
Prvé skúsenosti s využitím intrakoronárneho ultrazvuku – IVUS

¹MONIKA JANKAJOVÁ, ¹MARTIN STUDENČAN, ¹TOMÁŠ JESENSKÝ,
¹STANISLAV JUHÁS, ²FRANTIŠEK SABOL
Košice, Slovenská republika

JANKAJOVÁ M, STUDENČAN M, JESENSKÝ T, JUHÁS S, SABOL F. **Prvé skúsenosti s využitím intrakoronárneho ultrazvuku – IVUS.** *Cardiol* 2007;16(6):265–271

Pozadie problému: Kontrastná angiografia – koronarografia je v súčasnosti najdôležitejšou zobrazovacou metódou pri diagnostike aterosklerotického poškodenia koronárneho riečiska, avšak prináša iba tzv. luminografický pohľad. Limitácie koronarografie otvárajú priestor pre využitie ďalších, dopĺňujúcich zobrazovacích metód, a to predovšetkým intravaskulárneho ultrazvuku. Intravaskulárny ultrazvuk prináša informácie o patologických zmenách v lúmene cievy aj v cievnej stene.

Cieľ: Cieľom práce autorov bolo analyzovať prínos a úskalía prvých skúseností s využitím intravaskulárneho ultrazvuku pri koronárnej diagnostike.

Pacienti a metódy: Práca analyzuje súbor prvých 22 pacientov vyšetrených selektívnou koronarografiou a zároveň intrakoronárnym ultrazvukom. Analyzovali sa kvalitatívne aj kvantitatívne parametre, kvalita obrazu, čas vyšetrenia a komplikácie. Indikáciou vyšetrenia intravaskulárnym ultrazvukom bolo posúdenie závažnosti angiograficky hraničnej stenózy (13 pacientov), posúdenie intrakoronárneho prejasnenia (traja pacienti), posúdenie optimálnosti implantácie koronárneho stentu (traja pacienti), či hodnotenie „in stent“ restenózy (traja pacienti).

Výsledky: V 60 % prípadov vyšetrenie zodpovedalo položenú klinickú otázku a ovplyvnilo ďalší rozhodovací proces. Vyšetrenie intravaskulárnym ultrazvukom predživalo štandardný invazívny výkon v priemere o 32 minút. Priemerná kvalita dosiahnutého obrazu bola 2,45 (škála 1 – najlepšie až 5 – najhoršie). V jednom prípade (4,5 %) sa vyšetrenie spájalo so závažnou komplikáciou (uzáver koronárnej tepny), ktorú sa podarilo zvládnuť emergentnou implantáciou koronárneho stentu bez klinických dôsledkov.

Záver: Na Kardiologickom oddelení Východoslovenského ústavu srdcových a cievnych chorôb sa do klinickej praxe zaviedol intrakoronárny ultrazvuk. Po prvých skúsenostiach metódu vyšetrenia intravaskulárnym ultrazvukom hodnotíme ako prínosnú a bezpečnú.

Kľúčové slová: IVUS – plak – stent – koronárna stenóza

JANKAJOVA M, STUDENCAN M, JESENSKY T, JUHAS S, SABOL F. **First experience with intracoronary ultrasound – IVUS.** *Cardiol* 2007;16(6):265–271

Background: Contrast angiography (coronography) is currently the most important imaging technique in the diagnostics of atherosclerotic impairment of the coronary bed, though it brings only a s. c. luminographic view. Coronography limitations open room for further supplementary imaging methods, e.g. intravascular ultrasound (IVUS) that inform of pathological changes in the lumen of the vessel and vessel wall.

Aim: The aim of the author's study was to explore the contributions and pitfalls of the first experience with IVUS in coronary diagnostics.

Patients and methods: The set of first 22 patients was examined. They were examined by selective coronography and intracoronary ultrasound. We analysed both quantitative and qualitative parameters, view quality, period of examination and complications. IVUS examination was indicated to measure severity of angiographic borderline stenosis (13 patients), intracoronary luminance (3 patients), optimization of coronary stent implantation (3 patients), or assessment of "in stent" restenosis (3 patients).

Results: In 60% of patients the examination answered the question and influenced the decisions regarding further procedures. IVUS examination prolonged standard invasive procedure approximately by 32 minutes. Mean quality of the view was 2.45 (range: 1 the best – 5 the worst). In one case (4.5%) the examination was accompanied by a severe complication (closure of coronary artery) that was managed by the emergency implantation of coronary stent without any clinical consequences.

Conclusion: Intracoronary ultrasound has been used in the clinical practice of the Cardiology department of VUSCH. After this first experience the IVUS examination method has been considered as beneficial and safe.

Key words: IVUS – Plaque – Stent – Coronary stenosis

Kontrastná angiografia (koronarografia) je v súčasnosti najdôležitejšou zobrazovacou metódou pri diagnostike aterosklerotického poškodenia koronárneho riečiska. Prináša však iba tzv. luminografický pohľad. Limitácie koronarografie otvárajú priestor na využitie ďalších, dopĺňujúcich zobrazovacích metód, a to predovšetkým intravaskulárneho ultrazvuku (IVUS).

