Radiační zátěž katetrizujícího při koronarografii a koronární intervenci: srovnání levostranného radiálního a femorálního přístupu

Roman Štípal¹, Jiří Ostřanský¹, David Richter¹, Martin Sluka¹, Marcela Škvařilová¹, Martin Zaoral², Miloš Táborský¹

¹I. interní klinika – kardiologická, Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařská fakulta Univerzity Palackého, Olomouc

²Oddělení lékařské fyziky a radiační ochrany, Fakultní nemocnice a Lékařská fakulta Univerzity Palackého, Olomouc, Česká republika

Štípal R, Ostřanský J, Richter D, et al. **Radiační zátěž katetrizujícího při koronarografii a koronární intervenci: srovnání levostranného radiálního a femorálního přístupu.** *Cor Vasa* 2011;53:318–321.

Cíl práce: Srovnat dávkový ekvivalent záření při selektivní koronarografii (SKG) a selektivní koronarografii následované perkutánní koronární intervencí (PCI) u radiálního přístupu zleva (LRA) a femorálního přístupu (FA).

Metodika: Bylo vyšetřeno 380 konsekutivních pacientů ve věku $66,6 \pm 10,5$ let, 68,9 % mužů, BMI $29,4 \pm 5,0$. Radiálním přístupem zleva bylo provedeno 70,2 % výkonů (50% SKG a 20,2 % PCI), femorálním přístupem potom 29,8 % výkonů (14 % SKG a 15,8 % PCI). Při každém výkonu byla zaznamenána doba a dávka radiace ke srovnání LRA a FA.

Výsledky: Ve skupině selektivní koronarografie se pacienti s LRA vs. FA nelišili v pohlaví, věku, BMI ani v době záření. Dávka záření u LRA vs. FA byla $3,31 \pm 5,52$ vs. $1,23 \pm 2,77$ μSv , medián 2,0 vs. 0,0 μSv ($p < 0,0001$). Ve skupině perkutánní koronární intervence se pacienti s LRA vs. FA nelišili v pohlaví ani věku. U LRA vs. FA byl vyšší BMI $30,4 \pm 4,7$ vs. $28,4 \pm 5,3$ ($p = 0,0003$), delší doba záření $13,13 \pm 9,34$ vs. $9,50 \pm 7,23$ min, medián 10,20 vs. 6,85 min ($p = 0,001$) a vyšší dávka záření $11,61 \pm 25,74$ vs. $3,10 \pm 4,38$ μSv , medián 5,0 vs. 1,5 μSv ($p < 0,0001$).

Závěry: U selektivní koronarografie byla přes stejný expoziční čas radiační dávka vyšší při LRA vs. FA. U perkutánní koronární intervence byla dávka při LRA rovněž vyšší, ale pacienti měli vyšší BMI i delší radiační čas. Autoři vidí hlavní problém v radiační ochraně při LRA.

Klíčová slova: Dávkový ekvivalent – Selektivní koronarografie – Perkutánní koronární intervence – Radiální přístup

Štípal R, Ostřanský J, Richter D, et al. **Radiation exposure of operator during coronary angiography and coronary intervention: comparison of left radial and femoral accesses.** *Cor Vasa* 2011;53:318–321.

Aim: To compare the radiation dose equivalent during selective coronary angiography (SCA) and SCA followed by percutaneous coronary intervention (PCI) by left radial (LRA) and femoral (FA) accesses.

Methods: 380 consecutive patients, 66.6 ± 10.5 years old, 68.9% of men, BMI 29.4 ± 5.0 , were examined. By LRA 70.2% (50% SCA and 20.2% PCI), by FA 29.8% (14% SCA and 15.8% PCI) procedures were performed. During each procedure, LRA vs. FA comparisons of radiation time and radiation dose were registered.

