

Stratifikace rizika pomocí zátěžového SPECT zobrazení myokardu v kombinaci se stanovením koronárního kalciového skóre u rizikových pacientů s diabetem a/nebo ledvinným selháním

I. Metelková¹, M. Kamínek¹, E. Sovová², M. Hutýra², M. Budíková¹, E. Buriánková¹, R. Formánek¹, L. Henzlavá¹, R. Metelka³

¹ Klinika nukleární medicíny Lékařské fakulty UP a FN Olomouc, přednosta doc. MUDr. Miroslav Mysliveček, Ph.D.

² I. interní klinika Lékařské fakulty UP a FN Olomouc, přednosta doc. MUDr. Miloš Táborský, CSc., FESC, MBA

³ III. interní klinika Lékařské fakulty UP a FN Olomouc, přednosta prof. MUDr. Vlastimil Ščudla, CSc.

Souhrn: Cíl: Posoudit přínos měření kalciového skóre při stratifikaci rizika pomocí zátěžového perfuzního gated SPECT vyšetření u pacientů s diabetem (DM), resp. s ledvinným selháním v dialyzačním programu (CHSL-HD). Metodika: Retrospektivní analýza souboru 67 pacientů (40 mužů, průměrný věk 59 ± 12 let, 28 s DM, 22 s CHSL-HD, 17 současně DM a CHSL-HD), kteří měli zátěžové gated SPECT vyšetření a kvantifikaci kalciového skóre. Sumační perfuzní zátěžové a rozdílové skóre (SSS, resp. SDS), ejekční frakce (EF) a enddiastolické, resp. endsystolické objemy levé komory (EDV/ESV) byly automaticky stanoveny programem 4D-MSPECT. Závažná kardiální příhoda byla definována jako náhlá srdeční smrt nebo nefatální infarkt myokardu (IM) a dále byly evidovány obtíže vyžadující revaskularizaci. Výsledky: Během průměrného sledovacího období 18 ± 10 měsíců jsme evidovali 8 úmrtí, 4 nefatální IM a 7 revaskularizací. V podskupině 19 pacientů s kardiální příhodou byla v porovnání se 48 pacienty bez příhody signifikantně horší perfuze (SSS 9 ± 11 vs 2 ± 3 a SDS 6 ± 9 vs 1 ± 2, P < 0,05), funkce levé komory (pozátěžová EF 53% ± 13% vs 59% ± 13%, klidová EF 55% ± 14% vs 59% ± 12%, pozátěžová EDV/ESV 144 ml/71 ml vs 128 ml/59 ml, P < 0,05) a vyšší kalciové skóre (1 965 ± 1 772 vs 387 ± 740, P < 0,05). U pacientů bez reverzibilní poruchy perfuze (SDS < 2) byla v porovnání s pacienty s SDS ≥ 2 nižší roční incidence závažných příhod (8% vs 19,6%, P < 0,05) a revaskularizací (4% vs 19,6%, P < 0,05). Vyšší incidence závažných příhod byla u pacientů s pozátěžovým poklesem EF > 5% a/nebo s extenzivními kalcifikacemi s kalciovým skóre > 709 (23,8% vs 1,9% u pacientů s SDS < 2 a 26,7% vs 9,5% u pacientů s SDS ≥ 2, P < 0,05). Závěr: Nález výrazně zvýšeného kalciového skóre obdobně jako průkaz poischemického omráčení levé komory umožňuje další stratifikaci rizika u pacientů s reverzibilní poruchou perfuze i bez perfuzní abnormality.

Klíčová slova: diabetes mellitus – ledvinné selhání – ischemická choroba srdeční – koronární kalciové skóre – zátěžový SPECT myokardu

Risk stratification by cardiac gated SPECT combined with coronary artery calcium score in patients with diabetes mellitus and/or renal failure

Summary: Aim: The aim of this study was to evaluate added value of coronary artery calcium score (CAC) measurement as an adjunct to cardiac gated SPECT for risk stratification in population of patients with diabetes mellitus (DM) and/or chronic renal failure on hemodialysis (CHRF-HD). Methods: Retrospective analysis of 67 patients, who were referred for stress gated myocardial perfusion SPECT and CAC. Characteristics of study population: 40 men, mean age 59 ± 12 years, DM (n = 28), CHRF-HD (n = 22), DM and CHRF-HD simultaneously (n = 17). Perfusion summed stress and different scores (SSS, SDS), the left ventricle ejection fraction (LVEF) and enddiastolic/endsystolic volumes (EDV/ESV) were automatically calculated using 4D-MSPECT software. The hard cardiac event was defined as sudden cardiac death or myocardial infarction (MI); angina or other symptoms requiring coronary revascularization were also calculated. Results: During the average period of 18 ± 10 months, we registered 8 cardiac deaths, 4 nonfatal MI and 7 patients underwent revascularization. In the subgroup of 19 patients with cardiac events, the observed parameters were significantly worse concerning perfusion (SSS 9 ± 11 vs 2 ± 3 and SDS 6 ± 9 vs 1 ± 2, P < 0.05), the left ventricle function (stress LVEF 53% ± 13% vs 59% ± 13%, rest LVEF 55% ± 14% vs 59% ± 12%, stress EDV/ESV 144 ml/71 ml vs 128 ml/59 ml, P < 0.05), and CAC score (1 965 ± 1 772 vs 387 ± 740, P < 0.05) in comparison with patients without cardiac event. In patients without a reversible perfusion abnormality (SDS < 2), we observed lower annual hard event rate (8% vs 19.6%, P < 0.05) and revascularization procedures (4% vs 19.6%, P < 0.05) in comparison with patients with SDS ≥ 2. In patients with or without reversible defects, we registered significantly higher annual hard event rate in the setting of post-stress worsening of the LVEF > 5% and/or severe CAC score ≥ 709 (23.8% vs 1.9% in patients with SDS < 2, and 26.7% vs 9.5% in patients with SDS ≥ 2, P < 0.05). Conclusion: The findings of highly elevated CAC score as well as the post-stress left ventricle stunning enable further risk stratification in patients with or without reversible perfusion abnormalities.

