

# Selfexpandibilní koronární stenty

David Horák, Vladimír Hraboš, Zdeněk Šembera, Lukáš Jaworski

Kardiocentrum Krajská nemocnice Liberec a.s.

V posledním desetiletí se v oblasti koronárních intervencí znovu objevují selfexpandibilní stenty. Jsou vyráběny převážně z nitinolu, který jim dodává specifické, od běžných ocelových balonexpandibilních stentů odlišné vlastnosti. Některé z těchto stentů byly vyvinuty pro specifické použití například bifurkační léze či velmi malé tepny. Dosud nám však chybí dostatek klinických dat pro jejich širší použití v koronárním řečišti.

**Klíčová slova:** selfexpandibilní stent, samoexpandibilní stent, nitinol, balonexpandibilní stent, bifurkace, akutní koronární syndrom.

## Self-expandable coronary stents

In the last decade we witness reinvention of self-expandable coronary stents. Today's generation of these devices is made predominantly from nitinol giving them specific properties different from stainless steel balloon-expandable stents. Some of those devices were developed for dedicated use e.g. bifurcation lesions or very small vessels. We still do not have enough clinical data supporting use of self-expandable stents in wider extent.

**Key words:** selfexpandible stent, nitinol, balloon-expandable stent, bifurcation, acute coronary syndrom.

## Úvod

Přestože byl první stent implantovaný in vivo do lidské věnčité tepny selfexpandibilní (Wallstent, ocelový samoexpandibilní mesh stent) (1) ocitly se tyto stenty (samoexpandibilní, SE stenty) na dlouhou řadu let na okraji pozornosti intervenčních kardiologů i výrobců intervenčních zařízení. V posledním desetiletí však dochází k znovuoživení této technologie, a to zejména díky slitině s unikátními vlastnostmi – nitinolu.

## Selfexpandibilní stent

Selfexpandibilní stenty jsou vyráběny z různých materiálů. Pro koronární aplikace jde prakticky pouze o nitinol, o jehož vlastnostech a výhodách se zmíníme dále.

SE stenty jsou dodávány na různých zaváděcích systémech. Jedná se v zásadě o tři varianty: stahovací pochva (STENTYS, AXXESS), roztržitelná pochva s balonkovým katétre (Sideguard) a u stentu Sparrow je přítomen unikátní mechanismus, který využívá k uvolnění elektrický proud a elektrochemickou reakci.

Různé zaváděcí mechanismy mají své výhody a nevýhody; balonkový katétr umožňuje většinou velice přesnou implantaci. Stahovatelná pochva, u které je umístění stentu o něco složitější, umožňuje přerušení implantace a úpravu pozice implantovaného stentu. U některých systémů lze stent stáhnout zpět do pochvy kompletně.

Za zmínku jistě stojí systém Sparrow. Jedná se o stent pevně přichycený na koronární vodič. Celý systém s extrémně malým profilem umožňuje zavést balonkový katétr k predilataci léze (obrázky 1, 3). Stent se z nosiče uvolňuje pomocí elektrického proudu. Firmu CardioMind INC,

kteřá zmíněný stent vyvíjela v roce 2010, koupila firma Biosensors, která dále stent vyvíjí v DES verzi s Biolimem A9 (2).

