

Současný pohled na rizika a kontraindikace
zobrazovacích metod v kardiologii

VÝPOČETNÍ TOMOGRAFIE

Vojtěch Suchánek



Proč mluvit o rizicích CT

Děláme jich víc, u mladších pacientů a v širším spektru výkonů než kdy dřív.

~2,2 mil.

CCTA ročně v Evropě
($\approx 3 / 1\,000$ obyvatel)

4,5x

nárůst srdečních CT
2011 → 2022 (registr ESCR)

třída I

ESC 2024: CCTA první volbou
u chronického KS

„CT v kardiologii“ není jedno vyšetření - ani jedna dávka

rostoucí radiační dávka



Rostoucí objem + širší indikace + mladší pacienti → rizika, která dřív nebyla klinicky relevantní

Riziko ionizující záření

Deterministické účinky (popálení, katarakta) – práh ~ 500 mGy. Při CT nevznikají.

Stochastické účinky (nádor) – bez prahu, roste jen *pravděpodobnost*, ne závažnost.

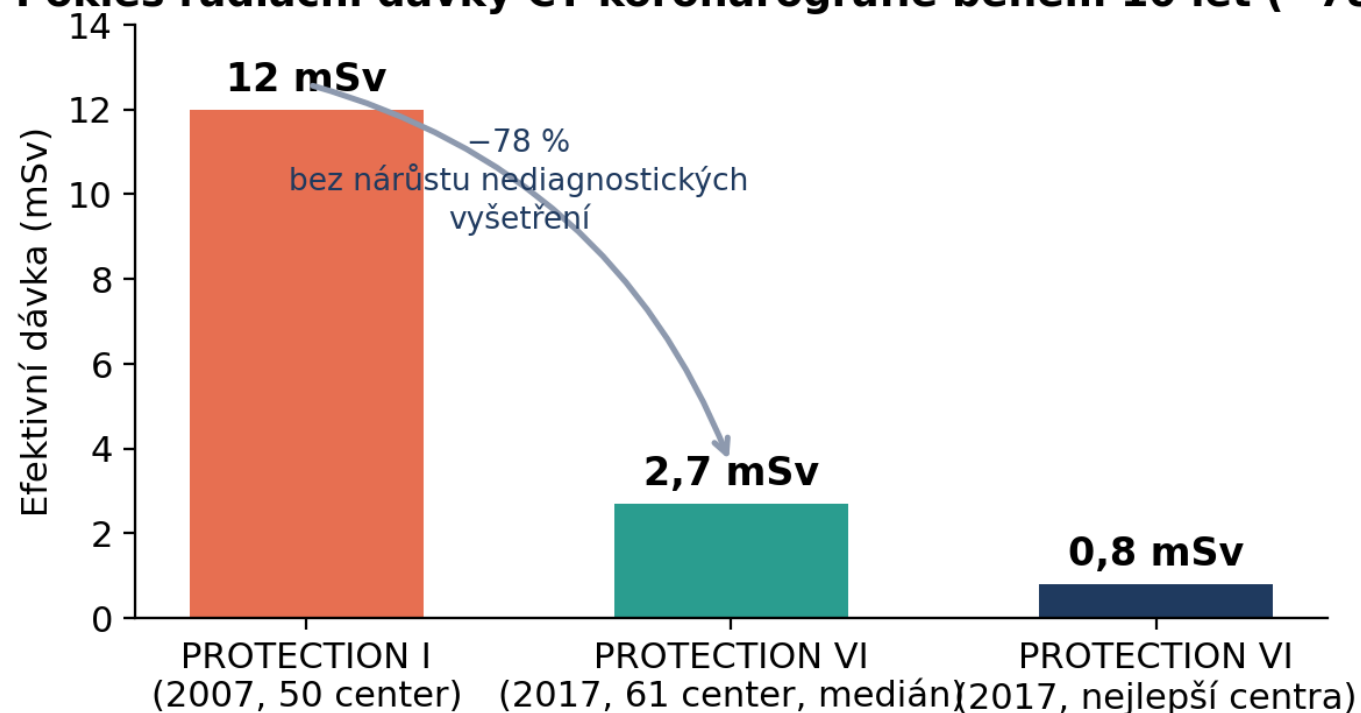
Model LNT: riziko úměrné dávce; ICRP: $\approx 5,5 \% / \text{Sv} \rightarrow \text{CCTA } 3 \text{ mSv} \approx 1 : 6\,000$

Latence 5–40 let $\rightarrow$ riziko je vysoké tam, kde je dlouhá očekávaná délka života.