Podstatou IVUS vyšetrenia je katetrizačné zavedenie tenkej ultrazvukovej sondy do koronárnej cievy až do miesta vyšetrovaného segmentu, a to pomocou štandardného zavádzacieho katétra, používaného aj pri koronárnych angioplastikách. Sonda sa externe napája na špecializovaný ultrazvukový prístroj, ktorý poskytuje zobrazenie koronárnej cievy v axiálnych rezoch. Počítačovou rekonštrukciou potom možno aj longitudinálne zobraziť vyšetrovaný segment.

IVUS systém prvýkrát klinicky použil Bom (1) v Rotterdame v roku 1971 na vizualizáciu srdcových oddielov a chlopní. Prvé transluminálne zobrazenie ľudských ciev vykonal v roku 1988 Yock (1). Vďaka technologické-

Z ¹Kardiologického oddelenia a ²Kardiochirurgického oddelenia VÚSCH, a. s. v Košiciach, Slovenská republika

Do redakcie došlo dňa 28. mája 2007; prijaté dňa 4. októbra 2007

Adresa pre korešpondenciu: MUDr. Monika Jankajová, Kardiologické oddelenie VÚSCH, a. s. Košice, Tr. SNP 1, 040 11 Košice, Slovenská republika, e-mail: mjankajova@vusoch.sk

mu vývoju sa postupne výrazne zmenšil rozmer IVUS katétrov zo 6F na súčasných 2,6 – 3,5 F (0,87 – 1,17 mm), čo umožňuje vyšetrenie periférnejších stenóz a zavádzanie IVUS sondy aj cez tenšie 6F zavádzacie katétre. Modernšie prístroje umožňujú farebné zobrazenie cievnej steny technikou tzv. virtuálnej histológie. Jej podstata spočíva v tom, že rôznej echogenite jednotlivých štruktúr cievnej steny je počítačovo priradená rôzna farba, čo umožní lepšie odlišenie zóny kalcifikácie, fibrózy, lipidového jadra atď. Význam hodnotenia virtuálnej histológie pre klinický manažment pacientov nie je v súčasnosti úplne jasný a je predmetom skúmania vo viacerých klinických štúdiách.

IVUS prináša informácie o patologických zmenách v lúmene cievy aj v cievnej stene. Vďaka možnosti priameho planimetrického zobrazenia prievitu, ako aj plochy stenózy IVUS výrazne znižuje v porovnaní s koronarografiou subjektívny faktor hodnotenia percenta stenózy vyšetrujúcim (2). Vďaka penetračnej schopnosti IVUS umožňuje aj hodnotenie histologickej štruktúry aterosklerotických plakov, osobitne mieru kalcifikácie, fibrotizácie, hodnotenie nestability plaku a taktiež umožňuje diagnostiku intraluminálnych trombov. IVUS umožňuje diferencovať *mäkký plak*, ktorý je tvorený fibrocelulárnym väzivom a lipidmi, pričom má menšiu echogenitu ako adventícia, *fibrózny plak* – tvorený najmä väzivom, má porovnateľnú echogenitu s adventíciou, *kalcifikovaný plak*, ktorý obsahuje depozitá kalcia a *zmiešaný plak*, ktorého zloženie predstavuje kombináciu predchádzajúcich (3). IVUS s veľkou presnosťou detekuje aj plaky s veľkým lipidovým jadrom a tenkou fibróznou čiapočkou, s tendenciou k ruptúre. Nachádzame ich najčastejšie v mieste bifurkácie, sú neobštruktívne a pre zvýšené riziko ruptúry ich nazývame vulnerabilné plaky (4).

Výhodou IVUS je aj hodnotenie segmentov, ktorých vyšetrenie môže byť niekedy pre štandardnú koronarografiu problematické, ako sú ostiálne alebo bifurkačné stenózy, kmeň ľavej koronárnej artérie a pod.

Dôležitým prínosom je zhodnotenie optimálnosti apozície koronárneho stentu na cievnu stenu po jeho implantácii. Za dobrú apozíciu stentu sa považuje výsledný stav s dobrým kontaktom stentu so stenou cievy, pričom minimálne 90 % plochy stentu má priliehať tesne k stene cievy. Nedostatočné rozvinutie stentu je jedným z rizikových faktorov skoršej restenózy (5 – 8). V prípade disekcie koronárnej cievy umožňuje IVUS stanovenie jej rozsahu, ktorý býva pri koronarografii častokrát podhodnotený. Voľba neprimerane krátkeho stentu a nekompletné prekrytie plaku zvyšuje riziko postintervenčného uzáveru cievy (9).

Cieľ práce a metodika

Cieľom našej práce bolo analyzovať prvé skúsenosti s využitím intravaskulárneho ultrazvuku ako doplnujúcej zobrazovacej metodiky pri štandardnej selektívnej koronarografii.

