

Wytyczne dotyczące koronarografii

Jacek Kubica, Robert J. Gil, Piotr Pieniążek

1.1. Wstęp

Próby uwidaczniania tętnic wieńcowych poprzez nieselektywne podawanie środków cieniujących do aorty podejmowano już w latach 40. XX w. [1]. Przełom nastąpił pod koniec lat 50., kiedy Sones, stosując dościsie przez nacięcie tętnicy ramiennej, wykonał selektywną angiografię prawej i lewej tętnicy wieńcowej, rejestrując dynamiczny obraz tych naczyń na taśmie filmowej [2, 3]. Technika wykonywania koronarografii została znacznie udoskonalona przez Judkinsa i Amplatz w 1967 r. Było to możliwe dzięki zastosowaniu specjalnie ukształtowanych cewników (odmiennych do prawej i lewej tętnicy wieńcowej) wprowadzanych do aorty przez nakłucie tętnicy udowej [4–6]. Do dziś jest to najczęściej stosowana metoda wykonywania koronarografii na świecie.

1.2. Warunki wykonywania koronarografii

1.2.1. Szpital

Przed zainstalowaniem pracowni naczyniowej dyrekcja szpitala powinna być w pełni świadoma zobowiązań ekonomicznych, wynikających z konieczności zatrudnienia odpowiednio wykwalifikowanego personelu, zapewnienia stałych dostaw sprzętu zużywanego oraz obsługi technicznej aparatury [7, 8].

Z powodów etycznych oraz ekonomicznych warunkiem istnienia pracowni naczyniowej jest zapewnienie optymalnej jakości wyników oraz niskiego ryzyka badań, co można osiągnąć, wykonując co najmniej 600 koronarografii rocznie (optymalnie ≥ 1 500 na każdy angiograf) dla pracowni diagnostycznych oraz co najmniej 700 koronarografii i 200 angioplastyk rocznie (optymalnie ≥ 600 angioplastyk na każdy angiograf) dla pracowni diagnostyczno-terapeutycznych. W przypadku pracowni radiologicznych, w których wykonywane są koronarografie, ich minimalna liczba powinna wynosić 250.

W przypadkach, w których wykonanie optymalnej liczby zabiegów rocznie w oparciu o własną bazę łóżkową szpitala jest niemożliwe, należy dążyć do osiągnięcia tej liczby we współpracy z sąsiednimi szpitalami oraz wykonując część badań (chorzy niskiego ryzyka) w trybie ambulatoryjnym [9].

Nieodzownym warunkiem bezpieczeństwa wykonywania koronarografii jest zapewnienie możliwości skutecznej pomocy pacjentowi w sytuacjach zagrożenia życia. Dotyczy to w szczególności wyposażenia pracowni naczyniowej w środki do prowadzenia resuscytacji krążeniowo-oddechowej, dostępności oddziału intensywnej opieki kardiologicznej (w obrębie jednego szpitala) oraz dostępności leczenia kardiochirurgicznego [7, 10, 11]. W większości badań diagnostycznych oraz w przypadkach angioplastyk o niskim ryzyku (pod warunkiem posiadania w pracowni stentów) natychmiastowy dostęp do kardiochirurgii nie jest obligatoryjny. Obecnie tylko w wyjątkowych przypadkach zabiegów angioplastycznych obarczonych wysokim ryzykiem niezbędne jest rzeczywiste zabezpieczenie kardiochirurgiczne. Ocena ryzyka angioplastyki wymaga każdorazowo uwzględnienia danych angiograficznych, klinicznych oraz doświadczenia zespołu wykonującego zabieg [11, 12]. Jeśli w szpitalu, w którym znajduje się pracownia angiograficzna, operacje kardiochirurgiczne nie są wykonywane, to niezbędne jest oficjalne nawiązanie współpracy ze znajdującym się w pobliżu ośrodkiem kardiochirurgicznym [10, 11].

Większość chorych poddawanych koronarografii jest przyjmowana do szpitali na jedną lub dwie doby. W celu obniżenia kosztów oraz zwiększenia liczby wykonywanych diagnostycznych badań inwazyjnych bez zwiększania bazy łóżkowej szpitali, badania te mogą być wykonywane w trybie ambulatoryjnym, jednak z zachowaniem wspomnianych wcześniej warunków niezbędnych do skutecznej pomocy pacjentowi w sytuacjach zagrożenia życia [9, 13, 14]. Bezpieczeństwo wykonywania badań inwazyjnych w trybie ambulatoryjnym wiąże się z możliwością występowania późnych powikłań, kiedy pacjent jest już poza szpitalem. Powikłania występujące najczęściej w tym czasie są związane z nakłuciem tętnicy, szczególnie w przypadkach, w których stosowano dostęp przez tętnicę udową [15, 16]. Zdaniem autorów niniejszych wytycznych, jeśli nie ma przeciwwskazań ze względu na ogólny stan zdrowia chorego, może on bezpiecznie opuścić szpital po ok. 8 godz. od usunięcia koszulki naczyniowej z tętnicy udowej (w tym po 2–4 godz. z opatrunkiem ucisko-

wym). Ponadto muszą być spełnione następujące warunki: zastosowano koszulkę naczyniową 6F lub mniejszą, w trakcie zabiegu lub później nie wystąpiły powikłania miejscowe (rozwarstwienie ściany tętnicy, krwiak, objawy niedokrwienia kończyny), chory nie ma zaburzeń krzepnięcia i nie przyjmuje leków obniżających krzepliwość krwi [17, 18]. Z uwagi na mniejsze niebezpieczeństwo powikłań miejscowych, godne polecenia jest stosowanie dostępu przez nakłucie tętnicy promieniowej u chorych, u których zaplanowano ambulatoryjne wykonanie koronarografii [19]. Z uwagi na przebieg tej tętnicy bezpośrednio pod skórą można łatwo uzyskać skuteczną hemostazę przez zastosowanie opatrunku uciskowego bez konieczności unieruchamiania pacjenta [19, 20]. Ponadto ukrwienie ręki przez tętnicę łokciową zapewnia choremu bezpieczeństwo nawet w wypadku jatrogennego zamknięcia tętnicy promieniowej. Nakłucia tętnicy promieniowej nie należy wykonywać w wypadku niedrożności tętnicy łokciowej [19, 20].