U jednotlivce nelze prokázat ani vyvrátit – nádor z ozáření nemá žádnou známku.

Jak dávka CTCA klesla

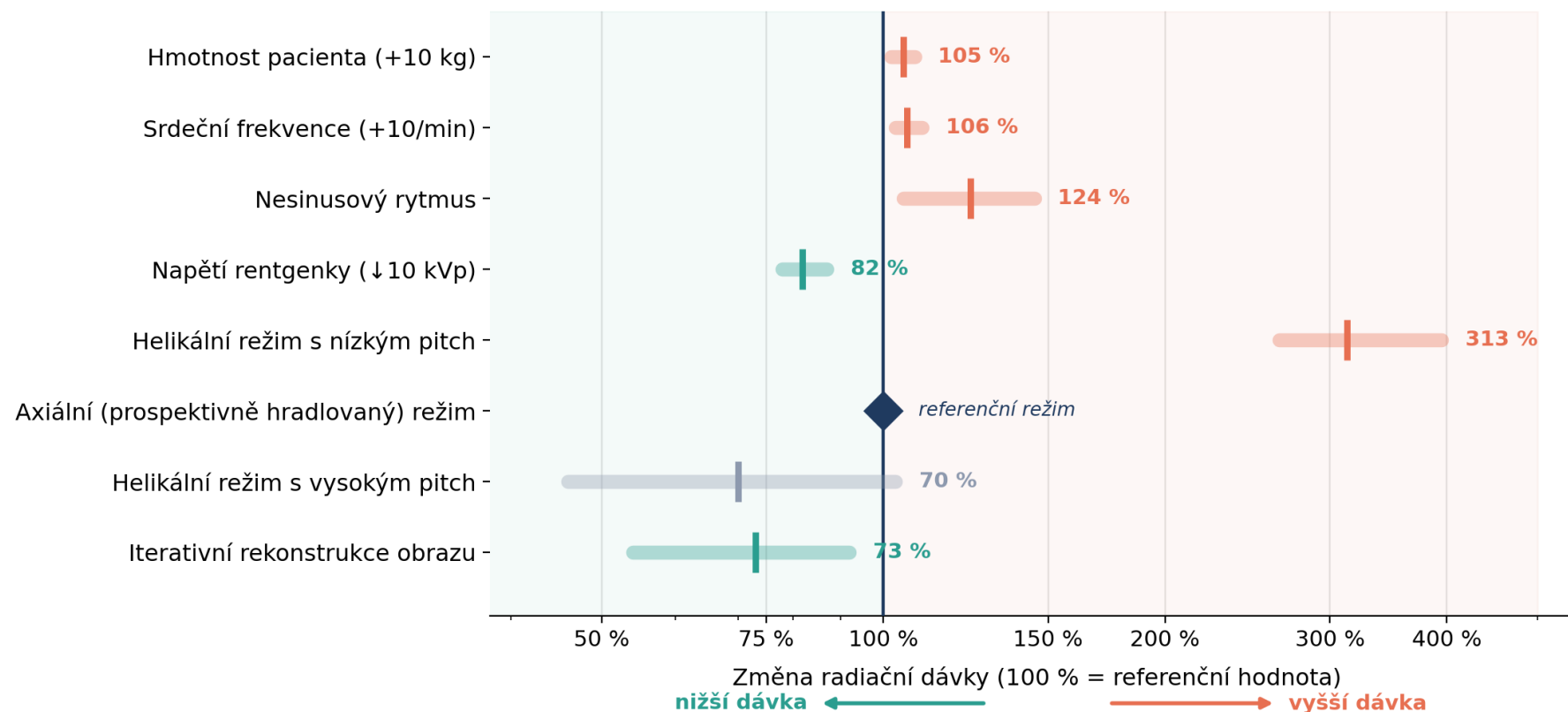
Pokles radiční dávky CT koronarografie během 10 let (–78 %)



Konverzní faktor $k = 0,014 \text{ mSv}/(\text{mGy} \cdot \text{cm})$ (hrudník). Při kardio-specifickém $k = 0,026$ jsou hodnoty $\approx 1,9\times$ vyšší (PROTECTION VI medián 5,1 mSv).
Zdroje: Hausleiter et al. JAMA 2009; Stocker et al. Eur Heart J 2018.