Key words: diabetes mellitus – renal failure – coronary artery disease – coronary calcium score – stress cardiac SPECT

Úvod

Kardiovaskulární onemocnění jsou nejčastější příčinou úmrtí v běžné populaci, podíl zemřelých z kardiovaskulárních

příčin pak dále narůstá u skupiny pacientů s metabolickými riziky, např. v přítomnosti diabetes mellitus (DM) nebo selhávání ledvin [1]. Prevalence

ischemické choroby srdeční (ICHS) u pacientů s DM je 26–35%, častější je u žen a narůstá s věkem. Incidence koronární příhody u DM je 1–3%, 2krát

vyšší než u běžné populace [2]. Pro vznik kardiovaskulárních komplikací nejsou u těchto pacientů určující jen běžné rizikové faktory (věk, hypertenze, hyperlipidemie, obezita, kuřáctví), ale významně také délka trvání diabetu, pohlaví a přítomnost orgánových postižení, zejména pak průkaz autonomní neuropatie [3,4]. U pacientů s chronickým selháním ledvin, a zvláště pak v pravidelné dialyzační léčbě, se obdobně jako u diabetických pacientů vyskytují kardiovaskulární rizikové faktory ve vyšší míře. Ty jsou navíc modifikovány metabolickými důsledky renálního selhání (dyslipidemie), vyšší protrombotickou aktivitou a oxidačním stresem. Proces aterosklerózy je zásadním způsobem akcelerován poruchou kalcium-fosfátového metabolismu, vedoucím ve svém důsledku k tzv. uremické vasculopatii se zvýšeným ukládáním vápníku do tepen s jejich přestavbou, ztluštěním stěny a zvýšenou rigiditou [5–8]. Specifickým rizikem je oběhová zátěž při hemodialýze, anémii a při hyperhydrataci mezi dialýzami. Pacienti s chronickým selháním ledvin léčení hemodialýzou (CHSL-HD) mají v 80 % kardiální postižení (kombinace metabolické, hypertenzní a ischemické kardiomyopatie), přičemž prevalence koronárního postižení je až 39 %, městnavé srdeční slabosti 40 %, obtěžujících arytmií 31 %. Kardiovaskulární mortalita je u CHSL-HD takřka 50 %, podíl koronární nemoci je asi 20 % [6,7].

Po stránce klinického průběhu jsou tedy nemocní s DM a CHSL-HD dvě specifické skupiny, u nichž se při výrazně akcelerované ateroskleróze setkáváme s časnějším začátkem koronární nemoci, něhou ischemií, difúznějším a perifernějším postižením koronárních tepen [3,7,8]. Časná detekce kardiálního postižení, resp. koronární nemoci, i u asymptomatických či netypicky symptomatických pacientů s cílem oddálit očekávané, často letální kardiovaskulární komplikace se jeví u těchto nemocných nutností [9,10].

Zátěžové zobrazení myokardu pomocí jednofotonové emisní tomo-

grafie (SPECT) je rutinně používanou metodou v diagnostice ICHS a při posuzování její prognózy [11–16]. Pomocí EKG-gated SPECT lze hodnotit perfuzi i funkci levé komory po zátěži a v klidu. Na základě dosavadních znalostí, podpořených rozsáhlými studiemi, je považováno riziko mortality u pacientů s normální SPECT studií za nízké (méně než 1 % úmrtí ročně) [12,14–16]. Pravděpodobnost srdeční smrti nebo nefatálního IM se zvyšuje s rozsahem a závažností perfuzní abnormality a při průkazu poischemického omráčení levé komory.

Avšak jistou limitací SPECT je fakt, že tato metoda zobrazuje pouze relativní, a nikoliv absolutní regionální perfuzi levé komory. Může tak docházet k podhodnocení skutečného rozsahu perfuzních změn u pacientů s difúzním vybalancovaným postižením všech 3 hlavních epikardiálních tepen. To může být právě u nemocných s DM, resp. CHSL-HD poměrně častěji než v neselektované populaci. I když většinu těchto vysoce rizikových nemocných dokážeme identifikovat díky EKG-gated SPECT zobrazenému poischemickému omráčení levé komory [12,15,16], podhodnocení vybalancované nemoci 3 tepen by mělo pro pacienty závažné důsledky, a nukleární kardiologie stále hledá další možnosti, jak tomu předejít.

Nejnověji prokázali v této souvislosti Schepis et al přínos měření koronárního kalciového skóre pomocí výpočetní tomografie (CT) jakožto doplnku k zátěžovému SPECT vyšetření myokardu [17]. V populaci pacientů se středním předtestovým rizikem umožnila kombinace SPECT a kalciového skóre významné zlepšení senzitivity SPECT pro detekci ICHS ve spojení s nesignifikantním snížením specifity. Cílem této práce bylo ověřit, jaký je přínos stanovení kalciového skóre k zátěžovému perfuznímu gated SPECT vyšetření pro stratifikaci rizika dalších koronárních příhody u vysoce rizikových skupin nemocných s DM, resp. CHSL-HD.

Soubor nemocných a metodika

Sledovaný soubor zahrnuje 67 nemocných (40 mužů a 27 žen, průměrného věku 59 ± 12 let), z nichž 28 mělo DM, 22 pacientů CHSL-HD a 17 nemocných se pak léčilo současně pro DM i CHSL-HD. Nemocní byli zatíženi fyzicky nebo farmakologicky. Fyzickou zátěž absolvovali na bicyklovém ergometru, radiofarmakum bylo aplikováno při překročení 85% maximální aerobní kapacity, anebo pokud byla zátěž limitována výraznějšími symptomy – anginózními obtížemi, ischemickými změnami na elektrokardiogramu (EKG), závažnější arytmií, poklesem krevního tlaku apod. Beta-blokátory byly vysazen 48 hod před zátěží (o vysazení rozhodl ošetřující lékař – kardiolog, nefrolog). Pro farmakologickou zátěž byla použita intravenózní infuze dipyridamolu v dávce 0,56 mg/kg hmotnosti podaná během 4 min.