## Nitinol

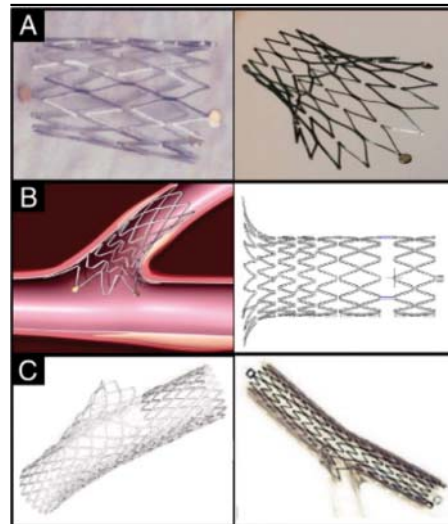
Specifické vlastnosti samoexpandibilních stentů dnes přináší materiál, ze kterých je vyráběn, tedy nitinol. Jedná se o slitinu niklu a titanu, přesněji intermetalickou sloučeninu, která má kovy, z nichž je složena uspořádaná v krystalové mřížce, jež jí propůjčuje specifické vlastnosti, které jsou odlišné od ostatních slitin, ze kterých jsou vyráběny ocelové, balonexpandibilní (BE) stenty. Nitinol je známý zejména pro tzv. tvarovou paměť, tedy schopnost po zahřátí na určitou teplotu danou vlastnostmi slitiny, navrátit se do preformovaného tvaru. Tato vlastnost je způsobena změnami ve struktuře krystalické mřížky, která za nízkých teplot zaujímá jinou konfiguraci (tzv. martenzit) než za teploty vyšší (austenit) (obrázek 4). Velmi zajímavé vlastnosti jsou superelasticitu a hysterezní chování. Při teplotách nad úroveň pro přechod z martenzitu do austenitu (tedy námi požadovaného nekomprimovaného tvaru) je možné kompresí (silou) stlačit nitinol do konformace martenzitu. Po odtížení se navrací k původnímu tvaru (superelasticitu). Díky této vlastnosti se stenty po odstranění zádržného mechanismu (např. stažení pochvy) samy roztahují a aponují k cévní stěně.

Během spontánní expanze působí stent na cévní stěnu menší silou, než je síla potřebná k jeho opětovnému stlačení (hysterezní chování). Tato síla navíc není v celém průběhu expanze a komprese lineární, ale je ve značném rozmezí diametrů cévy, respektive stentu konstantní (obrázek 5).

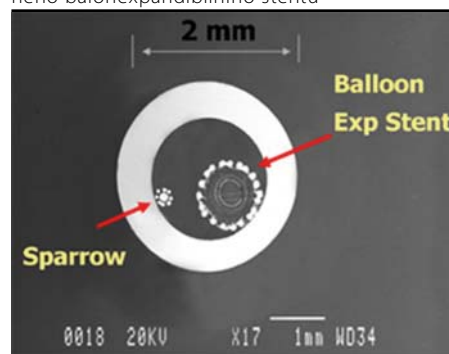
Nitinol má výbornou mechanickou odolnost, snáší dobře opakované ohyby.

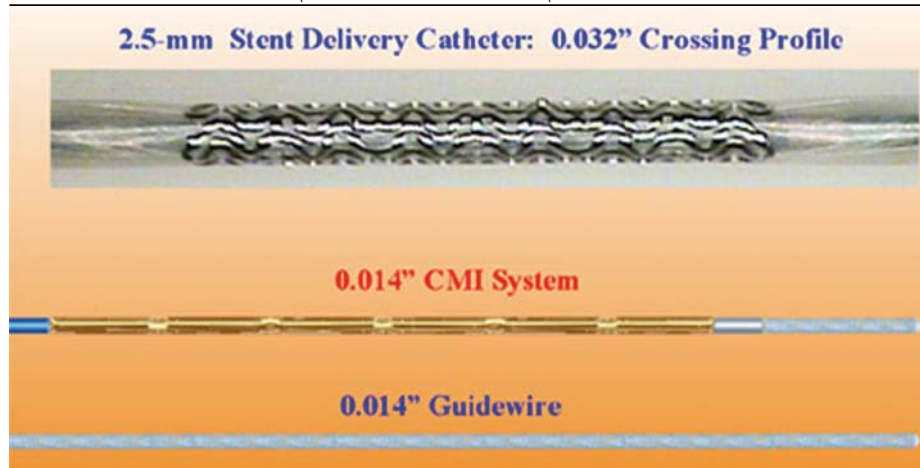
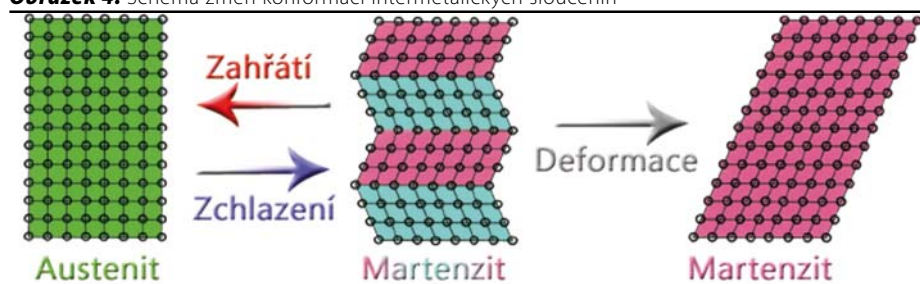
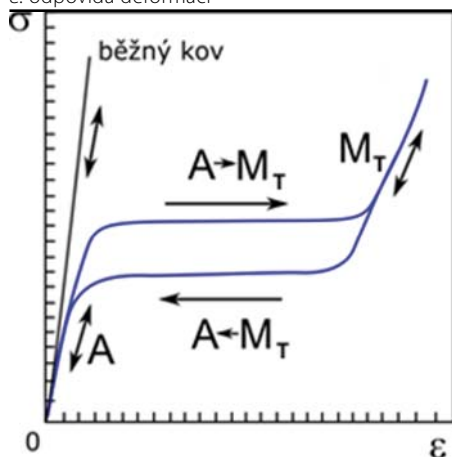
Jde o materiál s velmi dobrou biokompatibilitou. Vzhledem k jeho krystalickému uspořádání je nikl, který je toxický, alergogenní a teratogenní méně nebezpečný, než v běžných