Na vyšetrowanie sme používali ultrazvukový prístroj GALAXY od firmy Boston Scientific. Prístroj využíva ultrazvukovú sondu s jedným transducerom, ktorý rotuje rýchlosťou 30 otáčok za sekundu. Používa sa vysokofrekvenčný ultrazvuk 20 – 50 Hz, čo poskytuje rozlišovaciu schopnosť do 150 mikrometrov. Kaliber používanej sondy 2.5 F limitovala použiteľnosť metodiky na koronárne cievy s lúmenom nad 1 mm. Používaný prístroj je znázornený na **obrázku 1**. Čas IVUS vyšetrenia sa meral s cieľom vyhodnotenia priemerného času, o koľko minút predlžuje doplnujúce IVUS vyšetrenie štandardný diagnostický alebo intervenčný zákrok. Kvalitu získaného



Obrázok 1 IVUS GALAXY (Boston Scientific)
Figure 1 IVUS GALAXY (Boston Scientific)

obrazu sme posudzovali škálou 1 (najlepší) až 5 (najhorší).

Vo všetkých prípadoch sme zvolili katetrizačný prístup cez arteria femoralis l. dextra. Po štandardnom koronarografickom vyšetrení sa diagnostický katéter nahradil zavádzacím katétrom 6F, ktorým sa do periferie vyšetrovanej cievy zaviedol angioplastický (PKI) vodič. Po vodiči sme „monorail“ technikou zavádzali ultrazvukovú sondu, ktorú sme umiestnili distálne od miesta vyšetrovaného segmentu. Záznam zobrazenia segmentu sa realizoval technikou mechanického „pull back“, ktorý umožňuje trakciu definovanou rýchlosťou (0,5 mm/s). IVUS zaznamenával nasnímaný obraz v digitálnej forme na pevný nosič. Následný opis IVUS záznamu pozostával z kvantitatívneho a kvalitatívneho zhodnotenia cievy.

Kvantitatívne hodnotenie

Najčastejšie hodnotenými kvantitatívnymi parametrami boli:

MLA – „minimal lumen area“ (mm²), udáva plochu lúmenu cievy

MLD – „minimal lumen diameter“ (mm), udáva priemer lúmenu v mieste najväčšieho zúženia

LA – „lumen area“ (mm²), udáva plochu lúmenu cievy

TVA – „total vessel area“ (mm²), udáva celkovú plochu tepny

PA – „plaque area“ (mm²) udáva plochu plaku, ktorú predstavuje rozdiel medzi TVA a LA

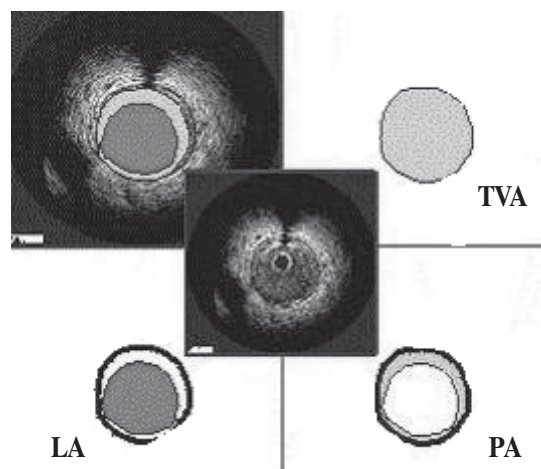
PB – „plaque burden“ (%) udáva, koľko percent plochy tepny predstavuje plak

LAS – „lumen area stenosis“ (%), udáva percento zúženia plochy vyšetrovaného lúmenu oproti referenčnému segmentu cievy

Za kritérium na potvrdenie hemodynamicky významnej stenózy sme považovali $MLA \leq 4 \text{ mm}^2$, $MLD < 2 \text{ mm}$ a $LAS > 60 \%$. V prípade kmeňa arteria coronaria dextra (ACD) sme za kritérium významnosti stenózy považovali $MLA < 6 \text{ mm}^2$, $MLD < 3 \text{ mm}$ (10). Planimetricky merané parametre názorne znázorňuje **obrázok 2**.

Kvalitatívne hodnotenie

Kvalitatívne hodnotenie sa zakladalo predovšetkým na hodnotení echogenity plakov, pričom za referenčnú sa považovala echogenita adventície. Plaky s nižšou echogenitou sa hodnotili ako hypoechogénne („soft“), plaky s rovnakou echogenitou sa hodnotili ako izoechogénne (fibrózne) a s vyššou echogenitou sa hodnotili ako hyper-