Gated SPECT zobrazení myokardu

Nemocní podstoupili dvoudenní ^{99m}Tc -MIBI protokol – nejprve klidové vyšetření (gated SPECT za 1 hod po aplikaci 750 MBq ^{99m}Tc -MIBI) a jiný den zátěžové vyšetření (gated SPECT za 15 min po aplikaci 740 MBq na vrcholu zátěže). Akvizice dat byla provedena na dvoudetektorové scintilační kameře Siemens e.cam, vybavené paralelními kolimátory typu LEHR, při použití 8framového gatingu, úhel rotace 180° , celkem 64 projekcí v matici 64×64 z pravé přední šikmé projekce 45° do levé zadní šikmé projekce 45° .

Obrazy perfuze a funkce levé komory byly hodnoceny vizuálně a kvantitativně [11]. Pro segmentální skóring byl použit 17segmentový model levé komory, perfuze v jednotlivých segmentech byla podle počtu standardních odchylek (SD) ve srovnání s normálovou databází automaticky charakterizována 5stupňovou škálou (0 = normální perfuze při $< 1,5$ SD, 4 = absence vychytávání radiofarmaka při > 7 SD) [11]. Sumační zátěžové a rozdílové skóre (SSS, resp. SDS) myokardiální perfuze, pozátěžová a klidová ejekční

Tab. 1. Incidence závažné kardiální příhody u diabetiků (DM), dialyzovaných pacientů (CHSL-HD) a při kombinaci obou onemocnění.

	n	IM/smrt (% ročně)
DM	28	4,8 %
CHSL-HD	22	12,1 %
DM a CHSL-HD	17	23,5 %

frakce (EF) a enddiastolické, resp. endsystolické objemy levé komory (EDV/ESV) byly automaticky stanoveny programem 4D-MSPECT (University of Michigan, Ann Arbor, MI, USA). Poischemické omráčení levé komory bylo definováno jako pokles pozátěžové EF > 5 %.

Stanovení kalciového skóre

Vyšetření bylo provedeno na 16řádkovém PET/CT skeneru Siemens Biograf-16. Byl použit EKG-gating pro získání obrazů ve stejné fázi srdeční revoluce (enddiastola, 3 mm řezu), čímž nedochází k falešnému nadhodnocení objemu kalcifikovaného plátu. Celkové kalciové skóre bylo stanoveno Agatstonovou metodou, pro identifikaci kalcifikovaných lézí byla užitá obvykle používaná hranice 130 Hounsfieldových jednotek [18]. Za extenzivní kalcifikace spojené s vysokým rizikem kardiální příhody byl považován nález kalciového skóre > 709 [17].

Sledování souboru a statistika

Závažná kardiální příhoda byla definována jako náhlá srdeční smrt nebo nefatální infarkt myokardu (IM). Dále byly evidovány obtíže vyžadující revaskularizaci. Frekvence kardiálních příhod a četnosti v jednotlivých souborech byly porovnány χ^2 testem, hodnota $P < 0,05$ byla považována za statisticky signifikantní.

Výsledky

Během sledovacího období 18 ± 10 měsíců bylo evidováno 8 úmrtí, 4 nefatální IM a 7 revaskularizačních zákroků. Vyšší roční incidence závažných kardiálních

Tab. 2. Parametry perfuze, funkce levé komory a kalciové skóre podle přítomnosti kardiální příhody v průběhu sledování souboru.

	Pacienti bez příhody (n = 48)	Pacienti s kardiální příhodou (n = 19)	
SSS	2 ± 3	9 ± 11	$P < 0,05$
SDS	1 ± 2	6 ± 9	$P < 0,05$
pozátěžová EF (%)	59 ± 13	53 ± 13	$P < 0,05$
klidová EF (%)	59 ± 12	55 ± 14	$P < 0,05$
pozátěžový EDV (ml)	128 ± 68	144 ± 49	$P < 0,05$
pozátěžový ESV (ml)	59 ± 49	71 ± 41	$P < 0,05$
kalciové skóre	387 ± 740	$1\,965 \pm 1\,772$	$P < 0,05$

SSS, SDS – sumační zátěžové, resp. rozdílové skóre, EF – ejekční frakce, EDV/ESV – enddiastolický, resp. endsystolický objem levé komory

Tab. 3. Stratifikace rizika (IM/smrt v % ročně) podle přítomnosti reverzibilní poruchou perfuze ($SDS \geq 2$), poischemického omráčení levé komory (pokles pozátěžové EF > 5 %) a extenzivních kalcifikací (kalciové skóre > 709).

	Bez omráčení a kalcifikací	Přítomnost omráčení a/nebo kalcifikací	
$SDS < 2$	1,9 %	23,8 %	$P < 0,05$
$SDS \geq 2$	9,5 %	26,7 %	$P < 0,05$

