

**Česká asociace kardiiovaskulárních zobrazovacích metod**  
Co je nutné znát k atestaci na poli zobrazovacích metod

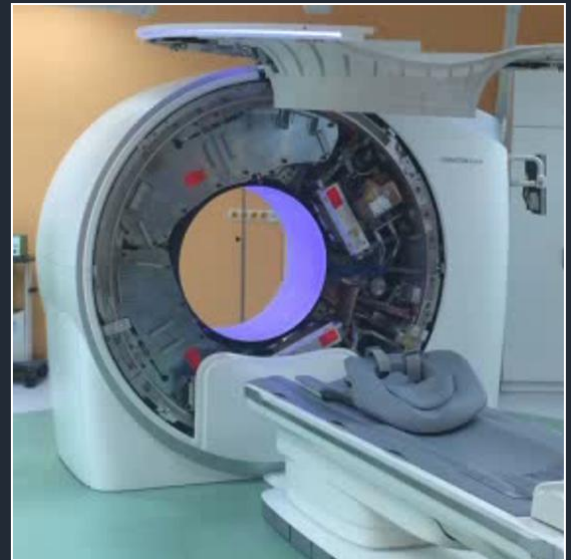
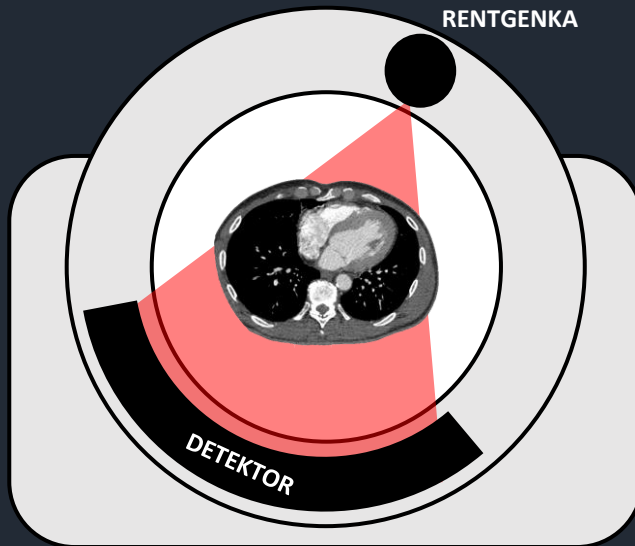
# CT hodnocení koronárních tepen

MUDr. Theodor Adla  
Klinika zobrazovacích metod  
FN Motol, 2. LF UK, Praha

**XXVVI. Výroční sjezd České kardiologické společnosti, 14.5.2019, Brno**

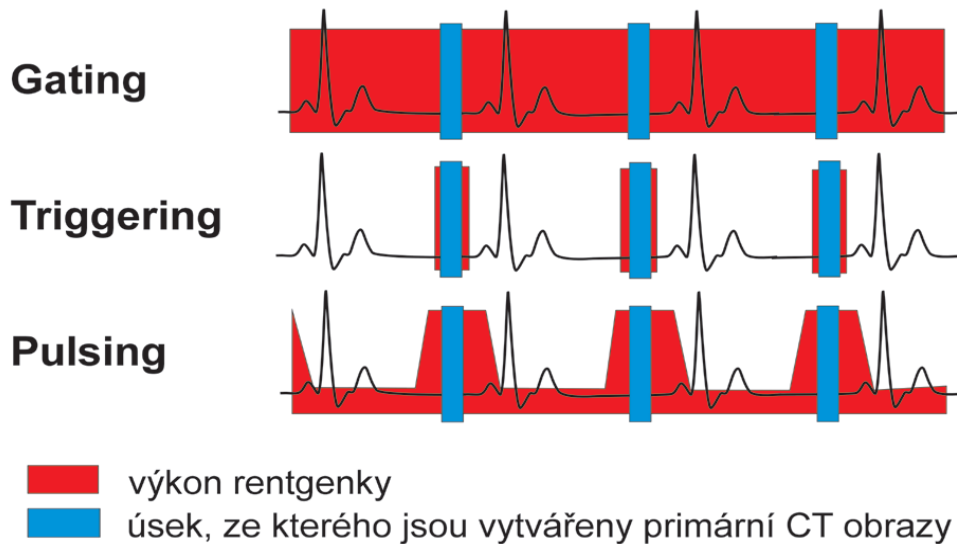
# Computed tomography - výpočetní tomografie

- **Princip:** Zobrazovací metoda využívající RTG záření (systém rentgenka a protilehlý detektor rotují kolem pacienta)



- Synchronizace s EKG - retrospektivní, prospektivní

## Typy EKG synchronizace



# Možnosti CT srdce

- Nativně zobrazení kalcifikací a výpočet Ca skóre
- Vyšetření epikardiálních úseků koronárních tepen (do kalibru 1,5 mm)
- Změření rozměrů a objemů srdečních oddílů
  - Zhodnocení ejekční frakce komor
  - Regionální kinetiky
- Zobrazení ostatních srdečních struktur
- Zobrazení periferních tepen



