

# Stanowisko grupy ekspertów dotyczące diagnostyki obrazowej i wskazań do wykonywania zabiegów przezskórnej angioplastyki zwężenia tętnicy nerkowej u chorych z nadciśnieniem tętniczym

przyjęte przez Polskie Towarzystwo Nadciśnienia Tętniczego,  
Polskie Towarzystwo Nefrologiczne i Polskie Towarzystwo Kardiologiczne

Indications for imaging and percutaneous angioplasty of renal artery stenosis in patients with arterial hypertension. Statement of Polish Society of Hypertension, Polish Society of Nephrology and Polish Cardiac Society

*Przewodniczący:* Adam Witkowski, Andrzej Więcek, Andrzej Januszewicz

*Członkowie:* Piotr Andziak, Paweł Buszman, Andrzej Cieszanowski, Stanisław Czekalski, Zbigniew Gaciong, Robert Gil, Jerzy Głuszek, Andrzej Januszewicz, Magdalena Januszewicz, Włodzimierz Januszewicz, Robert Juszkat, Marek Kabat, Anna Kablak-Ziembicka, Jacek Kądziała, Andrzej Kleinork, Andrzej Lekston, Maciej Lesiak, Ilona Michałowska, Anna Posadzy-Małańczyńska, Aleksander Prejbisz, Tadeusz Przewłocki, Olgierd Rowiński, Andrzej Rynkiewicz, Małgorzata Szczerbo-Trojanowska, Andrzej Tykarski, Andrzej Więcek, Adam Witkowski

*Opracowanie redakcyjne:* Aleksander Prejbisz

Przedrukowano za zgodą z: *Nadciśnienie Tętnicze* 2009; 13: 1–9

## 1. WPROWADZENIE

Nadciśnienie tętnicze wywołane zwężeniem tętnicy nerkowej (ZTN), określane także mianem nadciśnienia naczyniowo-nerkowego, jest postacią wtórnego nadciśnienia tętniczego spowodowanego nadmiernym wytwarzaniem reniny przez niedokrwioną nerkę. Znamienne zwężenie tętnicy nerkowej nie tylko powoduje nadciśnienie tętnicze, ale upośledza również czynność wydalniczą, endokrynną oraz homeostaticzną nerek i jest przyczyną nefropatii niedokrwiennej. Mianem nefropatii niedokrwiennej określa się zmniejszenie przesączania kłębuszkowego i upośledzenie innych czynności nerki spowodowane istotnym hemodynamicznie zwężeniem tętnicy nerkowej. U części chorych zwężenie tętnicy nerkowej jest przyczyną schyłkowej niewydolności nerek i konieczności leczenia nerkozastępczego.

Ostatnie zalecenia opublikowano w 2006 roku. Są to: „Zalecenia dotyczące postępowania w przebiegu chorób tętnic obwodowych (kończyn dolnych, nerkowych, trzewnych i aorty brzusznej)” *American College of Cardiology (ACC)* i *American Heart Association (AHA)* oraz „Zalecenia dotyczą-

ce diagnostyki i leczenia chorych z nadciśnieniem tętniczym spowodowanym zwężeniem tętnicy nerkowej (nadciśnieniem naczyniowo-nerkowym)” Grupy Roboczej Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego (PTNT).

Nadciśnienie tętnicze wywołane zwężeniem tętnicy lub tętnic nerkowych należy do najczęściej występujących postaci wtórnego nadciśnienia tętniczego o potencjalnie uswalnej przyczynie. Zgodnie z wytycznymi *European Society of Hypertension* i *European Society of Cardiology (ESH/ESC)* z 2007 roku „nadciśnienie naczyniowo-nerkowe jest drugą co do częstości postacią nadciśnienia wtórnego, występującą u blisko 2% chorych z podwyższonym ciśnieniem tętniczym, diagnozowanych w ośrodkach specjalistycznych”. Ponadto nadciśnienie naczyniowo-nerkowe zaliczane jest do przyczyn rozwoju opornego na leczenie nadciśnienia tętniczego, co podkreślają wspomniane powyżej zalecenia ESH/ESC oraz opublikowane w 2008 roku wytyczne AHA dotyczące postępowania z chorym na oporne nadciśnienie tętnicze.

Na odnotowanie zasługuje również coraz częstsze i niekiedy przypadkowe wykrywanie zmian miażdżycy-

wych w obrębie tętnic nerkowych, które zwłaszcza u osób z prawidłowym ciśnieniem tętniczym nie prowadzą do niedokrwienia nerki i rozwoju nadciśnienia tętniczego. W tej grupie chorych, ze względu na możliwość powiększania się zwężenia tętnicy, konieczne jest przeprowadzanie badań kontrolnych oceniających postęp zmian. Wskazana jest ponadto odległa obserwacja czynności nerek i kontroli ciśnienia tętniczego.

Trzeba również pamiętać, że w przebiegu zaawansowanego nadciśnienia pierwotnego może dojść do rozwoju zwężenia tętnicy nerkowej na tle miażdżycowym.

Ze względu na istotny postęp w dziedzinie rozpoznawania i leczenia nadciśnienia naczyniowo-nerkowego oraz wzrost dostępności metod diagnostycznych i leczniczych uzasadnione było przygotowanie w szerokim gronie ekspertów wspólnego stanowiska dotyczącego diagnostyki obrazowej i wskazań do wykonywania zabiegów przezskórnej angioplastyki zwężenia tętnicy nerkowej u chorych z nadciśnieniem tętniczym.

## 2. DIAGNOSTYKA ZWĘŻENIA TĘTNICY NERKOWEJ

### 2.1. Wskazania do diagnostyki zwężenia tętnicy nerkowej

Diagnostyka zwężenia tętnicy nerkowej jest uzasadniona zwłaszcza u chorych:

- z nadciśnieniem tętniczym:
  - ciężkim,
  - opornym na leczenie,
  - złośliwym (przyspieszonym);
- z napadowymi obrzękami płuc o niewyjaśnionej przyczynie i/lub z niewyjaśnioną zastoinową niewydolnością serca;
- z niewyjaśnioną niewydolnością nerek (również u chorych rozpoczynających leczenie nerkozastępcze);
- z różnicą wymiarów nerek w osi długiej przekraczającą 1,5 cm;
- można również rozważyć u pacjentów z wielonaczyniową chorobą wieńcową lub z wielopoziomową miażdżycą bez klinicznych objawów zwężenia tętnicy nerkowej (z prawidłowym ciśnieniem tętniczym lub dobrze kontrolowanym nadciśnieniem tętniczym).