SDS – sumační rozdílové skóre

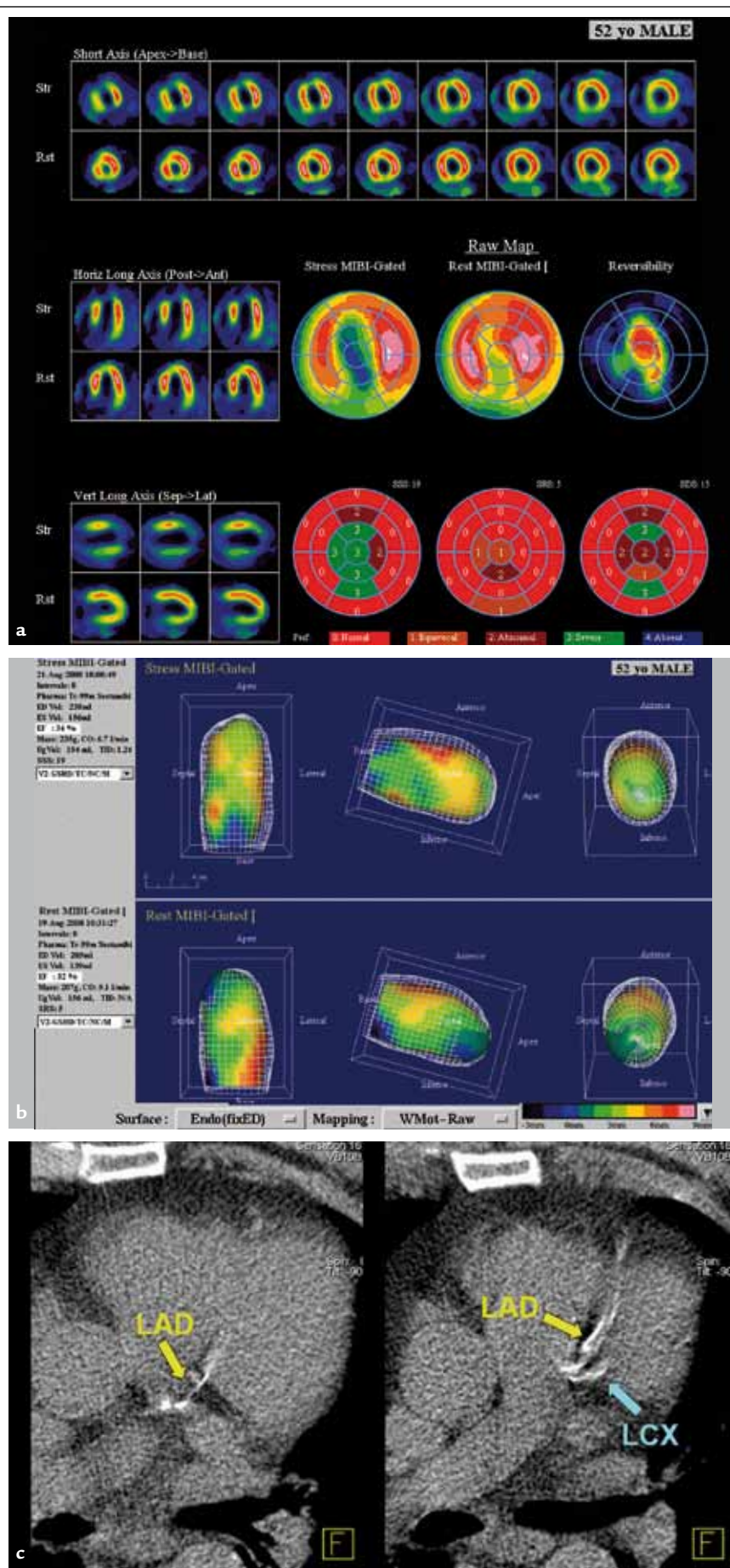
příhod byla zaznamenána u dialyzovaných pacientů než u diabetiků, nejvyšší potom byla u kombinace obou nemocí (tab. 1). V podskupině 19 nemocných s koronární příhodou byla zjištěna v porovnání se 48 nemocnými bez koronární příhody signifikantně horší perfuze (SSS 9 ± 11 vs 2 ± 3 a SDS 6 ± 9 vs 1 ± 2 , $P < 0,05$), funkce levé komory s nižší pozátěžovou i klidovou EF, vyššími pozátěžovými objemy levé komory a významně vyšší kalciového skóre ($1\,965 \pm 1\,772$ vs 387 ± 740 , $P < 0,05$) (tab. 2). U nemocných bez reverzibilní poruchy perfuze ($SDS < 2$) byla v porovnání s nemocnými s $SDS \geq 2$ nižší roční incidence závažných koronárních příhod (8 % vs 19,6 %, $P < 0,05$) i revaskularizací (4 % vs 19,6 %, $P < 0,05$). Vyšší incidence závažných příhod byla u nemocných s pozátěžovým poklesem EF > 5 % a/nebo s extenzivními kalcifikacemi s kalciovým skóre > 709 u nemocných bez průkazu reverzibilní poruchy perfuze i s reverzibilní ischemií ($P < 0,05$) (tab. 3). Relativně dobrá prognóza (incidence závažných příhod 1,9 % ročně) byla pouze

u pacientů bez reverzibilního defektu, bez zobrazeného poischemického omráčení a bez kalcifikací.

Diskuze

Předkládaná práce je zaměřena na diagnostiku a posuzování rizika ICHS u vysoce rizikových pacientů s DM nebo CHSL-HD. Moderní neinvazivní zobrazovací metody, jako jsou SPECT a CT měření kalciového skóre, hrají v této oblasti obzvláště důležitou roli, naše výsledky pak poukazují na výhodnost kombinace těchto metod.

Diagnostika ICHS je u pacientů s DM velmi obtížná pro častý výskyt němé ischemie, difúzního poškození koronárního řečiště a rychlou progresi aterosklerózy. Prognózu diabetických pacientů negativně ovlivňuje jak přítomnost perfuzních defektů po zátěži, tak přítomnost diabetické neuropatie [19]. Naše dříve publikované výsledky zátěžového SPECT vyšetření v souboru diabetických pacientů prokázaly velmi dobrou prognózu v průběhu dvouletého sledování v případě normálního