Results: There was no difference in selective coronary angiography group between LRA vs. FA concerning gender, age, BMI and radiation time. Radiation dose in LRA vs. FA was 3.31 ± 5.52 vs. 1.23 ± 2.77 μSv , median 2.0 vs. 0.0 μSv ($p < 0.0001$). There was no difference in percutaneous coronary intervention group between LRA vs. FA concerning gender and age. By LRA vs. FA, BMI was higher 30.4 ± 4.7 vs. 28.4 ± 5.3 ($p = 0.0003$), radiation time was longer 13.13 ± 9.34 vs. 9.50 ± 7.23 min, median 10.20 vs. 6.85 min ($p = 0.001$), and radiation dose was higher 11.61 ± 25.74 vs. 3.10 ± 4.38 μSv , median 5.0 vs. 1.5 μSv ($p < 0.0001$).

Conclusions: During SCA, despite the same radiation time, the radiation dose was higher by LRA vs. FA. During PCI, the radiation dose by LRA vs. FA was also higher but the patients had higher BMI and longer radiation time. Authors conclude that the main problem is radiation protection by LRA.

Key words: Dose equivalent – Selective coronary angiography – Percutaneous coronary intervention – Radial access

Adresa: MUDr. Roman Štípal, I. interní klinika – kardiologická, FN Olomouc, I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc, e-mail: roman.stipal@fnol.cz

Úvod

Radiální přístup (RA) při selektivní koronarografii (SKG) a perkutánní koronární intervenci (PCI) se na mnoha pracovištích stal metodou první volby. K jeho výhodám patří komfort pacienta po výkonu, zkrácení hospitalizace, snížení pracovní zátěže sesterského personálu, finanční pří-

nos, minimalizace krvácení a komplikací v místě vpichu.^{1,2} Naopak komfort vyšetřujícího je ve srovnání s femorálním přístupem (FA) podstatně horší zvláště v době získávání zkušeností („learning curve“). Další nevýhodou je vyšší radiační zátěž při RA ve srovnání s FA přístupem. Podle některých autorů se ale rozdíly u zkušených katetrizujících

stírají a radiační časy i dávky se příliš neliší.^{3,4} Většina prací se zabývá radiálním přístupem zprava (RRA). Levostranný transradiální přístup (LRA) má ve srovnání s RRA některé výhody.^{5,6} Cílem naší práce bylo srovnat radiační zátěž katetrizujícího v běžném provozu u neselektované populace pacientů („real life“) při LRA a FA se standardní protiradiační ochranou při použití standardních snímacích projekcí.

Materiál a metodika

Vyšetřili jsme 380 konsekutivních pacientů (*tabulka 1*). Část výkonů pokračovala po SKG jako perkutánní koronární intervence (SKG + PCI, pro zjednodušení v dalším textu uvádíme jen PCI). Cestou LRA bylo provedeno 70,2 % výkonů (50 % SKG a 20,2 % PCI), přes FA potom 29,8 % výkonů (14 % SKG a 15,8 % PCI). PCI byla indikována pro stabilní anginu pectoris (AP), dále pro nestabilní anginu pectoris/infarkt myokardu bez elevací úseku ST (NAP/NSTEMI) a pro infarkt myokardu s elevací úseku ST (STEMI) (*tabulka 2*). Výkony u LRA jsme prováděli většinou přes hydrofilní radiální zavaděč Terumo. Místo vpichu jsme infiltrovali směsí 1% mesocainu s isosorbid dinitrátem, do zavaděče jsme aplikovali 2,5 mg verapamilu a 5 000 j. heparinu. U transfemorálního přístupu jsme infiltrovali tříslo 1% mesocainem, následně použili femorální zavaděč Cordis 5F (případně 6F). V případě PCI jsme potom přidávali heparin aktuálně dle aktivovaného koagulačního času (ACT, activated coagulation time). Pokud pacienti s PCI nebyli saturováni clopidogrelem, případně kyselínou acetylsalicylovou, byla jim aplikována během výkonu dávka clopidogrelu 600 mg p.o. a kyseliny acetylsalicylové 500 mg i.v. K diagnostice jsme v obou případech používali standardní katetry Cordis 5F (případně 6F), k PCI potom katetry Cordis Vista nebo Medtronic Launcher 5F (případně 6F). Po výkonu u LRA jsme místo vpichu komprimovali tlakovou manžetou TR band firmy Terumo s aplikací 10–12 ml vzduchu s postupnou desuflací do 4–6 hodin. Při FA byl zavaděč po diagnostické SKG odstraněn ihned na oddělení, po PCI dle aktivovaného parciálního tromboplastinového času (APTT, activated partial thromboplastin time) s následnou kompresí šest hodin. Dávkový ekvivalent záření jsme měřili osobním digitálním dozimetrem Canberra Dosicard/E umístěným zevně na stínící zástěře na referenčním místě na levé straně hrudníku. Dozimetr má pro energetický rozsah γ záření 60 keV až 1,25 MeV přesnost do ± 15 %. Dozimetr měří v rozsahu 1 μ Sv až 10 Sv. Současně byla měřena doba záření při výkonu. Výkony jsme prováděli na přístroji Philips Integris H 5000 F (rok výroby 2000) v pulsním režimu