Nie należy planować ambulatoryjnego wykonywania badań inwazyjnych u chorych o podwyższonym ryzyku. Czynniki wpływającymi na indywidualną ocenę ryzyka są wiek, wydolność krążenia, stabilność objawów choroby wieńcowej, funkcja lewej komory oraz ewentualne istotne choroby współistniejące, np. zaburzenia krzepnięcia, niewydolność nerek czy niekontrolowane nadciśnienie tętnicze [12]. Ujawnienie w koronarografii istotnego zwężenia pnia lewej tętnicy wieńcowej lub choroby trójnaczyniowej z istotnymi zwężeniami w proksymalnych odcinkach co najmniej dwóch głównych gałęzi, z uwagi na wysokie ryzyko zgonu, jest wskazaniem do odstąpienia od ambulatoryjnego trybu badania oraz hospitalizacji chorego. Ze względu na zmienność anatomiczną wielkości głównych gałęzi tętnic wieńcowych i obszarów serca przez nie zaopatrywanych, w niektórych przypadkach istotne hemodynamiczne zwężenie jednego lub dwóch naczyń może także być uznane za wskazanie do hospitalizacji [12].

1.2.2. Personel lekarski pracowni naczyniowej

Inwazyjne badania serca powinny być wykonywane wyłącznie przez odpowiednio wyszkolonych lekarzy, aby zapewnić ich wysoką jakość i bezpieczeństwo pacjentów [21, 22]. W Polsce nie istnieją jak dotąd uregulowania prawne, określające jakie kwalifikacje są wymagane do samodzielnego wykonywania diagnostycznych badań inwazyjnych. Zdaniem autorów niniejszego opracowania do samodzielnego wykonywania zabiegów diagnostycznych (koronarografia, angiografia dużych tętnic i jam serca, pomiary hemodynamiczne) uprawnione mogą być osoby, które wykonały 300 takich zabiegów, w tym minimum 150 samodzielnie. Aby

utrzymać status diagnosty, należy wykonywać co najmniej 100 ww. zabiegów rocznie. Niespełnienie tego wymogu w ciągu 2 kolejnych lat powodowałoby jego samoistne wygaśnięcie. Przywrócenie tego statusu wymagałoby wykonania 50 badań pod kontrolą kardiologa uprawnionego dodatkowo do zabiegów interwencyjnych (ze statusem operatora). Proponuje się, aby przekroczenie liczby 500 samodzielnie wykonanych badań diagnostycznych powodowało przyznanie statusu diagnosty na stałe.

Do samodzielnego wykonywania przezskórnej angioplastyki wieńcowej uprawnione mogą być osoby, które przed rozpoczęciem szkolenia wykonały co najmniej 300 koronarografii jako 1. operator, a następnie 150 plastik pod nadzorem osoby szkolącej (w tym 75 jako 1. operator). Aby utrzymać status samodzielnego operatora (tj. wykonującego zabiegi diagnostyczne i terapeutyczne), należy wykonywać co najmniej 100 (w tym 50 jako 1. operator) zabiegów terapeutycznych rocznie. Niespełnienie tego wymogu w ciągu 2 kolejnych lat powodowałoby samoistne wygaśnięcie ww. statusu. Jego przywrócenie wymagałoby wykonania 75 zabiegów interwencyjnych pod kontrolą uprawnionego operatora. Samodzielne wykonanie 500 takich zabiegów powodowałoby przyznanie statusu samodzielnego operatora na stałe.

Ponadto proponuje się, żeby osoby uprawnione do wykonywania samodzielnie zabiegów walwuloplastyki mitralnej wykonały co najmniej 40 takich zabiegów pod nadzorem osoby w pełni wyszkolonej. Dla podtrzymania tych umiejętności należy wykonywać co najmniej 10 zabiegów rocznie. W przypadku biopsji mięśnia sercowego wymagana liczba zabiegów wykonanych pod nadzorem osoby uprawnionej wynosi 30 (z czego 10 samodzielnie).

Proponowane powyżej limity, przez wzgląd na bezpieczeństwo chorych i należytą jakość badań, należy traktować jako wymogi minimalne, a każdy dodatkowy trening jest wysoce wskazany.

Zatwierdzony przez Zarząd Główny PTK program cyklu szkolenia adeptów kardiologii inwazyjnej znajduje się w rozdziale 11.

1.2.3. Personel średni pracowni naczyniowej

Personel średni, niezbędny do prawidłowego funkcjonowania pracowni naczyniowej, składa się z pielęgniarek i techników. Dla jego właściwego przygotowania do pracy wskazany jest 3-miesięczny staż i szkolenie w pracowni wykonującej ponad 1 500 zabiegów rocznie. Zalecane jest, aby kierownikiem personelu średniego była osoba z wykształceniem pielęgniarskim. Podział obowiązków pomiędzy pielęgniarki i techników wynika z ich przygotowania zawodowego oraz decyzji kierownika pracowni naczyniowej.

1.2.4. Organizacja pracowni hemodynamicznej

Osoba pełniąca funkcję kierownika pracowni hemodynamicznej powinna spełniać następujące kryteria:

- posiadać specjalizację z kardiologii;
- wykonać samodzielnie co najmniej 600 koronarografii;
- wykonać samodzielnie (jako 1. operator) co najmniej 300 zabiegów angioplastyki wieńcowej;
- ponadto przebyć szkolenie z zakresu intensywnej opieki kardiologicznej (minimum 6 mies.).

Liczba personelu średniego zatrudnionego w danej pracowni zależy od liczby angiografów oraz od czasu pracy (1, 2 lub 3 zmiany). Zaleca się, aby liczba zatrudnionych lekarzy i personelu średniego pozwalała na wykorzystanie aparatury przez co najmniej 10 godz. dziennie (odpowiada to pracy dwuzmianowej). Należy przyjąć, że przy każdym angiografie w trakcie zabiegu powinni być obecni co najmniej jedna pielęgniarka i jeden technik, podczas gdy podobny zespół (pielęgniarka i technik) przygotowuje sprzęt do następnego zabiegu [7, 8, 21, 22]. Ponadto w każdej pracowni powinna być jedna osoba przeszkolona w zakresie ochrony radiologicznej (docelowo wszystkie osoby pracujące w pracowni powinny przejść takie szkolenie). Jest wysoce wskazane takie planowanie obsady poszczególnych zmian, aby zawsze była obecna osoba uprawniona zarówno do wykonywania procedur diagnostycznych, jak i terapeutycznych.