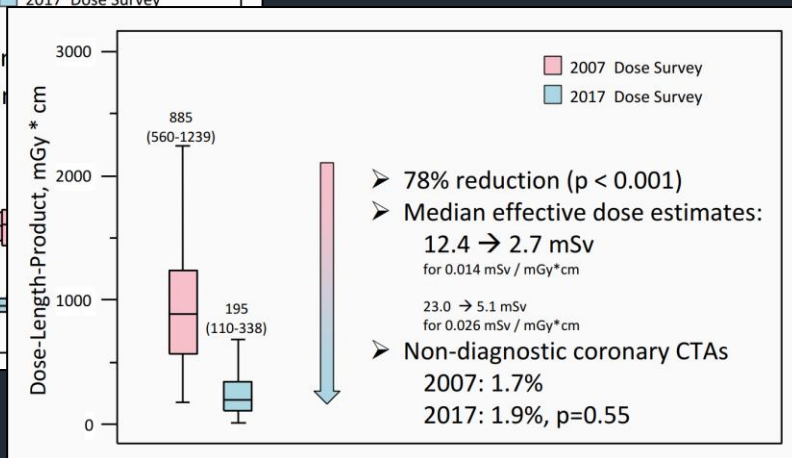
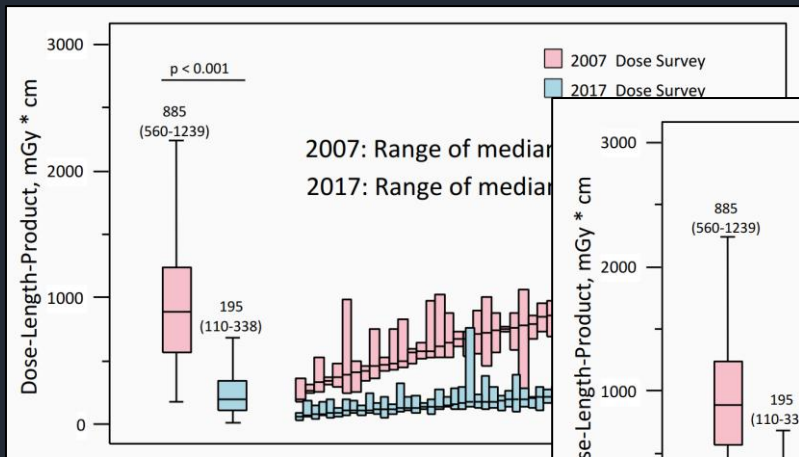
# Nevýhody

- Limitace vyšetření

- Tachykardie (ideální TF pod 60/min)
- Nepravidelný rytmus
- Výrazné kalcifikace, stenty periferně

- Potenciální zdravotní rizika

- Nefrotoxicita jodové KL
- Radiační zátěž



# Příprava a provedení CT angiografie koronárních tepen (CTCA)

## • Příprava:

- bez jídla 3-4 hod, voda bez omezení
- žádný kofein 12 hod před vyšetřením (káva, kola, ...)
- nevysazovat chronickou medikaci
- metoprolol 100 mg per os 1 hodinu před vyšetřením

## • Průběh vyšetření:

- kanyla i.v. 18 G (zelená) – podání KL 4-6 ml/s
- nitrospray, metoprolol / esmolol i.v. při tachykardii
- skenování 2 x 10-15 s (nativně, postkontrastně)
- kontrastní látka: 40-70 ml jodové KL i.v.

## • Celková doba pacienta na vyšetřovně

- 15-20 minut



# Zpracování CT koronárních tepen

- Post-processing v CT přístroji

- Rekonstrukce ze zdrojových dat (5-15 minut)
- Tenké (0,5-0,6 mm) obrázky cílené na srdce
- Multi-fázické rekonstrukce 10-20 fází / cyklus
- Širší obrázky (1-5 mm) přes celou šíři hrudníku – k hodnocení ostatních struktur
- V dalších rovinách, v plicním okně



# Zpracování CT koronárních tepen

## • Hodnocení

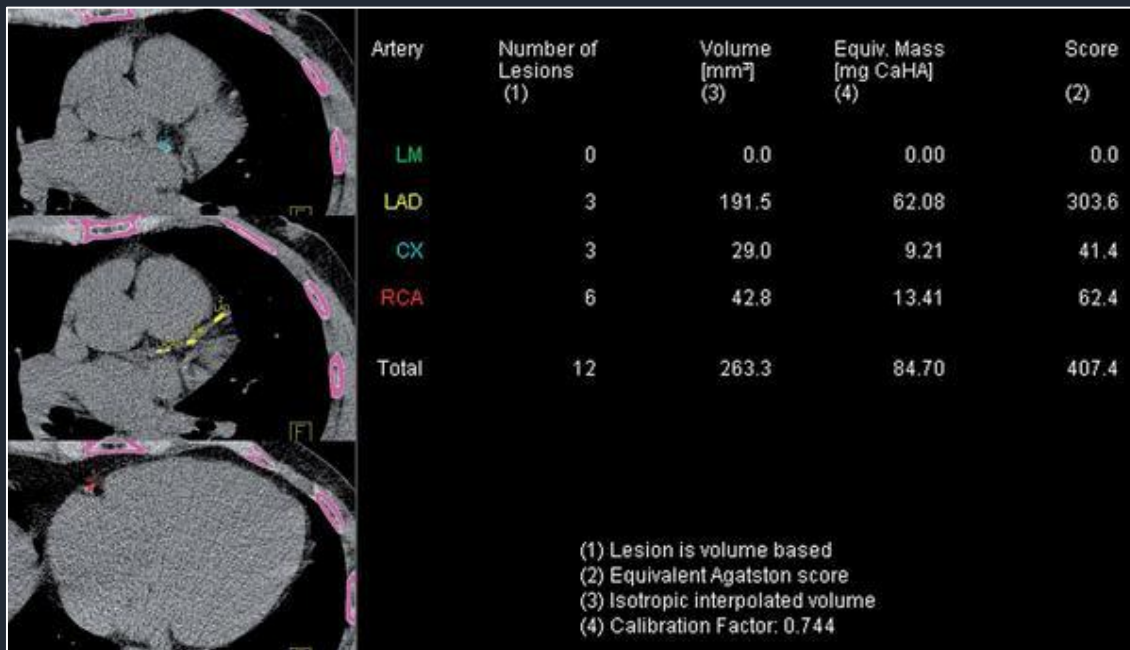
- V dedikovaném softwaru (pracovní stanice / klient-server)
- Ca skóre: 3 minuty
- Změření LVEF: 5 minut (nutná editace)
- Zhodnocení koronárních tepen: 15 minut
- Zhodnocení všech ostatních struktur: 10 minut
- Další post-processing (další rekonstrukce, měření stenóz atd.): libovolně dlouho