### 2.2. Metody diagnostyki zwężenia tętnicy nerkowej

- Metody obrazowe powinny umożliwić ocenę: głównego pnia tętnicy nerkowej, tętnic dodatkowych oraz gałęzi wewnątrznerkowych; umiejscowienia zwężenia, stopnia zwężenia i istotności hemodynamicznej zmiany; innych zmian naczyniowych (np. tętniak tętnicy nerkowej); zmian w obrębie aorty brzusznej (np. tętniak), nerek i nadnerczy.
- Metody obrazowania tętnic nerkowych:
  - badanie ultrasonograficzne tętnic nerkowych z dopplerowskim obrazowaniem przepływu;

- angiografia metodą spiralnej tomografii komputerowej (angio-TK);
- angiografia metodą rezonansu magnetycznego (angio-MR);
- arteriografia.
  - Metody radioizotopowe:
    - scyntygrafia nerek.
    - W wybranych sytuacjach — metody biochemiczne: określenie aktywności reninowej osocza (PRA, *plasma renin activity*):
      - we krwi żyłnej nerkowej: cewnikowanie żył nerkowych, określenie stopnia lateralizacji PRA i wskaźnika PRA we krwi żyłnej nerkowej do PRA we krwi żyłnej pobranej dystryalnie od ujść żył nerkowych.

### 2.2.1. Badanie ultrasonograficzne tętnic nerkowych z dopplerowskim obrazowaniem przepływu

- Zalecane jako podstawowe nieinwazyjne badanie diagnostyczne u chorych z podejrzeniem zwężenia tętnicy nerkowej.
- Pozwala na ocenę tętnic zewnątrznerkowych oraz wewnątrznerkowych, lokalizację zwężenia i w wybranych przypadkach umożliwia ocenę etiologii zwężenia.
- Do dopplerowskich cech istotnego zwężenia tętnicy nerkowej należą:
  - wskaźnik aortalno-nerkowy  $> 3-3,5$  i prędkość skurczowa w miejscu zwężenia  $> 2$  m/s;
  - asymetria przepływów wewnątrznerkowych — różnica RI (*resistive index*)  $> 0,05$  (dotyczy zwężenia jednostronnego);
  - czas przyspieszenia fali skurczowej (AT, *acceleration time*) mierzony na ramieniu wstępującym  $> 80$  m/s;
- U chorych z podejrzeniem zwężenia tętnicy nerkowej w badaniu ultrasonograficznym tętnic nerkowych z dopplerowskim obrazowaniem przepływu i klinicznymi wskazaniami do zabiegu naprawczego, przed wykonaniem zabiegu powinno być wykonane badanie angio-TK lub angio-MR lub angiografii tętnic nerkowych.
- W przypadku prawidłowego wyniku badania ultrasonograficznego tętnic nerkowych z dopplerowskim obrazowaniem przepływu i istotnego klinicznego podejrzenia zwężenia tętnicy nerkowej należy wykonać badanie angio-TK lub angio-MR tętnic nerkowych.
- Umożliwia odległą obserwację chorych po wykonanej korekcji zwężenia tętnicy nerkowej (wykluczenie nawrotowego zwężenia) oraz ocenę postępu zmian u pacjentów leczonych zachowawczo.
- Badania u chorych po zabiegu korekcji zwężenia powinny być wykonywane: bezpośrednio po zabiegu i po 6–12 miesiącach.
- Badanie w celu oceny powiększania się granicznych zmian leczonych zachowawczo powinno być wykonywane co rok.
- W powyższych grupach chorych w przypadku nagłego pogorszenia kontroli ciśnienia tętniczego i/lub czynności

nerek badanie dopplerowskie należy wykonać w trybie pilnym.

- Wymaga doświadczenia osoby wykonującej badanie (jest to metoda dokładna w pracowniach o dużym doświadczeniu).
- Dokładność diagnostyczna jest zmniejszona między innymi u osób z otyłością i przy obecności gazów jelitowych utrudniających uwidocznienie w całości tętnicy nerkowej.
- Umożliwia wykrycie innych patologii naczyniowych w obszarze badanym (zwążeń lub tętniaki aorty brzusznej, malformacje tętnicze i tętniczo-żylne nerkowe i pozanerkowe).

### 2.2.2. Angiografia za pomocą tomografii komputerowej (angio-TK)

- Badanie zalecane w celu potwierdzenia rozpoznania zwężenia tętnicy nerkowej [u chorych z prawidłową lub umiarkowaną upośledzoną funkcją nerek określoną jako eGFR (*estimated glomerular filtration rate*) > 30 ml/min].
- Ocena tętnic nerkowych opiera się na analizie wyjściowych przekrojów poprzecznych i rekonstrukcji przestrzennych; dzięki wysokiej rozdzielczości przestrzennej (wielorzędowa spiralna TK), analizie danych z objętości oraz rekonstrukjom wielopłaszczyznowym, angio-TK można uznać za metodę trójwymiarową, pozwalającą na ocenę tętnic nerkowych w dowolnej osi i pod dowolnym kątem widzenia.
- Do cech istotnego zwężenia tętnicy nerkowej w obrazie angio-TK należy:
  - zmniejszenie średnicy światła naczynia w miejscu zwężenia > 60% w stosunku do średnicy światła naczynia w miejscu niezmiennym (wyłączając poszerzenie poststenotyczne) w rekonstrukcji wielopłaszczyznowej;
  - w przypadku wątpliwości dotyczących znamienności zwężenia wskazane jest obliczenie pola powierzchni przekroju naczynia w miejscu zwężenia i miejscu niezmiennym (opcja dostępna w rekonstrukcjach wielopłaszczyznowych, analiza naczyniowa).
- Rekonstrukcje przestrzenne obrazu angio-TK nie powinny być używane do oceny istotności zwężenia, a jedynie do oceny anatomii naczyń.
- Cechuje się bardzo wysoką czułością (> 90%) (dla aparatów wielorzędowych najnowszej generacji czułość dochodzi do 100%) i wysoką swoistością (90–98%).
- Prawidłowy wynik angio-TK pozwala na wykluczenie istotnego hemodynamicznie zwężenia w głównym pniu tętnicy nerkowej.
- Angio-TK pozwala ocenić morfologię zmiany oraz rozpoznać zmiany w tętnicach nerkowych i aorcie w przebiegu innych chorób, które mogą prowadzić do nadciśnienia tętniczego (rozwarstwienie aorty, tętniak aorty brzusznej,

przetoka tętniczo-żylna, tętniak tętnicy nerkowej, koarktacja aorty, choroba Takayasu, nerwiakowłókniakowatość).