1.2.5. Minimalne wymogi przestrzenne

Warunki lokalowe pracowni naczyniowej zależą od możliwości szpitala, w którym znajduje się pracownia. Jednakże z uwagi na bezpieczeństwo pacjenta (praca przy użyciu jałowego sprzętu, warunki do skutecznej resuscytacji itp.) pomieszczenia pracowni nie mogą być zbyt małe. *Intersociety Commission for Heart Disease Resources* określiła minimalne zalecane wielkości najważniejszych pomieszczeń. To, w którym znajduje się angiograf, powinno mieć minimum 47 m², natomiast powierzchnia łączna dla angiografu wraz z pomieszczeniem kontroli oraz miejscem składowania używanych na bieżąco cewników i innego podręcznego sprzętu powinna wynosić co najmniej 65 m² [23]. W obu przypadkach wysokość pomieszczeń powinna wynosić 3 m.

1.2.6. Sprzęt angiograficzny

Angiograf wykorzystywany do koronarografii musi pozwalać na uzyskiwanie obrazów w prawym i lewym skosie z możliwością kranializacji (odchylenie dogłowe) i kaudalizacji (ochylenie doogonowe). Systemy jednopłaszczyznowe są wystarczające dla większości zastosowań w kardiologii inwazyjnej [24].

Postęp techniczny sprzętu radiologicznego, który dokonał się w ostatnich latach, pozwolił na zminimalizowanie zniekształceń dzięki zastosowaniu wzmacniania obrazu nowej generacji i wyraźną poprawę ostrości uzyskiwanych obrazów poprzez wprowadzenie angiografii cyfrowej [25, 26]. Poprawa jakości obrazu pozwoliła na wprowadzenie do podstawowego oprogramowania angiografów wiodących firm pakietów do automatycznej angiografii ilościowej [27, 28]. Jednocześnie nowoczesne rozwiązania zastosowane w lampach rentgenowskich wyeliminowały problem przegrzewania się aparatury, umożliwiając w ten sposób długotrwałą pracę bez konieczności robienia uciążliwych przerw [24].

Z uwagi na dobro chorego oraz przestanki ekonomiczne, wyposażając pracownię naczyniową, należy dążyć do pozyskania sprzętu rentgenowskiego umożliwiającego długotrwałą pracę oraz zapewniającego wysoką jakość obrazu z możliwością analizy ilościowej w trakcie zabiegu [24–26].

Używany jeszcze do niedawna do rejestracji badań koronarograficznych film 35 mm został już praktycznie zastąpiony przez obrazowanie cyfrowe. Powszechnie zaakceptowanym standardem stał się obecnie DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*). Ma on wiele zalet, do których należą: możliwość nieograniczonej reprodukcji obrazu, monitorowanie jego jakości oraz wykonywanie wiarygodnej analizy ilościowej wymiaru naczynia. Nie bez znaczenia pozostaje fakt niższych kosztów utrzymania takiego systemu rejestracji danych koronarograficznych (m.in. na płytach CD oraz dyskach optycznych o wielkiej pojemności), uniknięcie uciążliwego procesu wywoływania oraz składowania filmów 35 mm. Jeśli dodatkowo weźmie się pod uwagę konieczność zwiększenia dostępności do badań wykonanych w przeszłości, to wybór sposobu rejestracji w instalowanych obecnie lub w przyszłości aparatach angiograficznych nie powinien pozostawiać jakichkolwiek wątpliwości.

1.2.7. Pozostały sprzęt

W skład podstawowego wyposażenia pracowni hemodynamicznej wchodzić powinny: strzykawka automatyczna, polifizjograf (umożliwiający pomiary ciśnienia oraz rejestrację EKG), defibrylator, kardiostymulator zewnętrzny oraz zestaw resuscytacyjny. Z uwagi na możliwość wystąpienia powikłań podczas zabiegów revascularizacyjnych oraz wykonywanie zabiegów u chorych w bardzo ciężkim stanie, pracownie diagnostyczno-terapeutyczne powinny być wyposażone w aparaty do kontrapulsacji wewnątrzortowej [29, 30].

W celu zapewnienia bezpieczeństwa pacjentom oraz zapewnienia możliwości odpowiedniego rozwoju

Sekcja Kardiologii Inwazyjnej PTK zaproponowała podział pracowni kardiograficznych na 3 klasy (A, B i C). W rozdziale 11. umieszczono zasady kwalifikacji do poszczególnych klas, zatwierdzone przez Zarząd Główny PTK.

1.3. Wykonywanie angiografii tętnic wieńcowych

1.3.1. Wybór projekcji angiograficznych

Całkowita standaryzacja projekcji wykonywanych w trakcie koronarografii nie jest możliwa ze względu na osobniczą zmienność anatomii tętnic wieńcowych, niemniej jednak w większości przypadków wykonanie zaproponowanych poniżej standardowych projekcji zapewnia prawidłowe uwidocznienie obu tętnic wieńcowych [31–36]. Dodatkowo należy pamiętać o konieczności dowieńcowego podawania nitratów (100–200 µg NTG lub 0,1–0,2 mg ISDN) przed właściwymi wstrzyknięciami środka kontrastującego. Zabieg ten ogranicza zmiany wazomotoryki wieńcowej oraz prawdopodobieństwo wystąpienia przypadkowego skurczu naczynia wskutek mechanicznego podrażnienia cewnikiem angiograficznym. Wyjątkiem są przypadki spontanicznej duszniczy bolesnej.

Badanie powinno dostarczyć co najmniej dwóch, najlepiej ortogonalnych w stosunku do siebie projekcji dla każdej z trzech głównych tętnic wieńcowych. Przy ich wyborze warto pamiętać, iż każda z nich najlepiej obrazuje jedynie część segmentów tętniczych. W przypadku lewej tętnicy wieńcowej do wyboru mamy następujące projekcje:

- prawego skosu doogonowego (RIO), które najlepiej uwidaczniają pień główny oraz początek tętnicy zstępującej przedniej i okalającej lewej;
- prawy skos dogłowy (RSO) – bardzo dobrze eksponuje środkowy i dystalny segment tętnicy zstępującej lewej, z uniknięciem nakładania się gałęzi septyalnych oraz diagonalnych;
- lewy skos dogłowy (LSO) – najlepiej uwidacznia środkowy oraz dystalny segment tętnicy zstępującej lewej oraz odejścia gałęzi diagonalnych;
- lewy skos doogonowy (LIO, tzw. pająk) – dobrze ukazuje pień główny oraz bliższy odcinek tętnicy okalającej lewej.

Natomiast w przypadku prawej tętnicy wieńcowej są to:

- projekcja lewa (LAO) – najlepiej uwidacznia jej bliższy segment;
- prawy skos dogłowy (RIO) – doskonale ukazuje gałęzie: tylnoboczną oraz międzykomorową tylną;
- projekcja boczna (LAT) – eksponuje przede wszystkim segment środkowy.

Wymienione powyżej propozycje nie dotyczą pacjentów po operacji pomostowania aortalno-wieńcowego.

