

# Koronarografia z dostępu przez tętnicę promieniową. Znaczenie krzywej uczenia

## *Transradial approach for coronary angiography: the importance of the learning curve*

Marcin Majewski<sup>1</sup>, Janusz Lipiecki<sup>2</sup>, Rafał Link<sup>3</sup>, Włodzimierz Rafiński<sup>1</sup>, Piotr Kałmucki<sup>3</sup>,  
Andrzej Bolewski<sup>1</sup>, Tomasz Siminiak<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup>Szpital Wojewódzki, Poznań

<sup>2</sup>Szpital Uniwersytecki, Clermont-Ferrand, Francja

<sup>3</sup>Szpital Rehabilitacyjno-Kardiologiczny w Kowanówku, Akademia Medyczna, Poznań

Postępy w Kardiologii Interwencyjnej 2006; 2, 2 (4): 185–188

**Słowa kluczowe:** koronarografia, tętnica promieniowa, fluoroskopia.

**Key words:** coronary angiography, radial artery, fluoroscopy.

### Wstęp

Koronarografia i angioplastyka wieńcowa z dostępu przez tętnicę promieniową stały się atrakcyjną alternatywą dla zabiegów wykonywanych z dostępu przez tętnicę udową i ramienną. Od kilku lat zabiegi wykonywane tą techniką cieszą się wzrastającym zainteresowaniem. Dostęp promieniowy w większości przypadków eliminuje występowanie naczyniowych powikłań miejscowych i poważnych krwawień. Wiele korzyści wynika z możliwości wcześniejszego uruchomienia pacjenta po zabiegu, skraca się długość pobytu w szpitalu, a w wybranych przypadkach zabieg angioplastyki wieńcowej można wykonać w trybie ambulatoryjnym. Jest on lepiej tolerowany przez pacjenta. Mniejszy jest ból całego ciała i pleców, spowodowany unieruchomieniem, pacjent szybciej się usamodzielnienia, a ponadto zmniejsza się częstotliwość cewnikowania pęcherza moczowego [1–4].

Przaskórne interwencje wieńcowe z dostępu przez tętnicę promieniową wymagają jednak pewnych umiejętności i doświadczenia, które pozwolą uniknąć trudności związanych z tą techniką, szczególnie na początku stosowania, i pozwolą na taką samą skuteczność jak ta uzyskiwana przy stosowaniu dostępu udowego. Podstawowe trudności, na jakie napotyka operator, to mały rozmiar tętnicy promieniowej i jej tendencja do obkurczania się. Stwarza to problemy związane z uzyskaniem dostępu do tego naczynia, a przedłużające się manewrowanie cewnikami może wywołać skurcz naczynia, który uniemożliwi dokończenie lub nawet wykonanie zabie-

gu z dostępu promieniowego i wymusi zmianę dostępu na inny. Krzywa uczenia techniki z dostępu promieniowego jest trudna nawet dla doświadczonych kardiologów interwencyjnych i to wydaje się być główną przeszkodą w szerszym jej stosowaniu w wielu ośrodkach.

### Zalety dostępu promieniowego

W większości ośrodków rutynowym dostępem naczyniowym w trakcie wykonywania koronarografii lub zabiegu angioplastyki jest tętnica udowa prawa. Jest to uwarunkowane doświadczeniem i tradycją w poszczególnych ośrodkach. Z zabiegiem tym związane są jednak pewne niedogodności i ograniczenia. Przede wszystkim wymaga unieruchomienia chorego w pozycji leżącej po zabiegu, co zwykle jest źle tolerowane przez pacjentów z ciężką niewydolnością krążenia, z chorobami płuc, ze zmianami zwyrodnieniowymi kręgosłupa lub biodra. Mimo postępu technicznego urządzeń do zamykania tętnicy udowej i unieruchomienia pacjenta, zabieg ten ciągle wiąże się z dość dużą liczbą powikłań miejscowych. Wymienić należy tu krwiaki w miejscu wkłucia do tętnicy udowej, tętniaki rzekome, przetoki tętniczo-żyłne, które niejednokrotnie wymagają przetoczenia krwi lub korekcyjnych zabiegów chirurgicznych. Częstość tego typu powikłań sięga 2–8% po zabiegach PCI wykonanych przez tętnicę udową [1–4]. Poza tym zabieg jest trudny lub nawet niemożliwy do przeprowadzenia u chorych z chorobami naczyń obwodowych lub wymagających nieprzerwanego leczenia przeciwkrzepliowego.