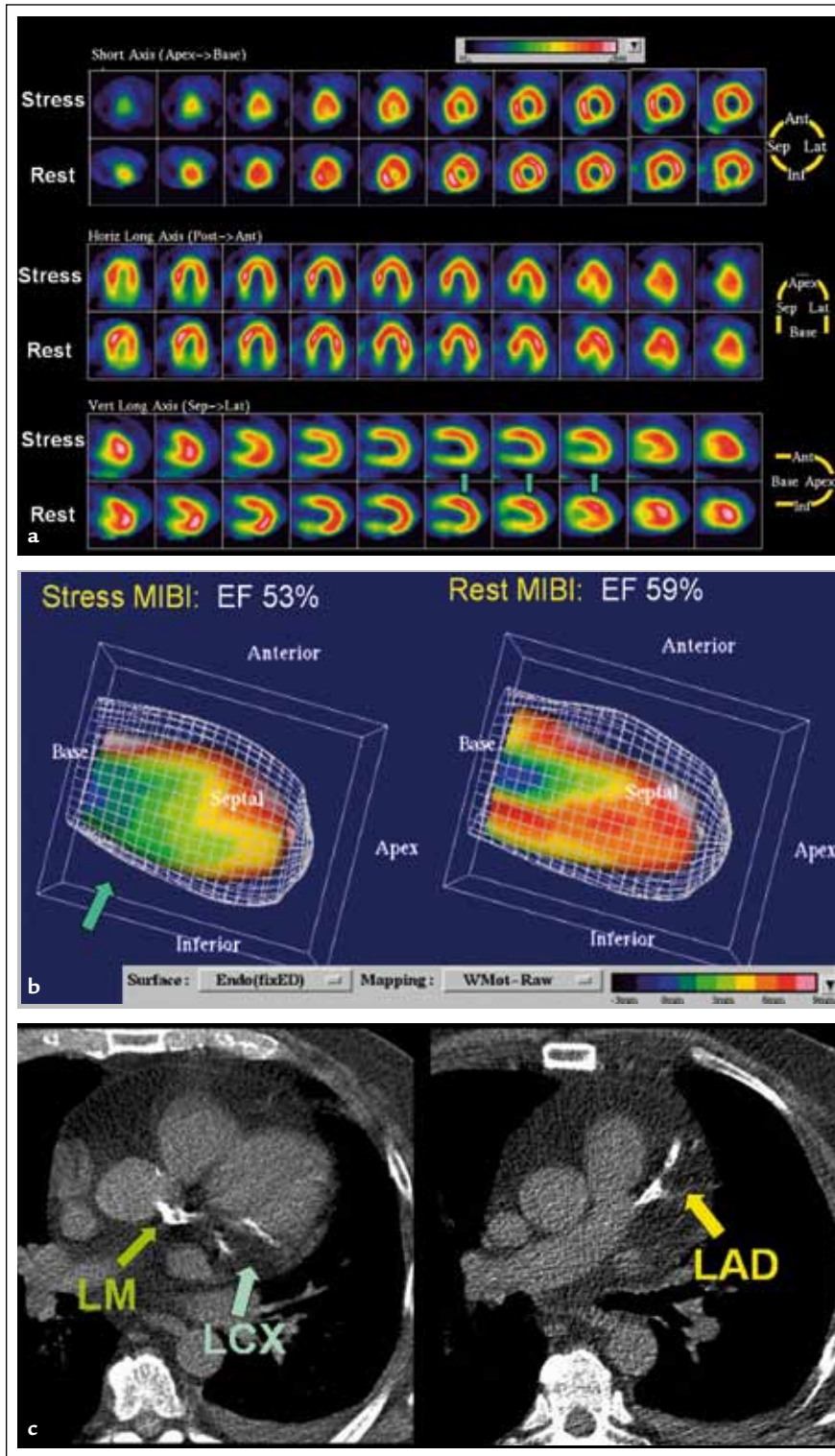


Obr. 1. 52letý diabetický pacient byl odeslán na zátěžový SPECT myokardu pro dušnost při námaze.

(a) Na tomografických řezech perfuze myokardu a na polárních mapách je zobrazen defekt perfuze v oblasti hrotu a v přilehlých částech přední a spodní stěny s výrazně zvýšenou hodnotou sumačního zátěžového a rozdílového skóre (SSS = 19, SDS = 15).

(b) Gated-SPECT 3D zobrazení znázorňuje siluetu endokardiální kontrury v end-diastole (ED, mřížka) a end-systole (ES, barevně vyjádřený pohyb stěn vmm). Nález v klidu (dolní řádek) svědčí pro difuzní hypokinézu levé komory s výrazně zvýšenými ED a ES objemy a nízkou ejekční frakcí (EF). Po zátěži (horní řádek) není prokázáno další zhoršení regionální kinetiky nebo EF, pro pozátěžové omráčení levé komory však svědčí tranzitní ischemická dilatace s nárůstem objemů v ED (z 205 na 238 ml) a ES (ze 135 na 156 ml).

(c) Na CT skenech jsou zobrazeny masivní kalcifikace v povodí ramus interventricularis anterior (left anterior descending – LAD) a ramus circumflexus (left circumflex artery – LCX), celkové koronární kalciové skóre je výrazně zvýšené na 1 803. Pacient měl koronarograficky prokázánu subtotální stenózu v proximálním úseku ramus interventricularis anterior a byl léčen angioplastikou s implantací stentu.



Obr. 2. 54letý diabetický pacient byl odeslán na zátěžový SPECT myokardu pro narůstající dušnost.

Na tomografických řezech (a) je vizuálně patrná jen lehká zátěží navozená porucha perfuze apikálně a inferoapikálně, nález však nebyl kvantitativně významný (sumační zátěžové i rozdílové skóre = 1).

Pomocí gated SPECT (b) je zobrazeno pozátěžové omrácení levé komory se zhoršením kinetiky inferiorně (šipka) a poklesem pozátěžová EF na 53 %, zatímco klidová EF byla 59 %.