Obrázok 2 IVUS – planimetricky merané parametre

Figure 2 IVUS – planimetrically measured parameters

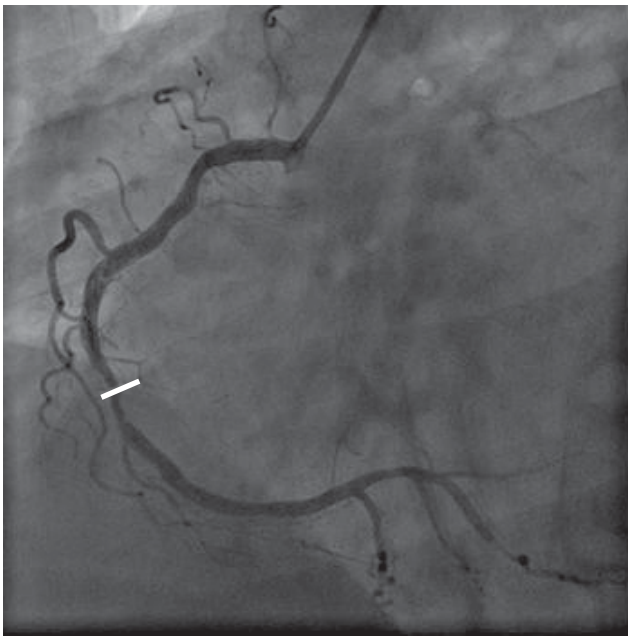
TVA – total vessel area, LA – lumen area, PA – plaque area

echogénne (fibrózne alebo kalcifikované). Podľa dominantnej charakteristiky sa plaky hodnotili ako mäkké, fibrózne, kalcifikované, alebo zmiešané. Posudzovali sme aj ďalšie morfológické charakteristiky, ako je ulcerácia plaku, alebo prítomnosť cievnej disekcie.

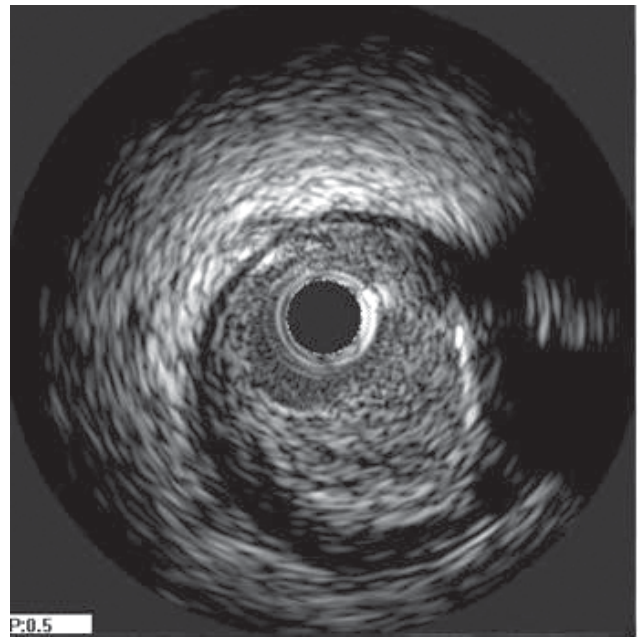
Pri štatistickom spracovaní sa priemerné hodnoty sledovaných veličín (vek, kvalita IVUS obrazu, čas vyšetrenia) vyjadrovali ako aritmetický priemer všetkých prípadov.

Súbor a výsledky

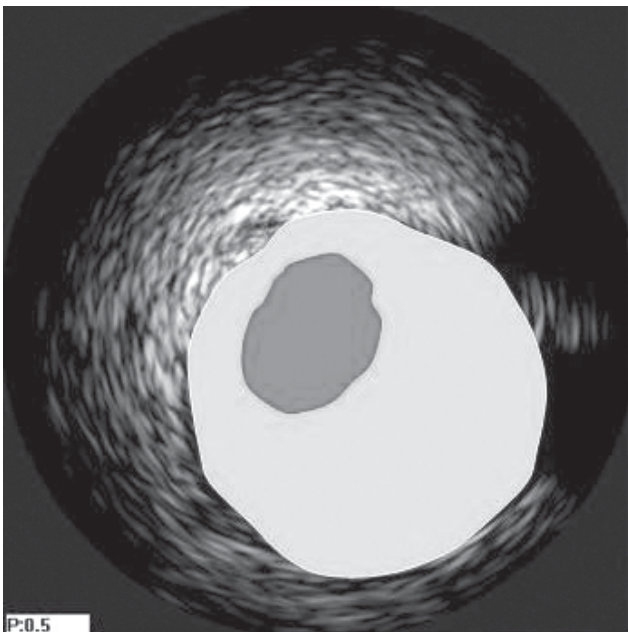
Súbor pacientov tvorilo 16 mužov a šesť žien s priemerným vekom 57,5 rokov \pm 10,2 rokov. Päť pacientov malo nestabilnú angínu pectoris (NAP)/infarkt myokardu bez ST elevácií (NSTEMI), 15 stabilnú angínu pectoris (AP), v dvoch prípadoch išlo o akútne STEMI. U 16 pacientov bolo indikáciou IVUS vyšetrenia zhodnotenie závažnosti koronárnej stenózy, keďže koronarograficky dokumentovaná stenóza bola málo prehľadná, alebo hraničná (40 – 60 %), alebo mala charakter intraluminálneho prejasnenia. U dvoch pacientov s hraničnou stenózou sme posudzovali nestabilitu plaku. U troch pacientov sme posudzovali optimálnosť implantácie koronárneho stentu (**obrázok 3**) a u ďalších troch pacientov „in stent“ restenózu. V štyroch prípadoch (18 %) sme zaznamenali technický neúspech vyšetrenia. Z toho v jednom prípade sme nedokázali IVUS sondou prejsť stenózou, v dvoch prípadoch došlo k poruche IVUS sondy (zablokovanie posuvu ultrazvukového snímača v lúmene IVUS sondy), v jednom prípade vznikla porucha v zariadení (porucha ozubeného kolieska sánok zabezpečujúcich „pull back“). V ďalších piatich prípadoch (22 %) bolo hodnotenie IVUS nálezu spojené s diagnos-