**Adres do korespondencji/ Corresponding author:** prof. dr hab. n. med. Tomasz Siminiak, Akademia Medyczna w Poznaniu, Szpital Rehabilitacyjno-Kardiologiczny w Kowanówku, ul. Sanatoryjna 34, 64-600 Kowanówko k. Obornik Wlkp., tel. +48 61 296 11 12, faks +48 61 297 75 00, e-mail: tomasz.siminiak@usoms.poznan.pl

W przypadku wydolnej tętnicy łokciowej, która razem z tętnicą promieniową zaopatruje i tworzy głęboki i powierzchowny łuk tętniczy dłoniowy, atrakcyjnym dostępem wydaje się tętnica promieniowa. Wydolność tętnicy łokciowej łatwo wykazać testem Allena lub prawidłową saturacją krwi mierzoną pulsoksymetrem na palcu wskazującym przy uciśniętej tętnicy promieniowej. Wiele badań opublikowanych w ostatnim czasie wskazuje, że koronarografia oraz zabiegi angioplastyki wieńcowej mogą być wykonane tą drogą bezpiecznie i skutecznie u większości pacjentów [5]. Ponadto charakteryzują się one znacznie niższą liczbą powikłań miejscowych [6, 7], a w niektórych z tych badań duże powikłania, takie jak krwawienia wymagające przetoczeń krwi czy też uszkodzenia wymagające leczenia chirurgicznego, w ogóle nie występowały [3, 4, 6, 8]. Wydaje się to szczególnie istotne i korzystne u pacjentów poddanych zabiegowi w okresie ostrego zespołu wieńcowego, kiedy niejednokrotnie otrzymują oni duże dawki kilku leków o działaniu przeciwkrzepliwym i przeciwplateletowym. Nie obserwowano poważnych powikłań miejscowych u pacjentów z ostrym zawałem serca, nawet po dołączeniu do standardowego leczenia inhibitorów receptora glikoproteinowego IIb/IIIa [9–11].

Powierzchnowy przebieg tętnicy promieniowej w okolicy nadgarstka i brak innych ważnych i delikatnych struktur anatomicznych w tym rejonie sprawia, że tętnica ta bardzo łatwo poddaje się uciskowi z zewnątrz, również w sposób bierny, a ewentualne krwawienie jest łatwo kontrolowane nawet przez samego pacjenta. Umożliwia to również wykonanie badania koronarograficznego lub PCI u pacjenta będącego pod wpływem pełnej antykoagulacji. U 66 pacjentów z INR w przedziale między 2,0–4,5, u których wykonano zabieg koronarografii z dostępu promieniowego, nie zaobserwowano żadnego dużego krwawienia po zabiegu [12]. Wszystko to sprawia, że pobyt pacjenta w szpitalu po zabiegu przeprowadzonym z dostępu przez tętnicę promieniową w porównaniu z dostępem przez tętnicę udową znacznie się skraca i wiąże się z istotną redukcją kosztów szpitalnych [13–15].

### Ograniczenia dostępu promieniowego

Dostęp promieniowy ma jednak pewne ograniczenia. Niewątpliwie jest nim krzywa uczenia i dość duży odsetek niepowodzeń zabiegu, szczególnie gdy operator jest na jej początku, w porównaniu z koronarografią z dostępu przez tętnicę udową. W publikowanych dotąd badaniach stopień niepowodzeń, wynikający z braku możliwości kaniulacji tętnic wieńcowych, wynosił od 1 do 7% pacjentów i spowodowany był w głównej mierze niemożliwością założenia dostępu do tętnicy promieniowej, a także kurczem tętnicy promieniowej, krętym przebiegiem tętnicy podobojczykowej lub jej zwężeniami oraz poszerzeniem łuku aorty [1, 16]. Ułatwieniem w uzyskaniu dostępu do wąskiej niekiedy tętnicy promieniowej jest zastosowanie specjalnych zestawów koszulek naczyniowych, np. stosowanych w na-

szym ośrodku zestawów firmy Terumo. Igła do nakłucia tętnicy znajduje się w specjalnej cienkiej plastikowej kaniuli. Prowadnik służący do umiejscowienia właściwej koszulki wprowadza się przez tę kaniulę, po wyjęciu igły.