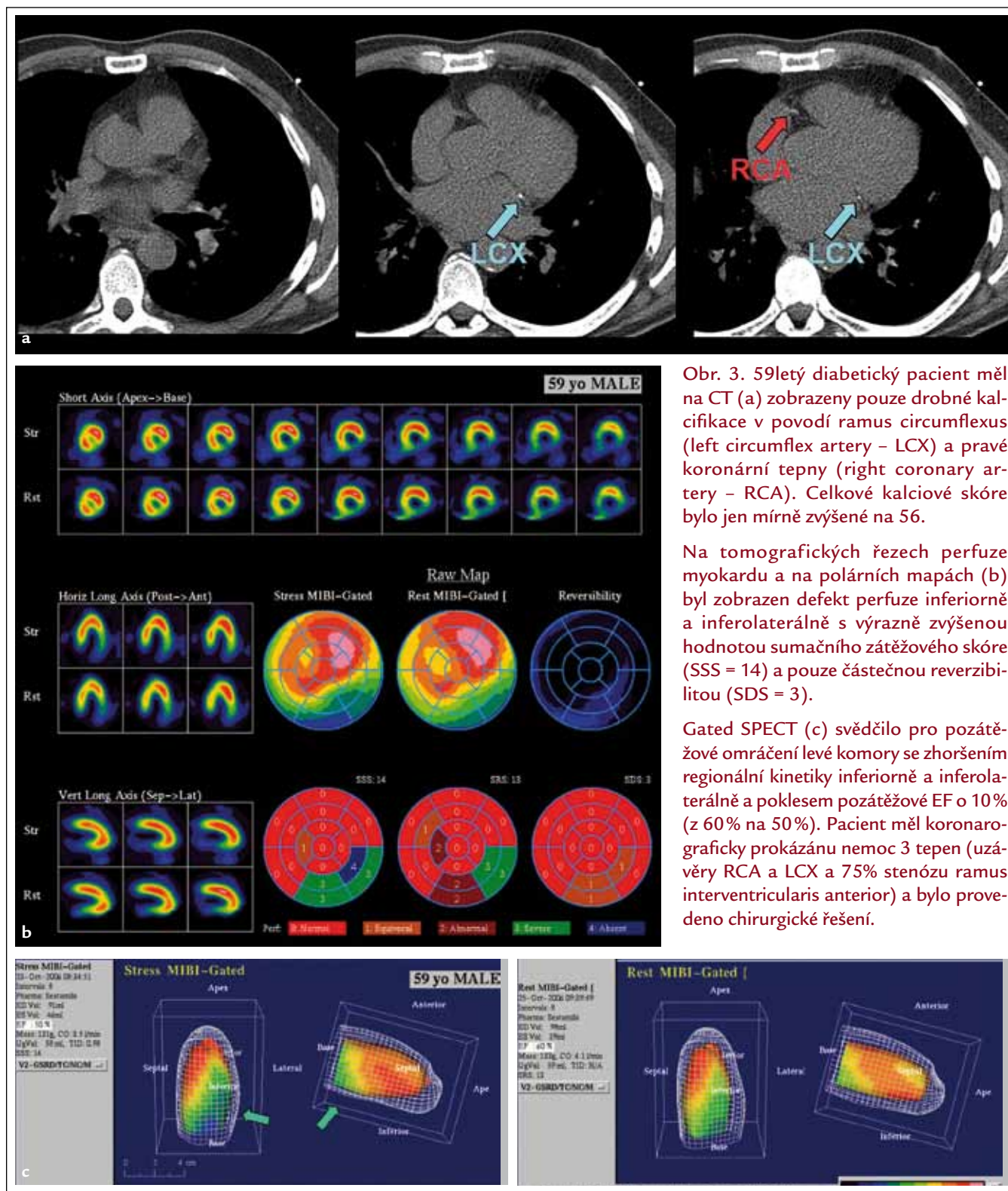
Pomocí CT (c) jsou zobrazeny výrazné kalcifikace difúzně postihující koronární řečiště. Celkové kalciového skóre je extrémně zvýšeno na 4 735. Na koronarografii byla zjištěna nemoc 3 tepen a byla provedena chirurgická revaskularizace.

LM – left main (kmen levé věnčité tepny), LAD – left anterior descending (ramus interventricularis anterior), LCX – left circumflex artery (ramus circumflexus), RCA – right coronary artery (arteria coronaria dextra).

nálezů a signifikantně vyšší riziko kardiální příhody u pacientů s perfuzními abnormalitami [20]. Vzhledem k možnosti rychlé akcelerace aterosklerotických změn je však u diabetiků s normálním SPECT nálezem vhodné zopakovat zátěžovou studii přibližně po 2 letech, tedy podstatně dříve než

u nediabetických pacientů [21]. Obdobně závažná je problematika kardiiovaskulárních komplikací u pacientů s CHSL-HD [22,23], což se odrazilo v doporučeních Americké společnosti pro nukleární kardiologii, kdy konečné stadium ledvinného selhání je samo o sobě považováno za oprávněnou in-

dikaci SPECT vyšetření [24]. Kim et al [22] prokázali abnormální SPECT u 22,5 % z 227 dialyzovaných pacientů a v průběhu 34měsíčního průměrného sledování evidovali 90 zemřelých. Významnými prediktory úmrtí v tomto souboru byly věk, vyšší C-reaktivní protein, abnormální SPECT a přítomnost



Obr. 3. 59letý diabetický pacient měl na CT (a) zobrazeny pouze drobné kalcifikace v povodí ramus circumflexus (left circumflex artery – LCX) a pravé koronární tepny (right coronary artery – RCA). Celkové kalciové skóre bylo jen mírně zvýšené na 56.

Na tomografických řezech perfuze myokardu a na polárních mapách (b) byl zobrazen defekt perfuze inferiorně a inferolaterálně s výrazně zvýšenou hodnotou sumačního zátěžového skóre (SSS = 14) a pouze částečnou reverzibilitou (SDS = 3).

Gated SPECT (c) svědčilo pro pozátěžové omráčení levé komory se zhoršením regionální kinetiky inferiorně a inferolaterálně a poklesem pozátěžové EF o 10% (z 60% na 50%). Pacient měl koronograficky prokázánu nemoc 3 tepen (uzávěry RCA a LCX a 75% stenózu ramus interventricularis anterior) a bylo provedeno chirurgické řešení.

diabetické neuropatie. To odpovídá i našim výsledkům, kdy incidence závažných kardiálních příhod narůstala u pacientů s kombinací diabetu a ledvinného selhání (tab. 1) a při abnormální pozátěžové perfuzi myokardu zobrazené pomocí SPECT (tab. 2, 3).