**Obrázek 1.** A: AXXESS stent, B: Sideguard (CapeIla), C: STENTYS



**Obrázek 2.** Rozdíl mezi profilem Sparrow a běžného balonexpandibilního stentu



**Obrázek 3.** Porovnání stentu Sparrow a běžného balonexpandibilního stentu**Obrázek 4.** Schéma změn konformací intermetalických sloučenin**Obrázek 5.** (A: austenit – požadovaný tvar, M: martenzit – konformace při nízké teplotě); při rozpínání stentu působí na cévní stěnu ve velkém rozmezí velikostí malou konstantní silou (M→A). Pro kompresi je potřeba síly větší, v určitém rozmezí velikostí však též konstantní síly (A→M),  $\sigma$ : odpovídá působící síle,  $\epsilon$ : odpovídá deformaci

ocelových slitinách, ze kterých snadněji difunduje. Navíc se na jeho povrchu tvoří oxidací vrstvička TiO<sub>2</sub> a tak povrch stentu žádný nikl nemusí obsahovat.

Nitinol je málo feromagnetický, je MRI kompatibilní a vytváří při vyšetření mnohem méně artefaktů než ocel (3, 4).

## STENTYS

STENTYS je nitinolová platforma vyráběná ve verzi BMS nebo DES s paclitaxelem nebo sirolimem, který by měl být brzy na trhu v ČR. Stent

se dodává ve třech diametrech a třech délkových variantách. Zavádí se ve stažitelné pochvě.

Kromě toho, že jde o samoexpandibilní stent výborně kopírující tvar cévy, má též rozpojitelné struty a lze ho použít jako bifurkační stent, který kryje ostium vedlejší větve. Kromě zmíněných výhod má také velké rozpětí použitelných velikostí: velikost S (2,5–3 mm) dosahuje až průměru 4 mm, M velikost (3,0–3,5) 5 mm a největší pokryje cévu až 6 mm v průměru (obrázek 1).

## AXXESS

Obrázek principu implantace AXXESS je opět nitinolový SE stent. Jedná se o dedikovaný bifurkační stent, který se zavádí do kariny a v případě potřeby je doplněn o stent nebo stenty do dceřiných větví. Je zaváděn ve stažitelné pochvě. Stent je krytý vstřebatelným polymerem a Biolimem A9. Dodává se ve dvou diametrech a dvou délkách.

## Sideguard (Capella device)

Nitinolový stent zaváděný na balonkovém katétru s roztržitelnou pochvou. Stent se zavádí do vedlejší větve a jeho rozšiřující se proximální konec by měl dobře krýt celé ostium. Po implantaci stentu do hlavní cévy se provádí standardní kissing balloon dilatace.