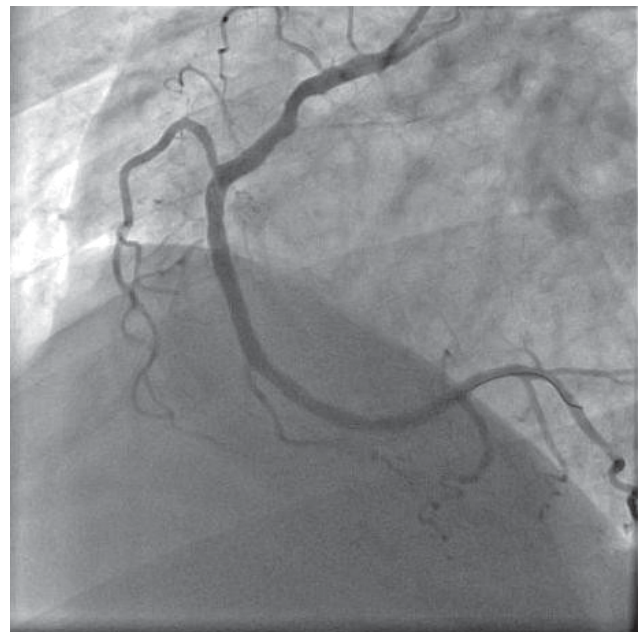
A



B



C

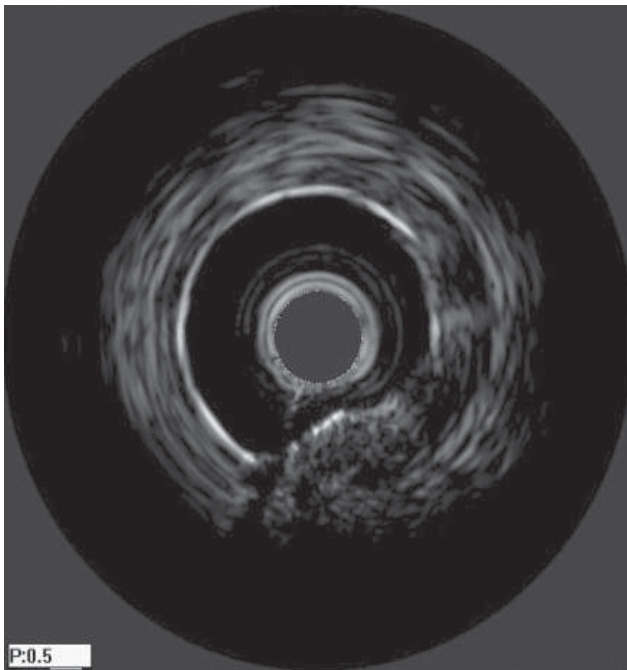


D

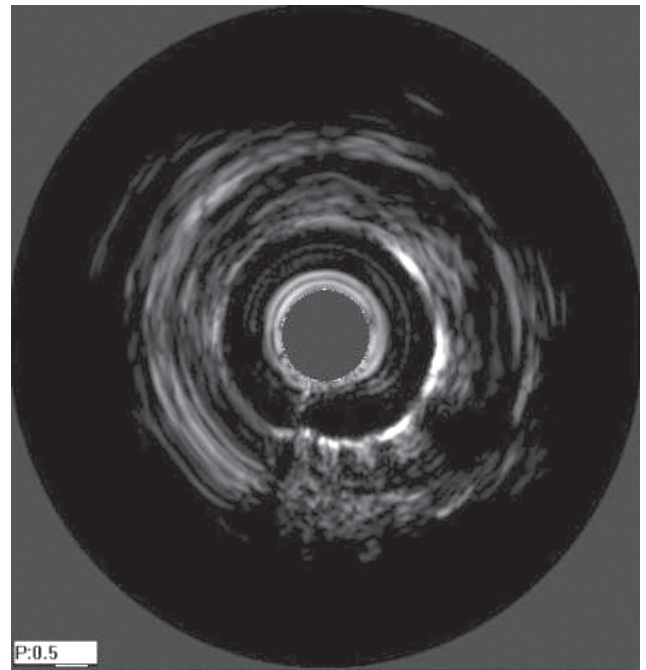
Obrázok 3 68-ročný pacient so stabilnou angínou pectoris (funkčná klasifikácia CCS II)

