

## Odborné stanovisko | Expert consensus statement

Odborné stanovisko České asociace intervenční kardiologie a České kardiologické společnosti

# Používání invazivních zobrazovacích (optická koherenční tomografie, intravaskulární ultrazvuk) a funkčních (frakční průtoková rezerva) metod v intervenční kardiologii

Tomáš Kovárník<sup>a</sup>, Pavel Červinka<sup>b</sup>, Martin Mates<sup>c</sup>, Ivo Bernát<sup>d</sup>, Marian Branny<sup>e</sup>, David Horák<sup>f</sup>, Petr Kala<sup>g</sup>, Petr Kmoníček<sup>c</sup>, Viktor Kočka<sup>h</sup>, Ladislav Pešl<sup>ch</sup>, Josef Štásek<sup>i</sup>, Ivo Varvařovský<sup>j</sup>, Michael Želízko<sup>k</sup>

<sup>a</sup> II. interní klinika kardiologie a angiologie, 1. lékařská fakulta Univerzity Karlovy a Všeobecná fakultní nemocnice v Praze

<sup>b</sup> Kardiologická klinika, Masarykova nemocnice v Ústí nad Labem

<sup>c</sup> Komplexní kardiologické centrum, Nemocnice Na Homolce, Praha

<sup>d</sup> Kardiologické oddělení, Fakultní nemocnice Plzeň

<sup>e</sup> Kardiologické oddělení, Nemocnice Podlesí, Třinec

<sup>f</sup> Kardiologické oddělení, Krajská nemocnice Liberec

<sup>g</sup> Interní kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Brno

<sup>h</sup> III. interní-kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha

<sup>ch</sup> Kardiologické oddělení, Nemocnice České Budějovice

<sup>i</sup> I. interní kardiologická klinika, Fakultní nemocnice Hradec Králové

<sup>j</sup> Kardiologické centrum Agel, Pardubice

<sup>k</sup> Klinika kardiologie, Institut klinické a experimentální medicíny, Praha



ČESKÁ ASOCIACE  
INTERVENČNÍ KARDIOLOGIE



ČESKÁ KARDIOLOGICKÁ SPOLEČNOST  
THE CZECH SOCIETY OF CARDIOLOGY

### INFORMACE O ČLÁNKU

Historie článku:

Zveřejněno: 30. října 2017

Toto odborné stanovisko reprezentuje názor České asociace intervenční kardiologie a bylo vytvořeno v souladu s vědeckými a lékařskými poznatky dostupnými v době přípravy publikace. Cílem tohoto dokumentu je pomáhat lékařům při volbě nejlepšího diagnostického a léčebného postupu pro každého pacienta s daným onemocněním, přičemž je posuzován jak vliv na klinické výsledky, tak poměr přínosu a rizika daného postupu. Definitivní rozhodnutí týkající se konkrétního pacienta však musí učinit ošetřující lékař po konzultaci s pacientem a tento dokument v žádném případě nenahrazuje individuální odpovědnost každého lékaře. Obsah tohoto dokumentu byl publikován pouze pro nekomerční a edukační účely.

V současné době jsou v řadě katetrizačních laboratoří používány pokročilé zobrazovací metody, kterými jsou optická koherenční tomografie (OCT), intravaskulární ultrazvuk (IVUS) a funkční hodnocení koronárních stenóz pomocí frakční průtokové rezervy (FFR), případně použití „instantaneous wave-free ratio“ (iFR). Tyto metody jsou na jednotlivých pracovištích používány v různém zastoupení a k různým účelům. Cílem toho-

to sdělení je poskytnout sjednocující pohled na současná doporučení a rovněž shrnout základní informace k provádění těchto metod. Všechna doporučení v následujícím textu vycházejí z doporučení Evropské kardiologické společnosti (ESC), European Association for Cardio-Thoracic Surgery (EACTS) a European Association of Percutaneous Cardiovascular Interventions (EAPCI) pro revaskularizaci myokardu z roku 2014 [1].

## Úvod

Při vyšetřování koronárních tepen je základním vyšetřením selektivní koronarografie (SKG), která poskytuje přehledný obraz stavu koronárních tepen. Hlavními limity této metody je možnost zobrazení pouze lumen a neexistence korelace hemodynamické významnosti lézí u takzvaně hraničních stenóz (tj. stenóz v rozmezí 40–70 % ve srovnání s referenčním segmentem) [2]. Tyto limity byly motivací pro vytvoření dalších zobrazovacích a funkčních metod, které jsou předmětem tohoto doporučení.