- Zalety w porównaniu z angiografią za pomocą rezonansu magnetycznego (angio-MR): lepsza rozdzielczość przestrzenna oraz mniej artefaktów u pacjentów ze stentami w tętnicach nerkowych.
- Badanie angio-TK powinno być rozszerzone o fazę urograficzną u pacjentów z małą marską nerką lub z krytycznym zwężeniem tętnicy nerkowej.
- Wady metody: możliwość wystąpienia działań niepożądanych po dożylnym podaniu jodowego środka cieniującego oraz promieniowanie jonizujące pochłaniane przez pacjenta.
- Zapobieganie nefropatii pokontrastowej omówiono w osobnym paragrafie.
- Wadą metody jest ograniczona zdolność oceny istotności zwężeń w tętnicach dodatkowych i wewnątrznerkowych.

### 2.2.3. Angiografia za pomocą rezonansu magnetycznego (angio-MR)

- Badanie zalecane w celu potwierdzenia rozpoznania zwężenia tętnicy nerkowej.
- Najwyższą skuteczność osiąga się przy zastosowaniu trójwymiarowej sekwencji echa gradientowego (3D GRE), wykonywanej po dożylnym podaniu środka cieniującego. Analiza badania opiera się zarówno na ocenie obrazów wyjściowych, jak i wielopłaszczyznowych rekonstrukcji przestrzennych.
- Czułość i swoistość w rozpoznawaniu zwężenia tętnicy nerkowej wynoszą odpowiednio: 88–100% oraz 90–100%.
- Badanie angio-MR wzmocnione środkiem cieniującym pozwala na wykluczenie istotnego hemodynamicznie zwężenia w pniu tętnicy nerkowej.
- Badanie angio-MR ma wyższą wartość w ocenie zwężenia w początkowym odcinku tętnicy, głównie o etiologii miażdżycowej, niż w odcinku środkowym i obwodowym, którego przyczyną jest zazwyczaj dysplazja włóknisto-mięśniowa.
- Angio-MR może być wykorzystana w obrazowaniu naczyń nerki przeszczepionej u chorych z zachowaną czynnością nerki.
- Angio-MR jest przydatna w obrazowaniu naczyń nerki przeszczepionej; nefrotoksyczność paramagnetycznych środków cieniujących w dawkach, w jakich są one podawane do badań MR jest niska i występuje rzadko, należy jednak pamiętać o możliwości wystąpienia nerkopochodnego zwłóknienia u chorych z upośledzoną czynnością nerki; u chorych z istotnym upośledzeniem czynności nerki możliwe jest wykonanie badania angio-MR bez podania środka kontrastowego (np. technikami true-FISP, TOF, PC), cechującego się nieco gorszą jakością uzyskanych obra-

zów, w porównaniu z badaniem wzmocnionym środkiem cieniującym.

- Zaletą metody, w porównaniu z arteriografią, jest nieinwazyjność; przewagą w stosunku do angio-TK jest brak promieniowania jonizującego oraz rzadkie występowanie powikłań po paramagnetycznych środkach cieniujących.
- Wadami angio-MR są: nieco gorsza rozdzielczość przestrzenna, tendencja do zawyżania stopnia zwężenia, niemiarodajna ocena drożności niektórych protez wewnątrznaczyniowych (obecność artefaktów), słaba ocena tętnic o małej średnicy (< 2 mm) — w tym dodatkowych i wewnątrznerkowych.
- Angio-MR może być z powodzeniem stosowana do łącznej oceny morfologii tętnic nerkowych i czynności nerek — parametry czynnościowe są pomocne w ocenie hemodynamicznej istotności zwężenia.
- Środki cieniujące do badań MR (chelaty gadolinu), stosowane w większych dawkach (> 0,3 mmol/kg masy ciała) mogą mieć działanie nefrotoksyczne. Nie dotyczy to jednak dawek podawanych rutynowo w badaniach angio-MR (~0,2 mmol/kg masy ciała). Szczególną uwagę należy zwrócić jedynie na chorych z niewydolnością nerek. Najnowsze badania sugerują, że u chorych z niewydolnością nerek (eGFR < 30 ml/min) może dojść do dłuższego gromadzenia tych związków w organizmie. W tych przypadkach należy rozważyć wykonanie angio-MR bez podania środka cieniującego, na przykład techniki true-FISP, TOF, PC.

#### 2.2.4. Arteriografia tętnic nerkowych

- Wykonywana jest w celu uwidocznienia tętnicy nerkowej i jej rozgałęzień; polega na wprowadzeniu do aorty na wysokości tętnic nerkowych cewnika typu Pigtail i podaniu jodowego środka cieniującego; badanie pozwala na bardzo dobre uwidocznienie głównych i ewentualnie dodatkowych tętnic nerkowych, zwłaszcza ich miejsc odejścia od aorty. Wskazane jest również wykonanie selektywnej angiografii tętnic nerkowych za pomocą cewników o odpowiednio dobranych krzywiznach końcówek.
- Nowoczesne aparaty angiograficzne są wyposażone w opcję angiografii rotacyjnej i pozwalają na uzyskanie trójwymiarowych i tak zwanych angioskopowych obrazów naczyń.
- Arteriografia jest najdokładniejszym badaniem obrazującym unaczynienie nerek — czułość i swoistość metody w wykrywaniu zwężeń tętnic nerkowych wynosi 97–100%.
- Wskazaniem do wykonania arteriografii diagnostycznej jest występowanie objawów klinicznych nasuwających podejrzenie istotnego zwężenia tętnicy nerkowej w sytuacji, gdy ostateczne rozpoznanie jest niemożliwe przy zastosowaniu wyłącznie badań nieinwazyjnych.
- Wady metody: narażenie chorego na zabieg inwazyjny, działanie promieni jonizujących i środka cieniującego o działaniu nefrotoksycznym.