## Sparrow stent

Jedná se o velmi zajímavé zařízení. Samotný nitinolový stent je součástí koronárního vodi-

če. Od něj se odpoutává elektricky spouštěnou elektrochemickou reakcí. Stent na vodiči má tak nízký profil, že umožňuje průchod běžného balonkového katétru přes stent. Stent firmy CardioMind vyvíjí dále od roku 2010 firma Biosensors a pracuje na DES verzi krytém Biolimem A9. Stent byl testován ve věnčitých tepnách s malým průměrem (viz níže a obrázky 2, 3).

## Evidence

Data z klinických studií zejména týkající se mortalitních dat jsou omezená. Většina studií má jako primární endpoint technická data (IVUS nebo OCT hodnocená apozice a endotelizace strutů), některé ze studií nejsou randomizované nebo se jedná o registry. Navíc jsou často prováděny výrobcem zařízení.

## STENTYS

Program APPOSITION byl zahájen firmou STENTYS pro vyhodnocení parametrů jejich stentu u pacientů s akutním infarktem myokardu (STEMI). Zahrnuje několik klinických studií.

APPOSITION I: Prospektivní nerandomizovaná multicentrická studie u 25 pacientů se STEMI podstupujících primární PCI. U všech pacientů byl použit STENTYS. Angiografie a IVUS nebo OCT byla provedena po implantaci stentu a po šesti měsících. Primárním endpointem byl technický úspěch a apozice strutů stentu po implantaci a v 6 měsících. Po 6 měsících nebyla u SE stentů přítomna malapozice. Binární restenóza byla 25 % a ischemií vynucená revaskularizace 12 % (5).

APPOSITION II: V této studii bylo 80 pacientů se STEMI randomizováno k implantaci SE stentu nebo BE stentu (VISION, Abbott Vascular, Santa Clara, California; Driver, Medtronic, Minneapolis, Minnesota). Primárním endpointem byla proporce malaponovaných strutů 3. den po implantaci hodnocená pomocí OCT. Studie prokázala signifikantně nižší počet malaponovaných strutů ve skupině s SE stentem (6).

APPOSITION III: Jednalo se o postmarketingový registr u 1 000 STEMI pacientů, u kterých byl vyhodnocen výsledek implantace BMS nebo DES (paclitaxel) variant SE stentu STENTYS. Primárním endpointem byla MACE ve 12 měsících (smrt z kardiovaskulárních příčin, IM, u kterého byla IRA (infarct related artery) intervenovaná tepna nebo klinicky vynucená TLR. Celkem bylo hodnoceno 965 pacientů. MACE se vyskytla u 9,3 % pacientů a byla složena převážně z klinicky vynucené TLR. Z kardiovaskulárních příčin zemřelo 2,0 % pacientů. Zajímavým poznatkem byl rozdíl ve skupině pacientů s provedenou postdilatací (MACE 11,3 % vs. 8,4 % pacienti bez resp. s postdilatací). Jednalo

**Tabulka 1.** Přehled samoexpandibilních stentů pro koronární použití

| Název     | Výrobce            | Materiál | Použití                                                           |
|-----------|--------------------|----------|-------------------------------------------------------------------|
| STENTYS   | STENTYS            | NiTi     | AMI, nestejné diametry v segmentu, aneurysmata, bypass, bifurkace |
| AXXESS    | Biosensors         | NiTi     | bifurkace                                                         |
| Sideguard | Capella            | NiTi     | bifurkace                                                         |
| VShield   | Prescient          | NiTi     | plaque sealing                                                    |
| Sparrow   | Od 2011 Biosensors | NiTi     | malé cévy                                                         |

**Tabulka 2.** Možné indikace pro samoexpandibilní stenty

- Výrazná diference diametrů cévy v ošetřovaném segmentu
- Nejasný diametr cévy
- Velký diametr (nad 5 mm)
- Dilatované úseky, aneurysmata
- Bifurkace
- Plaque sealing ?

se o statisticky významný rozdíl ve třicetidenním sledování, který byl udržen i ve 12 měsíci. Statisticky významný rozdíl byl i v kardiovaskulárním úmrtí/IM a jednoznačné (definite) stent trombóze (7).