Figure 3 A 68-year-old patient with stable angina pectoris functional classification CCS II

- a) Koronarografia ACD. Stenóza v strednej tretine cievy imponuje ako hraničná. Biela značka označuje miesto následného IVUS vyšetrenia (Coronarography of ACD. Borderline stenosis in the middle third of the vessel. White mark shows the place of following IVUS examination)
- b) IVUS – axiálne zobrazenie cievy v mieste maximálnej stenózy. Rozsiahly aterosomový plak medzi číslami 2 a 8 (číselník hodínok) so závažnou stenotizáciou lúmenu (IVUS – axial imaging of the vessel in the place of maximum stenosis. Expanded atheromatous plaque between numbers 2 and 8 (clock dial) with severe lumen stenotisation)
- c) IVUS – schematické zvýraznenie lúmenu a plaku (IVUS – schematic highlighting of the lumen and plaque)
- d) Koronarografia po implantácii stentu v mieste stenózy so zdanlivo optimálnym výsledkom (Coronography after stent implantation in the place of stenosis, with apparently optimal result)



E



F

Obrázok 3 68-ročný pacient so stabilnou angínou pectoris (funkčná klasifikácia CCS II)

Figure 3 A 68-year-old patient with stable angina pectoris functional classification CCS II

e) Kontrolné IVUS vyšetrenie poukazuje na deformáciu a suboptimálnu implantáciu stentu v mieste maximálneho plaku (medzi číslami 4 a 7)

[Control IVUS examination shows deformation and suboptimal implantation of stent in the place of maximum plaque (between numbers 4 – 7)]

f) Výsledný obraz IVUS vyšetrenia po opakovanej dilatácii stentu (*Result view of IVUS examination after redilatation of stent*)

ACD – arteria coronaria dextra

tickou neistotou, čo dávame do súvislosti s horšou kvalitou obrazu a nedostatočnými skúsenosťami vyšetrujúceho. Celkovo na základe IVUS vyšetrenia sme dokázali zodpovedať na položenú klinickú otázku v 60 % prípadov, čo ovplyvnilo ďalší rozhodovací proces. U šiestich pacientov sme upustili od zvažovanej indikácie PKI, keďže IVUS vyšetrenie svedčilo proti hemodynamickej závažnosti stenózy. Naopak, v jednom prípade sme indikovali perkutánnu koronárnu intervenciu (PKI) aj pri 50 % stenóze, keďže podľa IVUS kritérií vykazovala známky nestabilného plaku. U jedného pacienta IVUS dokumentoval angiografické podhodnotenie dĺžky plaku a stenózy a viedol k implantácii dlhšieho koronárneho stentu. V jednom prípade IVUS po intervencii dokumentoval nedostatočnú apozíciu stentu na cievnu stenu, čo viedlo k následnej redilatácii s optimálnym výsledkom. Angiograficky nejasné prejasnenie v lúмене cievy sa pomocou IVUS v dvoch prípadoch hodnotilo ako „flow fenomén“ (spôsobené riedením kontrastu vo väčšom lúмене) a v jednom prípade ako významný fibrózny plak. Celkový prehľad pacientov je uvedený v **tabulke 1**.

Pri zrealizovaných vyšetreniach sme zaznamenali jednu významnú komplikáciu – uzáver koronárnej tepny

v mieste vyšetrovanej stenózy, spôsobený poškodením plaku pri pokusoch preklenúť stenózu IVUS sondou.

U pacienta sa následne okamžite uskutočnila PKI v danom uzávère s obnovením flow a optimálnym výsledkom. Priemerné časové zdržanie invazívneho zákroku spôsobeného IVUS vyšetrením predstavovalo 32 minút. Priemerná kvalita dosiahnutého obrazu posudzovaná škálou 1 – 5 (1 najlepšia, 5 najhoršia) bola 2,4.

Diskusia

Zavedenie metodiky IVUS prináša do katetrizačného laboratória v individuálnych prípadoch zvýšenie spoľahlivosti koronárnej diagnostiky a u časti pacientov dokáže podstatným spôsobom ovplyvniť ďalší manažment pacientov. Týmto pozitívam treba, žiaľ, obetovať daň v podobe vyššej nervozity pri práci spojenej s nezanedbateľným predĺžením dĺžky invazívnych výkonov a občasnou neistotou pri interpretácii IVUS nálezov. Je zrejmé, že „krivku učenia“ nemožno vynechať a s časom a zvýšenou erudíciou bude možné tieto negatívne aspekty minimalizovať. Vzájomná konfrontácia IVUS a angiografických nálezov je neoceniteľným zdrojom skúseností pre intervenčného kardiológa, ktorý sa naučí lepšie in-