# Kalciové skóre - měření

- CT s EKG synchronizací, bez použití KL
- Výpočet Agatstonova skóre, objemu a hmotnosti kalcifikací v koronárních tepnách



# Kalciové skóre - interpretace

- Nedetekuje stenózu, ale upřesňuje kardiovaskulární riziko na základě studií s velkým počtem pacientů

Kalciové skóre	Postižení kalcifikovanými pláty	Pravděpodobnost významného postižení koronárních tepen	Dopad na kardiovaskulární riziko
0	bez detekovatelných plátů	velmi nízké, < 5 %	velmi nízký
1–10	velmi málo identifikovatelných plátů	velmi nepravděpodobné, < 10 %	nízký
11–100	lehké postižení	nízká pravděpodobnost významné stenózy	střední
101–400	střední postižení	střední pravděpodobnost významné stenózy	větší
> 400	rozsáhlé postižení	vysoká pravděpodobnost nejméně jedné významné stenózy, > 90 %	velký

# Kalciové skóre - interpretace

- <https://www.mesa-nhlbi.org/Calcium/input.aspx>

The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis

[Back to MESA CAC](#)

Input your age, select your gender and race/ethnicity, input (optionally) your observed calcium score and click "Calculate".

Age (45-84):

Gender:

Race/Ethnicity:

Observed Agatston Calcium Score (optional):

The estimated probability of a non-zero calcium score for a white male of age 50 is **41 %**.

Percentiles and Calcium Scores for: **white male of age 50**

25th	50th	75th	90th
0	0	22	110

The observed calcium score of **1** is at percentile **59** for subjects of the same age, gender, and race/ethnicity who are free of clinical cardiovascular disease and treated diabetes.

The Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis

[Back to MESA CAC](#)

Input your age, select your gender and race/ethnicity, input (optionally) your observed calcium score and click "Calculate".

Age (45-84):

Gender:

Race/Ethnicity:

Observed Agatston Calcium Score (optional):

The estimated probability of a non-zero calcium score for a white female of age 50 is **16 %**.

Percentiles and Calcium Scores for: **white female of age 50**

25th	50th	75th	90th
0	0	0	8

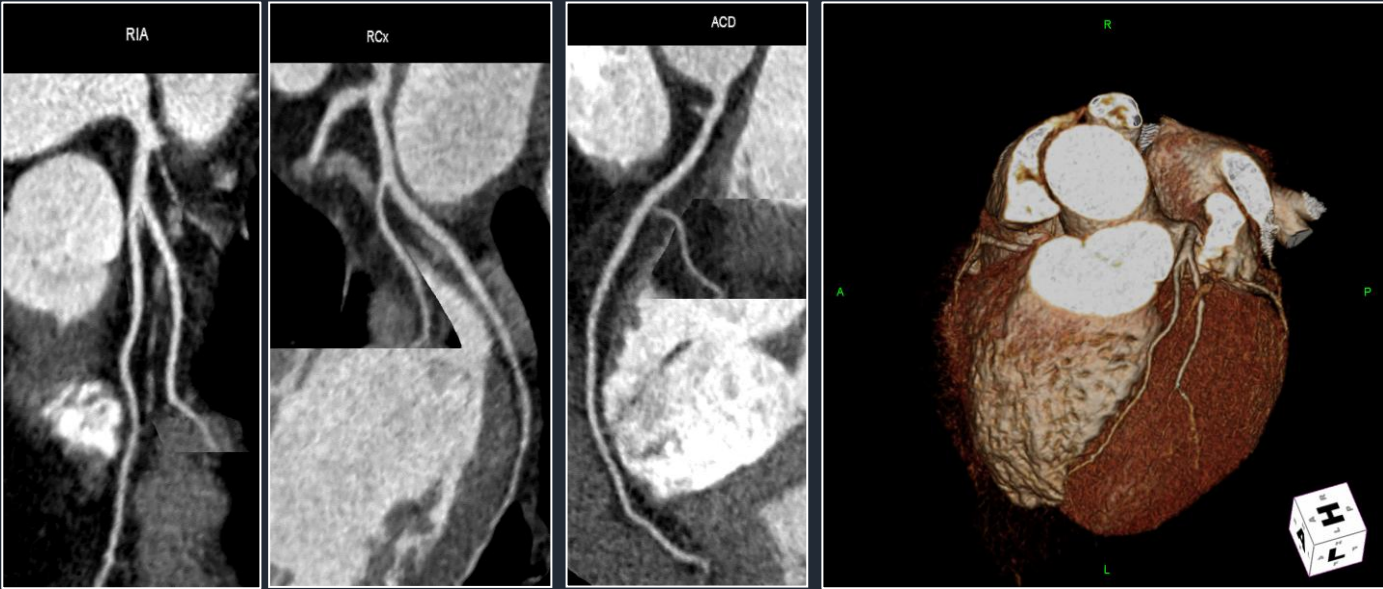
The observed calcium score of **1** is at percentile **84** for subjects of the same age, gender, and race/ethnicity who are free of clinical cardiovascular disease and treated diabetes.

