

Optická koherentní tomografie

Pavel Červinka¹, Radim Špaček¹, Petr Kala²

¹Kardiologická klinika, Krajská zdravotní, a. s., Masarykova nemocnice o. z.,
a Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem

²Interní kardiologická klinika LF MU a FN Brno

Optická koherentní tomografie (OCT) s vysokou rozlišovací schopností 10 µm představuje nejpřesnější invazivní zobrazovací metodu koronárních tepen, jejíž uplatnění v každodenní klinické praxi se stále vyvíjí. Experimentální práce přinesly řadu převratných informací, které umožnily lépe pochopit problémy hojení zejména lékových stentů i některé patologické procesy cévní stěny. Je nanejvýš pravděpodobné, že se tato metoda bude v klinice uplatňovat stále častěji.

Klíčová slova: optická koherentní tomografie, nestabilní plát, hojení lékem potažených stentů.

Optical coherent tomography

Optical coherent tomography (OCT) with the 10 µm resolution is the most precise invasive coronary imaging technique at present. A lot of highly interested information has been shown in the early OCT experimental research especially in the field of drug-eluting stents healing and some of the vessel wall pathologies. This technique seems to have a big potential for future more broader indication in in daily practise.

Key words: optical coherent tomography, unstable plaque, drug eluting stent healing.

Interv Akut Kardiol 2011; 10(Suppl. D): 21–23

Úvod

Onemocnění srdce a cév tvoří ve všech vyspělých zemích světa nejčastější příčinou úmrtí. Na zlepšení, kterého bylo v průběhu posledních 20 let dosaženo v České republice, se výraznou měrou podílí i rozvoj invazivní – intervenční i neinvazivní kardiologie. Vynikající výsledky i organizace péče o pacienty s infarktem myokardu v ČR je doložena v evropském projektu Stent for Life (1), a to přesto, že těchto výsledků bylo dosaženo především za využití základní zobrazovací metody, kterou je rtg koronární angiografie. Rychlý technologický rozvoj však umožnil i využití daleko přesnějších zobrazovacích metod, které se uplatňují ve výzkumu, ale i v běžné praxi, a kterými je možné velmi přesně posoudit nitro koronárních tepen. Překvapivý záchyt drobných angiograficky „neviditelných“ změn, jako jsou drobné disekce cévní stěny či přítomnost drobného trombu a nestabilního plátu a zároveň přesné posouzení složení plátu, kvality cévní stěny i vlastního lumen, by bez těchto moderních metod nebylo možné. Jednou z těchto nejnovějších je optická koherentní tomografie (OCT), která má s déle známým intravaskulárním ultrazvukem (IVUS) společné morfologické posouzení cévy, na rozdíl od IVUS se však jedná o techniku s rozlišením 10 µm a tedy o jeden řád přesnější (2, 3).

Princip OCT

OCT využívá odrazu paprsku o frekvenci blízké infračervenému světlu. Ze zdroje umís-

těného mimo pacienta vycházejí dva identické světelné paprsky – jeden jako referenční a druhý jako diagnostický, který se odrazem mění v závislosti na charakteru a hloubce vyšetřovaných struktur a následně je automaticky přepočítán do výsledného obrazu. Podobně jako v případě IVUS je výsledně možné získat trojrozměrný pohled na koronární tepnu včetně longitudinálního a transverzálního obrazu, ale optimální kvality zobrazení je dosaženo pouze při naplnění tepny nejlépe kontrastní látkou.

Technika vyšetření

Medikace před výkonem se neliší od selektivní koronarografie, navíc se pouze podávají nitráty intrakoronárně (nejčastěji izosorbit dinitrát 1–2 ml) před zavedením OCT katétru. Systém se skládá z ovládací jednotky (konzole), katétru a zařízení pro automatický zpětný posun katétru („pull back“) (obrázek 1). Současná zařízení pracují pouze s proplachem tepny, ať již kontrastní látkou nebo fyziologickým roztokem bez nutnosti okluze cévy pomocí nafouknutého balonku. Vyšetření začíná proplachem katétru kontrastní látkou (metoda 3 kapek) s následnou kalibrací katétru vně pacienta. Nejmodernější OCT přístroje provádí již automatickou kalibraci. Samotné vyšetření začíná zavedením vodičí cévky (nejčastěji 6 French) do vyšetřované tepny s následným zavedením klasického ultratenkého intrakoronárního vodiče. Poté se zavádí (po vodiči) již zmíněný speciální OCT katétr do vyšetřované oblasti. Jeho prostřed-

nictvím je převáděn obraz do řídící jednotky. Po umístění katétru distálně pod vyšetřované místo v tepně je vstříknuta kontrastní látka rychlostí 3–5 ml/sekundu (nejlépe pumpou). Současně je spuštěn automatický zpětný posun katétru, který umožňuje vyšetřit až 50 mm během necelých 3 vteřin. Ihned po skončení vyšetření je k dispozici celý nahraný záznam vyšetření.