Tabuľka 1 Tabuľka vyšetrených pacientov

Table 1 Table of examinee patients

Pacient (Patient)	Pohlavie (Gender)	Koronarografický nálež (Coronarography finding)	Indikácia IVUS (IVUS indication)	Kvalita IVUS obrazu (Quality of IVUS view)	Čas vyšetrenia (min) (Time of examination in min)	Výsledok IVUS vyšetrenia (Conclusion of IVUS examination)
1.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	3	60	potvrdená významnosť stenózy (Confirmed value of stenosis)
2.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	kontrola apozície stentu (Stent aposition control)	2	51	dobrá apozícia stentu (Right stent aposition)
3.	M	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	kontrola apozície stentu (Stent aposition control)	3	32	zlá apozícia stentu (Wrong stent aposition)
4.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	kontrola apozície stentu (Stent aposition control)	2	42	technický neúspech (Technical failure)
5.	M	trojcievne postihnutie (Three-vessel disease)	instent restenóza (Instent restenosis)	4	32	nevýznamná restenóza v stente (Trace restenosis in stent)
6.	M	trojcievne postihnutie (Three-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	3	29	nepotvrdená významnosť stenózy, charakter nestabilného plaku (Unconfirmed value of stenosis, character of unstable plaque)
7.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	instent restenóza (Instent restenosis)	1	51	nevýznamná restenóza v stente (Trace restenosis in stent)
8.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	2	42	potvrdená významnosť stenózy (Confirmed value of stenosis)
9.	F	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	intrakoronárne prejasnenie (Intracoronary luminance)	3	23	nepotvrdená významnosť stenózy – flow fenomén (Unconfirmed value of stenosis – flow phenomenon)
10.	F	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	2	29	nepotvrdená významnosť stenózy (Unconfirmed value of stenosis)
11.	M	trojcievne postihnutie (Three-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	1	27	potvrdená významnosť stenózy (Confirmed value of stenosis)
12.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	intrakoronárne prejasnenie (Intracoronary luminance)	3	25	nepotvrdená významnosť stenózy – flow fenomén (Unconfirmed value of stenosis – flow phenomenon)
13.	F	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	3	15	technický neúspech (Technical failure)
14.	M	trojcievne postihnutie (Three-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	2	37	nepotvrdená významnosť stenózy (Unconfirmed value of stenosis)
15.	F	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	instent restenóza (Instent restenosis)	4	27	nevýznamná restenóza (Trace restenosis)
16.	F	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	3	26	technický neúspech (Technical failure)
17.	M	trojcievne postihnutie (Three-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	3	23	nepotvrdená významnosť stenózy (Unconfirmed value of stenosis)
18.	M	trojcievne postihnutie (Three-vessel disease)	intrakoronárne prejasnenie (Intracoronary luminance)	2	16	potvrdená významnosť stenózy (Confirmed value of stenosis)
19.	M	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	2	50	potvrdená významnosť stenózy (Confirmed value of stenosis)
20.	F	jednocievne postihnutie (One-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	3	27	nepotvrdená významnosť stenózy (Unconfirmed value of stenosis)
21.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	1	26	technický neúspech (Technical failure)
22.	M	dvojcievne postihnutie (Two-vessel disease)	hraničná stenóza (Borderline stenosis)	2	22	komplikácia – uzáver ciev (Complication – closure of vessel)

terpretovať angiografické nálezy, pokiaľ ide o kvalitatívne aj kvantitatívne charakteristiky. Naša skúsenosť potvrdzuje, že v literatúre opisovaná tendencia invazívnych kardiológov nadhodnocovať závažnosť stenóz platí aj u nás.

Širšie uplatnenie metodiky v praxi naráža na dva aspekty. Prvý je obrovský spoločenský tlak, tlak zdravotných poisťovní a poradovníky pacientov, ktorý čakajú na katetizačný kardiologický zákrok, čo vedie k extrémnemu pra-

covnému tempu na angiografických sálach a vykonávanie doplňujúcich IVUS vyšetrení u časti pacientov by tak mohlo znížiť priemerné počty zákrokov z časových dôvodov. Vyššia kvalita práce by síce bola ospravedlnením, avšak ideálnym riešením z celospoločenského hľadiska asi bude zvýšenie počtu angiografických stolov na existujúcich pracoviskách, prípadne vznik ďalších kardiocentier. Skúsenosti zo zahraničných pracovísk ukazujú, že po niekoľkoročnom využívaní IVUS metodiky dosiahne kolektívna skúsenosť tímu určitú úroveň, kedy sa nadobudnuté skúsenosti uplatňujú pri zákrokoch automaticky a indikáciu IVUS vyšetrení možno obmedziť na výhradne individuálne prípady. Tento tzv. IVUS learned prístup znamená v praxi predovšetkým využívanie priemerne väčších priemerov balónikových katétrov a stentov a vyšších tlakov pri PKI.

Druhým aspektom, ktorý limituje počet IVUS vyšetrení, je jeho cena. Náklady na spotrebný materiál pri jednom vyšetrení dosahujú 50 000 SK. Otázky úhrady tohto typu SZM nie sú so zdravotnými poisťovňami doriešené.