## Role morfologických a funkčních invazivních metod v hodnocení hemodynamické významnosti koronárních stenóz

Jedním z nejdůležitějších prediktorů koronárních příhod je rozsah ischemie způsobený koronární stenózou. Se zvětšujícím se rozsahem ischemie myokardu rovněž vzrůstá význam koronární revaskularizace, která je spojena – od rozsahu 10 % ischemického myokardu – s větší redukcí koronárních příhod než konzervativní terapie [3].

Frakční průtoková rezerva (fractional flow reserve, FFR) je nejpoužívanější invazivní modalita v hodnocení hemodynamické významnosti koronárních stenóz. Její použití je doporučováno u pacientů bez průkazu ischemie myokardu či bez limitující typické anginy pectoris. Principem FFR je invazivní měření tlakového gradientu na stenóze v situaci farmakologicky navozené hyperemie. Hodnota, která indikuje hemodynamicky významnou stenózu, je  $FFR \leq 0,8$ . V evropských doporučeních [1] je hodnocení hemodynamické významnosti angiograficky hraničních koronárních stenóz u stabilní ICHS pomocí FFR hodnoceno ve třídě IA, tedy v nejvyšší třídě důkazů. Americká doporučení vhodnosti revaskularizace pacientů s akutním koronárním syndromem (AKS) z roku 2016 hodnotí použití FFR pro takzvané non-culprit léze (tedy léze, které nejsou zodpovědné za aktuální symptomatologii) v kategorii A („appropriate“ – vhodné) s bodovým hodnocením vhodnosti intervencí sedm bodů z devíti možných [4]. Hodnocení hemodynamické významnosti lézí zodpovědných za akutní obtíže, tzv. culprit lézí, u nemocných v akutní fázi AKS pomocí FFR je komplikováno postižením mikrocirkulace, jež neumožňuje dosažení maximální vazodilatace, která je základní podmínkou FFR vyšetření. Vyšetření pomocí frakční průtokové rezervy v této indikaci nemá jednoznačná data a k jeho použití se nelze jednoznačně vyjádřit.

V posledních letech začíná být spolu s FFR používána metoda iFR. Tento typ vyšetření používá hodnocení klidového gradientu na stenóze ve fázi fyziologicky přítomné nízké mikrovaskulární rezistence, a proto nevyžaduje podání hyperemického stimulu. Při iFR vyšetření je hodnocen rozdíl mezi proximálním a distálním tlakem pouze ve střední části diastoly, a nikoliv střední tlak v celém průběhu srdečního cyklu, jako je tomu při FFR vyšetření. Nedávno byly publikovány dvě velké studie prokazující, že indikace ke koronární intervenci na základě iFR má stejné výsledky jako indikace na základě FFR [5,6].

Další možností hodnocení hemodynamické významnosti stenóz je hodnocení koronární průtokové rezervy (coronary flow reserve, CFR). Jedná se o poměr maximálního koronárního průtoku (po podání vazodilatancia) a klidového průtoku. Za patologickou hodnotu se považuje CFR menší než dvě. Měření se provádí pomocí dopplerovského hodnocení rychlosti průtoku nebo měřením skutečného koronárního průtoku pomocí miniaturizované termodiluce. Tyto metody jsou využívány spíše k vědeckým účelům a nemají zatím oporu v mezinárodních doporučeních.

Hodnocení hemodynamické významnosti koronárních stenóz pomocí morfologických metod je dnes považováno spíše za nevhodné. Jedinou oblastí, kde existují data pro jeho použití, je hodnocení stenóz kmene levé věnčité

tepny (left main, LM). Plocha lumen menší než  $6 \text{ mm}^2$  je zde spojena s vyšším výskytem koronárních příhod a je doporučovaná hranicí pro indikaci revaskularizace [7]. Dříve používané kritérium – plocha lumen  $4 \text{ mm}^2$  – pro hranici významnosti koronárních stenóz lokalizovaných v tepně větší než 3 mm je podle současných poznatků možno použít pouze k charakterizaci léze s vyšším rizikem.