Tabulka 1 Charakteristika souboru (n = 380)

Pohlaví (muž)	68,9 %
Věk (roky)	66,6 $\pm$ 10,5
Výška (cm)	171,2 $\pm$ 8,8
Hmotnost (kg)	86,4 $\pm$ 17,1
BMI	29,4 $\pm$ 5,0
BMI – body mass index	

Tabulka 2 Typ výkonu a indikace u perkutánní koronární intervence

Typ výkonu	Indikace u PCI			n
	AP	NAP/NSTEMI	STEMI	
SKG LRA	NA	NA	NA	190/380 (50 %)
SKG FA	NA	NA	NA	55/380 (14 %)
PCI LRA	46	28	3	77/380 (20,2 %)
PCI FA	8	15	37	60/380 (15,8 %)

AP – angina pectoris, FA – femorální přístup, LRA – radiální přístup zleva, NA – nespecifikováno, NAP/NSTEMI – nestabilní angina pectoris/infarkt myokardu bez elevací úseku ST, PCI – perkutánní koronární intervence, SKG – selektivní koronarografie, STEMI – infarkt myokardu s elevací úseku ST

12,5 f/s s použitím ochranné stínící zástěry, stínících štítů nad i pod katetrizačním stolem a brýlí s ekvivalentem Pb 0,5 mm.

K analýze dat byl použit statistický software SPSS verze 15 (SPSS, Inc., Chicago, USA). V kvantitativních parametrech byly skupiny podle typu vyšetření porovnány pomocí dvouvýběrového Studentova t-testu, resp. Mannova-Whitneyova testu v závislosti na normalitě dat. V distribuci podle pohlaví byly skupiny porovnány pomocí χ^2 testu, resp. Fisherova přesného testu. Normalita dat byla ověřena pomocí testu Kolmogorovova-Smirnovova nebo Shapirovova-Wilkova pro $n < 100$. Testy byly prováděny na hladině významnosti 0,05.

Výsledky

Srovnání pacientů s diagnostickou selektivní koronarografií cestou LRA a cestou FA

Pacienti se nelišili podle pohlaví, věku, hmotnosti, BMI ani doby záření. Mannův-Whitneyův test prokázal signifikantně vyšší dávku záření u SKG cestou LRA (*tabulka 3*).

Srovnání pacientů s perkutánní koronární intervencí cestou LRA a cestou FA

Pacienti se nelišili s ohledem na pohlaví a věk. Mannův-Whitneyův test prokázal u pacientů s PCI cestou LRA

Tabulka 3 Srovnání pacientů s diagnostickou selektivní koronarografií cestou LRA a FA

		LRA	FA	p
Pohlaví (muž)		67,9 %	67,9 %	0,997
Věk (roky)		66,0 $\pm$ 10,2	68,6 $\pm$ 10,7	0,114
Hmotnost (kg)		86,8 $\pm$ 17,2	83,8 $\pm$ 17,1	0,222
BMI		29,4 $\pm$ 4,7	29,3 $\pm$ 5,6	0,692
Doba záření (min)	medián	2,40	1,90	0,312
	rozmezí	0,5–35,1	0,7–23,0	
	průměr	3,98 $\pm$ 4,98	3,63 $\pm$ 4,58	
Dávka (μ Sv)	medián	2,0	0,0	< 0,0001
	rozmezí	0–39	0–17	
	průměr	3,31 $\pm$ 5,52	1,23 $\pm$ 2,77	

BMI – body mass index, FA – femorální přístup, LRA – radiální přístup zleva

signifikantně vyšší tělesnou hmotnost a BMI. U pacientů s PCI cestou LRA byla prokázána signifikantně vyšší doba záření a dávka než u pacientů s PCI cestou FA (tabulka 4).