Srovnání mezi OCT a IVUS

Obě tyto techniky vykazují velmi dobrou shodu s histologickými obrazy, OCT však při lepším rozlišení dokáže lépe detekovat povrchové části cévní stěny, oproti tomu má nižší průnik signálu do hlubokých struktur. Charakter vysílaného signálu pak mění některé struktury, které je možné posoudit a jako příklad je možné uvést kalcifikace, které při použití IVUS oslabují signál a u OCT naopak působí hyperechogenně. Specifické uplatnění nachází OCT po implantaci stentu. Struty stentu jsou vzhledem k vysílání povrchově uložené a blokují šíření paprsku, čímž vzniká charakteristické zastínění („sunshine effect“). Nejdůležitější je ale pochopitelně rozlišovací schopnost, která je v případě IVUS cca 100 µm a v případě OCT již zmíněných cca 10 µm (v rozsahu 4–20) (4, 5).

Indikace OCT

1. Podrobnější charakteristika aterosklerotického plátu.
2. Posouzení implantace stentu po výkonu a v následném období.

Současně se však zkoumají možnosti využití OCT během intervenčních výkonů (dokonalá implantace stentu apod.).

Ad 1. Charakteristika atheromového plátu

OCT jako nejpřesnější morfologická metoda přináší další poznatky o vulnerabilních plátech, kdy in vivo detekuje rupturu plátu v 73 %, jednoduchou erozi ve 23 % a trombózu v 83 % v případech vulnerabilního plátu s tenkým fibrózním krytem. Prevalence těchto abnormalit detekovaných in vivo pomocí OCT je shodná s pozorováními provedenými post-mortem (6–11).

Ad 2. Sledování implantovaného stentu

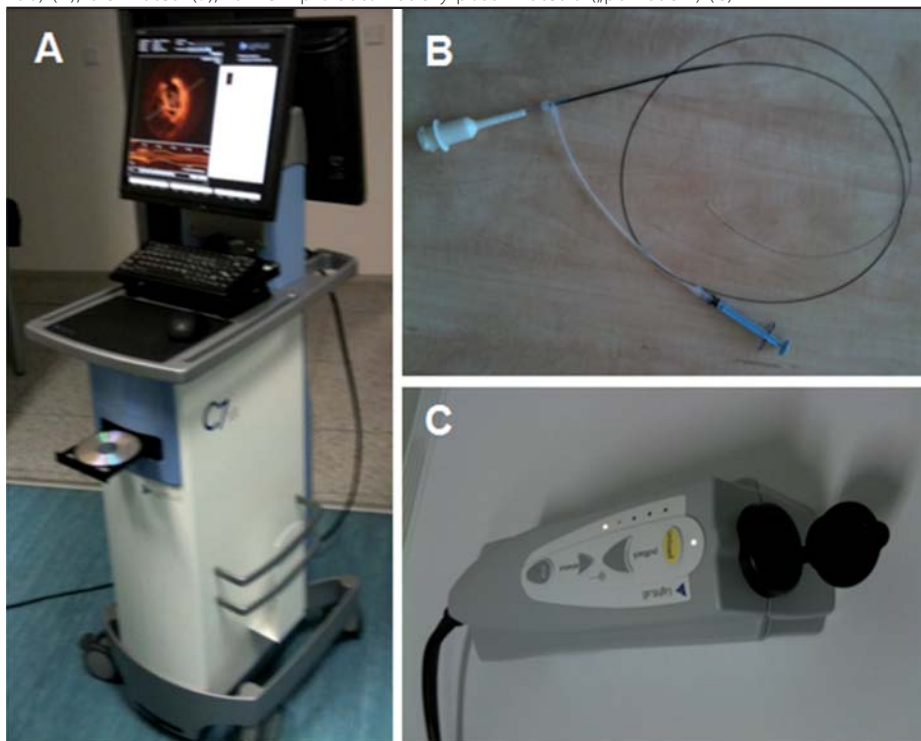
Ihned po implantaci jsou relativně často patrné malapozice, prolaps plátu, vytlačení atheromových hmot, ruptura plátu distálně od stentu či nedostatečně rozvinutý stent. Tyto „mechanické vlivy“ při implantaci stentů mají zásadní úlohu zejména při akutních či subakutních trombózách stentů (obrázek 2).