U nemocných s DM, resp. CHSL-HD, se však také častěji než v neselektované populaci vyskytuje difúzní postižení všech 3 hlavních epikardiálních tepen, a může tak docházet k podhodnocení skutečného rozsahu perfúzní abnormality. I když většina těchto pa-

cientů má perfuzi abnormální (obr. 1), existuje možnost selhání perfuzního SPECT vyšetření. Ta je naštěstí poměrně vzácná a většinu těchto vysoce rizikových nemocných lze identifikovat díky EKG-gated SPECT zobrazenému poischemickému omráčení levé

komory (obr. 2). Je však třeba se snažit o využití všech možností, které nám současně kardiovaskulární zobrazování poskytuje. Moderní scintilační kamery jsou v současnosti obvykle hybridní SPECT/CT systémy umožňující CT měření koronárního kalcia. Kalcifikace v koronárních tepnách se vyskytují prakticky výhradně u aterosklerózy a chybí v normálních koronárních tepnách. CT stanovení koronárního kalciového skóre se tak stává ve vybraných rizikových skupinách populace indikovaným vyšetřením [25]. Nejvíce důkazů je v současnosti o využití této metody při screeningu preklinické aterosklerózy u vybraných asymptomatických rizikových jedinců. Avšak samotný průkaz kalcifikace koronárních tepen nemá dostatečnou výpovědní hodnotu pro přítomnost hemodynamicky závažné koronární stenózy. Proto je výhodné kombinovat CT měření kalciového skóre s dalšími zobrazovacími metodami a nově zavedené algoritmy kombinují potenciál morfologické metody s metodou určující funkční dopad pravděpodobné koronární stenózy (kombinace kalciového skóre a SPECT myokardu) [25–27].

V poslední době pak byl podán důkaz o vlivu kalcifikací na prognózu u symptomatických pacientů se střední předtestovou pravděpodobností a v rizikových skupinách pacientů s DM nebo CHSL-HD [17,25,28,29]. Anand et al [28] zjistili, že v souboru 510 diabetiků 2. typu byla přítomnost zvýšeného koronárního kalcia významnějším prediktorem němé ischemie než všechny ostatní konvenční rizikové faktory. Rosario et al [28] potvrdili významnou prognostickou roli kalcifikací u pacientů s ledvinným selháním (z 97 jich pouze 14 bylo bez kalcifikací a kalciové skóre > 400 identifikovalo podskupinu s vyšší výskytem kardiálních příhod). Na výhodu kombinace SPECT/CT, kdy CT měření kalciového skóre chápeme jako další rizikový faktor umožňující lepší interpretaci perfuzního SPECT vyšetření, poprvé upozornili Schepis et al [17]. Podle této práce mají být pacienti s nor-

málním nebo téměř normálním SPECT zobrazením a současně s výrazně zvýšeným kalciovým skóre (> 709) odesláni přímo k invazivní koronarografii. Právě u těchto jedinců s extenzivními kalcifikacemi v koronárním řečišti se totiž může jednat o difúzní vybalancovanou nemoc 3 tepen s rizikem podhodnocení perfuzní abnormality na SPECT.

Kvantitativní sumační zátěžové a rozdílové perfuzní skóre, ejekční frakce a objemy levé komory dle gated SPECT a CT zjištěné koronární kalciové skóre v našem souboru svědčí pro významné zhoršení těchto parametrů u pacientů s evidovanou kardiální příhodou (tab. 2). Dobrou prognózu s relativně nízkou incidencí závažných příhod (1,9% ročně) jsme zaznamenali u pacientů bez reverzibilního defektu, bez zobrazeného poischemického omráčení a s kalciovým skóre < 709. Ve všech ostatních případech byla prognóza nemocných významně horší (tab. 3). Na obr. 1–3 jsou uvedeny různé varianty perfuzních a funkčních změn levé komory zobrazené dle gated SPECT v kombinaci s přítomností, resp. absencí významně zvýšeného koronárního kalciového skóre. Je třeba mít vždy na paměti, že čerstvé aterosklerotické pláty nemusí být kalcifikované a na samotné CT zjišťování koronárního kalcia se v populaci rizikových nemocných nelze plně spoléhat [30], jak vyplývá z případu pacienta na obr. 3. Pokud tedy využijeme všech možností stratifikace rizika pomocí SPECT/CT, pacienta s nízkým rizikem kardiální příhody lze identifikovat tak, že by měl mít současně:

1. normální pozátěžovou perfuzi nebo pouze mírný perfuzní defekt (nepostihující více povodí a s nízkým sumačním perfuzním skóre),
2. dobrou pozátěžovou funkci levé komory a není u něho zobrazeno poischemické omráčení s poklesem EF,
3. nemá extenzivní kalcifikace v koronárním řečišti [11–17].

Závěr

Závěrem tedy lze konstatovat, že naše výsledky prokázaly výhodu kombi-

nace gated SPECT zobrazení myokardu a CT zjišťování koronárního kalcia u nemocných s DM a CHSL-HD. Výrazně zvýšené kalciové skóre a/nebo průkaz poischemického omráčení levé komory umožňuje velmi dobře odlišit pacienty s nízkým a vysokým rizikem, a to jak při zobrazení reverzibilní poruchy perfuze, tak i bez reverzibilní perfuzní abnormality.

Poděkování

Práce byla podpořena grantem IGA Ministerstva zdravotnictví ČR (č. NT 11078–6).