- Najczęściej stosowane standardowe projekcje:
- dla prawej tętnicy wieńcowej: 60° lewy przedni skos (LAO) i 30° prawy przedni skos (RAO) z ewentualną niewielką kranializacją (ok. 15–30°);
 - dla lewej tętnicy wieńcowej: 60° LAO z kranializacją, 30° RAO oraz 30° RAO z kaudalizacją i kranializacją.

1.3.2. Środki cieniujące używane w procedurach kardiologii inwazyjnej

Rosnąca liczba i różnorodność kardiologicznych zabiegów diagnostycznych i terapeutycznych w Polsce jest wymiernym odzwierciedleniem olbrzymiego rozwoju, jaki dokonał się w przeszłości w leczeniu chorób układu krążenia w ostatnich latach. Postęp ten wiąże się również z coraz większym wydłużaniem się przesłanych procedur terapeutycznych (z powodu ich coraz bardziej skomplikowanego charakteru), a tym samym ze stosowaniem większej ilości środków kontrastowych. Równoległe do powstawania nowych urządzeń diagnostycznych i leczniczych stosowanych w trakcie zabiegów interwencyjnych obserwuje się również szybki postęp technologiczny środków kontrastowych, niezbędnych do ich wykonywania.

Aby dokonać prawidłowego wyboru środka kontrastowego, należy przeprowadzić selekcję pomiędzy czterema grupami różniących się budową chemiczną i właściwościami fizykochemicznymi środków cieniujących (Tabela I).

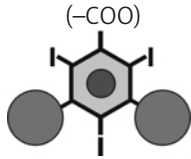
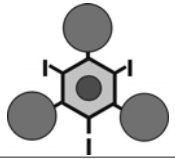
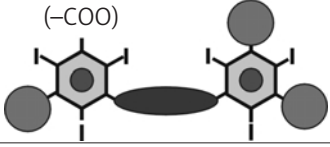
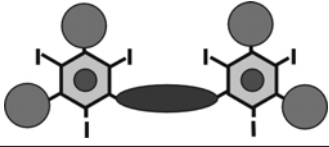
Należy podkreślić, że jedynym jonowym dimerem jest ioxaglate (Hexabrix), do chwili obecnej niezarejestrowany na rynku polskim. Natomiast jedynym niejonowym dimerem używanym w kardiologii interwencyjnej w Polsce jest iodixanol (Visipaque) – kontrast o najniższej osmolalności (290 mosmol/kg H₂O).

Niejonowych monomerów jest kilka. Różnią się między sobą parametrami fizykochemicznymi. Ostatnią grupę środków kontrastowych tworzą jonowe monomery o najwyższej osmolalności.

Istnieją 3 zasadnicze kryteria doboru środka kontrastowego:

- 1) właściwości prozakrzepowe kontrastu mające wpływ na ilość powikłań okołozabiegowych, takich jak zgon, zawał, pilna rewaskularyzacja – PCI lub CABG (tzw. MACE);
- 2) ogólna tolerancja środków kontrastowych;
- 3) wskaźnik podaży jodu.

Tabela I. Podział środków cieniujących

	<p>monomer jonowy</p> <p>2 jony w roztworze; 3 atomy jodu;</p> <p>-1 gr. (-COO); brak gr. (-OH);</p> <p><i>Angiografín, Conray, Gastrografín, Isopaque, Telebrix, Urografín, Vasoray</i></p>	<p>wysoka osmolalność:</p> <p>5-8 x > od osmolalności krwi</p>
	<p>monomer niejonowy</p> <p>1 cząsteczka w roztworze; 3 atomy jodu;</p> <p>-4-6 gr.(-OH); brak gr. (-COO);</p> <p><i>Iomeron, Iopamiro, Omnipaque, Optiray, Ultravist</i></p>	<p>niska osmolalność:</p> <p>2-3 x > od osmolalności krwi</p>
	<p>dimer jonowy</p> <p>2 jony w roztworze; 6 atomów jodu;</p> <p>-1 gr. (-COO); 1 gr. (-OH);</p> <p><i>Hexabrix</i></p>	<p>niska osmolalność:</p> <p>2 x > osmolalności krwi</p>
	<p>dimer niejonowy</p> <p>1 cząsteczka w roztworze; 6 atomów jodu;</p> <p>≥8 gr.(-OH); brak gr. (-COO);</p> <p><i>Isovist, Visipaque</i></p>	<p>osmolalność = osmolalności krwi</p>

Ad 1. Kilka lat temu opublikowano 2 badania z randomizacją: VIP [37], COURT [38], a także analizę autorów niemieckich [39], oceniające bezpieczeństwo stosowania jonowych i niejonowych kontrastów w trakcie zabiegów angioplastyki. W badaniu VIP i COURT oceniano wyniki angioplastyki wieńcowej po zastosowaniu jonowego kontrastu ioxaglate lub niejonowego iodixanolu, natomiast w badaniu niemieckim porównywano ioxaglate i iomeprol. W badaniu COURT stwierdzono rzadsze występowanie powikłań okołozabiegowych w grupie chorych otrzymujących niejonowy dimer – iodixanol. W pozostałych dwóch analizach nie stwierdzono istotnych różnic częstości występowania incydentów sercowych (MACE) w obu grupach chorych. Należy przy tym zaznaczyć, że w badaniu COURT 40% chorych leczonych było pierwotną angioplastyką wieńcową w przebiegu świeżego zawału serca.

Przedstawiona przez Schradera i wsp. [40] metaanaliza 10 badań z randomizacją (Tabela II), porównująca

liczbę powikłań okołozabiegowych przy użyciu jonowego (w większości niskoosmolalnego) środka kontrastowego i kontrastów niejonowych, nie wykazała żadnych różnic w częstości występowania pilnych operacji, zawału serca czy zgonu w obu analizowanych grupach chorych, obejmujących po ponad 3 000 badanych każda.

Aguirre i wsp. [41] przedstawili metaanalizę 3 badań: EPIC, EPILOG i CAPTURE, w której wykazali, że nie ma istotnych różnic w występowaniu incydentów sercowych w obserwacji 30-dniowej po PCI w zależności od stosowanego kontrastu (jonowego lub niejonowego).