V budúcnosti možno predpokladať širšie využitie IVUS predovšetkým pri verifikácii optimálnosti apozície stentu na cievnu stenu. Známe je, že nedostatočná apozícia vedie k turbulentnému toku krvi a spomalejšej endotelizácii stentu, čo spôsobuje častejší výskyt včasnej aj neskorej trombózy stentu. Títo pacienti vyžadujú častejšiu hospitalizáciu, častejšiu reintervenciu a teda veľké dodatočné náklady. Vzhľadom na túto skutočnosť začiatocne vyššie náklady spojené s IVUS diagnostikou sú prijateľnejšie.

Revolučnou metodikou blízkej budúcnosti sa môže stať spojenie technológie 3-D IVUS (trojrozmerné IVUS zobrazenie) s využitím rádiových vln v rámci tzv. virtuálnej histológie (11, 12). Virtuálna histológia využíva spektrálnu analýzu odrazeného rádiového vlnenia, ktoré vysiela a prijíma IVUS katéter. Spektrálna analýza umožňuje presnejšiu diferenciáciu zloženia plakov, pričom presnosť metodiky sa následne verifikovala aj priamym histologickým vyšetrením na „ex vivo“ vzorkách. Domnievame sa, že presnejšia diagnostika zloženia plakov bude mať v blízkej budúcnosti aj vplyv na posun indikačných kritérií koronárnej intervencie smerom k zákrokom aj u hraničných koronárnych stenóz, ak sa potvrdí nestabilný charakter plaku.

Záver

Na jednotke intervenčnej kardiológie Kardiologického oddelenia Východoslovenského ústavu srdcových a cievnych chorôb (VÚSCH) bol do klinickej praxe zavedený intrakoronárny ultrazvuk. Prvé skúsenosti sa spájali aj s technickými neúspechmi, avšak vo väčšine prípadov

(60 %) vyšetrenie zodpovedalo klinickú otázku, ktorá bola položená. Indikáciami IVUS vyšetrenia v našom súbore boli: kvantifikácia stenózy, diagnostika intraluminálneho prejasenia, kontrola apozície stentu, hodnotenie „in stent“ restenózy a posúdenie instability koronárneho plaku. V 60 % prípadov výsledok IVUS vyšetrenia ovplyvnil ďalší rozhodovací proces. IVUS vyšetrenie v priemere o 32 minút predĺžovalo štandardný invazívny výkon. Priemerná kvalita dosiahnutého obrazu bola 2,45 (škála 1 – najlepšie až 5 – najhoršie). V jednom prípade (4,5 %) sa vyšetrenie spájalo so závažnou komplikáciou (uzáver koronárnej tepny), ktorú sa podarilo zvládnuť emergentnou implantáciou koornárneho stentu bez klinických dôsledkov. Napriek tejto príhode vyšetrenie hodnotíme ako bezpečné.

Literatúra

1. Mintz GS. Intracoronary ultrasound. London: Taylor and Francis 2005:178.
2. Waller BF. "Crackers, breakers, stretchers, drillers, scrapers, shavers, burners, welders, and melters": the future treatment of atherosclerotic coronary artery disease? A clinical-morphologic assessment. *J Am Coll Cardiol* 1989;13:969–987.
3. Aschermann M, Widimský P, Veselka J. *Kardiologie*. Praha:Galén 2004:383.
4. Studenčan M. Akútne koronárny syndróm. Košice: Media Group, s.r.o. 2006:192.
5. Colombo A, Hall P, Nakamura S, et al. Intracoronary stenting without anticoagulation accomplished with intravascular ultrasound guidance. *Circulation* 1995;91:1676–1688.
6. Goods CM, Al-Shaibi KF, Yadav SS, et al. Utilization of the coronary balloon-expandable coil stent without anticoagulation or intravascular ultrasound. *Circulation* 1996;93:1803–1808.
7. Karrison GJ, Morice MC, Benveniste E, et al. Intracoronary stent implantation without ultrasound guidance and with replacement of conventional anticoagulation by antiplatelet therapy: 30-day clinical outcome of the French Multicenter Registry. *Circulation* 1996;94:1519–1527.
8. de Jaegere P, Mudra H, Figulla H, 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). *Eur Heart J* 1998;19:1214–1223.
9. Nissen SE, York PG. Intravascular ultrasound assessment of novel pathophysiological insights and current clinical applications. *Circulation* 2001;103:604–616.
10. Kovárník T, Horák J, Aschermann M, et al. Praktické hodnotení intravaskulárneho ultrazvuku. *Intervenční a akútnej kardiologie* 2007;1:126.
11. Blaško P, Ošťádal P, Malý M, et al. IVUS – virtuální histologie v intervenční kardiologii. *Cor Vasa* 2006;48:217.
12. de Maria AN, Narula J, Mahmud E, et al. Imaging vulnerable plaque by ultrasound. *JACC* 2006;47(Suppl):C32–C39.