APPOSITION IV: Randomizovaná studie porovnávající STENTYS (DES verze se sirolimem) a BE ZES (Resolute, Medtronic) u pPCI (n=152). U všech pacientů byla provedena angiografická a OCT kontrola. U části pacientů ve 4 měsíci a u zbytku potom v 9 měsíci. Primárním endpointem bylo procento malaponovaných strutů v 9. měsíci. Ve 4měsíční kohortě bylo procento malaponovaných strutů signifikantně nižší ve skupině pacientů léčených SE stentem v 9měsíční se statisticky významný rozdíl stírá (8).

APPOSITION V: V současné době probíhající prospektivní randomizovaná studie porovnávající STENTYS BMS a Multilink Vision (Abbot Vascular) u pacientů se STEMI. Primární endpoint je TVF ve 12 měsících a předpokládá se náběr 880 pacientů.

Studie OPEN I, II jsou projekty zaměřené na léčbu bifurkačních lézí. OPEN I byla multicentrická prospektivní studie zkoumající výsledky intervencí u bifurkačních stenóz ošetřených DES a BMS verzemi stentu STENTYS (n = 63). Studie prokázala výborný technický úspěch a relativně nízký MACE (9) OPEN II byla prospektivní nerandomizovaná multicentrická studie, jejímž cílem bylo vyhodnotit bezpečnost a účinnost léčby bifurkačních stenóz DES (paclitaxel) verzí stentu STENTYS. Primárním endpointem byl MACE 6 měsíců po PCI. Celkem bylo ve studii vyhodnoceno 208 pacientů. Šestiměsíční MACE bylo 10,1 %, což je hodnota přinejmenším srovnatelná s výsledky uváděnými v jiných studiích zaměřených na tento typ léze (10).

DIVERGE: Studie DIVERGE hodnotila na 302 pacientech klinické výsledky použití stentu

AXXESS. Tři a čtyřleté výsledky potvrdily devítiměsíční sledování prokazující vysokou úspěšnost implantací (93 %, hodnoceno core labem) nízký MACE (7,6 %, 16,1 %, 18,5 % v 9 měsících resp. ve 3. a 4. roce), trombóza ve stentech byla nízká – 2 % ve čtvrtém roce a to i přes použití drug eluting stentů první generace (Cypher, Cordis) (11, 12).

Sideguard 1,2: Jedná se o relativně malý registr první a druhé generace Sideguard zařízení. Druhá generace zařízení měla významně vyšší technickou úspěšnost (80 % resp. 94 %). MACE se vyskytovaly ve 12 % ve 12měsíčním sledování (13–15).

ASSURE: Tato studie publikovaná v roce 2001 v JACC ověřovala dlouhodobé působení selfexpandibilního stentu (RADIUS, SCIMED, nitinolový stent), který porovnávala s Palmaz-Schatz stentem. Implantovaný SE stent mělo 32 pacientů. Kontrola byla provedena po 6,8 ± 2 měsíce. Přestože došlo ke zvětšení rozměru u SE stentu, vlastní lumen zůstalo v porovnání s Palmaz-Schatz stentem kvůli větší neointimální hyperplazii shodné. Studie byla prováděna pro průkaz hypotézy, že netraumatizující ošetření tepny se stentem, který působí konstantní malou silnou na tepnu, je výhodnější, než agresivní vysokotlaká implantace BE stentů (16).

SECRITT studie se zabývala touto vlastností SE stentů a u 23 pacientů byla provedena implantace VShield stentu do neobstruktivních lézí, ve kterých byl pomocí IVUS nebo OCT identifikován TCFA (thin cap fibroatheroma). Studie prokázala, že po implantaci SE stentu nebyly přítomny disekce a po 6měsíčním FU došlo ke zvětšení lumina cévy. Pod stentem docházelo k zesílení fibrózní čepičky plátu – tedy pozitivní změně struktury ateromového plátu (17, 18).

Studie se CardioMind Sparrow stentem CARE I, II se zabývaly možnou aplikací SE stentů v malých tepnách. V CARE II byla použita DES verze Sparrow stentu (studie měla 72 pacientů) a prokázala, že expanze SE stentu a sirolimus vedly k lepším velikostem lumen než BMS (jak SE tak BE) (19, 20).