- Arteriografię tętnic nerkowych u chorego, u którego uzyskano dostęp naczyniowy w celu wykonania koronarografii lub angiografii naczyń obwodowych należy rozważyć w przypadku, gdy istnieją wskazania wymienione w punkcie 2.1.
- W przypadku wątpliwości odnośnie do etiologii zmiany badanie naczyniowe może być rozszerzone o badanie ultrasonograficzne wewnątrznaczyniowe (IVUS, *intravascular ultrasound*).
- W przypadku wątpliwości odnośnie do stopnia zwężenia i planowanego wyboru leczenia, badanie naczyniowe w ośrodkach referencyjnych może być rozszerzone o badanie ultrasonograficzne wewnątrznaczyniowe (IVUS) i/lub ocenę gradientu przezzwężeniowego i/lub ocenę cząstkowej rezerwy przepływu (FFR, *fractional flow reserve*).

#### 2.2.5. Scyntygrafia nerek

- Przydatnym testem diagnostycznym jest scyntygrafia nerek po podaniu kaptoprilu — jej wykonanie jest wskazane w grupie chorych, u których w badaniu klinicznym stwierdza się objawy wskazujące na możliwość nadciśnienia tętniczego w przebiegu zwężenia tętnicy nerkowej.
- Czułość badania scyntygraficznego po kaptoprilu wynosi do 85%, a swoistość — 92%.
- Prawidłowy wynik badania scyntygraficznego po podaniu kaptoprilu pozwala w większości chorych na wykluczenie istotnego hemodynamicznie zwężenia tętnicy nerkowej.
- Badanie scyntygraficzne pozwala z bardzo dużym prawdopodobieństwem prognozować wynik leczenia chirurgicznego; badanie stosuje się również po leczeniu operacyjnym w celu oceny skuteczności przeprowadzonej operacji.
- Zaletą metody jest nieinwazyjność i brak nefrotoksyczności stosowanych radiofarmaceutyków.
- Parametrami wskazującymi na dodatni wynik testu są:
  - zmniejszenie gromadzenia radiofarmaceutyku w jednej z nerek poniżej 40%;
  - wydłużenie fazy wydzielniczej renogramu powyżej 5 min.
- Wadami testu są konieczność odstawienia leków hipotensyjnych na okres 1–3 dni oraz wykonanie dwóch badań (przed podaniem kaptoprilu i po jego podaniu); test można rozpocząć od badania po podaniu kaptoprilu — jeśli wynik badania jest prawidłowy można zrezygnować z badania bez podania kaptoprilu; konieczne jest właściwe nawodnienie chorego.
- Scyntygrafia nerek z oceną przesączania kłębuszkowego obydwu nerek jest przydatnym badaniem uzupełniającym przed planowanym zabiegiem wewnątrznaczyniowym lub operacją zwężonych tętnic nerkowych.

#### 2.2.6. Cewnikowanie żył nerkowych

- Zabieg cewnikowania żył nerkowych i wykazanie ilorazu aktywności reninowej osocza we krwi żyłnej po stronie zwężenia w stosunku do strony bez zwężenia przekracza-

jącego wartość 1,5 wskazuje na zwiększoną aktywność presyjną nerki.

- Oznaczanie reninemii w żyłach nerkowych posiada ograniczoną przydatność w przewidywaniu odpowiedzi na rewaskularyzację nerki.
- Określenie aktywności reninowej osocza we krwi żyłnej poszczególnych nerek nie należy do badań przesiewowych w rozpoznawaniu zwężenia tętnicy nerkowej.
- Badanie jest bardziej przydatne przy ustalaniu wskazań do nefrektomii, na przykład u chorego z niedrożnością tętnicy nerkowej.

### 3. LECZENIE ZABIEGOWE CHORYCH ZE ZWĘŻENIEM TĘTNICY NERKOWEJ

#### 3.1. Cele leczenia chorych ze zwężeniem tętnicy nerkowej

- Głównym celem leczenia chorych z nadciśnieniem w przebiegu zwężenia tętnicy nerkowej jest:
  - normalizacja ciśnienia tętniczego lub poprawa kontroli nadciśnienia tętniczego;
  - poprawa czynności nerek;
  - zmniejszenie całkowitego ryzyka zdarzeń sercowo-naczyniowych.
- Niezależnie od wyboru metody leczenia zwężenia tętnicy nerkowej postępowanie z chorym powinno również uwzględniać modyfikację czynników predysponujących do rozwoju miażdżycy i leczenie innych chorób współwystępujących.

#### 3.2. Wskazania do przezskórnej angioplastyki

##### 3.2.1. Zwężenie bezobjawowe

- Można rozważyć przezskórną angioplastykę w leczeniu bezobjawowego, hemodynamicznie istotnego obustronnego zwężenia tętnicy nerkowej lub zwężenia tętnicy nerkowej jedynej czynnej nerki.
- Brakuje jednak danych dotyczących przydatności przezskórnej angioplastyki w leczeniu bezobjawowego, hemodynamicznie istotnego jednostronnego zwężenia tętnicy nerkowej czynnej nerki.

##### 3.2.2. Nadciśnienie tętnicze i zwężenie tętnicy nerkowej

- Angioplastyka przezskórna jest uzasadniona u chorych z istotnym hemodynamicznie zwężeniem tętnicy nerkowej współistniejącym z:
  - ciężkim nadciśnieniem tętniczym;
  - opornym nadciśnieniem tętniczym;
  - złośliwym nadciśnieniem tętniczym.
- Angioplastyka przezskórna pozostaje również do rozważenia u chorych z istotnym hemodynamicznie zwężeniem tętnicy nerkowej współistniejącym z:
  - dobrze kontrolowanym nadciśnieniem tętniczym (decyzję należy podjąć w odniesieniu do całkowitego ryzyka sercowo-naczyniowego).

##### 3.2.3. Zachowanie czynności nerek u chorego ze zwężeniem tętnicy nerkowej

- Angioplastyka przezskórna jest uzasadniona u chorych zarówno z jednostronnym lub obustronnym zwężeniem tętnicy nerkowej, jak również u chorego ze zwężeniem tętnicy nerkowej jedynej nerki i postępującą przewlekłą niewydolnością nerek.
- Przezskórna angioplastyka tętnicy nerkowej nie jest uzasadniona u chorych ze zwężeniem tętnicy nerki marskiej, zdefiniowanej jako nerka o długości < 6 cm u kobiet i < 8 cm u mężczyzn z zatartą warstwą mięśniową, oszacowanym GFR < 30 ml/min i współczynnikiem oporowości w badaniu ultrasonograficznym tętnic nerkowych z dopplerowskim obrazowaniem przepływu powyżej 0,8.