Na podstawie przedstawionych powyżej badań obecnie nie ma żadnych przesłanek do niestosowania niejonowych środków kontrastowych w trakcie zabiegów diagnostycznych i terapeutycznych używanych w leczeniu chorób układu krążenia, w tym zabiegów na tętnicach wieńcowych, tak u chorych elektywnych, jak i leczonych z powodu ostrych zespołów wieńcowych. Zalecane wyłączone stosowanie niejonowych środków

Tabela II. Metaanaliza 10 badań

MACE	kontrast jonowy	kontrast niejonowy
	3 230 chorych	164 chorych
pilna operacja CABG	36 (1,1%)	41 (1,3%)
zawał serca	99 (3,1%)	94 (3,0%)
zgon	14 (0,4%)	14 (0,4%)

kontrastowych jest wyrazem dużego postępu, jaki dokonał się ostatnio w zakresie powstawania nowych preparatów niejonowych. Jest to również wynik uzyskany na podstawie danych wielośrodkowych badań z randomizacją analizujących bezpieczeństwo stosowania różnych kontrastów w kardiologii i radiologii interwencyjnej.

Ad 2. Istnieje duża wrażliwość osobnicza chorych na środki kontrastowe. Według Salema i wsp. [42] tylko u 40% badanych nie obserwuje się żadnych reakcji ubocznych po środkach cieniujących. Jest rzeczą ogólnie znaną, zwłaszcza po doniesieniu Katayamy i wsp. [43], że niejonowe środki kontrastowe powodują znacznie mniej reakcji ubocznych w porównaniu z kontrastami jonowymi. Potwierdzają to również prace Lassera i wsp. [44] oraz Suttona i wsp. [45]. Prezentowana metaanaliza 5 badań porównujących jonowe i niejonowe środki kontrastowe (Tabela III) wykazała występowanie reakcji ubocznych u 1,0% chorych otrzymujących preparaty niejonowe i 2,6% przypadków takich reakcji u chorych, u których stosowano jonowe środki kontrastowe.

Należy podkreślić, że w większości prezentowanych prac niejonowe środki kontrastowe są porównywane z preparatem jonowym – dimerem niskoosmolalnym (ioxaglate). W Polsce nadal szeroko stosowane są kontrasty należące do monomerów jonowych, które to w większości krajów Europy Zachodniej zostały całkowicie wyłączone z użycia w kardiologii i radiologii interwencyjnej. Zdecydowanie nie powinny być one stosowane u chorych:

- ze schorzeniami tarczycy: wole, nadczynność;
- z zaburzeniami funkcji nerek;
- z cukrzycą;
- z ciężką postacią nadciśnienia;
- z paraproteinemiami;
- ze szpiczakiem mnogim;
- z chorobami wyniszczającymi;
- z przewlekłymi chorobami płuc;
- z drgawkami pochodzenia mózgowego;

- poniżej 2. roku życia i powyżej 65. roku życia;
- ze zdekompenzowanymi schorzeniami sercowo-płucnymi;
- z niewydolnością wątroby;
- z podwyższonym poziomem histaminy w surowicy;
- z wywiadem uczuleniowym, katarem siennym, astmą;
- z objawami nietolerancji przy poprzednich podaniach środka cieniującego;
- **z grupy najwyższego ryzyka** – z ciężkimi powikłaniami po podaniu środka kontrastującego w wywiadzie.

W przypadkach zabiegów wielopoziomowych (PCI + PTA) lub zabiegów PCI wielopunktowych, jednoetapowych stosowanie kontrastu o najniższej osmolalności ze względu na jego oczywiste większe zużycie jest najbezpieczniejsze [46]. W metaanalizie Stacula i wsp. [47] wykazano mniejszy wzrost kreatyniny po przezskórnych zabiegach u chorych z cukrzycą i zaburzeniami czynności nerek, otrzymujących dimer niejonowy – iodixanol w porównaniu z pacjentami, u których stosowane były monomery niejonowe. Podobny efekt uzyskano w badaniu NEPHRIC [48]. Należy podkreślić, że objętość podanego kontrastu (tylko dla monomerów niejonowych) podczas zabiegu nie powinna przekraczać wartości wyliczonej wg poniższego wzoru:

5 ml x waga ciała/stężenie kreatyniny w mg/dl.

Jednym z powikłań zabiegów interwencyjnych jest nefropatia pokontrastowa (*contrast induced nephropathy – CIN*) u chorych diagnozowanych czy leczonych zabiegami przezskórnymi. Chorzy wysokiego ryzyka CIN (Rycina 1.) powinni być dłużej obserwowani po zabiegu, ze szczególnym uwzględnieniem monitorowania funkcji nerek [49].

Ad 3. Wskaźnik podaży jodu jest istotnym parametrem, zwłaszcza w dobie miniaturyzacji wymiarów cewników. To od niego zależy stopień wypełnienia naczyń, a więc i jakość uzyskanego obrazu, co ma decydujący wpływ na podejmowanie decyzji terapeutycznych. Ma to szczególne znaczenie u chorych w stanie ciężkim, u chorych otyłych lub tam, gdzie obraz rentgenowski jest gorszy z różnych przyczyn technicznych [50, 51].

Tabela III.

Autor/rok	Liczba chorych	Preparat	jonowy	niejonowy
Plessens, 1993	500	Iohexol	1 (0,4 %)	0
Grines, 1996	211	Iohexol	12 (11,3 %)	10 (9,1%)
Malekianpour, 1998	205	Iopamidol	7 (6,8%)	4 (3,9%)
Schröder, 1999	2000	Iomeprol	9 (0,9%)	0
Bertrand, 2000	1 411	Iodixanol	25 (3,5%)	7 (1,0%)
Razem	4327	2172/2155	56 (2,6%)	21 (1,0%)

Wskaźnik podaży jodu jest wprost proporcjonalny do stężenia jodu w ml środka kontrastowego i odwrotnie proporcjonalny do lepkości (mPa/s) przy danym stężeniu kontrastu (Tabela IV).

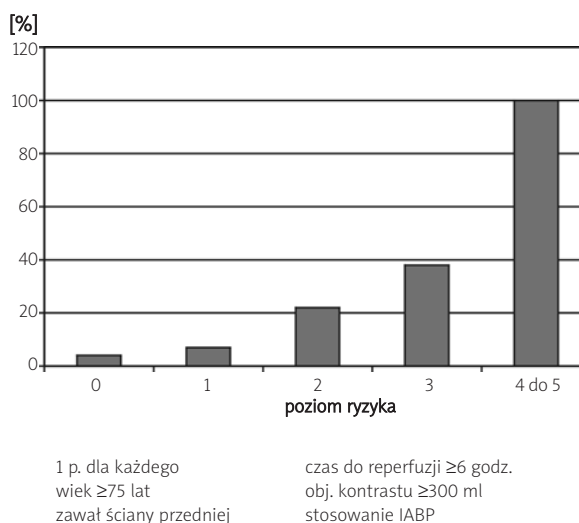
Zatem, aby uzyskać najwyższą jakość obrazu, należy stosować wysokie stężenia kontrastu, przy lepkości możliwie najniższej dla danego stężenia.

