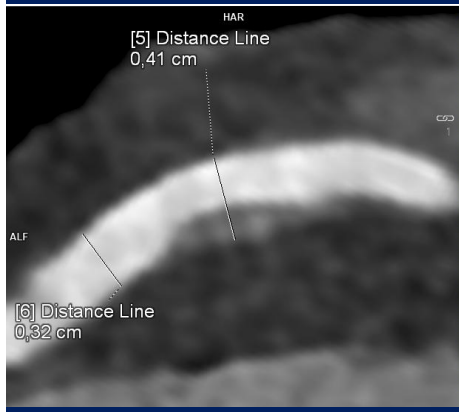
CT pracoviště – Prostorové rozlišení a hodnocení NC plátu



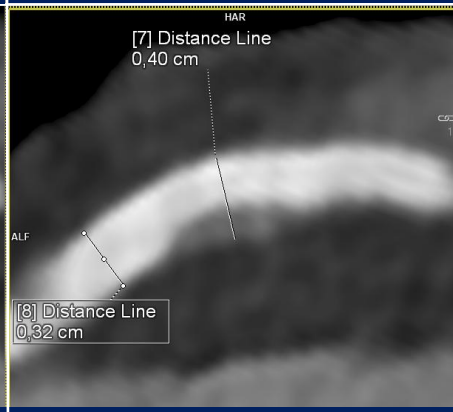
0,2 mm, 1024 x 1024



0,4 mm, 768 x 768



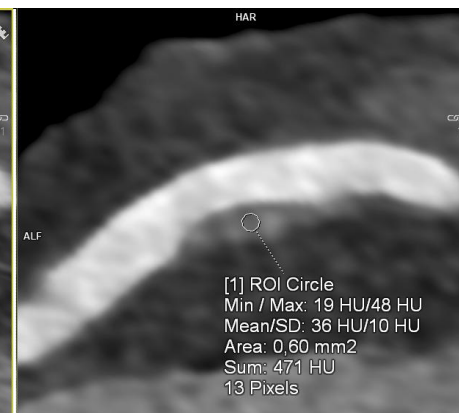
0,6 mm, 512 x 512



1,0 mm, 512 x 512



0,2 mm, 1024 x 1024



0,4 mm, 768 x 768



0,6 mm, 512 x 512



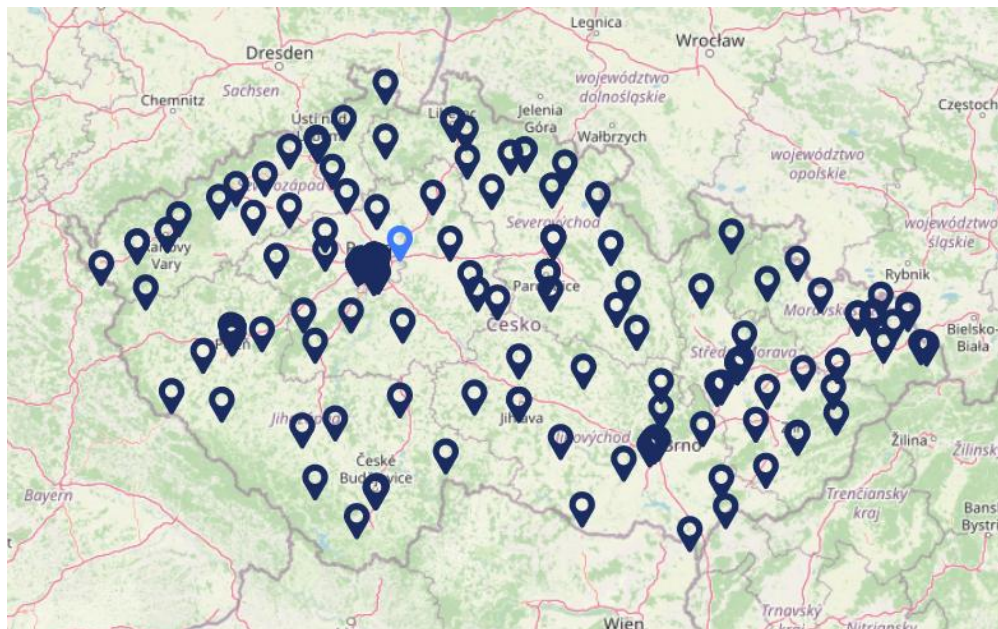
1,0 mm, 512 x 512

CT pracoviště - Dostupnost

- CT přístrojů
 - UZIS v roce 2021 - 176
 - Mapa přístrojů www.crs.cz 2025 - 166



**Radiologická společnost
ČLS JEP**



Zdrav. zařízení	Adresa	Specifikace
Nemocnice Rudolfa a Stefanie, a.s.	Benešov u Prahy, Máchova 400	MDCT 80, Toshiba Aquilion Prime, 2016
Nemocnice Blansko, p.o.	Blansko, Sadová 33	MDCT 64, GE Revolution Evo, 2017
Bohuminská městská nemocnice, a.s.	Bohumín, Slezská 207	MDCT, Siemens
Nemocnice Boskovice s.r.o.	Boskovice,	MDCT 16, GE, 2007
PP Hospitalis s.r.o., Nemocnice Brandýs nad Labem	Brandýs nad Labem, Brázdinská 1000/3	Schváleno Přístrojovou komisí MZ ČR 11/2021
Nemocnice Břeclav	Břeclav, U nemocnice 1	MDCT 256, Philips ICT, 2022
FN Brno – Dětská nemocnice	Brno, Černopolská 9	MDCT 64, Philips Brilliance, 2008
FN Brno – Bohunice	Brno, Jihlavská 20	MDCT 256, Philips IQON Spectral, 2017
FN u sv. Anny	Brno, Pekařská 53	MDCT 64, Siemens, 2008
Nemocnice Milosrdných Bratří	Brno, Polní 3	MDCT 16, Siemens, 2009
SurGal Clinic s.r.o.	Brno, Drobného 38	MDCT 80, Canon Aquilion Lightning SP, 12/2021
Úrazová nemocnice	Brno, Ponávka 6	MDCT 64, Siemens Somatom Perspective, 2014
Vojenská nemocnice	Brno, Zábřevská 3	MDCT 64, GE, 2008