Diskuse

Radiální přístup při koronárních diagnostických a intervenčních výkonech má své výhody a nevýhody. Mezi výhody patří lepší komfort pacienta (většina z nich tento přístup jednoznačně preferuje a vyžaduje), dále minimalizace lokálních komplikací, krvácivých projevů a s tím související zkrácení doby hospitalizace a zlepšení prognózy nemocného. Hlavní nevýhodou je větší nepohodlí katetrizujícího a vyšší (některými autory zpochybňovaná) úroveň radiace pro pacienta i operátora. Riziko ischemických a krvácivých komplikací při radiálním přístupu je minimální.⁷ V našem souboru více než 600 pacientů s LRA jsme nezaznamenali klinicky významnou ischemii nebo krvácení.⁸ Nutnost konverze na transfemorální přístup se pohybuje na zkušeném pracovišti kolem 1 %.⁹ Největší výhodou radiálního přístupu je minimum krvácivých komplikací. Krvácivé komplikace zvyšují výskyt závažných nežádoucích komplikací včetně úmrtí (MACE, major adverse cardiac events). Některé metaanalýzy přes výrazné snížení krvácení neprokázaly příznivý dopad na MACE.^{7,10} Tyto práce však převážně hodnotily jednak diagnostické a také PCI výkony u neakutních, a tedy méně rizikových nemocných.¹¹ Metaanalýza studií pacientů se STEMI prokázala výraznou redukcí krvácení při RA se sníženým výskytem MACE včetně mortality ve srovnání s FA.¹² Studie MORTAL hodnotila prognózu u 32 822 pacientů po neselektované („all comers“) PCI. Nutnost transfuze znamenala 4krát vyšší mortalitu. Radiální přístup snížil četnost transfuzí na polovinu, 30denní a jednoroční mortalita byla nižší o 29 %, resp. 17 % ($p < 0,001$).¹³ Radiální přístup tedy, zvláště u rizikových PCI, znamená zlepšení prognózy nemocných včetně snížení mortality. Na většině pracovišť používajících radiální přístup je preferován RRA. Podle některých autorů je tento přístup srovnatelný s LRA z hlediska proveditelnosti, času záření

a množství použité kontrastní látky.^{14,15} Na našem pracovišti provádíme zhruba 80 % diagnostických a intervenčních výkonů radiální cestou a preferujeme, až na výjimky, LRA. Jaké jsou výhody tohoto přístupu? Jednoznačná výhoda je snadná sondáž levé mamární tepny u nemocných po bypasu. Přístup zleva je přímější a více připomíná přístup femorální. Tortuozity v oblasti pravé a. subclavia jsou mnohem častější než vlevo, a to zvláště u starších nemocných.^{15–17} Rovněž pravá radiální tepna je více náchylná ke spasmům.¹⁵ Stále není dořešena otázka radiace ve srovnání RRA, LRA a FA. Dávku záření pro katetrizujícího mj. ovlivňuje možnost pasivní ochrany, hmotnost pacienta, komplexnost lézí, délka nahrávání a výběr projekcí. Nejvíce zatěžující radiací jsou projekce LAO (kaudálně i kraniálně), nejméně zatěžující jsou projekce RAO. Projekce RAO 90° znamená třikrát méně radiace ve srovnání s LAO 90°.⁴ Vzhledem k tomu, že z levého radiálního přístupu je obtížnější clonění a nepohodlná pozice katetrizujícího, někteří autoři předpokládají (bez důkazů) delší radiační čas a větší dávku záření ve srovnání s RRA.^{18,19} Při srovnání RRA a LRA bylo ale prokázáno snížení doby výkonu a doby záření u LRA.¹⁷ Studie TALENT prokázala ve skupině 1 540 pacientů u diagnostických SKG vyšší radiační čas při RRA ve srovnání s LRA, zatímco u PCI byly časy i patientské dávky srovnatelné. Při LRA byly prokázány mírně nižší časy a dávky záření, výrazně lepší výsledky u nezkušených katetrizujících a u pacientů starších 70 let.⁶