## Role morfologických a funkčních metod ve vedení koronárních intervencí

Evropská doporučení [1] hodnotí postavení popisovaných metod následně. Metoda FFR ve vedení koronárních intervencí u mnohočetného postižení v kategorii IIa B, IVUS ve vedení intervencí na kmene levé věnčité tepny v kategorii IIa B, vedení implantace stentů u selektovaných pacientů v kategorii IIa B pro IVUS a IIb C pro OCT a analýza příčin selhání stentu v kategorii IIa C pro IVUS i OCT.

Z výše zmiňovaných kategorií považujeme za nejdůležitější použití zobrazovacích metod při vedení koronárních intervencí v oblasti kmene levé věnčité tepny. Tyto intervence mají vzhledem k rozsáhlému povodí LM zásadní význam pro pacientovu prognózu, a proto je zde nezbytnou podmínkou dokonalé technické provedení intervence. Nejčastěji citovanou prací uvádějící požadované finální parametry těchto intervencí je práce Kanga a spol. [8].

Význam intravaskulárního ultrazvuku pro koronární intervence s implantací lékových stentů byl sumarizován v metaanalýze zahrnující 20 studií, hodnotících přes 29 tisíc nemocných, která byla publikována v roce 2015. Tato práce potvrzuje, že vedení intervencí IVUS s implantací lékových stentů je spojeno se snížením kardiovaskulárních příhod, úmrtí a trombóz ve stentu. Největší dopad byl zaznamenán u pacientů s komplexními lézemi a u nemocných s akutním koronárním syndromem [9]. Nejčastěji používaná kritéria pro implantaci stentů pocházejí ze studie MUSIC [10].

Optická koherenční tomografie je technikou s desetkrát vyšší rozlišovací schopností než IVUS, má však v této indikaci méně dat a současná úroveň doporučení je IIb C. Nicméně probíhá řada studií, jejichž výsledky potvrzují nejméně stejnou schopnost OCT ve vedení koronárních intervencí jako u IVUS [11], navíc s lepší rozlišovací schopností a mnohem větší kvalitou automatického hodnocení obrazu. Nicméně v této studii nebyla prokázána superiority ve srovnání se standardním angiografickým vyšetřením. Zatím tak není prokázán klinický přínos používání OCT při koronárních intervencích. Velkým příslibem pro praxi jsou koregistrace OCT/IVUS vyšetření s angiografií. Tento způsob zobrazení kombinuje výhody angiografie (prostorová orientace) a OCT/IVUS (detailní morfologické zobrazení).

Vyšetření OCT je vhodnou zobrazovací technikou pro hodnocení nových technologií pro koronární intervence, která umožňuje detailní hodnocení nálezů jak bezprostředně po intervencích, tak i při kontrolních vyšetřeních.

Případné funkční hodnocení po koronární intervenci spočívá v hodnocení tlakového gradientu v ošetřeném úseku tepny. Za patologický nález je považován tlakový gradient na intervenované lézi  $> 5 \text{ mm Hg}$ , nebo FFR po výkonu  $< 0,9$ . Příčinou může být reziduální stenóza v intervenovaném segmentu nebo další léze. Tyto příčiny lze

nejlépe odlišit provedením kontinuálního měření (tzv. pullback) v průběhu hyperemie, event. pomocí metody iFR, kdy ke kontinuálnímu vyšetření tepny není hyperemie nutná.

## Hodnocení angiograficky nejasných nálezů a komplikací po koronárních intervencích

V případě angiograficky nejasného nálezu po koronární intervenci je použití dalších zobrazovacích metod silně doporučováno [2]. Úskalím detailního zobrazení je větší množství získaných informací, které je nutno správně vyhodnotit a k další intervenci indikovat jen skutečně prognosticky významné nálezy. Nejčastějšími nálezy jsou disekce při okrajích stentu, nedostatečná expanze či apozice stentu, protruze plátu do stentu či intraluminální trombóza. Pro detailní popis a rizikovou stratifikaci těchto nálezů odkazujeme na nedávno publikované studie [11–13]. Limitací jsou nejednotnosti v definici a prognostickém důsledku zjištěných nálezů.