FN Brno – Bohunice	Brno, Jihlavská 20	MDCT 64, Philips Brilliance, 2010

ÚZIS ČR, Přístrojové vybavení zdravotnických zařízení, 3/2022 (<https://www.uzis.cz/index.php?pg=vystupy--statistika-zdravotnich-sluzeb--pristrojove-vybaveni>)

UZIS, Výkaz A (MZ) 1-01: radiologie a zobrazovací metody, 12/2023 <https://www.nzip.cz/data/1804-vykaz-a049-radiologie-a-zobrazovaci-metody>

Web Radiologické společnosti ČLS JEP, (<https://crs.cz/mapa-pracovisti/?jsf=jet-engine-maps&tax=typ-pristroje:19>)

- Specializační vzdělávání v radiologii v ČR
 - Kmen
 - Radiologie a zobrazovací metody
 - Intervenční radiologie
 - (dětská radiologie, neuroradiologie)
 - Radiologie a zobrazovací metody – může vše, nejsou „funkční licence“ či „certifikované kurzy“ na metody či subspecializace
 - Není formální vzdělání v kardiovaskulární radiologii v ČR
- Specializační vzdělávání radiologických asistentů
 - Certifikovaný kurz Zobrazování výpočetní tomografií
- Mezi-Oborové setkání nad Srdeční Tomografií (MOST)
 - od 2016
- Kurz základů CT a MRI srdce
 - od 2025
- ESCR (European Society of Cardiac Radiology)
 - diplom po absolvování zkoušky (test + ústní)
- EACVI (European Association of Cardiovascular Imaging (EACVI))
 - certifikáty level 1-3
- SCCT (Society of Cardiovascular Computed Tomography)
 - certifikáty level 1-3

- Spolupráce
- Dýchání
- Srdeční frekvence
- JKL alergie
- JKL nefrotoxicita



- Položená otázka (dobře vyplněná žádanka)
- Porozumění výsledku (co dál)
- Další použití (plánování intervencí strukturálních / koronárních)