Práci srovnávajících radiační zátěž katetrizujícího při RA a FA je poměrně málo. Radiační zatížení pacienta je signifikantně vyšší u RA ve srovnání s FA.²⁰ Radiace u katetrizujícího při SKG a PCI je podle jedné z prací o 100 % a 50 % vyšší při RA ve srovnání s FA.²¹ V této práci ale nebyl používán u RA stínicí štít nad katetrizačním stolem. Často citovaná a diskutovaná práce Brasseleta a spol. uvádí vyšší radiaci u (pravého) radiálního přístupu při SKG i PCI ve srovnání s přístupem femorálním. Radiální přístup jak u SKG, tak u PCI byl spojen s větší dávkou záření pro pacienta i katetrizujícího. U katetrizujícího byla dávka u SKG o 82,7 % a u PCI o 38,1 % vyšší při RA ve srovnání s FA, přičemž radiační zatížení pacienta i katetrizujícího spolu korelovala.²² Jeho práce vyvolala vlnu kritiky, kdy byla zmiňována hlavně malá zkušenost pracoviště s radiálním přístupem a vyšší hmotnost pacientů s RA.^{18,19,23,24} Ve studii RAPTOR byla doba radiace a radiační zatížení pacienta při RA ve srovnání s FA vyšší u SKG, ale stejná u PCI.³

V naší práci jsme srovnávali radiační dávky katetrizujícího při LRA a FA. LRA je podle našich zkušeností stejně dobře dostupný jako RRA. Pro tvrzení, že punkce levé radiální tepny je obtížnější než pravé,¹⁵ neexistuje jiné zdůvodnění než menší zkušenost katetrizujícího s tímto přístupem. Není pochybností, že LRA je výhodný pro pacienta (zvláště u většinové populace praváků), pro vyšetřujícího je ale méně komfortní. Katetrizující stojí často v nepřírozené pozici s omezenou možností ochrany.^{18,19} Námi naměřené dávky při SKG i při PCI byly minimální při používání běžných ochranných pomůcek. Při diagnostické SKG femorální cestou byly dávky dokonce na hranici deteko-

Tabulka 4 Srovnání pacientů s perkutánní koronární intervencí cestou LRA a FA

		LRA	FA	p
Pohlaví (muž)		71,4 %	70,0 %	0,855
Věk (roky)		66,7 ± 10,5	66,6 ± 11,2	0,935
Hmotnost (kg)		89,3 ± 14,7	83,5 ± 19,0	0,014
BMI		30,4 ± 4,7	28,4 ± 5,3	0,0003
Doba záření (min)	medián	10,20	6,85	0,001
	rozmezí	3,1–52,8	2,8–33,3	
	průměr	13,13 ± 9,34	9,50 ± 7,23	
Dávka (μSv)	medián	5,0	1,5	< 0,0001
	rozmezí	0–215	0–25	
	průměr	11,61 ± 25,74	3,10 ± 4,38	