##### 3.2.4. Zastoinowa niewydolność serca i dławica piersiowa u chorego ze zwężeniem tętnicy nerkowej

- Przezskórna angioplastyka jest uzasadniona u chorych z istotnym hemodynamicznie zwężeniem tętnicy nerkowej i nawracającą, niewyjaśnioną zastoinową niewydolnością serca lub nagle i epizodycznie występującym obrzękiem płuc o niewyjaśnionej przyczynie.
- Przezskórna angioplastyka jest uzasadniona u chorych z istotnym hemodynamicznie zwężeniem tętnicy nerkowej i utrzymującymi się objawami dławicy piersiowej, pomimo optymalnego leczenia choroby wieńcowej.

##### 3.2.5. Leczenie zachowawcze u chorych z miażdżycowym zwężeniem tętnicy nerkowej

- Na podstawie wyników dotychczasowych badań — zwłaszcza ostatnio opublikowanych wyników badania *The Angioplasty and Stenting for Renal Artery Lesions (ASTRAL)* — wyrażany jest pogląd, że u chorego z miażdżycowym zwężeniem tętnicy nerkowej decyzję dotyczącą sposobu leczenia powinno się podejmować indywidualnie na podstawie dotychczasowego przebiegu choroby i obrazu klinicznego.
- Nie ma wskazań do leczenia zabiegowego:
  - szczególnie u chorych w podeszłym wieku i przy współistniejących czynnikach ryzyka sercowo-naczyniowego, u których w przebiegu jednostronnego zwężenia tętnicy nerkowej udaje się osiągnąć normalizację ciśnienia tętniczego i stabilizację czynności wydalniczej podczas leczenia farmakologicznego;
  - u chorych z jednostronnym, miażdżycowym zwężeniem tętnicy nerkowej i wyjściowo wysokim wskaźnikiem oporowości w badaniu ultrasonograficznym tętnic nerkowych z dopplerowskim obrazowaniem przepływu i/lub znacznym upośledzeniem czynności wydalniczej nerki.

### 3.3. Metody leczenia zabiegowego chorych ze zwężeniem tętnicy nerkowej

#### 3.3.1. Angioplastyka balonowa tętnic nerkowych

- Angioplastyka jest to wewnątrznaczyniowy zabieg wykonywany pod kontrolą obrazu rentgenowskiego, polegają-

cy na rozszerzaniu tętnicy poprzez wprowadzenie w miejsce zwężenia cewnika z balonem.

- Angioplastyka jest leczeniem z wyboru u chorych ze zwężeniem tętnicy nerkowej w przebiegu dysplazji włóknisto-mięśniowej — w tej grupie powodzenie techniczne zabiegu osiąga się w 90–100% przypadków; poszerzenie tętnicy utrzymuje się u około 85–90% chorych przez okres do 10 lat; około 10% chorych wymaga powtórzenia zabiegu angioplastyki — powodzenie kliniczne ocenia się na 65–90%; jeżeli zabieg jest nieskuteczny lub niemożliwy, należy wykonać zabieg chirurgiczny.
- Wyniki leczenia zwężenia tętnicy nerkowej na tle miażdżycowym przy wykorzystaniu jedynie angioplastyki nie są zadowalające — powodzenie techniczne ocenia się na 50–60%, nawrotu zwężenia należy oczekiwać u około 50% chorych.
- Zwężenia w tętnicach nerkowych u chorych ze zmianami zapalnymi, na przykład w chorobie Takayasu, poddaje się również angioplastyce, natomiast bardzo rzadko jest konieczne zastosowanie stentu (przezskórna angioplastyka tylko w okresie remisji choroby).

### 3.3.2. Angioplastyka z wprowadzeniem stentu do tętnicy nerkowej

- Zabieg polega na wprowadzeniu do światła zwężonej tętnicy nerkowej stentu bezpośrednio lub po uprzedniej angioplastyce. Zabieg obligatoryjny w przypadku zwężeń ostialnych o etiologii miażdżycowej.
- Do poszerzania tętnicy nerkowej, zwłaszcza w przypadku zwężeń krótkoodcinkowych położonych blisko odejścia tętnicy od aorty, są zalecane stenty rozprężalne na balonie. W gałęziach tętnicy nerkowej zabieg angioplastyki z wprowadzeniem stentu wykonuje się rzadko, można rozważyć umieszczenie stentu samorozprężalnego lub stentu uwalniającego lek z uwagi na małą średnicę tętnicy i wysokie prawdopodobieństwo nawrotu zwężenia (restenozy).
- Poważne powikłania zdarzają się bardzo rzadko, niemniej mogą prowadzić do utraty nerki lub zgonów. Występowanie powikłań zatorowych stwierdza się u 30% chorych, chociaż są one zwykle bezobjawowe.
- Angioplastykę z wprowadzeniem stentu stosuje się też w leczeniu proksymalnych zwężeń (do 10 mm od ujścia), lecz nieobejmujących ujścia tętnicy.
- Wyrażany jest pogląd, że zmiany w tętnicach o średnicy poniżej 5 mm (również obejmujących ujście naczynia) powinno się leczyć za pomocą plastyki balonowej, a stent implantować tylko w przypadkach powikłań. Pogląd taki jest uzasadniany częstszym — podobnym do stwierdzonego po angioplastyce — występowaniem nawrotów zwężenia w stentach o średnicy mniejszej od 5 mm; aktualnie rozważa się stosowanie stentów uwalniających leki, jeśli zakłada się je do tętnic o średnicy mniejszej od 5 mm.
- W miażdżycowym zwężeniu tętnicy nerkowej dużo lepsze wyniki uzyskuje się przy zastosowaniu stentów niż przy za-

stosowaniu tylko angioplastyki bez stentu. Powodzenie techniczne sięga blisko 100%. U około 25% chorych następuje normalizacja ciśnienia tętniczego, u 50% pacjentów stwierdza się poprawę, natomiast u pozostałych chorych — brak odpowiedzi na leczenie. U 30–40% chorych obserwuje się także poprawę funkcji nerek, u 50% nie uzyskuje się poprawy, a u 10–15% pacjentów należy się liczyć z pogorszeniem funkcji nerek w następstwie nefrotoksycznego działania środków cieniujących i zatorowości nerek wynikającej z uwolnienia fragmentów blaszki miażdżycowej podczas zabiegu. U około 20% chorych w ciągu 16 miesięcy następuje nawrót zwężenia. Częstość występowania nawrotowych zwężeń zależy od średnicy tętnicy — im mniejsza średnica, tym większe prawdopodobieństwo nawrotu zwężenia.