### Vlastní zkušenosti

Od ledna 2012 do března 2014 bylo na našem pracovišti implantováno celkem 120 self-

expandibilních nitinolových stentů STENTYS převážně pro akutní koronární syndrom. Dalšími indikacemi byly dilatované – aneurysmaticky remodelované tepny, velký rozdíl diametrů cévy v ošetřovaném segmentu a bifurkace.

Vlastní systém se zavádí poměrně snadno i jednomu operatérovi a jeho deliverabilita je velmi dobrá a lze ji porovnat například s tromboaspiračním katétre Export. Ve srovnání s balonexpandibilními ocelovými stenty je přesné umístění stentu složitější. Při stahování pochvy může dojít i k posunutí stentu z optimální pozice.

Obtížnější je řešení bifurkačních lézí, kdy se nám jeví ve srovnání s běžnými ocelovými BE stenty složitější průchod dostatečně velkým balonkovým katétre do vedlejší větve. Pro rozpojení konektorů mezi struty je třeba použít určité velikosti balonkového katétru (dle našich zkušeností alespoň 2 – 2,5 mm). Predilatace menšími velikostmi nevede k rozpojení konektorů a v důsledku tvarové paměti se stent vrací zpět do svého původního tvaru a průchod většího balonkového katétru tak není touto predilatací usnadněn. Nicméně po rozpojení konektorů je angiografický výsledek většinou velmi dobrý.

Technický úspěch v celém souboru byl celkově 86 %. Byly přítomny tři časné trombózy a ve 30denním sledování 3 kardiovaskulární úmrtí (srdeční selhání) a jeden reinfarkt.

### Použití samoexpandibilních stentů Výhody, nevýhody a možné indikace – srovnání s BE stenty

Apozice: Nitinolové selfexpandibilní stenty díky svým vlastnostem lépe adherují na cévní stěnu. Platí to zejména u komplexních lézí, u zužujících se cév nebo dilatovaných, aneurysmaticky rozšířených cév.

Nejasný diametr tepny: přítomnost trombu nebo vazospasmus (AKS) jsou situace, kdy nemusí být jednoznačné, jakou velikost stentu zvolit a nevhodná velikost může vést k časným (ruptura) či pozdním (malapozice, trombóza) komplikacím. SE stent má schopnost se těmto změnám přizpůsobit a malou silou kopírovat rozšiřující se tepnu.

Bifurkace: Selfexpandibilní stenty představují jednu z variant k řešení bifurkací. Zejména dedikované stenty mohou být při řešení některých bifurkačních lézí užitečné.

Je třeba zmínit nízký traumatický potenciál nitinolových SE stentů, za který vděčí hysterez-nímu chování nitinolu, kdy stent doléhá na cévní stěnu a působí na ní v poměrně velkém velikostním rozmezí malou, prakticky konstantní silou.

**Nevýhody:**

- nízká radiální síla ve srovnání s BE stenty
- horší deliverabilita (u některých systémů)
- přesnost umístění
- nedostatek dat týkajících se zejména klinických výsledků v randomizovaných studiích

**Možné indikace:**

- rozdílné diametry léčeného segmentu distálně a proximálně (tapered vessel)
- velký průměr cévy (u STENTYS až 6 mm!)
- dilatované, aneurymaticky změněné tepny, degenerované žilní grafty
- bifurkační léze
- léze s přítomností trombů
- ohyby namáhané segmenty
- alergie na legační příměsi
- předpokládané provádění MRI

**Závěr**

Selfexpandibilní stenty, jejichž znovuoobjevení jsme svědky v posledních deseti letech, jsou zajímavou alternativou balonexpandibilních stentů, které se staly standardem v intervenční kardiologii.

SE stenty jsou vyrobeny dnes nejčastěji z nitinolu, který přináší celou řadu pozoruhodných vlastností, z nichž nejzajímavější je termální tvarová paměť a hysterezní chování. Nitinol je navíc velmi odolný na náhamu. Není feromagnetický a stenty jsou tak lépe kompatibilní s MRI.