Według niektórych autorów, kręty przebieg naczynia rzadko bywa przyczyną niepowodzenia zabiegu i większość tego typu trudności można pokonać, używając prowadników hydrofilnych [17]. Manewrowanie cewnikiem z dostępu promieniowego jest niewątpliwie trudne, szczególnie w początkowym okresie nabywania doświadczenia, co istotnie wpływa na czas trwania zabiegu i czas fluoroskopii. Cewnik o kształcie dobrze znanym z zabiegów z dostępu udowego staje się narzędziem o innych właściwościach, kiedy wykorzystywany jest w badaniach z dostępu przez tętnicę promieniową. Istnieje cała lista cewników, które znalazły zastosowanie w koronarografiach lub PCI (Extra Backup, Amplatz prawy i lewy, Champ, Fajadet prawy i lewy, Kimny radial, Multipurpose, Muta prawy i lewy), jednak Judkins prawy i lewy, Amplatz lewy oraz Extra Backup należą do najczęściej używanych [17].

Kurcz tętnicy promieniowej/ramiennej jest jednym z głównych powodów niemożliwości dokończenia zabiegu z dostępu promieniowego w trakcie krzywej uczenia. Wydaje się, że jest związany z liczbą cewników użytych do zabiegu, przedłużonym manewrowaniem w dojściu do naczyń wieńcowych, oraz średnicą (F) użytego cewnika i rozmiarem tętnicy promieniowej. Aby uniknąć kurczu tętnicy, stosuje się różnego rodzaju koktajle lekowe, zawierające blokery kanału wapniowego i/lub nitroglicerynę w trakcie przepłukiwania koszulki naczyniowej po umiejscowieniu jej w tętnicy. Kurcz tętnicy wystąpił u 8% obserwowanych przez nas pacjentów, ustępując u połowy z nich w ciągu 1–2 min po dodatkowym podaniu leków (dotętnicznym podaniu 1 mg werapamilu i/lub nitrogliceryny 1 mg i/lub relanium 5 mg i.v.), natomiast u pozostałych uniemożliwiając dokończenie zabiegu. Zdarzyło się to jednak tylko w grupie chorych, u których stosowano cewniki diagnostyczne 6F. Kurcz tętnicy nie wystąpił u żadnego pacjenta, u którego w trakcie zabiegu używano cewników 5F. Jest to zgodne z obserwacjami Dam i wsp., którzy stosując cewniki 5F i 6F wykazali większą częstość występowania kurczu tętnicy i kłopotów z ukończeniem zabiegu w grupie chorych, u których stosowano cewniki 6F – kurcz tętnicy odpowiednio wystąpił u 1,1 vs 4,8% pacjentów, ukończenie zabiegu u 95,4 vs 92,9% pacjentów [18]. Sugeruje się, że kurcz tętnicy może wywoływać dysproporcja rozmiaru koszulki naczyniowej i rozmiaru tętnicy promieniowej [19, 20]. W przypadku konieczności wykonania PCI w naszym ośrodku używamy tylko koszulek naczyniowych 6F, z powodu konieczności zastosowania sprzętu kompatybilnego z cewnikami 6F, w której jest wyposażona pracownia. Kurcz tętnicy uniemożliwiający dokończenie badania obserwowaliśmy wyłącznie u kobiet niskiego wzrostu, z odpowiednio małym rozmiarem tętnic promieniowych (masa ciała/wzrost pacjentek pomieściły 54 kg/158 cm a 67 kg/160 cm).

Jednym z potencjalnych niebezpieczeństw dostępu promieniowego jest zamknięcie się tętnicy promieniowej i ewentualne kłopoty z ukrwieniem kończyny. Częstość występowania tego typu powikłań obserwowano u 3–6% pacjentów [9, 19, 20]. U pacjentów z prawidłowym krążeniem od tętnicy łokciowej, tzn. prawidłowym testem Allena przed zabiegiem, powikłanie to jednak przebiega bezobjawowo [9]. Heparyna podawana pacjentowi w trakcie badania koronarograficznego lub PCI, zmniejsza ryzyko okluzji tętnicy, natomiast wskaźnik koszulka/rozmiar tętnicy promieniowej powyżej 1 zwiększa to ryzyko [19, 20].

Mniejszy rozmiar tętnicy promieniowej w porównaniu z tętnicą udową, może uniemożliwiać wykonanie niektórych procedur wymagających większego rozmiaru cewnika prowadzącego niż 6F. Trudności można napotkać przy wykonywaniu rotablacji wewnątrznaczyniowej, jednocześnie wszczepiania dwóch stentów lub przy użyciu urządzeń z protekcją dystalną, choć pojawiły się publikacje opisujące możliwość wykonania również tego typu zabiegów [21, 22]. Natomiast wykonanie skomplikowanych zabiegów na rozwidleniach naczyń z użyciem technik *kissing balloons* i ultrasonografii wewnątrznaczyniowej, jest możliwe do wykonania z użyciem cewników prowadzących 6F.