Jak dávka CTCA klesla

Co určuje radiační dávku CT koronarografie?
Nezávislé prediktory z registru PROTECTION VI (61 center, 4 502 pacientů, 2017)

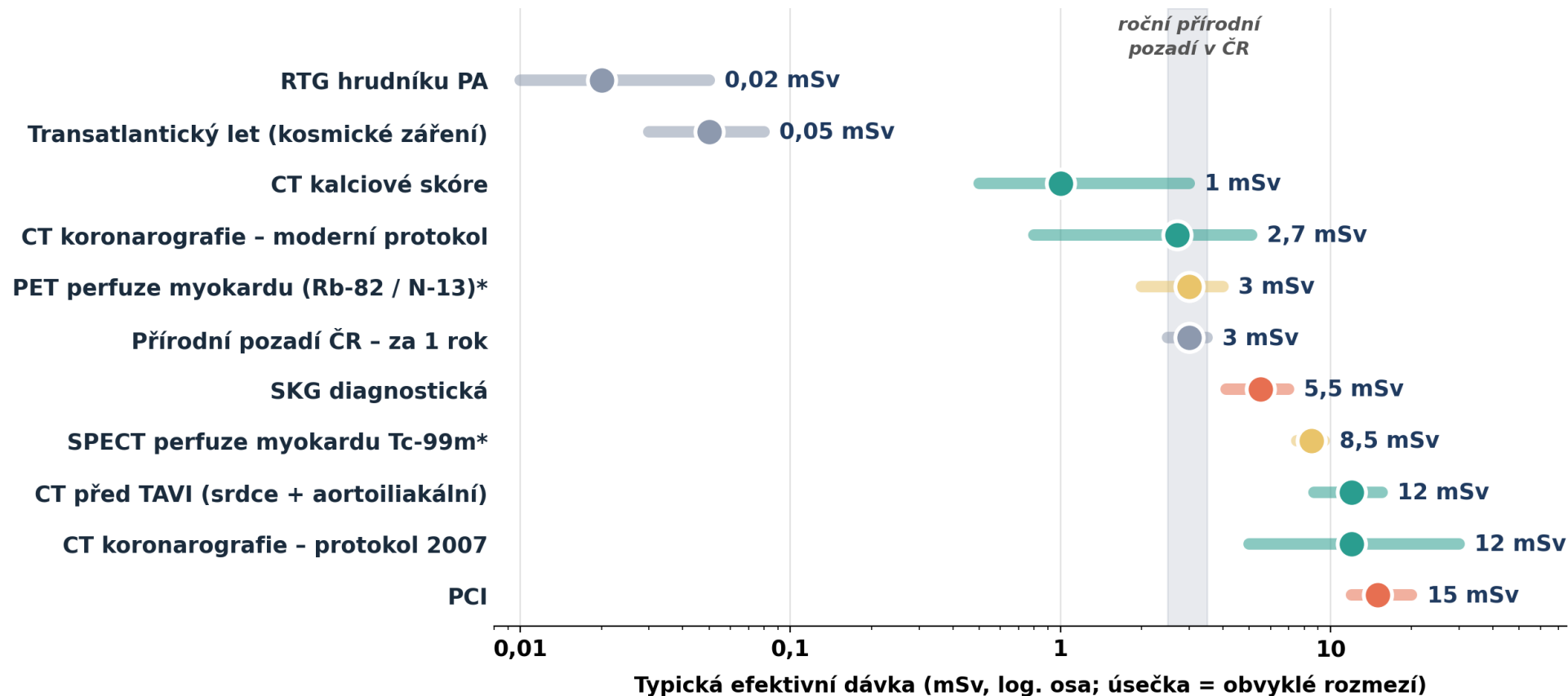


Vodorovné úsečky = 95% interval spolehlivosti. Pacientské faktory (hmotnost, frekvence, rytmus) dávku zvyšují jen mírně – rozhodující je volba protokolu.