Nevýhodou nitinolových SE stentů je v porovnání s ocelovými BE stenty nízká radiální síla. Tato nevýhoda je však do jisté míry vyvážena schopností expanze dle aktuální cévní compliance. To umožňuje lepší pozici strutů stentu ve srovnání s BE stenty. Nízká radiální síla je též částečně vyvážena i tzv. superelasticitou, která je příčinou toho, že stent působí na cévní stěnu relativně malou stálou silou, avšak při případné kompresi klade mnohem větší odpor.

Přestože stenty z nitinolu obsahují velká množství niklu, je tento prvek uvolňován méně než z ocelových slitin, kde je používán jako příměs. Navíc bývají stenty opatřeny povrchovou vrstvou  $\text{TiO}_2$ , která brání úniku niklu do organismu.

Z hlediska charakteristik lézí, jsou SE stenty cennou alternativou u postižení s výrazně různými diametry v ošetřovaném segmentu, u dilatovaných a aneurymaticky remodelovaných tepen, u tepen s nejasným finálním průměrem (vazospasmus) a s případnou přítomností trombů (akutní koronární syndromy).

Atraktivním konceptem je vynechání postdilatace s úmyslem minimalizovat akutní trauma tepny

i za cenu suboptimálního akutního angiografického výsledku se záměrem dlouhodobého působení selfexpandibilního stentu na cévní stěnu.

Dále jsou některé SE stenty používány u bifurkačních lézí (AXXESS, STENTYS). Druhý jmenovaný má velmi zajímavou architekturu, umožňující rozpojení jednotlivých strutů a pokrytí ostia boční větve.

V současné době nemáme jasná mortalitní data porovnávající SE a BE stenty. Studie srovnávající SE (STENTYS) a BE (MultiLink) aktuálně probíhá.

Zdá se, že selfexpandibilní stenty nejsou konkurenty současných BE technologií, se kterými dosahujeme vynikajícího klinického efektu, ale spíše mohou vyplnit indikace, u kterých je použití BE stentů komplikované a nepřináší optimální výsledky (například aneurymaticky změněné tepny).

Indikace použití SE stentů je tak dosud na uvážení operátora.

**Seznam zkratk**

DES – drug eluting stent

BMS – bare metal stent

IVUS – intravascular ultrasound, intravaskulární ultrazvuk

OCT – optical coherence tomography, optická koherenční tomografie

MACE – major adverse cardiac event

TLR – target lesion revascularization, revaskularizace cílové léze

IM – infarkt myokardu

ZES – zotarolimus eluting stent

MRI – magnetic resonance imaging, magnetická rezonance

PCI – perkutánní koronární intervence

pPCI – primární PCI

AKS – akutní koronární syndrom

**Literatura**

1. Sigwart U, Puel J, Mirkovitch V, Joffre F, Kappenberg L. Intravascular stents to prevent occlusion and restenosis after transluminal angioplasty. *N Engl J Med*. 1987; 316(12): 701–706.
2. Kume T, Waseda K, Koo BK, et al. Intravascular ultrasound analysis of small vessel lesions treated with the sparrow coronary stent system: Results of the CARE II trial. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2014; 83(1): 19–24.
3. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nickel\\_titanium](http://en.wikipedia.org/wiki/Nickel_titanium).
4. [http://en.wikipedia.org/wiki/Nitinol\\_biocompatibility](http://en.wikipedia.org/wiki/Nitinol_biocompatibility).
5. Amoroso G, van Geuns RJ, Spaulding C, et al. Assessment of the safety and performance of the STENTYS self-expanding coronary stent in acute myocardial infarction: Results from the APPOSITION I study. *EuroIntervention*. 2011; 7(4): 428–436.
6. van Geuns RJ, Tamburino C, Fajadet J, et al. Self-expanding versus balloon-expandable stents in acute myocardial infarction: Results from the APPOSITION II study: Self-expanding stents in ST-segment elevation myocardial infarction. *JACC Cardiovasc Interv*. 2012; 5(12): 1209–1219. 1348482997\_ST-APPOSITIONIIIResults\_ST-APIII-120611.pdf. [http://www.stentys.com/file\\_bdd/annexes/1348482997\\_ST-APPOSITIONIIIResults\\_ST-APIII-120611.pdf](http://www.stentys.com/file_bdd/annexes/1348482997_ST-APPOSITIONIIIResults_ST-APIII-120611.pdf).