### Krzywa uczenia

W badaniu CARAFE [16], w którym porównywano badania koronarograficzne wykonane z dostępu udowego i promieniowego przez doświadczonych operatorów, stwierdzono, że czas ekspozycji na RTG był krótszy podczas badań wykonanych z dostępu udowego, w porównaniu do badań wykonanych z dostępu zarówno przez prawą, jak i lewą tętnicę promieniową. Jednakże czas badania wykonanego z dostępu przez lewą tętnicę promieniową był dłuższy niż badań wykonanych przez prawą tętnicę promieniową i tętnicę udową. Natomiast nie stwierdzono istotnej różnicy pomiędzy dwoma ostatnimi dostęпами. Doświadczenie nabyte w trakcie wykonywania badań z dostępu promieniowego pozwala więc wykorzystać jego zalety bez istotnego przedłużenia czasu trwania badania, które jest najczęściej wykonywane z dostępu od prawej strony.

Każdy operator rozpoczynający zabiegi z dostępu promieniowego, nawet ten z doświadczeniem w zabiegach z dostępu udowego, musi niewątpliwie zetknąć się z krzywą uczenia. Aby osiągnąć podobną skuteczność zabiegu, porównywalny czas całej procedury oraz czas fluoroskopii co przy zabiegach z dostępu udowego, niektórzy autorzy sugerują konieczność wykonania przez doświadczonych kardiologów interwencyjnych 100–200 koronarografii tą techniką [23]. Skuteczność zabiegu jest mniejsza od 80% przy wykonywaniu pierwszych 50 badań, jednak później stopniowo wzrasta do 96–97% w kolejnych 500 i osiąga 99% po 1000 zoperowanych przypadkach [17].

W badaniach własnych (dane niepublikowane), perspektywnej analizie poddano wykonywanie zabiegów z dostępu przez tętnicę promieniową przez pięciu operatorów o względnie jednorodnym stopniu przeszkolenia w zakresie

samodzielnego wykonywania koronarografii z dostępu przez tętnicę udową – każdy z nich wykonał ok. 600–700 samodzielnych koronarografii. Żaden z ocenianych operatorów w chwili rozpoczęcia badania nie miał żadnego doświadczenia w wykonywaniu zabiegów z dostępu przez tętnicę ramienną czy promieniową. Po wykonaniu przez każdego z operatorów 3 koronarografii z dostępu przez prawą tętnicę promieniową pod nadzorem instruktora, wykonali oni do 50 zabiegów u kolejnych, nieselekcjonowanych pacjentów z prawidłowym testem Allena. Zabiegi wykonywane były przy użyciu zestawów do nakłucia tętnicy promieniowej firmy Terumo 6F – z cienką igłą w plastikowej kaniuli oraz cewników diagnostycznych 5 i 6F Judkins 3.5, 4.0, oraz Amplatz lewy AL1. Podczas każdego z badań wykorzystywano co najmniej 2 cewniki diagnostyczne, najczęściej Judkins lewy i prawy, zmieniając rozmiar lub typ cewnika po nieudanej próbie kaniulacji tętnicy wieńcowej.

Dostęp do tętnicy promieniowej uzyskano u 96% pacjentów, lecz kompletną koronarografię wykonano ostatecznie u 76% pacjentów. U 4% pacjentów nie ukończono badania z powodu braku możliwości dojścia cewnikiem diagnostycznym w okolice zatoki Valsalvy, prawdopodobnie z powodu krętego przebiegu tętnicy promieniowej lub ramiennej. U kolejnych 4% pacjentów nie udało się umiejscowić cewnika diagnostycznego w ujściu lewej tętnicy wieńcowej, a u innych 8% w ujściu prawej tętnicy wieńcowej. Kurcz prawej tętnicy promieniowej/ramiennej utrudnił przeprowadzenie badania u 8% pacjentów. Ustąpił po 1–2 min u 4% pacjentów, po dotętnicznym podaniu blokerów kanału wapniowego i dożylnym leków sedatywnych i/lub nitrogliceryny, co umożliwiło kontynuację badania. W pozostałych 4% przypadków konieczne było dokończenie zabiegu z dostępu udowego.