McClelland RL et al. Distribution of coronary artery calcium by race, gender, and age: results from the Multi-Ethnic Study of Atherosclerosis (MESA). Circulation. 2006

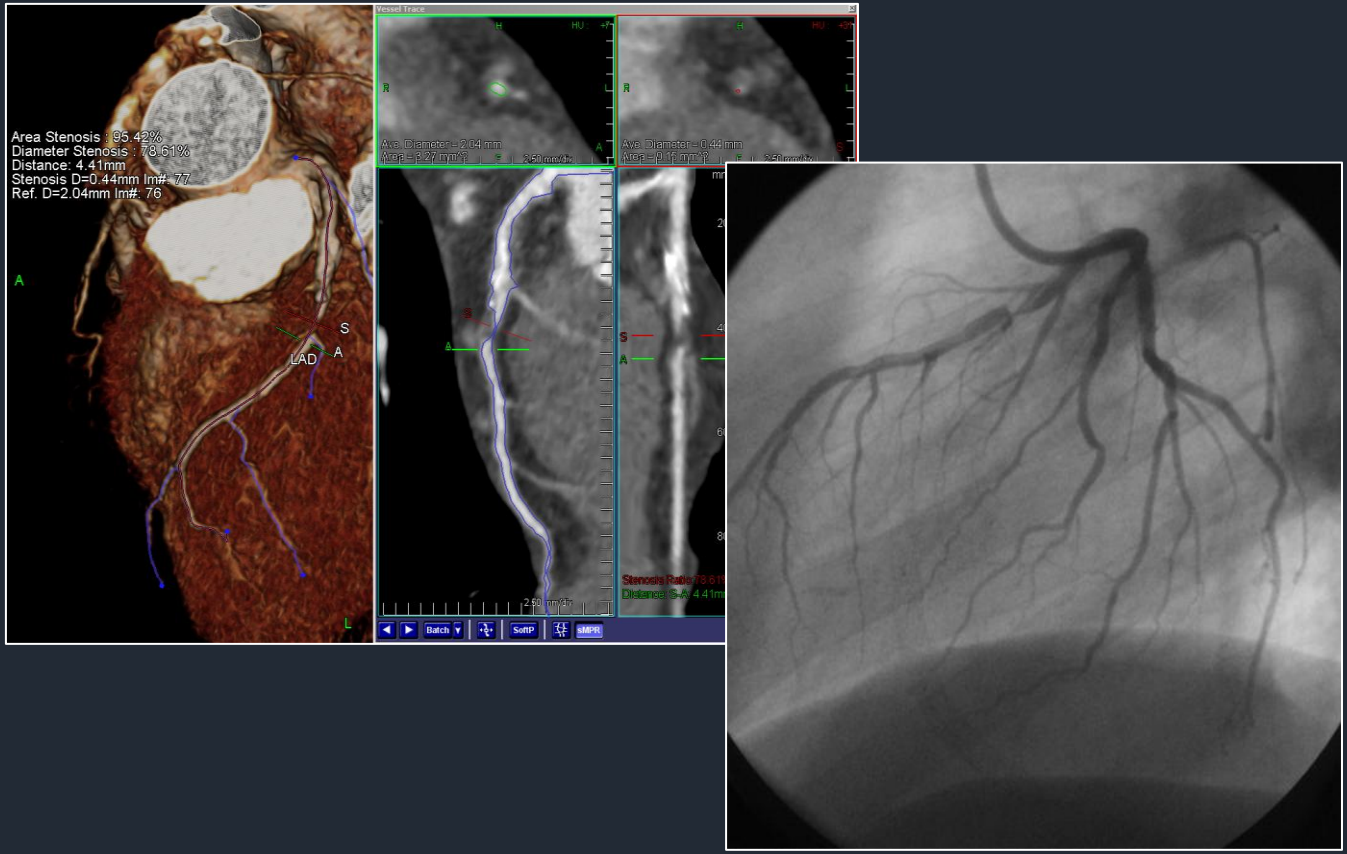
# CTA koronárních tepen

- Senzitivita of 98 %, specificita 82 %, PPV 91 % (76%-100%), NPV 99% (83%-100%), analýza na pacenta

Paech DC et al. *A systematic review of the clinical effectiveness of 64-slice or higher computed tomography angiography as an alternative to invasive coronary angiography in the investigation of suspected coronary artery disease.* BMC Cardiovasc Disord. 2011