Wnioski:

1. Niejonowe środki kontrastowe *in vivo* nie mają żadnych właściwości prozakrzepowych. Ostre incydenty sercowe (MACE) po zabiegach PCI nie zależą od typu kontrastu użytego w trakcie zabiegu. Pojedyncze doniesienia sugerują jednak korzystny wpływ na bezpośrednie wyniki tych zabiegów po zastosowaniu niejonowych środków kontrastowych.
2. Po zastosowaniu niejonowych środków kontrastowych obserwuje się znacznie mniej pokontrastowych reakcji ubocznych.
3. Niejonowe środki kontrastowe różnią się między sobą współczynnikiem zawartości jodu/lepkości, co ma duże znaczenie dla jakości uzyskiwanego obrazu angiograficznego.
4. Monomery jonowe – wysoko osmolalne środki kontrastowe – nie powinny być stosowane w kardiologii i radiologii interwencyjnej. Preparaty te powinny być zastąpione kontrastami niejonowymi, zwłaszcza u chorych o podwyższonym ryzyku powikłań okołozabiegowych.

1.3.3. Powikłania związane z badaniem

Wykonując inwazyjne badania naczyniowe, trzeba mieć świadomość możliwości wystąpienia powikłań związanych z tym badaniem. Wszystkie takie powikłania powinny być na bieżąco odnotowywane w rejestrze



Rycina 1. Skala ryzyka wystąpienia CIN w przebiegu leczenia zawału serca angioplastyką

badania, który musi być prowadzony w każdej pracowni naczyniowej. W szczególności odnotowania wymagają następujące powikłania: zgon, zawał serca, wymagające leczenia zaburzenia rytmu, incydenty neurologiczne, wymagające leczenia lub wydłużające hospitalizację uszkodzenie naczynia [52–56]. Populacje chorych, badanych w poszczególnych pracowniach mogą nieco się różnić, dlatego różna może być częstość występowania powikłań. Należy jednak przyjąć, iż ryzyko występowania powikłań w żadnej pracowni nie powinno przekraczać pewnych akceptowalnych granic.

Kennedy i wsp. [52] spośród ponad 55 000 pacjentów poddanych inwazyjnym badaniom serca (dane z 66

Tabela IV. Właściwości fizykochemiczne kontrastów

Kontrast	Typ	Struktura	Zawartość jodu [mg/ml]	Osmolalność [mosmol/kg]	Lepkość w 37°C [mPa/s]	stosunek zawartości jodu do lepkości
loxaglate	jonowy	dimer	320	600	7,5	42,7
meglumini amidotrizoas	jonowy	monomer	370	2100	8,9	41,6
lopromide	niejonowy	monomer	370	770	9,5	38,9
lopamidol	niejonowy	monomer	370	796	9,4	39,4
lohexol	niejonowy	monomer	350	830	11,2	31,3
lomeprol	niejonowy	monomer	350	610	7,5	46,7
lomeprol	niejonowy	monomer	400	730	12,6	31,7
loversol	niejonowy	monomer	350	790	8,3	42,1
lodixanol	niejonowy	dimer	320	290	12,2	26,2

ośrodków) stwierdzili istotne powikłania u 1,82% badanych. Groźne powikłania występowały stosunkowo rzadko: zgony – 0,14% (75 chorych), zawał serca – 0,07%, incydenty neurologiczne – 0,07%. Najczęściej występowały powikłania miejscowe związane z nakłuciem tętnicy – 0,57%. Dokładna analiza przyczyn 75 zgonów wykazała, że w 21 przypadkach byli to chorzy w skrajnie ciężkim stanie, u których można było spodziewać się zgonu niezależnie od wykonywanego badania. Na podstawie analizy pozostałych przypadków określono następujące czynniki podwyższonego ryzyka zgonu związanego z badaniem: zwężenie pnia lewej tętnicy wieńcowej >50%, frakcja wyrzutowa lewej komory <30%, III i IV klasa niewydolności krążenia wg NYHA, wiek powyżej 60 lat i choroba trójnaczyniowa [52].

W przypadku badania inwazyjnego wykonywanego w trybie elektywnym ryzyko zgonu nie powinno przekraczać 0,1%. W przypadku badań wykonywanych ze wskazań nagłych, w szczególności u chorych niestabilnych hemodynamicznie, ryzyko zgonu jest znacznie wyższe. Zatem w pracowniach, w których rutynowo wykonuje się zabiegi interwencyjne także u chorych w ciężkim stanie, częstość zgonów związanych z badaniami diagnostycznymi kwalifikującymi do tych zabiegów może być wyższa. Jednak jeśli całkowita śmiertelność związana z badaniami diagnostycznymi w pracowni naczyniowej przekracza 0,3%, konieczna jest dokładna analiza zarówno sposobu wykonywania badań, jak i kryteriów kwalifikacji do tych badań.

Szczególną uwagę należy zwrócić na badania wykonywane w ramach programów naukowych. Wszystkie takie badania wymagają akceptacji odpowiednich komisji etycznych oraz każdorazowo świadomej zgody badanego pacjenta. Badania diagnostyczne rozszerzone w celu uzyskania dodatkowych informacji mających znaczenie naukowe powinny być tak zaplanowane, aby nie zwiększały w sposób istotny ryzyka badania.

Ryzyko wystąpienia reakcji uczuleniowych w trakcie inwazyjnych badań naczyniowych nie przekracza 1%. Najczęściej przyczyną takich reakcji są jodowe środki cieniujące. Nasilenie objawów bywa różne: od pokrzywki, poprzez obrzęk naczynioruchowy i spazm oskrzelowy, do wstrząsu anafilaktycznego włącznie.

U osób z alergią w wywiadzie zagrożenie wystąpieniem reakcji uczuleniowych jest większe niż przeciętne i przy zastosowaniu jonowych środków cieniujących sięga aż 15–35%. Zastosowanie kontrastów niejonowych zdecydowanie zmniejsza niebezpieczeństwo wystąpienia powikłań uczuleniowych, dlatego obowiązującą zasadą powinno być stosowanie wyłącznie takich środków cieniujących u osób z dodatnim wywiadem w kierunku alergii.

Ponadto u chorych, u których wcześniej wystąpiły reakcje na kontrast, celowe jest zastosowanie dodatkowo premedykacji z zastosowaniem steroidu i leku antyhistaminowego.