Hodnoty odečteny z původního obrázku publikace; Stocker TJ et al. Eur Heart J 2018;39:3715–3723. Prezentace ESC 2018 uvádí pro helikální režim s nízkým pitch nárůst o 313 % a pro high-pitch insignifikanční pokles o 30 % oproti axiálnímu režimu.

CTCA na radiační mapě

Kde stojí kardiologické CT na radiační mapě?
(echokardiografie a MR = 0 mSv)



*Orientační typické hodnoty; podrobněji viz přednáška Nukleární kardiologie. Zdroje: Stocker 2018 (PROTECTION VI); Hausleiter 2009 (PROTECTION I); SCOT-HEART dávková analýza (Radiology 2023); Mettler 2008 (katalog dávek); Dirrichs 2024 (TAVI, PCCT vs EID); SÚRO/SÚJB (přírodní pozadí ČR).

Kdo je nejzranitelnější

Mladé ženy – prsní žláza v primárním svazku; riziko karcinomu prsu dominuje do ~30 let věku . Zvážit MR / echokardiografii, u CT důsledně prospektivní protokol a nízké kV.

Děti a pacienti s vrozenými vadami – vyšší radiosenzitivita + celoživotní opakování.

Opakovaně zobrazování – po IM, po transplantaci srdce (koronarografie/CCTA ročně), vaskulitidy (Takayasu, Kawasaki), sledování bypassů a stentů, sledování aorty

Těhotenství – dávka na plod z CT hrudníku/srdce je typicky < 0,1–0,5 mGy; problém je spíše KL a prsní žláza matky.