Následně po implantaci je možné pomocí OCT přesně detekovat stav epitelizace stentu a s velkou mírou přesnosti rozhodnout v otázce trvání duální terapie, zejména u nemocných s již opakovanou příhodou a s delším časovým intervalem od implantace především lékového stentu (DES = drug-eluting stent). Jednotlivé struty („vlákna“) stentu jsou na OCT zobrazitelné jako jasný signál provázený kónickým stínem („sunshine effect“), který vidíme při správném rozvinutí stentu, kdy dochází k těsnému dotyku mezi struty a tkání. Při chybném rozvinutí stentu se v kónickém stínu objevují artefakty, které mohou také znamenat přítomnost mikrotrombů. Stejně tak může být zobrazena nedostatečná či opožděná epitelizace či malapozice. V menší práci Matsumota, a kol. byla malapozice či porušená epitelizace nalezena jen v 16 % případů stentů vylučujících sirolimus v období 6 měsíců po implantaci (12). Potenciálním přínosem může být využití OCT i u rizikových pacientů po implantaci DES do prognosticky závažných lokalizací (kmen levé věnčité tepny či proximální segmenty hlavních tepen) ke zvážení rizika vysazení duální antiagregační léčby před chirurgickým zákrokem nebo při krvácivých komplikacích.

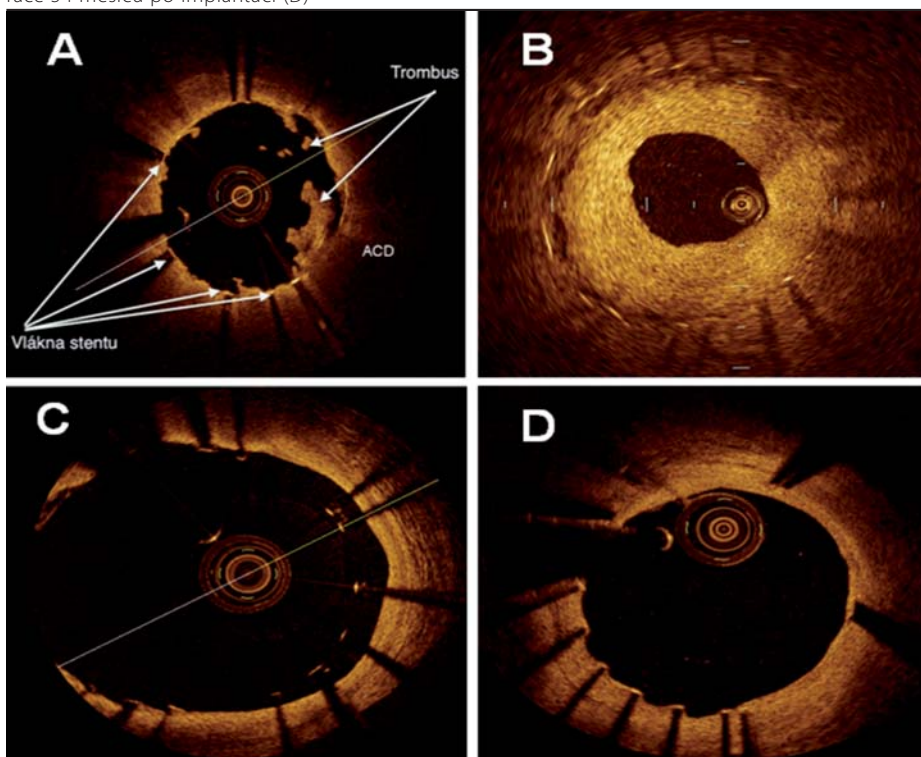
Omezení OCT

Ve shodě s IVUS je i využití OCT výrazně limitováno u výrazně kalcifikovaných a vinutých tepen, specifické omezení pro OCT pak vyplývá z nižší penetrace signálu do tkáně a tedy

Obrázek 1. Základní vybavení pro OCT vyšetření; vyšetřovací konzole (přístroj C7xr, St. Jude-Light-Lab) (A); OCT katétr (B); zařízení pro automatický posun katétru („pull back“) (C)



Obrázek 2. Ukázky OCT obrazu implantovaných stentů; čerstvě implantovaný stent se zbytky trombu u STEMI (A); neointimální hyperplazie stentu (B); obrázek nedostatečné apozice implantovaného stentu (C); nedostatečné pokrytí stentu novou tkání („healing“) lékem potaženého stentu první generace 54 měsíců po implantaci (D)



omezeným využitím v případě tepen o velkém průměru. Toto se týká především a nutno také dodat, že bohužel, kmene levé věnčité tepny.