# CTA koronárních tepen - stenóza

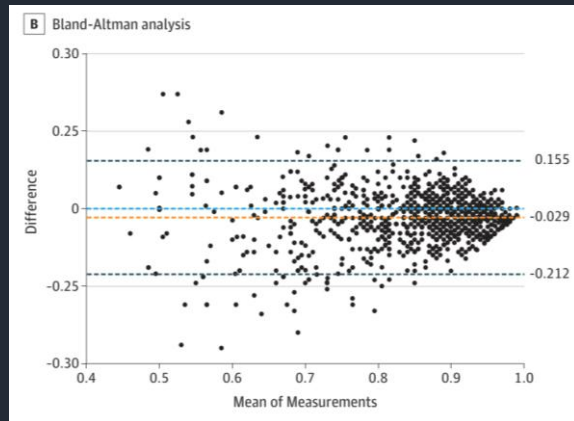
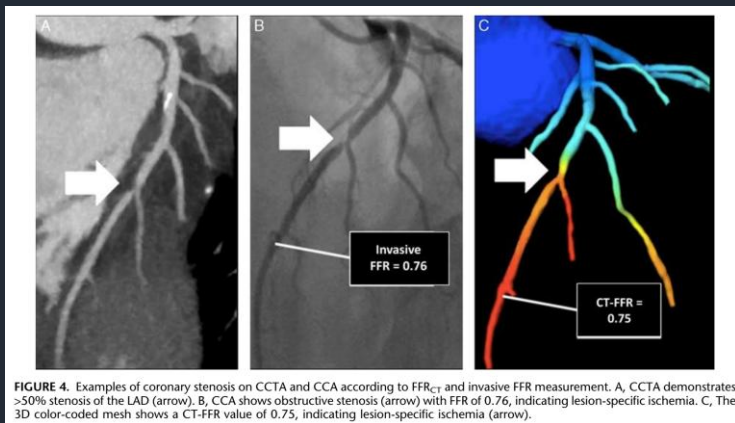


# CTA koronárních tepen – FFR-CT

- Výpočet FFR na základě CT koronarografie s použitím výpočtů využívaných při modelování aerodynamiky v průmyslu (letadla, automobily)
- Produkt firmy HeartFlow dostupný jako služba, další ve vývoji (Siemens).

Zvyšuje přesnost hodnocení stenóz. Možné použití jako vrátný (gatekeeper) před SKG

Celková diagnostická přesnost FFR-CT při srovnání s invazivní FFR 0,80 nebo méně je 81.9% (95% CI, 79.4%-84.4%)

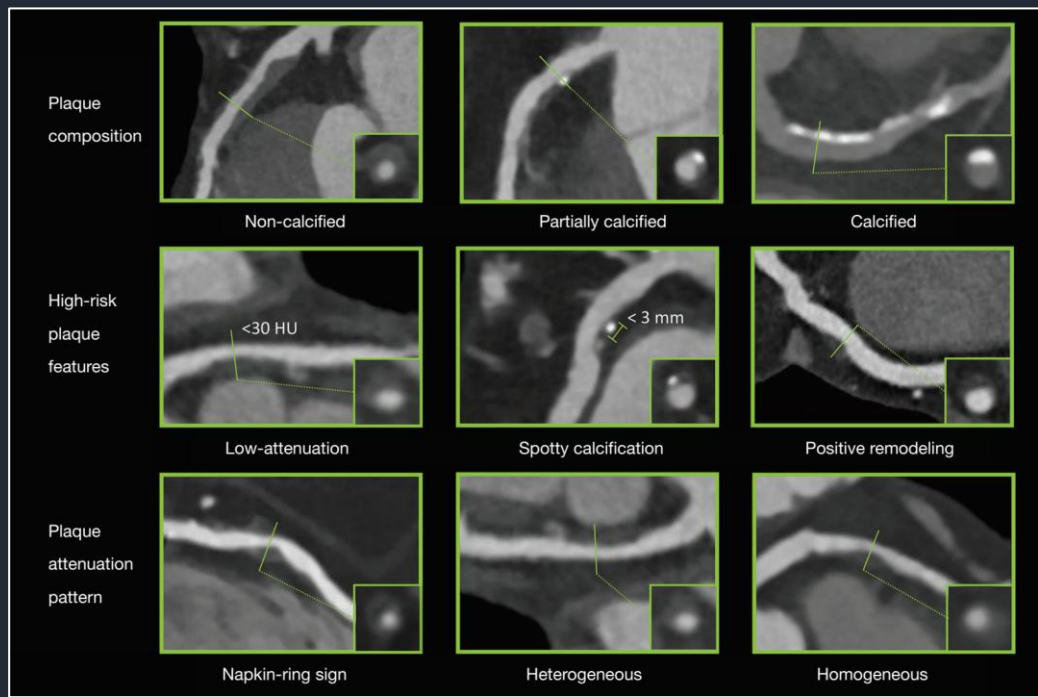


Benton SM et al. **Noninvasive Derivation of Fractional Flow Reserve From Coronary Computed Tomographic Angiography: A Review.** J Thorac Imaging. 2018

Cook CM et al. **Diagnostic Accuracy of Computed Tomography-Derived Fractional Flow Reserve: A Systematic Review.** JAMA Cardiol. 2017

# CTA koronárních tepen – hodnocení plátů

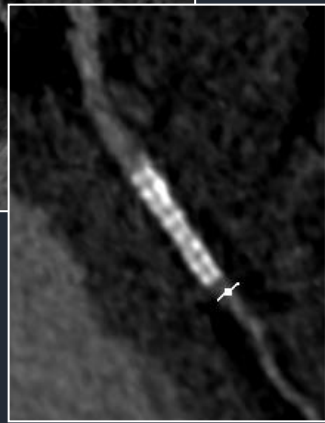
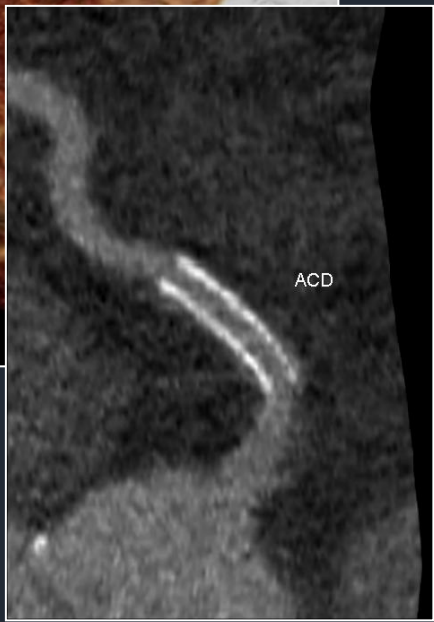
- Možnosti hodnocení složení a event. vulnerability