Literatura

1. Zemřelí 2008. Zdravotnická statistika. Praha: Ústav zdravotnických informací a statistiky ČR 2009.
2. Charvát J et al. Diabetes mellitus a makrovaskulární komplikace. Praha: Triton 2001.
3. Anand DV, Lim E, Lahiri A et al. The role of non-invasive imaging in the risk stratification of asymptomatic diabetic subjects. Eur Heart J 2006; 27: 905–912.
4. Wackers FJ, Chyun DA, Young LH et al. Resolution of asymptomatic myocardial ischemia in patients with type 2 diabetes in the Detection of Ischemia in Asymptomatic Diabetics (DIAD) study. Diabetes Care 2007; 30: 2892–2898.
5. Cheung AK, Sarnak MJ, Yan G et al. Cardiac diseases in maintenance hemodialysis patients: result of the HEMO Study. Kidney Int 2004; 65: 2380–2389.
6. United States Renal Data System. Excerpts from USRDS 2009 Annual Data Report. U.S. Department of Health and Human Services. The National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases. Am J Kidney Dis 2010; 55 (Suppl 1): S1.
7. Zahálková J, Metelka R, Petejová N et al. Hodnocení cévních změn u pacientů s chronickým selháním ledvin. Aktuality v nefrologii 2008; 14: 98–105.
8. Goraya TY, Leibson CL, Palumbo PJ et al. Coronary atherosclerosis in diabetes mellitus: a population-based autopsy study. J Am Coll Cardiol 2002; 40: 946–953.
9. Fadini GP, de Kreutzenberg SV, Tiengo A et al. Why to screen heart disease in diabetes. Atherosclerosis 2009; 204: 11–15.
10. Goldsmith DJ, Covic A. Coronary artery disease in uremia: etiology, diagnosis, and therapy. Kidney Int 2001; 60: 2059–2078.
11. Lang O, Kamínek M, Trojanová H. Nukleární kardiologie. Praha: Galén 2008.
12. Germano G, Berman DS. Regional and Global Ventricular Function and Vo-

lumes from Single-Photon Emission Computed Tomography Perfusion Imaging. In: Zaret BL, Beller GA (eds). Clinical nuclear cardiology. 3rd ed. Philadelphia: Elsevier Mosby 2005: 189–212.

13. Metelková I, Kamínek M, Ostřanský J et al. Senzitivita a specifita zátěžového gated SPECT-zobrazení myokardu pro detekci ischemické choroby srdeční: validace nálezů pomocí koronarografie. *Cor Vasa* 2005; 50: 191–194.

14. Hachamovitch R, Berman DS, Shaw LJ et al. Incremental prognostic value of myocardial perfusion single photon emission computed tomography for the prediction of cardiac death: differential stratification for risk of cardiac death and myocardial infarction. *Circulation* 1998; 97: 535–543.

15. Kamínek M, Škvařilová M, Ostřanský J et al. Zjištěné tranzientní poischemické omrácení levé komory (technikou gated SPECT) pomáhá při identifikaci pacientů s nemocí více koronárních tepen. *Cor Vasa* 2004; 46: 188–192.

16. Kamínek M, Metelková I, Budíková M et al. Prognostický význam zátěžového zobrazení myokardiální perfuze a funkce levé komory jednofotonovou emisní tomografií. *Cor Vasa* 2008; 50: 373–377.

17. Schepis T, Gaemperli O, Koepfli P et al. Added value of coronary artery calcium score as an adjunct to gated SPECT for the evaluation of coronary artery disease in an intermediate risk population. *J Nucl Med* 2007; 48: 1424–1430.

18. Agatston AS, Janowitz WR, Hildner FJ et al. Quantification of coronary artery calcium using ultrafast computed tomography. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 827–832.

19. Lee KH, Jang HJ, Kim YH et al. Prognostic value of cardiac autonomic neuropathy independent and incremental to perfusion defects in patients with diabetes and suspected coronary artery disease. *Am J Cardiol* 2003; 92: 1458–1461.

20. Kamínek M, Mysliveček M, Škvařilová M et al. Prognostický význam zátěžové tomografické scintigrafie myokardiální perfuze u diabetických pacientů. *Vnitř Lék* 2001; 47: 739–743.

21. Giri S, Shaw LJ, Murthy DR et al. Impact of diabetes on the risk stratification using stress single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging in patients with symptoms suggestive of coronary artery disease. *Circulation* 2002; 105: 32–40.

22. Kim SB, Lee SK, Park JS et al. Prevalence of coronary artery disease using thallium-201 single photon emission computed tomography among patients newly undergoing chronic peritoneal dialysis and its association with mortality. *Am J Nephrol* 2004; 24: 448–452.

23. Okwuosa T, Williams KA. Coronary artery disease and nuclear imaging in renal failure. *J Nucl Cardiol* 2006; 13: 150–155.

24. Ward RP, Al-Mallah MH, Grossman GB et al. American Society of Nuclear Cardiology review of the ACCF/ASNC appropriateness criteria for single-photon emission computed tomography myocardial perfusion imaging (SPECT MPI). *J Nucl Cardiol* 2007; 14: e26–e38.

25. Greenland P, Bonow RO, Brundage BH et al. ACCF/AHA 2007 clinical expert consensus document on coronary artery calcium scoring by computed tomography in

global cardiovascular risk assessment and in evaluation of patients with chest pain: a report of the American College of Cardiology Foundation Clinical Expert Consensus Task Force. *Circulation* 2007; 115: 402–426.

26. Sovová E, Kamínek M, Horák D et al. Stanovení kalciového skóre pomocí výpočetní tomografie (CT) v kombinaci se zátěžovým SPECT zobrazením myokardiální perfuze. *Prakt Lék* 2007; 87: 554–558.

27. Uebles C, Becker A, Griesshammer I et al. Stable coronary artery disease: prognostic value of myocardial perfusion SPECT in relation to coronary calcium scoring – long-term follow-up. *Radiology* 2009; 252: 682–690.

28. Anand DV, Lim E, Hopkins D et al. Risk stratification in uncomplicated type 2 diabetes prospective evaluation of the combined use of coronary artery calcium imaging and selective myocardial perfusion scintigraphy. *Eur Heart J* 2006; 27: 713–721.

29. Rosário MA, Lima JJ, Parga JR et al. Coronary calcium score as predictor of stenosis and events in pretransplant renal chronic failure. *Arq Bras Cardiol* 2010; 94: 236–243.

30. Sovová E, Kamínek M, Richter M et al. The role of coronary calcium score in predicting myocardial infarction. Morning well, afternoon hell. *Cor Vasa* 2010; 52: 275–276.

MUDr. Iva Metelková

www.fnol.cz

e-mail: iva.metelkova@fnol.cz

Doručeno do redakce: 14. 5. 2010

Přijato po recenzi: 15. 7. 2010

www.kardiologickarevue.cz