BMI – body mass index, FA – femorální přístup, LRA – radiální přístup zleva

vatelnosti. Nicméně při stejné době expozice byly dávky záření výrazně vyšší u LRA ve srovnání s FA. Neplatí tedy, že stejná doba expozice = stejná dávka. Ještě výraznější rozdíl v dávce záření jsme prokázali u PCI. V této skupině byli častěji pacienti s vyšším BMI (tedy vzhledem k možným komplikacím v místě vpichu vhodnější pro RA). Časy intervence a dávky záření byly u LRA výrazně větší. Dávku záření ovlivňuje hmotnost pacienta, při SKG má dávka lineární korelaci s hmotností, při PCI u pacientů s hmotností nad 80 kg má křivka strmý průběh.⁴ Dávka záření je podle našich závěrů vyšší jak při SKG tak při PCI cestou LRA ve srovnání s FA. Nezáleží přitom jen na době expozice, ale v menší možnosti chránění hlavního katetrizujícího. Zvlášť u komplexních lézí obězních pacientů je při LRA možnost manipulace a ochrana proti záření ztížená a z toho vyplývá poněkud delší čas záření, ale i vyšší dávka občas s excesivními hodnotami (nejvyšší dávka při LRA byla 215 μ Sv zatímco u FA jen 25 μ Sv). Dávky záření jsou i při LRA minimální. Ve srovnání se studií Brasseleta²² jsou naše hodnoty podstatně nižší a korelují s naměřenými ročními dávkami jednotlivých katetrizujících. Často je zdůrazňována nutnost dostatečného počtu výkonů radiální cestou pro zvýšení bezpečnosti.²⁵ Na našem pracovišti je radiální přístup zleva metodou volby. Ročně provedeme ve čtyřech katetrizujících zhruba 2 500 výkonů, z toho 1 100 PCI, radiální přístup používáme zhruba u 80 % pacientů. Roční limit dávky celotělové expozice jednotlivce představuje podle norem 20 mSv, tím je myšlena dávka bez radiačních ochranných pomůcek. Převedení dávek katetrizujících v naší studii na celoroční průměr zdaleka tuto hodnotu neatakuje. Dále je prokázáno, že personál pohybující se na sále mimo katetrizační stůl má dávky záření nulové.²⁶ Dávka pod stínicí zástěrou je i u prvního katetrizujícího neměřitelná.²² U většiny výkonů je tedy dávka záření u pacienta i katetrizujícího i u RA zanedbatelná a je výrazně převážena celkovým přínosem při nepřítomnosti krvácivých komplikací.²⁷ V naší práci se při FA, zvlášť u SKG, dávky pohybovaly na hranici měřitelnosti. Naším cílem je snížení dávek záření při LRA dalším odclonením pacienta a používáním šetrnějších projekcí.

Závěr

Doba expozice se při srovnání přístupu LRA a FA nelišila u selektivní koronarografie, při perkutánní koronární intervenci byla u LRA delší, pacienti měli také vyšší BMI. Radiační zátěž byla u selektivní koronarografie i u perkutánní koronární intervence vyšší při LRA ve srovnání s FA. Příčinou je hlavně omezená možnost ochrany při použití standardních prostředků. Absolutní hodnoty účinné dávky jsou sice minimální, přesto při dlouhodobé expozici v centrech s vysokými objemy je žádoucí úroveň radiace dále snižovat. Trend (levostranné) transradiální selektivní koronarografie a perkutánní koronární intervence je z hlediska pacienta jistě přínosný, pro katetrizujícího je nutno hledat rezervy jak v dalších možnostech pasivní ochrany, tak v optimalizaci projekcí.