Powikłania infekcyjne diagnostycznych i terapeutycznych zabiegów inwazyjnych występują sporadycznie. Jednak, aby nie narażać pacjentów na niepotrzebne ryzyko, należy przestrzegać ogólnie przyjętych zasad postępowania. Miejsce wkłucia bezpośrednio przed zabiegiem powinno być wygolone, a następnie dokładnie odkażone środkiem przeznaczonym do tego celu (najlepiej zawierającym jod). Profilaktyczne, rutynowe stosowanie antybiotyków nie jest zalecane. W przypadkach, w których konieczne jest powtórne nakłucie tętnicy w ciągu 2 tygodni, należy stosować dostęp przez inne naczynie, ponieważ udowodniono, że stosowanie tego samego dostępu wiąże się z większym ryzykiem infekcji.

Przygotowanie operatora obejmuje chirurgiczne mycie rąk oraz używanie jałowego fartucha i rękawiczek. Stosowanie czepków i maseczek chirurgicznych nie jest bezwzględnie konieczne, chociaż zdecydowanie zalecane w kilku przypadkach: przy dostępie przez tętnicę promieniową, gdzie ryzyko infekcji jest wyższe niż przy dostępie przez tętnicę udową, przy nakłuciu protezy naczyniowej oraz przy implantacji stentu. Warto pamiętać, że stosując takie pełne zabezpieczenie, chronimy przed zakażeniem nie tylko pacjenta, ale także lekarza wykonującego zabieg.

Pomiędzy zabiegami pracownia, a w szczególności stół zabiegowy i podłoga powinny być umyte odpowiednimi środkami dezynfekcyjnymi. Przy zastosowaniu takich środków ostrożności ryzyko powikłań infekcyjnych jest niskie.

Piśmiennictwo

1. Acierno LJ. The History of Cardiology. 1st ed. *The Parthenon Publishing Group Inc*, Pearl River 1994.
2. Sones FM, Jr., Shirey EK. Cine coronary arteriography. *Mod Concepts Cardiovasc Dis* 1962; 31: 735-8.
3. Sones FM Jr., Shivey EK, Proudfit WL, et al. Cinecoronary arteriography (Abstract). *Circulation* 1959; 20: 773.
4. Ricketts HJ, Abrams HL. Percutaneous selective coronary cine arteriography. *JAMA* 1962; 181: 620-4.
5. Amplatz K, Formanek G, Stranger P, et al. Mechanics of selective coronary artery catheterization via femoral approach. *Radiology* 1967; 89: 1040-7.
6. Judkins MP. Selective coronary arteriography. I. A percutaneous transfemoral technic. *Radiology* 1967; 89: 815-24.
7. Pepine CJ, Allen HD, Bashore TM, et al. ACC/AHA guidelines for cardiac catheterization and cardiac catheterization laboratories. American College of Cardiology/American Heart Association Ad Hoc Task Force on Cardiac Catheterization. *Circulation* 1991; 84: 2213-47.

8. American Hospital Association guide to the health care field. *American Hospital Association*, Chicago 1993.
9. Lee JC, Bengtson JR, Lipscomb J, et al. Feasibility and cost-saving potential of outpatient cardiac catheterization. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 378-84.
10. Guidelines for coronary angiography. A report of the American College of Cardiology/American Heart Association Task Force on Assessment of diagnostic and therapeutic cardiovascular procedures (subcommittee on coronary angiography). *J Am Coll Cardiol* 1987; 10: 935-50.
11. Ryan TJ, Bauman WB, Kennedy JW, et al. Guidelines for percutaneous transluminal coronary angioplasty. A report of the American Heart Association/American College of Cardiology Task Force on Assessment of Diagnostic and Therapeutic Cardiovascular Procedures (Committee on Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty). *Circulation* 1993; 88: 2987-3007.
12. Laskey W, Boyle J, Johnson LW. Multivariable model for prediction of risk of significant complication during diagnostic cardiac catheterization. The Registry Committee of the Society for Cardiac Angiography & Interventions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 30: 185-90.
13. Clements SD, Jr., Gatlin S. Outpatient cardiac catheterization: a report of 3,000 cases. *Clin Cardiol* 1991; 14: 477-80.
14. Block PC, Ockene I, Goldberg RJ, et al. A prospective randomized trial of outpatient versus inpatient cardiac catheterization. *N Engl J Med* 1988; 319: 1251-5.
15. Clark DA, Moscovich MD, Vetrovec GW, et al. Guidelines for the performance of outpatient catheterization and angiographic procedures. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 27: 5-7.
16. McCann RL, Schwartz LB, Pieper KS. Vascular complications of cardiac catheterization. *J Vasc Surg* 1991; 14: 375-81.
17. Kern MJ, Cohen M, Talley JD, et al. Early ambulation after 5 French diagnostic cardiac catheterization: results of a multicenter trial. *J Am Coll Cardiol* 1990; 15: 1475-83.
18. MacDonald RG. Catheters, sheaths, guidewires, needles and related equipment. In: Pepine CJ, Hill JA, Lambert CR (eds). *Diagnostic and Therapeutic Cardiac Catheterization*. 2nd ed. *Williams and Wilkins*, Baltimore 1994: 111.
19. Percutaneous radial artery approach for coronary angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989; 16: 3-7.
20. Bush CA, VanFossen DB, Kolibash AJ, et al. Cardiac catheterization and coronary angiography using 5 French preformed (Judkins) catheters from the percutaneous right brachial approach: a comparative analysis with the femoral approach. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 29: 267-72.
21. Fletcher GF, Balady G, Froelicher VF, et al. Exercise standards. A statement for healthcare professionals from the American Heart Association. Writing Group. *Circulation* 1995; 91: 580-615.
22. Heupler FA, Al-Hani AJ, Dear WE. Guidelines for continuous quality improvement in the cardiac catheterization laboratory. Laboratory Performance Standards Committee of the Society for Cardiac Angiography & Interventions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1993; 30: 191-200.
23. Friesinger GC, Adams DF, Bourassa MG, et al. Optimal resources for examination of the heart and lungs: cardiac catheterization and radiographic facilities. Examination of the Chest and Cardiovascular System Study Group. *Circulation* 1983; 68: 891A-930A.
24. Holmes DR, Jr., Wondrow MS, Tulsrud PR. Radiographic techniques used in cardiac catheterization. In: Pepine CJ, Hill JA, Lambert CR (eds). *Diagnostic and Therapeutic Cardiac Catheterization*. 2nd ed. *Williams and Wilkins*, Baltimore 1994.
25. Tobis JM. The future of digital angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1992; 27: 14-5.
26. Nissen SE. Principles and applications of digital imaging in cardiac and coronary angiography. In: Pepine CJ, Hill JA, Lambert CR (eds). *Diagnostic and Therapeutic Cardiac Catheterization*. 2nd ed. *Williams and Wilkins*, Baltimore, 1994.
27. Reiber JHC, von Land CD, Koning G, et al. Comparison of accuracy and precision of quantitative coronary arterial analysis between cinefilm and digital systems. In: Reiber JHC, Serruys PW (eds). *Progress in Quantitative Coronary Arteriography*. *Kluwer Academic Publishers*, Dordrecht 1994: 67.
28. Reiber JHC, Schiemanck LR, van der Zwet PMJ, et al. QCA: technical update. In: de Feyter PJ, Di Mario C, Serruys PW (eds). *Quantitative Coronary Imaging*. *Barjesteh, Meeuwes and Co.*, Rotterdam, 1995: 9.
29. Kern MJ, Aguirre FV, Tatineni S, et al. Enhanced coronary blood flow velocity during intraaortic balloon counterpulsation in critically ill patients. *J Am Coll Cardiol* 1993; 21: 359-68.
30. Aguirre FV, Kern MJ, Bach R, et al. Intraaortic balloon pump support during high-risk coronary angioplasty. *Cardiology* 1994; 84: 175-86.
31. Ludwig JW, Brusckhe AVG. Improvement of the diagnostic accuracy of the coronary arteriogram by unconventional projections. *Circulation* 1973; 48: 193.
32. Lesperance J, Saltiel J, Petitlerc R, et al. Angulated views in the sagittal plane for improved accuracy of cinecoronary angiography. *Am J Roentgenol Radium Ther Nucl Med* 1974; 121: 565-74.
33. Aldridge HE. A decade or more of cranial and caudal angled projections in coronary arteriography-another look. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1984; 10: 539-42.
34. Elliott LP, Green CE, Rogers WJ, et al. The importance of angled right anterior oblique views in improving visualization of the coronary arteries. Part I: Caudocranial view. *Radiology* 1982; 142: 631-6.
35. Green CE, Elliott LP, Rogers WJ, et al. The importance of angled right anterior oblique views in improving visualization of the coronary arteries. Part II: Craniocaudal view. *Radiology* 1982; 142: 637-41.
36. Meyerovitz MF, Reagan K, Friedman PL. Caudal - posteroanterior view in coronary arteriography. *Radiology* 1989; 171: 866-8.
37. Bertrand ME, Esplugas E, Piessens J. Influence of a nonionic, iso-osmolar contrast medium (iodixanol) versus an ionic, low-osmolar contrast medium (ioxaglate) on major adverse cardiac events in patients undergoing percutaneous transluminal coronary angioplasty: A multicenter, randomized, double-blind study. *Visipaque in Percutaneous Transluminal Coronary Angioplasty inverted question markVIP Trial Investigators*. *Circulation* 2000; 101: 131-6.
38. Davidson CJ, Laskey WK, Hermiller JB. Randomized trial of contrast media utilization in high-risk PTCA: the COURT trial. *Circulation* 2000; 101: 2172-7.
39. Schrader R, Esch I, Ensslen R. A randomized trial comparing the impact of a nonionic (Iomeprol) versus an ionic (Ioxaglate)