Kolossváry M et al. **Plaque imaging with CT—a comprehensive review on coronary CT angiography based risk assessment.** Cardiovasc Diagn Ther 2017

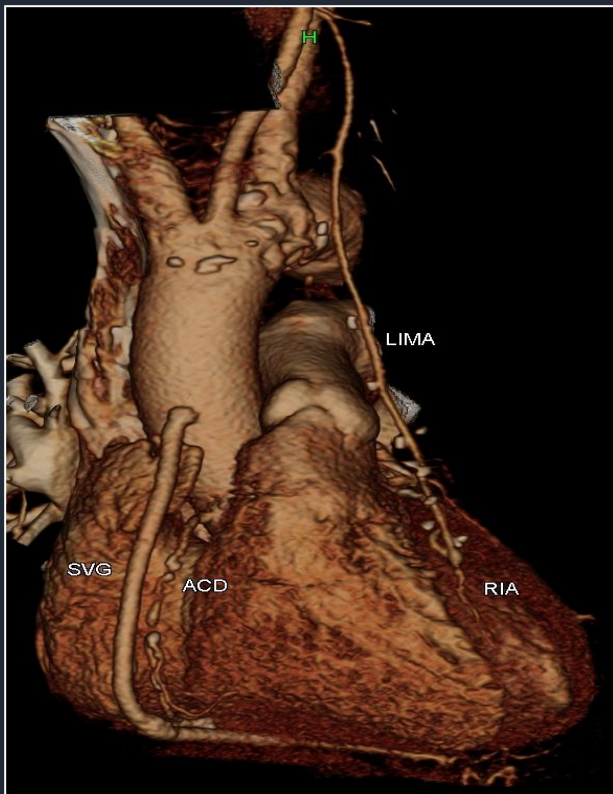


# CTA koronárních tepen - stenty





# CTA koronárních tepen – bypassy



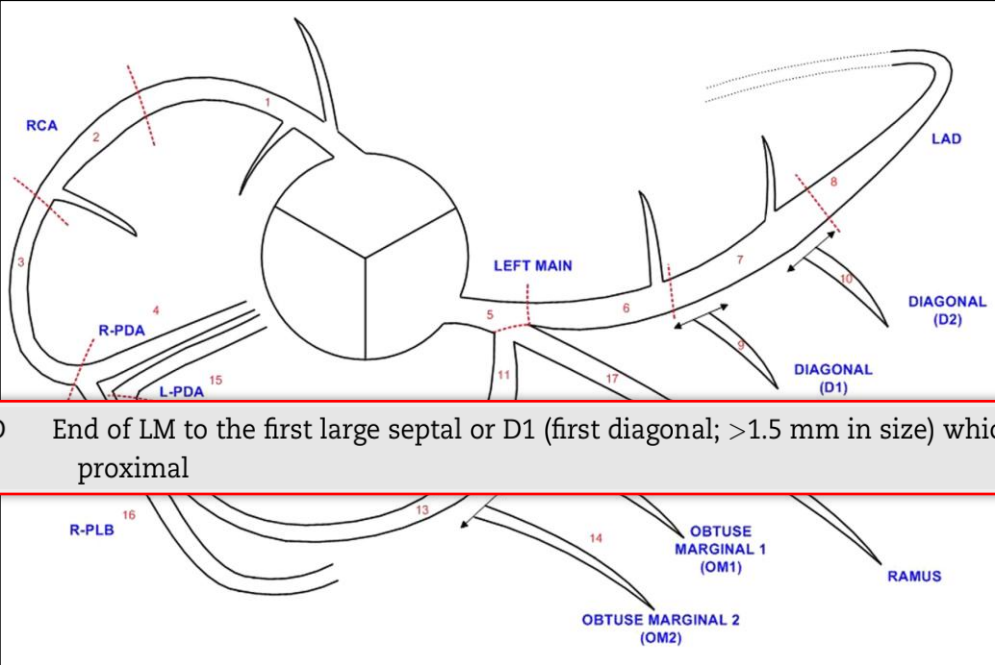
# Koronární anomálie

- Samostatně nebo v rámci vrozených srdečních vad
- Nejčastější – odstup RCx z pravého Valsalvova sinu
- Potenciálně maligní - anomální odstup ACD zleva a RIA zprava s průběhem mezi aortou a plicnicí



# CTA koronárních tepen – lokalizace nálezů

- Doporučená nomenklatura segmentů koronárních tepen při hodnocení CTA vycházející z AHA klasifikace (1975)



6. Proximal LAD End of LM to the first large septal or D1 (first diagonal; >1.5 mm in size) whichever is most proximal

# CTA koronárních tepen – klinická interpretace nálezů

- CAD-RADS - standardizovaný systém hodnocení a interpretace výsledků CTA koronárních tepen na úrovni pacienta, ke sjednocení komunikace včetně doporučení pro další postup (Obdoba TNM klasifikací).
- Pro pacienty se susp. stabilní ICHS / pro pacienty s akutní bolestí na hrudi