- W przypadku dysplazji włóknisto-mięśniowej wszczepia się stent tylko w celu leczenia powikłań (rzadkie przypadki rozwarstwienia ściany tętnicy) lub w przypadku gdy pozostaje istotny gradient ciśnień lub leczenie chirurgiczne jest niemożliwe.
- Zwężenia w tętnicach nerek przeszczepionych powinno się leczyć na drodze angioplastyki i ewentualnego stentowania. Dobry wynik techniczny i kliniczny zabiegu uzyskuje się u 75% leczonych.

### 3.3.3. Leczenie zmian o potencjalnym związku z rozwojem nadciśnienia nerkowo-naczyniowego

- Poza zwężeniem tętnicy nerkowej również inne zmiany naczyniowe mogą prowadzić do rozwoju nadciśnienia tętniczego. Są to: tętniaki, przetoki tętniczo-żyłne czy rozwarstwienia aorty. Możliwe jest leczenie wewnątrznaczyniowe.
- Niektóre torbiele nerki (dające objawy kliniczne lub szybko powiększające się) wymagają opróżnienia, które może być dokonane drogą przezskórną pod kontrolą USG lub promieni rentgenowskich.

### 3.3.4. Leczenie chirurgiczne zwężenia tętnicy nerkowej

- Wskazania dotyczą chorych:
  - z dysplazją włóknisto-mięśniową ze zmianami obejmującymi tętnice segmentowe oraz z tętniakami tętnic nerkowych;
  - z rozległymi zmianami miażdżycowymi w naczyniach nerkowych lub gdy główny pień tętnicy nerkowej dzieli się w początkowym odcinku tętnicy;
  - z miażdżycowym zwężeniem tętnicy nerkowej, u których jednocześnie wykonuje się operację aorty w okolicy odejścia tętnic nerkowych;
  - u których przezskórne rozszerzenie nie doprowadziło do trwałego wyleczenia.
- Przeszczep aortalno-nerkowy jest najczęściej stosowaną metodą chirurgicznego leczenia zwężenia tętnicy nerkowej. Rzadziej wykonuje się pomost łączący tętnicę nerkową z tętnicą biodrową wspólną.
- Stosuje się również inne metody przywrócenia prawidłowego przepływu w nerce z zastosowaniem pomostów

naczyniowych: zespolenie wątrobowo-nerkowe (wykonane za pomocą autogenego przeszczepu od tętnicy wątrobowej wspólnej do prawej tętnicy nerkowej) lub zespolenie śledzionowo-nerkowe polegające na połączeniu sposobem „koniec do końca” tętnicy śledzionowej z lewą tętnicą nerkową. Znacznie bezpieczniejsze niż zespolenie „koniec do końca” tętnicy śledzionowej z tętnicą nerkową lewą jest zastosowanie przeszczepu żylnego z zespoleniami „koniec do boku” tętnicy śledzionowej i „koniec do końca” z tętnicą nerkową. Przy braku autogenego przeszczepu naczyniowego można użyć protezy naczyniowej z politetrafluoroetylenem (PTFE).

- W przypadku rozległych zmian naczyniowych stosuje się pozaustrojową rekonstrukcję tętnic nerkowych, połączoną z autotransplantacją nerki na talerz biodrowy.

#### 4. ZAPOBIEGANIE NEFROPATII WYWOŁANEJ ZASTOSOWANIEM ŚRODKA CIENIUJĄCEGO

- Nefropatia wywołana zastosowaniem środka cieniującego to najczęściej przemijające pogorszenie funkcji nerek, osiągające szczyt kilka dni po zastosowaniu środków cieniujących — definiowana jako względny wzrost stężenia kreatyniny o  $> 25\%$  lub bezwzględny wzrost stężenia kreatyniny o  $> 0,5$  mg/dl w porównaniu z wartościami wyjściowymi — w szczególnych przypadkach wymaga dializoterapii.
- Najbardziej zagrożeni wystąpieniem tego powikłania są pacjenci z cukrzycą, uprzednio stwierdzoną niewydolnością nerek, w starszym wieku i odwodnieni.
- W przypadku wszystkich badań wymagających użycia środka cieniującego niezbędne jest dobre nawodnienie pacjenta. W zależności od stanu klinicznego należy wypić przynajmniej 1–1,5 litra płynów w ciągu 12 godzin przed zabiegiem i po nim. Jeżeli płyny są przetaczane dożylnie, najprostszym do zastosowania preparatem jest roztwór 0,9% NaCl.
- U chorych z wysokim ryzykiem pogorszenia funkcji nerek należy rozważyć podawanie acetylocysteiny  $2 \times 600$  mg w dobie poprzedzającej zabieg i w dniu zabiegu. Skuteczne jest również stosowanie wodorowęglanu sodu w dawce około 100 mmol na godzinę przed zabiegiem i przez 6 godzin po nim.

#### 5. POSTĘPOWANIE PO ZABIEGU PRZEZSKÓRNEJ ANGIOPLASTYKI TĘTNIC NERKOWYCH

- Bezwzględnie wskazana jest ocena wydolności nerek po 24 godzinach od zabiegu oraz w 2. lub 3. dobie.
  - Konieczne jest uważne monitorowanie diurezy i ciśnienia tętniczego w pierwszej dobie.
  - U pacjentów z upośledzoną funkcją nerek wskazana jest ocena wydolności nerek po 7–10 dniach od zabiegu.
  - Wydaje się zasadne:
- podanie dawki nasycającej kwasu acetylosalicylowego (300–500 mg) i klopidogrelu (300–600 mg) przed zabiegiem;

- podawanie przez całe życie kwasu acetylosalicylowego w dawce 75–325 mg/dobę;
- ponadto przez 4 tygodnie po implantacji stentu zaleca się stosowanie klopidogrelu w dawce 75 mg/dobę (po implantacji stentu uwalniającego lek rozważyć stosowanie klopidogrelu przez 12 miesięcy);
- W celu odległej oceny skuteczności zabiegu i wykrycia ewentualnego nawrotowego zwężenia najczęściej zaleca się wykonywanie badania ultrasonograficznego i oznaczenie klirensu kreatyniny po 6 tygodniach, 6 miesiącach, po roku po zabiegu, a następnie co roku (patrz też punkt 2.2.1).