W trakcie zabiegu oceniano czas trwania poszczególnych etapów badania (tab. 1.): czas wprowadzenia koszulki naczyniowej – założenia kontaktu do tętnicy promieniowej (definiowany jako czas od początku wykonania przez operatora znieczulenia miejscowego 2% lignokainą do momentu zakończenia przepłukania koszulki naczyniowej roztworem soli fizjologicznej z dodatkiem werapamilu 1–2 mg, nitrogliceryny 1 mg i heparyny niefrakcjonowanej 5000 j.), czas umiejscowienia cewników diagnostycznych w lewej i prawej tętnicy wieńcowej (czas od momentu włożenia cewnika do koszulki naczyniowej do momentu pierwszego skutecznego zakontrastowania lewej lub prawej tętnicy wieńcowej), czas fluoroskopii w trakcie wykonywania procedury, a także czas całego zabiegu (od początku znieczulenia miejscowego do momentu wysunięcia ostatniego cewnika diagnostycznego z koszulki naczyniowej). Porównano mediany czasów pierwszych pięciu zabiegów z medianami czasów pozostałych procedur łącznie u wszystkich ocenianych operatorów (tab. 1.). Jakkolwiek pierwsze samodzielnie wykonane badania trwają oczywiście dłużej niż kolejne, to jednak przebieg szkolenia udowadnia możliwość bezpiecznego i stosunkowo łatwego wdrożenia tej techniki u operatorów przeszkolonych w dostępie od tętnicy udowej.

**Tabela 1.** Krzywa uczenia: czas trwania poszczególnych etapów koronarografii z dostępu promieniowego u pięciu operatorów przeszkolonych w dostępie udowym, którzy rozpoczęli wykonywanie badań z dostępu promieniowego (do 50 pierwszych badań). Wartości mediany, czas minimalny i maksymalny (Majewski M i wsp., dane niepublikowane)

**Table 1.** The learning curve of the transradial approach: time of each step of coronary angiographies performed via transradial approach by 5 operators with femoral approach experience, who started to use the transradial technique (up to 50 initial cases). Median values, minimum and maximum times (Majewski M et al., unpublished data)

	czas założenia kontaktu do tętnicy promieniowej	czas kaniulacji lewej tętnicy wieńcowej (LTW)	czas kaniulacji prawej tętnicy wieńcowej (PTW)	czas fluoroskopii	całkowity czas zabiegu
zabiegi 1.-5.	mediana 5'52 min (min. 1'31, max. 20'0)	mediana 4'40 min (0'58-10'07)	mediana 4'05 min (1'00-9'12)	mediana 9'45 min (2'18-25'19)	mediana 35'00 min (14'50-50'00)
zabiegi następne	mediana 5'48 min. (1'50-32'03)	mediana 2'50 min (1'10-32'15)	mediana 2'59 min (0'38-14'15)	mediana 8'18 min (2'41-32'0)	mediana 28'30 min (14'40-70'0)

## Podsumowanie

Zarówno z danych literaturowych, jak i z doświadczenia własnego wynika, że operatorzy z doświadczeniem w zabiegach z dostępu udowego i bez wcześniejszych doświadczeń w dostępie promieniowym lub ramiennym mogą skutecznie i bezpiecznie wykonywać zabiegi koronarografii u większości pacjentów po krótkotrwałym przeszkoleniu. Główną trudnością uniemożliwiającą dokończenie zabiegu przez tętnicę promieniową są kłopoty z umiejscowieniem cewników w ujściach tętnic wieńcowych, częściej prawej, a także kurcz tętnicy, który niekiedy ustępuje po zastosowaniu dodatkowych dawek blokera kanału wapniowego, leków sedatywnych lub nitrogliceryny. Krzywa uczenia koronarografii z dostępu promieniowego jest ewidentna i wynika głównie z konieczności nauczenia się manewrowania nowymi i znanymi krzywiznami cewników w nowy sposób. Wydaje się, że dzięki postępowi technologicznemu w ostatnich latach, krzywa uczenia ulega znacznemu spłaszczeniu i skróceniu. Propagowanie dostępu promieniowego jest istotnym elementem przeciwdziałania zjawisku mniejszej gotowości do wykonywania badań w przypadku braku możliwości lub istnienia przeciwwskazań do kaniulacji tętnicy udowej.