Jodová kontrastní látka

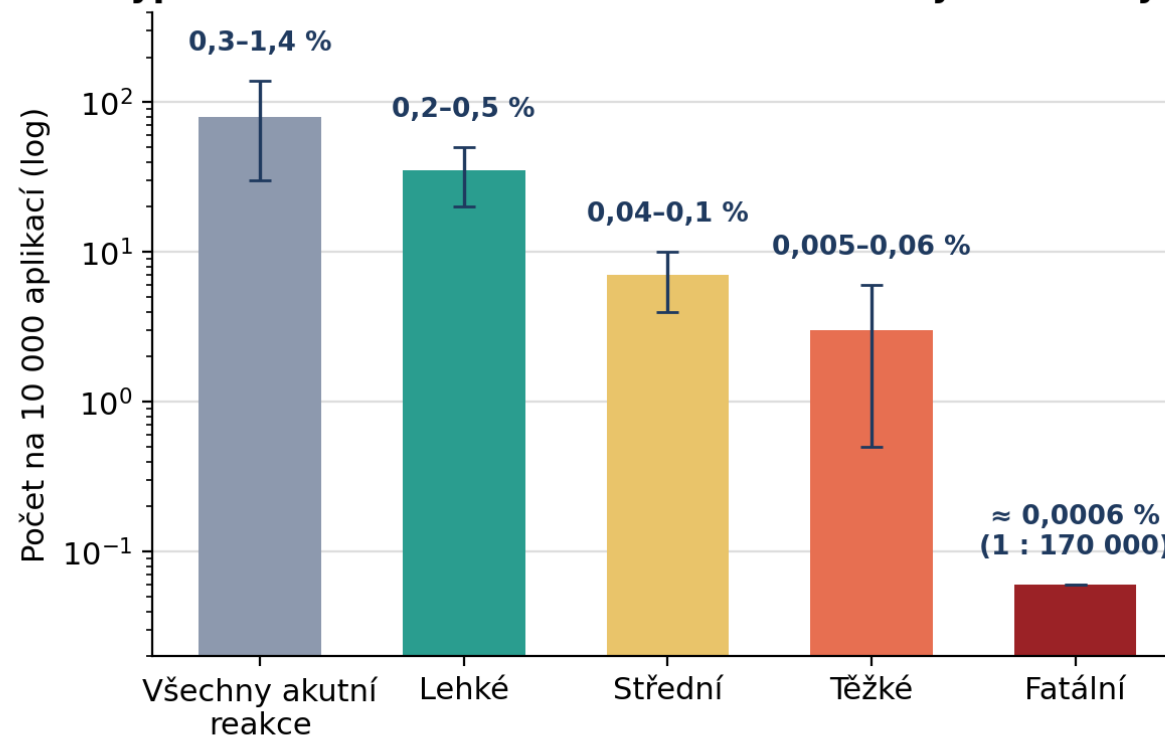
50-80 ml JKL (350-400 mg I/ml) 5-6 ml/s

Poškození: hypersenzitivní, nefrotoxické a tyreotoxicita

Akutní nežádoucí reakce na jódovou kontra **Akutní hypersenzitivní reakce na nízkoosmolární jódové KL jsou vzácné**

Hypersenzitivní (alergoidní) reakce	
LEHKÉ	• mírná kopřivka • svědění • erytém
STŘEDNÍ	• výrazná generalizovaná kopřivka • mírný bronchospasmus • otok obličeje / laryngu
TĚŽKÉ	• hypotenzní šok • zástava dechu • zástava oběhu

Hypersenzitivní reakce nejsou závislé na dávce a nelze je předpovědět; chemotoxická vazovagální reakce je uvedena v obou sloupcích - rozlišení podle toho, zda ustoupí s
Upraveno podle: ESUR Contrast Media Safety Committee, Guidelines on Contrast Ag



Zdroje: ACR/AAAAI konsenzus 2025 (Radiology / JACI Pract); Katayama et al. Radiology 1990 (337 647 pacientů); ACR Manual on
Nejsilnější rizikový faktor = předchozí reakce na JKL (≈ 5×). Alergie na mořské plody ani na jód/povidon-jod rizikem NEJSOU.

Postkontrastní poškození ledvin x asociované

↑ kreatininu o $> 26,5 \mu\text{mol/l}$ nebo na $> 1,5$ násobek výchozí hodnoty do 48–72 h po kontrastu

Konsenzus ACR–NKF 2020 a ESUR Guidelines 2025: riziko CA-AKI po i.v. JKL je klinicky relevantní až při eGFR < 30 ml/min/1,73 m² (nebo AKI)

Metformin: při eGFR ≥ 30 a bez AKI se u i.v. podání nevysazuje

Dialyzovaní pacienti: JKL lze podat, není nutná mimořádná dialýza ani změna rozvrhu; u reziduální diurézy chránit zbytkovou funkci (nízká dávka KL)

Obed M, Gabriel MM, Dumann E, Vollmer Barbosa C, Weißenborn K, Schmidt BMW. Risk of acute kidney injury after contrast-enhanced computerized tomography: a systematic review and meta-analysis of 21 propensity score-matched cohort studies. Eur Radiol. 2022

Štítná žláza, další

- **Manifestní neléčená hypertyreóza**
- **Rutinní vyšetření TSH před CT není nutné – cílený dotaz na onemocnění štítné žlázy ano**
- **Scintigrafie** i terapie radiojódem: odstup od kontrastu ≥ 2 měsíce

Další z guidelines:

- **Odběry moči a krve** před CT vyšetřením
- **Kostní scintigrafie a značení erytrocytů:** jódovou kontrastní látku nepodávat nejméně 24 hodin před izotopovým vyšetřením.

Kontraindikace

Absolutní

- odmítnutí pacienta
- neschopnost jakékoli spolupráce bez možnosti sedace
- známá těžká anafylaxe na JKL bez možnosti alternativy pro kontrastní vyšetření