- te) low osmolar contrast medium on abrupt vessel closure and ischemic complications after coronary angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1999; 33: 395-402.
40. Schrader R. Contrast Media Selection in Interventional Cardiology. *J Clin Basic Cardiol* 2001; 4: 240.
 41. Aguirre FV, Simoons ML, Gerguson JJ, et al. Impact of contrast media on clinical outcomes following percutaneous coronary interventions with platelet glycoprotein IIb/IIIa inhibition: meta-analysis of clinical trials with Abciximab. *Circulation* 1997; 96 (suppl. 1): 1-161.
 42. Salem DN, Findlay SR, Isner JM, et al. Comparison of histamine release effects of ionic and non-ionic radiographic contrast media. *Am J Med* 1986; 80: 382-4.
 43. Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, et al. Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. A report from the Japanese Committee on the Safety of Contrast Media. *Radiology* 1990; 175: 621-8.
 44. Lasser EC, Lyon SG, Berry CC. Reports on contrast media reactions: analysis of data from reports to the U. S. Food and Drug Administration. *Radiology* 1997; 203: 605-10.
 45. Sutton AG, Finn P, Grech ED, et al. Early and late reactions after the use of iopamidol 340, ioxaglate 320, and iodixanol 320 in cardiac catheterization. *Am Heart J* 2001; 141: 677-83.
 46. Baumgart D, Haude M, George G, et al. High-volume nonionic dimeric contrast medium: first experiences during complex coronary interventions. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1997; 40: 241-6.
 47. Stacul F, et al. European Congress in Radiology 2004. B-934.
 48. Aspelin P, Aubry P, Fransson SG, et al. Nephrotoxic effects in high-risk patients undergoing angiography. *N Engl J Med* 2003; 348: 491-9.
 49. Marenzi G, Lauri G, Assanelli E, et al. Contrast-induced nephropathy in patients undergoing primary angioplasty for acute myocardial infarction. *J Am Coll Cardiol* 2004; 44: 1780-5.
 50. Himi KH, Takemoto A, Hirni S, et al. Clinical usefulness of iomeprol 400 mg/ml in cardioangiography evaluation of patients discomfort and hemodynamics and ECG effects. *Acad Radiol* 1998; 5 (Suppl.): 54.
 51. Busch HP, Stocker KP. Iodine delivery rate in catheter angiography under pressure conditions in manual injection [German]. *Aktuelle Radiol* 1998; 8: 232-5.
 52. Kennedy JW. Complications associated with cardiac catheterization and angiography. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1982; 8: 5-11.
 53. Johnson LW, Lozner EC, Johnson S, et al. Coronary arteriography 1984-1987: a report of the Registry of the Society for Cardiac Angiography and Interventions. I. Results and complications. *Cathet Cardiovasc Diagn* 1989; 17: 5-10.
 54. Davis K, Kennedy JW, Kemp HG, et al. Complications of coronary arteriography from the Collaborative Study of Coronary Artery Surgery (CASS). *Circulation* 1979; 59: 1105-12.
 55. Adams DF, Fraser DB, Abrams HL. The complications of coronary arteriography. *Circulation* 1973; 48: 609-18.
 56. Clark VL, Khaja F. Risk of cardiac catheterization in patients aged > or = 80 years without previous cardiac surgery. *Am J Cardiol* 1994; 74: 1076-7.