Literatura

1. Branny M, Indrák J, Černý J, et al. Radiální přístup pro koronární angiografii a perkutánní koronární intervenci. *Interv Akut Kardiol* 2008;7:60–64.
2. Bernat I, Rokytka R, Koza J, et al. Radiální přístup u koronárních a nekoronárních katetrizací a intervencí. *Cor Vasa* 2009;Suppl 1.
3. Schaefele TG, Grunebaum JP, Lippe B, et al. Radial access versus conventional femoral puncture: Outcome and resource effectiveness in daily routine. The RAPTOR trial. Orlando: AHA, 2009.
4. Saumanaki KI. Radiation Protection in the Cardiac Catheterization Laboratory. *Interv Cardiol* 2010;2:667–672.
5. Martinez CA, Cohen MG. Left or Right, Transradial Access for All. *J Invas Cardiol* 2010;22:398–399.
6. Sciahbasi A. Transradial approach (left vs. right) and procedural times during percutaneous coronary procedures: TALENT study. *EuroPCR* 2010.
7. Agostini P, Biondi-Zoccai GGL, De Benedictis ML, et al. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures. *J Am Coll Cardiol* 2004;44:349–356.
8. Štípal R, Richter D, Sluka M, et al. Transradiální přístup zleva jako standard při koronární diagnostice a intervenci. Abstrakta XIX. výročního sjezdu ČKS, www.cksonline.cz
9. Guédes A, Dangoisse V, Gabriel L, et al. Low rate of conversion to transfemoral approach when attempting both radial arteries for coronary angiography and percutaneous coronary intervention: a study of 1,826 consecutive procedures. *J Invasive Cardiol* 2010;22:398–399.
10. Jolly SS, Amlani S, Hamon M, et al. Radial versus femoral access for coronary angiography or intervention and the impact on major bleeding and ischemic events: A systemic review and meta-analysis of randomized trials. *Am Heart J* 2009;157:132–140.
11. Komócsi A, Aradi D. Transradial Coronary Intervention. Radiant or Brilliant? *J Am Coll Cardiol* 2010;56:1265–1266.
12. Vorobcsuk A, Kónyi A, Aradi D, et al. Transradial versus transfemoral percutaneous coronary intervention in acute myocardial infarction. Systematic overview and meta-analysis. *Am Heart J* 2009;158:814–821.
13. Chase AJ, Fretz EB, Warbuton WP, et al. Association of the arterial access site at angioplasty with transfusion and mortality: the M.O.R.T.A.L. study (Mortality benefit Of Reduced Transfusion after percutaneous coronary intervention via the Arm or Leg). *Heart* 2008;94:1530–1532.
14. Kanei Y, Nakra NC, Liou M. Randomized Comparison of Transradial Coronary Angiography Via Right or Left Radial Artery Approaches. *Am J Cardiol* 2011;107:195–197.
15. Santos E, Bodí V, Sanchis J, et al. The Left Radial Approach in Daily Practice. A Randomized Study Comparing Femoral and Right and Left Radial Approaches. *Rev Esp Cardiol* 2009;62:482–490.
16. Cha KS, Kim MH, Kim HJ. Prevalence and clinical predictors of severe tortuosity of right subclavian artery in patients undergoing transradial coronary angiography. *Am J Cardiol* 2003;92:1220–1222.
17. Kawashima O, Endoh N, Terashima M, et al. Effectiveness of right or left radial approach for coronary angiography. *Catheter Cardiovasc Interv* 2004;61:333–337.
18. Hamon M. Radiation exposure and vascular access site. *Eur Heart J* 2008;29:954.
19. Pristipino Ch. Radial artery catheterization and radiological exposure. *Eur Heart J* 2008;29:2316–2317.
20. Brueck M, Bandorski D, Kramer W, et al. A Randomized Comparison of Transradial Versus Transfemoral Approach for Coronary Angiography and Angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 2009;2:1047–1054.
21. Lange HW, Boetticher H. Randomized comparison of operator radiation exposure during coronary angiography and intervention by radial or femoral approach. *Catheter Cardiovasc Interv* 2006;67:12–16.
22. Brasselet C, Blanpain T, Tassan-Mangina S, et al. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and *ad hoc* percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. *Eur Heart J* 2008;29:63–70.
23. Lo TS, Zaman AG, Stables R, et al. Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection devices during coronary angiograms and *ad hoc* percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes. Comment. *Eur Heart J* 2008;29:2180.
24. Agostoni P. Comment on „Comparison of operator radiation exposure with optimized radiation protection device during coronary angiograms and *ad hoc* percutaneous coronary interventions by radial and femoral routes“. *Eur Heart J* 2008;29:2820–2821.
25. Rao SV, Cohen MG, Kandzari DE, et al. The Transradial Approach to Percutaneous Coronary Intervention. *J Am Coll Cardiol* 2010;55:2187–2195.
26. Efsthathopoulos EP, Makrygiannis SS, Kottou S, et al. Medical personnel and patient dosimetry during coronary angiography and intervention. *Phys Med Biol* 2003;48:3059.
27. Bertrand OF, Arsénault J, Mongrain R. Operator vs. patient radiation exposure in transradial and transfemoral coronary interventions. *Eur Heart J* 2009;29:2577–2578.

Došlo do redakce 23. 5. 2011

Přijato 23. 5. 2011