#### Podziękowania

Autorzy pragną wyrazić podziękowania Pani Barbarze Zawistowskiej za pomoc w przygotowaniu zaleceń.

#### Wybrane piśmiennictwo

1. Revascularization versus Medical Therapy for Renal-Artery Stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2009; 361: 1953–1962.
2. Adamczak M., Kokot F., Więcek A.W. Relationship between plasma renin profile and leptinaemia in patients with essential hypertension. *J. Hum. Hypertens.* 2000; 14: 503–509.
3. Alphons Wierema T.K., Kroon A.A., de Leeuw P.W. Poor performance of diagnostic tests for atherosclerotic renal artery stenosis-discrepancies between stenosis and renal function. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2007; 22: 689–692.
4. Barrett B.J., Parfrey P.S. Clinical practice. Preventing nephropathy induced by contrast medium. *N. Engl. J. Med.* 2006; 354: 379–386.
5. Cieszanowski A. Diagnostyka nadciśnienia naczyniowo-nerkowego za pomocą tomografii komputerowej i rezonansu magnetycznego. W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M. (red.). *Nadciśnienie tętnicze. Medycyna Praktyczna, Kraków 2007.*
6. Cooper C.J., Haller S.T., Colyer W. i wsp. Embolic protection and platelet inhibition during renal artery stenting. *Circulation* 2008; 117: 2752–2760.
7. Cooper C.J., Murphy T.P. Is renal artery stenting the correct treatment of renal artery stenosis? The case for renal artery stenting for treatment of renal artery stenosis. *Circulation* 2007; 115: 263–269; discussion 270.
8. de Mast Q., Beutler J.J. The prevalence of atherosclerotic renal artery stenosis in risk groups: a systematic literature review. *J. Hypertens.* 2009; 27: 1333–1340.
9. Drelich-Zbroja A., Jargiello T., Drelich G., Lewandowska-Stanek H., Szczerbo-Trojanowska M. Renal artery stenosis: value of contrast-enhanced ultrasonography. *Abdom. Imaging* 2004; 29: 518–524.
10. Drelich-Zbroja A., Jargiello T., Szymanska A., Krzyzanowski W., Szczerbo-Trojanowska M. Can Levovist-enhanced Doppler ultrasound replace angiography in renal arteries imaging? *Med. Sci. Monit.* 2004; 10 (supl. 3): 36–41.
11. Drieghe B., Madaric J., Sarno G. i wsp. Assessment of renal artery stenosis: side-by-side comparison of angiography and duplex ultrasound with pressure gradient measurements. *Eur. Heart J.* 2008; 29: 517–524.
12. Dworkin L.D., Cooper C.J. Clinical practice. Renal-artery stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2009; 361: 1972–1978.
13. Dworkin L.D., Jamerson K.A. Is renal artery stenting the correct treatment of renal artery stenosis? Case against angioplasty and stenting of atherosclerotic renal artery stenosis. *Circulation* 2007; 115: 271–276; discussion 276.
14. Dzielińska Z., Januszewicz A., Demkow M. i wsp. Cardiovascular risk factors in hypertensive patients with coronary artery disease and coexisting renal artery stenosis. *J. Hypertens.* 2007; 25: 663–670.