## CAD-RADS pro pacienty se stabilní ICHS

	Stenóza	Doporučení
<b>CAD-RADS 0</b>	0%	Další vyšetření není potřeba
<b>CAD-RADS 1</b>	1%-24% (velmi mírná)	Další vyšetření není potřeba
<b>CAD-RADS 2</b>	25%-49% (mírná)	Další vyšetření není potřeba
<b>CAD-RADS 3</b>	50%-69% (střední)	Zvážit funkční test
<b>CAD-RADS 4A</b>	70%-99% (těžká)	Zvážit funkční test nebo angiografii
<b>CAD-RADS 4B</b>	Kmen ACS >50% nebo choroba tři tepen (>70%)	Doporučená SKG
<b>CAD-RADS 5</b>	100% (úplný uzávěr)	Doporučená SKG
<b>CAD-RADS N</b>	ne-diagnostické vyšetření	Nové nebo jiné vyšetření vhodné

Cury RC et al. CAD-RADS Coronary Artery Disease e Reporting and Data System. An expert consensus document of the Society of Cardiovascular Computed Tomography (SCCT), the American College of Radiology (ACR) and the North American Society for Cardiovascular Imaging (NASCI). Endorsed by the American College of Cardiology. J Cardiovasc Comput Tomogr. 2016

# Indikace k CT koronárních tepen

- Stratifikace na základě předtestové pravděpodobnosti

Tabulka 9 – Klinické předtestové pravděpodobnosti <sup>a</sup> u pacientů se stabilními bolestmi na hrudi						
Věk	Typická angina		Atypická angina		Neanginózní bolest na hrudi	
	Muži	Ženy	Muži	Ženy	Muži	Ženy
30–39	59	28	29	10	18	5
40–49	69	37	38	14	25	8
50–59	77	47	49	20	34	12
60–69	84	58	59	28	44	17
70–79	89	68	69	37	54	24
> 80	93	76	78	47	65	32

# Indikace ke kalciovému skóre

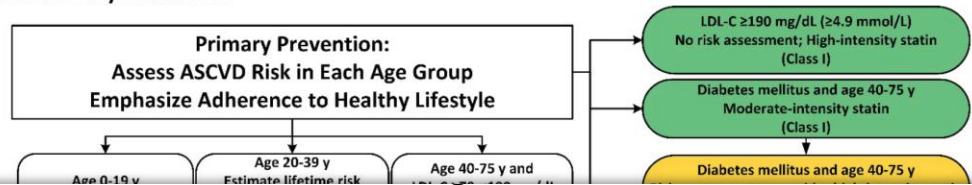
## 2016 European Guidelines on cardiovascular disease prevention in clinical practice

- Ca skóre může být zváženo jako risk modifikující faktor při hodnocení kardiovaskulárního rizika (IIb)
- Ca skóre  $\geq 300$  Agatstonových jednotek nebo  $\geq 75.$  percentil pro věk, pohlaví a rasu je považováno za zvýšené kardiovaskulární riziko

# Indikace ke kalciovému skóre

## 2019 ACC/AHA Guideline on the Primary Prevention of Cardiovascular Disease

Figure 3. Primary Prevention



**If risk decision is uncertain:  
Consider measuring CAC in selected adults:**

**CAC = zero** (lowers risk; consider no statin, unless diabetes, family history of premature CHD, or cigarette smoking are present)

**CAC = 1-99** favors statin (especially after age 55)

**CAC = 100+** and/or  $\geq 75$ th percentile, initiate statin therapy

- Additional Considerations:**
- Persistently elevated triglycerides ( $\geq 175$  mg/dL, ( $\geq 2.0$  mmol/L))
- In selected individuals if measured:**
- hs-CRP  $\geq 2.0$  mg/L
  - Lp(a) levels  $> 50$  mg/dL or  $> 125$  nmol/L
  - apoB  $\geq 130$  mg/dL
  - Ankle-brachial index (ABI)  $< 0.9$