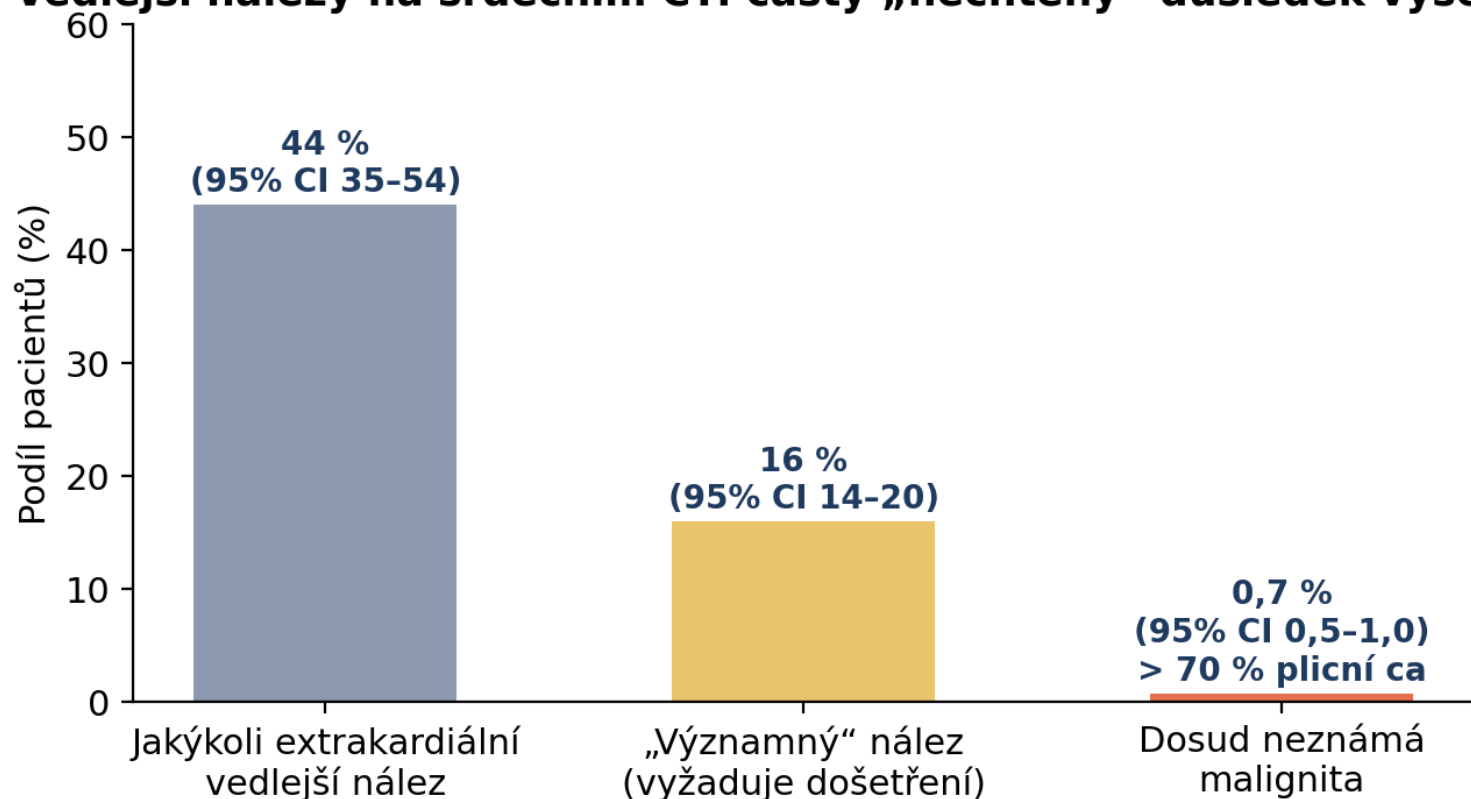


Relativní kontraindikace srdečního CT - a jak je řešit

Relativní kontraindikace	Podstata rizika	Řešení / jak ji obejít
eGFR < 30 / AKI	CA-AKI	Hydratace, minimální objem KL, PCCT, nativní CT + TEE; individuální rozvaha
Předchozí střední/těžká reakce na JKL	Anafylaxe	Změna preparátu, ev. premedikace, přítomnost lékaře; alternativní modalita
Neléčená manifestní hypertyreóza; plánovaná dg./léčba radiojódem	Jod-Basedow; blokáda vychytávání radiojódu ~2 měsíce	Endokrinologická konzultace; odložit; MR
Těhotenství	Dávka na plod minimální; JKL - TSH novorozence; prs matky	Jen při nezbytné indikaci; prospektivní protokol; echo/MR
Dekompenzované srdeční selhání, těsná AS s hypotenzí	Objemová zátěž KL/hydratace, nitrát, betablokátor	Kompenzace, vynechat nitrát/BB, minimální objem KL
Kontraindikace betablokátoru při vysoké TF	Bradyarytmie, hypotenze, bronchospasmus	Ivabradin, kalciové blokátory, přístroj s vysokým časovým rozlišením
PDE-5 inhibitor v posledních 24-48 h	Hypotenze po nitrátu	Vynechat nitrát nebo odložit
Myasthenia gravis, mnohočetný myelom, feochromocytom	Exacerbace MG (JKL); ostatní bez zvláštního rizika	Informovat, monitorovat