## Závěr

Na základě uvedených dat považuje Česká asociace intervenční kardiologie následující indikace použití morfologických a funkčních invazivních vyšetření koronárních tepen za:

- **DOPORUČENÉ:** zhodnocení hemodynamické významnosti koronárních stenóz v rozmezí 40–70 % (při angiografickém vyšetření) pomocí FFR nebo iFR u stabilní ICHS, pokud není průkaz ischemie myokardu z neinvazivních vyšetření,
- **MĚLO BY BÝT ZVÁŽENO:** IVUS při hodnocení postižení kmene levé věnčité tepny při angiograficky nejasných nálezech a při vedení intervence,
- **MĚLO BY BÝT ZVÁŽENO:** IVUS/OCT během vedení koronárních intervencí v případě angiograficky nejasného nálezu,
- **MĚLO BY BÝT ZVÁŽENO:** IVUS/OCT při hodnocení příčin selhání stentu.

## Literatura

- [1] S. Windecker, P. Kolh, F. Alfonso, et al., 2014 ESC/EACTS Guidelines on myocardial revascularization, *European Heart Journal* 5 (2014) 2541–2619.

- [2] N.P. Johnson, R.L. Kirkeeide, K.L. Gould, Coronary anatomy to predict physiology: fundamental limits, *Circulation. Cardiovascular Imaging* 6 (2013) 817–832.
- [3] R. Hachamovitch, A. Rozanski, L.J. Shaw, Impact of ischaemia and scar on the therapeutic benefit derived from myocardial revascularization vs. medical therapy among patients undergoing stress-rest myocardial perfusion scintigraphy, *European Heart Journal* 32 (2011) 1012–1024.
- [4] M. Patel, J.H. Calhoon, G.J. Dehmer, et al., ACC/AATS/AHA/ASE/ASNC/SCAI/SCCT/STS 2016 Appropriate Use Criteria for Coronary Revascularization in Patients With Acute Coronary Syndromes, *Journal of American College of Cardiology* 69 (2017) 570–591.
- [5] J. Davies, S. Sen, H.M. Dehbi, et al., Use of the instantaneous wave-free ratio or fractional flow reserve in PCI, *New England Journal of Medicine* 376 (2017) 1824–1834.
- [6] M. Götberg, E.H. Christiansen, I.J. Gudmundsdottir, et al., Instantaneous Wave-free Ratio versus Fractional Flow Reserve to Guide PCI, *New England Journal of Medicine* 376 (2017) 1813–1823.
- [7] J.M. de la Torre Hernandez, F.H. Hernández Hernandez, F. Alfonso, et al., Prospective application of pre-defined intravascular ultrasound criteria for assessment of intermediate left main coronary artery lesions. Results from the multicenter LITRO study, *Journal of the American College of Cardiology* 8 (2011) 351–358.
- [8] S.J. Kang, G.S. Mintz, W.J. Kim, et al., Effect of intravascular ultrasound findings on long-term repeat revascularization in patients undergoing drug-eluting stent implantation for severe unprotected left main bifurcation narrowing, *American Journal of Cardiology* 107 (2011) 367–373.
- [9] Y.J. Zhang, X.Y. Pang, C. Bourantas, et al., Comparison of intravascular ultrasound guided versus angiography guided drug eluting stent implantation: a systematic review and meta-analysis, *BMC Cardiovascular Disorders* 15 (2015) 153.
- [10] P. de Jaegere, H. Mudra, H. Figulla, et al., Intravascular ultrasound-guided optimized stent deployment. Immediate and 6 months clinical and angiographic results from the Multicenter Ultrasound Stenting in Coronaries Study (MUSIC Study), *European Heart Journal* 19 (1998) 1214–1223.
- [11] Z.A. Ali, A. Maehara, P. Généreux, et al., Optical coherence tomography compared with intravascular ultrasound and with angiography to guide coronary stent implantation (LUMIEN III: OPTIMIZE PCI): a randomised controlled trial, *Lancet* 388 (2016) 2618–2628.
- [12] F. Prati, E. Romagnoli, F. Burzotta, et al., Clinical Impact of OCT Findings During PCI: The CLI-OPCI II Study, *Journal of the American College of Cardiology. Cardiovascular Imaging* 8 (2015) 1297–1305.
- [13] G. Tearney, E. Regar, T. Akasaka, et al., Consensus standards for acquisition, measurement, and reporting of intravascular optical coherence tomography studies, *Journal of the American College of Cardiology* 59 (2012) 1058–1072.