## Piśmiennictwo

- Kiemeneij F, Laarmann GJ, Odekerken D i wsp. A randomized comparison of percutaneous transluminal coronary angioplasty by the radial, brachial and femoral approaches: the access study. *J Am Coll Cardiol* 1997; 29: 1269-1275.
- Choussat R, Black A, Bossi I i wsp. Vascular complications and clinical outcome after coronary angioplasty with platelet IIb/IIIa receptor blockade. Comparison of transradial vs transfemoral arterial access. *Eur Heart J* 2000; 21: 662-667.
- Mann T, Cowper PA, Peterson ED i wsp. Transradial coronary stenting: comparison with femoral access closed with an arterial suture device. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 49: 150-156.
- Amin FR, Yousufuddin M, Stables R i wsp. Femoral haemostasis after transcatheter therapeutic intervention: a prospective randomised study of the angio-seal device vs. the femostop device. *Int J Cardiol* 2000; 76: 235-240.
- Agostoni P, Biondi-Zoccai GG, de Benedictis ML i wsp. Radial versus femoral approach for percutaneous coronary diagnostic and interventional procedures; Systematic overview and meta-analysis of randomized trials. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 349-356.
- Kiemeneij F, Laarmann GJ, de Melker E. Transradial artery coronary angioplasty. *Am Heart J* 1995; 129: 1-7.
- Black AJ, Cortina R, Aoun A i wsp. Efficacy and safety of transradial angioplasty: a report of 5354 consecutive cases [abstract]. *Eur Heart J* 1999; 20 (Suppl.): 268.
- Dangas G, Mehran R, Kokolis S i wsp. Vascular complications after percutaneous coronary interventions following hemostasis with manual compression versus arteriotomy closure devices. *J Am Coll Cardiol* 2001; 38: 638-641.
- Mulukutla SR, Cohen HA. Feasibility and efficacy of transradial access for coronary interventions in patients with acute myocardial infarction. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002; 57: 167-171.
- Mathias DW, Bigler L. Transradial coronary angioplasty and stent implantation in acute myocardial infarction: initial experience. *J Invasive Cardiol* 2000; 12: 547-549.
- Choussat R, Black A, Bossi I i wsp. Vascular complications and clinical outcome after coronary angioplasty with platelet IIb/IIIa receptor blockade. Comparison of transradial vs transfemoral arterial access. *Eur Heart J* 2000; 21: 662-667.
- Hildick-Smith DJ, Walsh JT, Lowe MD i wsp. Coronary angiography in the fully anticoagulated patient: the transradial route is successful and safe. *Catheter Cardiovasc Interv* 2003; 58: 8-10.
- Mann T, Cubeddu G, Bowen J i wsp. Stenting in acute coronary syndromes: a comparison of radial versus femoral access sites. *J Am Coll Cardiol* 1998; 32: 572-576.
- Cooper CJ, El-Shiekh RA, Cohen DJ i wsp. Effect of transradial access on quality of life and cost of cardiac catheterization: A randomized comparison. *Am Heart J* 1999; 138: 430-436.
- Mann JT 3rd, Cubeddu MG, Schneider JE i wsp. Right Radial Access for PTCA: A Prospective Study Demonstrates Reduced Complications and Hospital Charges. *J Invasive Cardiol* 1996; 8 (Suppl D): 40D-44D.
- Louvard Y, Lefevre T, Allain A i wsp. Coronary angiography through the radial or the femoral approach: The CARAFE study. *Catheter Cardiovasc Interv* 2001; 52: 181-187.
- Hamon M, Mc Fadden E. Trans-radial approach for cardiovascular interventions, ESM Carpiquet, France 2003.
- Dahm JB, Vogelgesang D, Hummel A i wsp. A randomized trial of 5 vs. 6 French transradial percutaneous coronary interventions. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002; 57: 172-176.
- Spaulding C, Lefevre T, Funck F i wsp. Left radial approach for coronary angiography: results of a prospective study. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1996; 39: 365-370.
- Nagai S, Abe S, Sato T i wsp. Ultrasonic assessment of vascular complications in coronary angiography and angioplasty after transradial approach. *Am J Cardiol* 1999; 83: 180-186.
- Gioia G, Comito C, Moreyra AE. Coronary rotational atherectomy via transradial approach: a study using radial artery intravascular ultrasound. *Catheter Cardiovasc Interv* 2000; 51: 234-238.
- Wu SS, Galani RJ, Bahro A i wsp. 8 French transradial coronary interventions: clinical outcome and late effects on the radial artery and hand function. *J Invasive Cardiol* 2000; 12: 605-609.
- Eccleshall SC, Banks M, Carroll R i wsp. Implementation of a diagnostic and interventional transradial programme: resource and organisational implications. *Heart* 2003; 89: 561-562.