Možným omezením, které ale provází všechny speciální techniky v úvodu jejich používání, je nedostatečně přesná interpretace velice přesných obrázků.

Závěr

OCT představuje novou zobrazovací metodu, jejíž uplatnění se v každodenní klinické praxi stále vyvíjí. Experimentální práce přinesly řadu převratných informací, které umožnily lépe pochopit problémy endotelizace zejména lékových stentů i některé patologické procesy cévní stěny.

Je nanejvýš pravděpodobné, že se tato metoda bude v klinice uplatňovat stále častěji.

Podpořeno VVZ MŠMT 0021622402.

Literatura

1. Widimsky P, Wijns W, Fajadet J, et al. Reperfusion therapy for ST elevation acute myocardial infarction in Europe: description of the current situation in 30 countries. *Eur Heart J*. 2010; 31(8): 943–957.
2. Kubo T, Akasaka T. Recent advances in intracoronary imaging techniques: focus on optical coherence tomography. *Expert Rev Med Devices*. 2008; 5(6): 691–697.
3. Gerckens U, Buellesfeld L, McNamara E, Grube E. Optical Coherence Tomography (OCT). Potential of a new high-resolution intracoronary imaging technique. *Herz*. 2003; 6: 496–500.
4. Kubo T, Imanishi T, Takarada S, Kuroi A, Ueno S, Yamano T, Tanimoto T, Matsuo Y, Masho T, Kitabata H, Tsuda K, Tomobuchi Y, Akasaka T. Assessment of culprit lesion morphology in acute myocardial infarction: ability of optical coherence to-

mography compared with intravascular ultrasound and coronary angiography. *J Am Coll Cardiol* 2007; 50(10): 933–939.

5. Mac Neill BD, Hayase M, Jang IK. The comparison between optical coherence tomography and intravascular ultrasound. *Minerva Cardioangiol*. 2002; 50(5): 497–506.

6. Raffel OC, Merchant FM, Tearney GJ, Chia S, Gauthier DD, Pomerantsev E, Mizuno K, Bouma BE, Jang IK. In vivo association between positive coronary artery remodelling and coronary plaque characteristics assessed by intravascular optical coherence tomography. *Eur Heart J*. 2008; 29(14): 1721–1728.

7. Takarada S, Imanishi T, Kubo T, Tanimoto T, Kitabata H, Nakamura N, Tanaka A, Mizukoshi M, Akasaka T. Effect of statin therapy on coronary fibrous-cap thickness in patients with acute coronary syndrome: assessment by optical coherence tomography study. *Atherosclerosis*. 2009; 202(2): 491–497.

8. Takano M, Jang IK, Inami S, Yamamoto M, Murakami D, Okamatsu K, Seimiya K, Ohba T, Mizuno K. In vivo comparison of optical coherence tomography and angiography for the evaluation of coronary plaque characteristics. *Am J Cardiol*. 2008; 101(4): 471–476.

9. Giattina SD, Courtney BK, Herz PR, Harman M, Shortkroff S, Stamper DL, Liu B, Fujimoto JG, Brezinski ME. Assessment of

coronary plaque collagen with polarization sensitive optical coherence tomography (PS-OCT). *Int J Cardiol*. 2006; 107(3): 400–409.

10. Cilingiroglu M, Ozer K. Optical coherence tomography and its use in detection of vulnerable plaque. *Curr Atheroscler Rep*. 2006; 8(2): 140–143.

11. Červinka P, Špaček R, Kupec A, Bystron M, Kvašňák M, Červinková M. OCT study in detection of unstable plaques in ST-EMI patients. *J Am Coll Cardiol* 2011; 57: 123.

12. Matsumoto D, Shite J, Shinke T. Neointimal coverage of sirolimus-eluting stents at 6-month follow-up: evaluated by optical coherence tomography. *Eur Heart J* 2007; 28: 961–967.

doc. MUDr. Pavel Červinka, Ph.D.

Kardiologická klinika, Krajská zdravotní, a.s.,
Masarykova nemocnice, o.z.,
a Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Sociální péče 3316/12A, 401 13 Ústí nad Labem
pavel.cervinka@mnul.cz