15. Fava C., Minuz P., Patrignani P., Morganti A. Renal artery stenosis and accelerated atherosclerosis: which comes first? *J. Hypertens.* 2006; 24: 1687–1696.
16. Golebiowski M., Cieszanowski A., Polanski S., Januszewicz M., Symonides B., Gacjong Z. Ocena tętnic nerkowych u pacjentów z podejrzeniem nadciśnienia naczyniowo-nerkowego: porównanie ultrasonografii dopplerowskiej z wielofazową angiografią MR. *Przegl. Lek.* 2004; 61: 491–495.
17. Grupa Robocza Polskiego Towarzystwa Nadciśnienia Tętniczego. Zalecenia dotyczące diagnostyki i leczenia chorych z nadciśnieniem tętniczym spowodowanym zwężeniem tętnicy nerkowej (nadciśnieniem naczyniowo-nerkowym). *Nadciśnienie Tętnicze* 2006; 10: 489–500.
18. Harjai K.J., Raizada A., Shenoy C. i wsp. A comparison of contemporary definitions of contrast nephropathy in patients undergoing percutaneous coronary intervention and a proposal for a novel nephropathy grading system. *Am. J. Cardiol.* 2008; 101: 812–819.
19. Hirsch A.T., Haskal Z.J., Hertzner N.R. i wsp. ACC/AHA 2005 guidelines for the management of patients with peripheral arterial disease (lower extremity, renal, mesenteric, and abdominal aortic): executive summary a collaborative report from the American Association for Vascular Surgery/Society for Vascular Surgery, Society for Cardiovascular Angiography and Interventions, Society for Vascular Medicine and Biology, Society of Interventional Radiology, and the ACC/AHA Task Force on Practice Guidelines (Writing Committee to Develop Guidelines for the Management of Patients With Peripheral Arterial Disease) endorsed by the American Association of Cardiovascular and Pulmonary Rehabilitation; National Heart, Lung, and Blood Institute; Society for Vascular Nursing; TransAtlantic Inter-Society Consensus; and Vascular Disease Foundation. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2006; 47: 1239–1312.
20. Januszewicz A., Januszewicz M., Dzielińska Z., Makowiecka-Cieśla M. Zwężenie tętnicy nerkowej o etiologii miażdżycowej — problem o rosnącym znaczeniu klinicznym. W: Rużyłło W., Sieradzki J., Januszewicz W., Januszewicz A. (red.). *Wybrane zagadnienia z kardiologii, diabetologii i nadciśnienia tętniczego.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2007.
21. Januszewicz A., Januszewicz M., Makowiecka-Cieśla M., Janaszek-Sitkowska H. Nadciśnienie spowodowane zwężeniem tętnicy nerkowej (nadciśnienie naczyniowo-nerkowe). W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M. (red.). *Nadciśnienie tętnicze.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2007.
22. Krijnen P., Steyerberg E.W., Postma C.T., Flobbe K., de Leeuw P.W., Hunink M.G. Validation of a prediction rule for renal artery stenosis. *J. Hypertens.* 2005; 23: 1583–1588.
23. Krzemińska-Pakuła M., Drożdż J. Czy zwężenie tętnic nerkowych towarzyszące chorobie wieńcowej zwiększa ryzyko sercowo-naczyniowe? *Kardiol. Pol.* 2008; 66: 863–864.
24. Kuczera P., Włoszczynska E., Adamczak M., Pencak P., Chudek J., Wiecek A. Frequency of renal artery stenosis and variants of renal vascularization in hypertensive patients: analysis of 1550 angiographies in one centre. *J. Hum. Hypertens.* 2009; 23: 396–401.
25. Ladd S.C., Debatin J.F., Stang A. i wsp. Whole-body MR vascular screening detects unsuspected concomitant vascular disease in coronary heart disease patients. *Eur. Radiol.* 2007; 17: 1035–1045.
26. Levin A., Linas S., Luft F.C., Chapman A.B., Textor S. Controversies in renal artery stenosis: a review by the American Society of Nephrology Advisory Group on Hypertension. *Am. J. Nephrol.* 2007; 27: 212–220.
27. Małek G. Badanie dopplerowskie tętnic nerkowych. W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M. (red.). *Nadciśnienie tętnicze.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2007.
28. Meier P., Rossert J., Plouin P.F., Burnier M. Atherosclerotic renovascular disease: beyond the renal artery stenosis. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2007; 22: 1002–1006.
29. Paschalis-Purtak K., Januszewicz M., Pucilowska-Jankowska B. i wsp. Renal artery aneurysms: presentation of five cases. *J. Hum. Hypertens.* 2008; 22: 135–137.
30. Przewlocki T., Kablak-Ziembicka A., Tracz W. i wsp. Prevalence and prediction of renal artery stenosis in patients with coronary and supraaortic artery atherosclerotic disease. *Nephrol. Dial. Transplant.* 2008; 23: 580–585.
31. Przewlocki T., Kablak-Ziembicka A., Tracz W. i wsp. Występowanie zwężenia tętnic nerkowych u osób z chorobą niedokrwinną serca. *Kardiol. Pol.* 2008; 66: 856–862.
32. Radermacher J., Chavan A., Bleck J. i wsp. Use of Doppler ultrasonography to predict the outcome of therapy for renal-artery stenosis. *N. Engl. J. Med.* 2001; 344: 410–417.
33. Radermacher J., Mengel M., Ellis S. i wsp. The renal arterial resistance index and renal allograft survival. *N. Engl. J. Med.* 2003; 349: 115–124.
34. Rocha-Singh K.J., Eisenhauer A.C., Textor S.C. i wsp. Atherosclerotic Peripheral Vascular Disease Symposium II: intervention for renal artery disease. *Circulation* 2008; 118: 2873–2878.
35. Rowinski O. Angioplastyka zwężenia tętnicy nerkowej u chorych z niewydolnością nerek i nadciśnieniem tętniczym naczyniowo-nerkowym. *Pol. Merkur. Lekarski* 2002; 13 (supl. 1): 13–14; discussion 14–15.
36. Ruchin P.E., Baron D.W., Wilson S.H., Boland J., Muller D.W., Roy P.R. Long-term follow-up of renal artery stenting in an Australian population. *Heart Lung Circ.* 2007; 16: 79–84.
37. Saeed A., Bergstrom G., Zachrisson K. i wsp. Accuracy of colour duplex sonography for the diagnosis of renal artery stenosis. *J. Hypertens.* 2009; 27: 1690–1696.
38. Sapoval M., Zahringer M., Pattynama P. i wsp. Low-profile stent system for treatment of atherosclerotic renal artery stenosis: the GREAT trial. *J. Vasc. Interv. Radiol.* 2005; 16: 1195–1202.
39. Szczerbo-Trojanowska M. Angioplastyka tętnic nerkowych. W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M. (red.). *Nadciśnienie tętnicze.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2007.
40. Szmidt J. Chirurgiczne leczenie nadciśnienia naczyniowo-nerkowego. W: Januszewicz A., Januszewicz W., Szczepańska-Sadowska E., Sznajderman M. (red.). *Nadciśnienie tętnicze.* Medycyna Praktyczna, Kraków 2007.
41. Talenfeld A.D., Schwoppe R.B., Alper H.J., Cohen E.I., Lookstein R.A. MDCT angiography of the renal arteries in patients with atherosclerotic renal artery stenosis: implications for renal artery stenting with distal protection. *Am. J. Roentgenol.* 2007; 188: 1652–1658.
42. Textor S.C. Atherosclerotic renal artery stenosis: overtreated but underrated? *J. Am. Soc. Nephrol.* 2008; 19: 656–659.
43. Vasbinder G.B., Nelemans P.J., Kessels A.G. i wsp. Accuracy of computed tomographic angiography and magnetic resonance angiography for diagnosing renal artery stenosis. *Ann. Intern. Med.* 2004; 141: 674–682; discussion 682.
44. White C.J. Catheter-based therapy for atherosclerotic renal artery stenosis. *Circulation* 2006; 113: 1464–1473.
45. White C.J., Jaff M.R., Haskal Z.J. i wsp. Indications for renal arteriography at the time of coronary arteriography: a science advisory from the American Heart Association Committee on Diagnostic and Interventional Cardiac Catheterization, Council on Clinical Cardiology, and the Councils on Cardiovascular Radiology and Intervention and on Kidney in Cardiovascular Disease. *Circulation* 2006; 114: 1892–1895.
46. Zahringer M., Sapoval M., Pattynama P.M. i wsp. Sirolimus-eluting versus bare-metal low-profile stent for renal artery treatment (GREAT Trial): angiographic follow-up after 6 months and clinical outcome up to 2 years. *J. Endovasc. Ther.* 2007; 14: 460–468.
47. Zeller T. Renal artery stenosis. *Curr. Treat. Options Cardiovasc. Med.* 2007; 9: 90–98.