Riziko vedlejší nálezy

Vedlejší nálezy na srdečním CT: častý „nechtěný“ důsledek vyšetření



Metaanalýza 19 studií, 15 877 pacientů (Flor N et al. AJR 2013;201:555-564). Novější data (Eur Radiol 2025, n = 3 295): potenciálně významné nekardiální nálezy 25 %, potenciálně maligní 8,5 %, potvrzená malignita 1-2,4 %.

Vedlejší nálezy: nejčastější „nežádoucí účinek“ srdečního CT

Čím déle hledáme a čím starší populace, tím více malignit najdeme - záchyt 0,7 % → 2,5 %

Studie	Populace	Vedlejší nálezy	Potvrzená malignita	Poznámka
Flor 2013 metaanalýza 19 studií	15 877 pacientů srdeční CT	44 % jakýkoli nález 16 % významný	0,7 %	72 % plicní ca (bez follow-upu)
Gloor 2025 jedno centrum, 3letý follow-up	3 295 pacientů CCTA	25,3 % významný 8,5 % suspektní z malignity	1,0-2,4 %	emfyzém 10,7 % steatóza jater 4,5 %
Yamamoto 2024 předprocedurální CT	593 pacientů těžká AS, věk 82 let	38,3 % významný	2,5 %	TAVI 40,2 % vs SAVR 31,3 % < 60 let jen 10 %

Flor N et al. AJR 2013;201:555-564 · Gloor DA et al. Eur Radiol 2026;36:1120-1130 · Yamamoto K et al. J Cardiol 2024;84:326-332



Rizikový profil tří modalit - orientační srovnání

Riziko	CT	MR	Nukleární kardiologie
Ionizující záření	ANO	NE	ANO
Kontrastní látka	jódová - hypersenzitivita, CA-AKI (eGFR < 30), štítná žláza	gadolinium - NSF (dnes vzácně), retence Gd, hypersenzitivita ~0,1 %	radiofarmakum - reakce raritní; vazodilatancia jako u CT perfuze
Premedikace	betablokátor, nitrát; vazodilatancia u perfuze	vazodilatancia / dobutamin u zátěže	vazodilatancia / dobutamin / ergometrie
Implantáty	artefakty (kovy), jinak bez rizika	PM/ICD (MR-conditional), cizí kovová tělesa, implantáty - bezpečnostní riziko	bez rizika
Klaustrofobie, spolupráce	minimální (sekundy)	významná (30-60 min, opakované zadržení dechu)	malá (poloha 10-20 min)
Těhotenství / kojení	záření minimální; TSH novorozence; kojení bez přerušení	Gd - jen při silné indikaci; kojení bez přerušení	kojení přerušit dle nuklidu; těhotenství = kontraindikace
Vedlejší nálezy	časté (44 %)	střední	nízké (kromě CT části PET/CT)

Riziko x přínos

SCOT-HEART (NEJM 2018, n = 4 146): CCTA snížila 5leté KV úmrtí/IM z 3,9 % na 2,3 %, tedy NNT $\approx$ 62. Proti benefitu 1 : 62 stojí riziko 1 : 9 000.

DISCHARGE (NEJM 2022, n = 3 561): CCTA místo SKG — MACE 2,1 % vs 3,0 % (HR 0,70; NS), ale procedurální komplikace 0,5 % vs 1,9 %

Dávka z moderní CT koronarografie je srovnatelná s ročním přírodním pozadím; za deset let klesla o ~78 % a s photon-counting CT klesá dál. Rozhodující je protokol a tým, ne strach z metody.

Vedlejší nálezy jsou nejčastějším „nežádoucím účinkem“ CT – připravte na ně pacienta i sebe. Správná indikace je nejúčinnější radiační i kontrastní ochrana.