8. APPOSITION IV: Self-expanding SES covers struts better, faster than balloon-expandable DES – EuroPCR 2014 – TCTMD.
9. Verheye S, Ramcharitar S, Grube E, et al. Six-month clinical and angiographic results of the STENTYS (R) self-apposing stent in bifurcation lesions. *EuroIntervention*. 2011; 7(5): 580–587.
10. Naber C, Nef H, Külekçi K, et al. TCT-22 the STENTYS self-expanding drug-eluting stent in coronary bifurcation lesions at 6 months follow-up: Results from the OPEN II trial. *J Am Coll Cardiol*. 2013; 62(18): B8–B9.
11. The DIVERGE trial (drug eluting stent intervention for treating side branches effectively): 3-year clinical results. [http://www.pcronline.com/eurointervention/N\\_issue/285/](http://www.pcronline.com/eurointervention/N_issue/285/).
12. Verheye S, Agostoni P, Dubois CL, et al. 9-month clinical, angiographic, and intravascular ultrasound results of a prospective evaluation of the axcess self-expanding biolumus A9-eluting stent in coronary bifurcation lesions: The DIVERGE (drug-eluting stent intervention for treating side branches effectively) study. *J Am Coll Cardiol*. 2009; 53(12): 1031–1039.
13. Fath-Ordoubadi F, Hauptmann K, Latib A, et al. TCT-690 safety and clinical efficacy of sideguard® stent for treatment of bifurcation lesions: Interim results from the european sideguard® bifurcation registry study. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60(17): B201.
14. Latib A, Chieffo A. The cappella sideguard stent. *EuroIntervention*. 2010; 6(Suppl J): J143–J146.
15. Mamas MA, Farooq V, Latib A, et al. Use of the sideguard (cappella) stent in bifurcation lesions: A real-world experience. *EuroIntervention*. 2012; 7(10): 1170–1180.
16. Kobayashi Y, Honda Y, Christie LG, et al. Long-term vessel response to a self-expanding coronary stent: A serial volumetric intravascular ultrasound analysis from the ASSURE trial. *J Am Coll Cardiol*. 2001; 37(5): 1329–1334.
17. Wykrzykowska JJ, Diletti R, Gutierrez-Chico JL, et al. Plaque sealing and passivation with a mechanical self-expanding low outward force nitinol vShield device for the treatment of IVUS and OCT-derived thin cap fibroatheromas (TCFAs) in native coronary arteries: Report of the pilot study vShield evaluated at cardiac hospital in rotterdam for investigation and treatment of TCFA (SECRITT). *EuroIntervention*. 2012; 8(8): 945–954.
18. Shin ES, Garcia-Garcia HM, Okamura T, et al. Comparison of acute vessel wall injury after self-expanding stent and conventional balloon-expandable stent implantation: A study with optical coherence tomography. *J Invasive Cardiol*. 2010; 22(9): 435–439.
19. TCT-222: Intravascular ultrasound analysis of small coronary lesions treated with the CardioMind coronary stent system: IVUS results of the CARE II trial. *J Am Coll Cardiol*. 2010; 56(13): B51–B52.
20. Capodanno D, Dipasqua F, Tamburino C. Novel drug-eluting stents in the treatment of de novo coronary lesions. *Vasc Health Risk Manag*. 2011; 7: 103–118.

*Obrázky byly získány z open source zdrojů na internetu a z reklamních materiálů výrobců.*

*Článek přijat redakcí: 18. 8. 2014  
Článek přijat po přepracování: 10. 10. 2014  
Článek přijat k publikaci: 14. 10. 2014*

**MUDr. David Horák**

Kardiocentrum Krajská nemocnice Liberec a.s.  
Husova 10, 460 01 Liberec  
david.horak@nemlib.cz