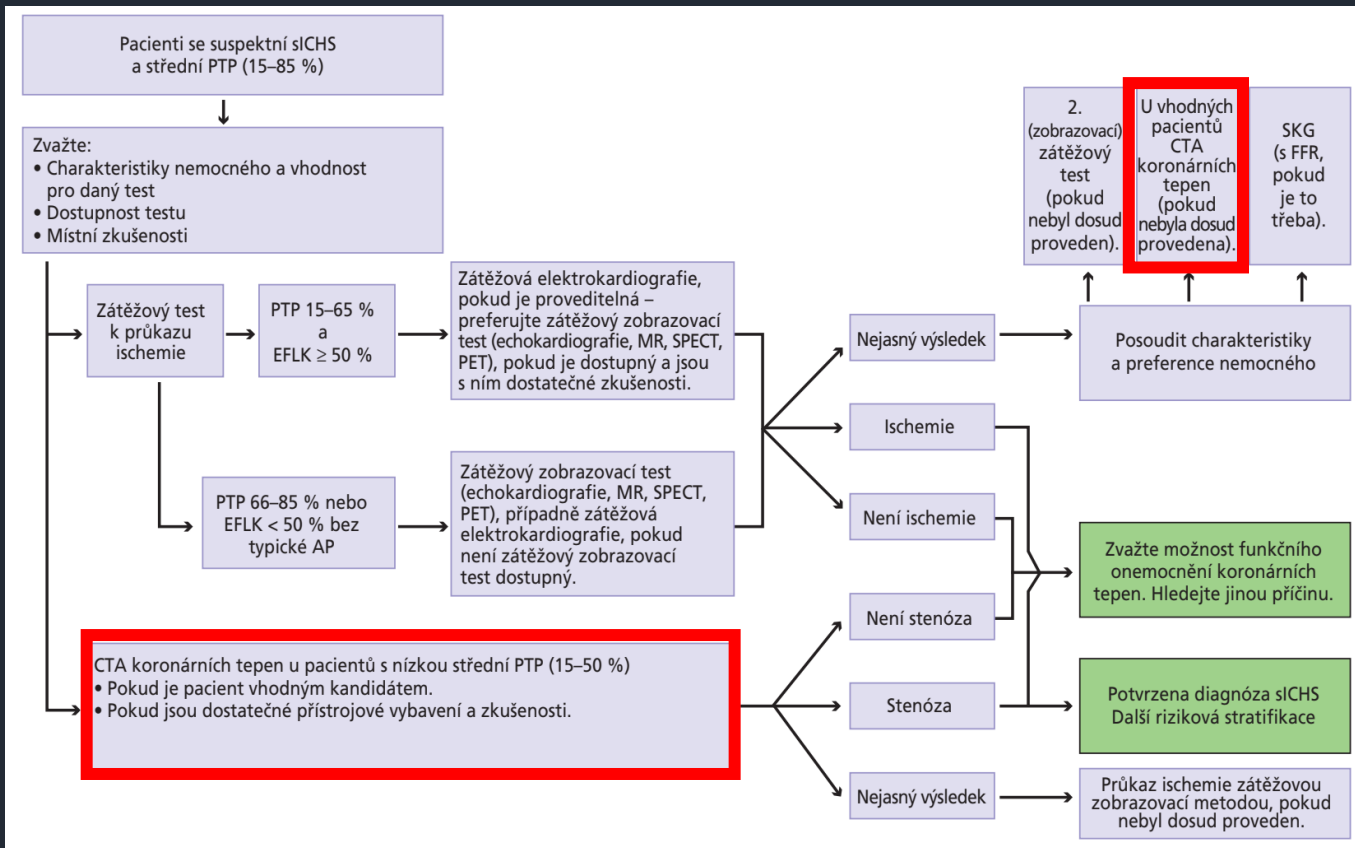
**If risk decision is uncertain:  
Consider measuring CAC in selected adults:**

**CAC = zero** (lowers risk; consider no statin, unless diabetes, family history of premature CHD, or cigarette smoking are present)

**CAC = 1-99** favors statin (especially after age 55)

**CAC = 100+** and/or  $\geq 75$ th percentile, initiate statin therapy

# Indikace CTA koronárních tepen – suspektní stabilní ICHS





# Indikace CTA koronárních tepen – Akutní bolest na hrudi

## 2017 ESC Guidelines for the management of acute myocardial infarction in patients presenting with ST-segment elevation

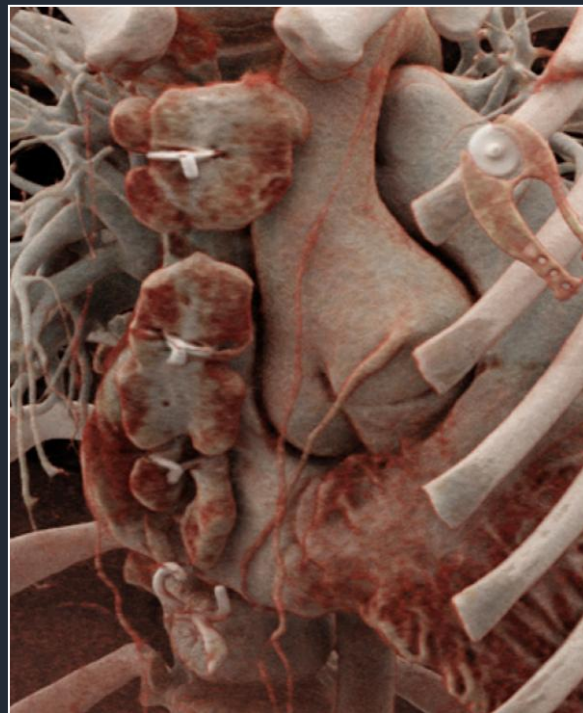
- U urgentních STEMI není místo pro rutinní CT srdce.
- Použití CT by mělo být vymezeno jen pro vybrané případy se suspektní disekcí aorty a plicní embolií.

## 2015 ESC Guidelines for the management of acute coronary syndromes in patients presenting without persistent ST-segment elevation

- MDCT koronární angiografie by měla být zvážena jako alternativa invazivní SKG k vyloučení akutního koronárního syndromu při nízké nebo střední pravěpodobnosti ICHS a když troponin a/nebo EKG jsou nekonkluzivní. (IIa)

# Shrnutí

- CT koronárních tepen je rychlá a minimálně invazivní metoda
- 2007-2017 pokles průměrné radiační dávky z 13 na 3 mSv (nutná dobrá příprava, nižší SF = nižší radiační dávka)
- Vhodná pro pacienty se suspekci na ICHS s nízkým až středním předtestovým rizikem
- K zobrazení anatomických poměrů
  - Anomálie koronárních tepen
  - Vztahy kupř. po předchozích chirurgických výkonech
  - Patologie kořene aorty (disekce) či AoV (infekční endokarditida)



Děkuji za pozornost

Mezioborové sympozium nad srdeční tomografií



Duben 2020