

Renal arter stenozunda stent uygulamasının kan basıncı üzerine uzun dönemli etkisi

The long-term beneficial effects of stent angioplasty on blood pressure in renal artery stenosis

Dr. Mustafa Yavuzkır,¹ Dr. Necati Dağlı,¹ Dr. Erdoğan İlkay,¹ Dr. Iğın Karaca,¹
Dr. Mehmet Balın,¹ Dr. Nadi Arslan,¹ Dr. Hüseyin Çeliker²

Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi, ¹Kardiyoloji Anabilim Dalı, ²Nefroloji Anabilim Dalı, Elazığ

Amaç: Renovasküler hipertansiyon tedavisinde renal anjiyoplasti-stent uygulamasının, kısa dönem sonuçları bilinmesine karşın, uzun dönemdeki etkileri tartışmalıdır. Çalışmamızda, renal arter stenozunda stent uygulamasının kan basıncı kontrolü üzerine uzun dönemdeki etkisi incelendi.

Çalışma planı: Çalışmaya, ostial-proksimalde %70'in üzerinde aterosklerotik renal arter darlığı bulunan renovasküler hipertansiyonlu 26 hasta (17 erkek, 9 kadın; ort. yaş 59; dağılım 43-75) alındı. Yirmi beş hastada tek taraflı darlık vardı; Darlık oranı ortalama %83.2±5.9 idi. Ortalama stent çapı 7.11±0.3 mm, stent uzunluğu 15.36±2.2 mm idi. Hastalar ortalama 2.8 yıl izlendi.

Bulgular: Hiçbir olguda hastane içi önemli olay gelişmedi. İşlem başarısı %100 idi. İzlem döneminde üç hasta (%11.5) öldü. Sistolik ve diyastolik kan basıncı ortalamaları, işlem öncesine göre işlemden sonra 24. saatte anlamlı düşüş göstermesine karşın, işlemden sonraki 24. saat ile izleyen aylarda elde edilen değerler arasında anlamlı farklılık görülmedi ($p>0.05$). Kan basıncı kontrolünde ilk dokuz ayda %81, uzun dönemde ise %69 düzelmeye sağlandı. Uzun dönem izlemde kullanılan ilaçlar altı olguda (%23.1) kesildi, 12 olguda (%46.2) azaltıldı, dördünde (%15.4) değişmedi, bir olguda (%3.9) ise artırıldı. İşlemden sonra ortalama kreatinin düzeyinde anlamlı olmayan düşüş görüldü ($p>0.05$). İki hastada (%7.7) yeniden gelişen darlık balonla tedavi edildi.

Sonuç: Renal arter stenozu tedavisinde stent uygulamasının kan basıncı üzerindeki olumlu etkileri uzun dönemde de sürmektedir.

Anahtar sözcükler: Anjiyografi; antihipertansif ilaç/terapötik kullanım; arterioskleroz/komplikasyon; kan basıncı/ilâç etkisi; kreatinin/kan; dilatasyon; hipertansiyon, renovasküler/tedavi; renal arter; renal arter tıkanıklığı/radyografi/tedavi; stent.

Objectives: Although short-term results of renal angioplasty with stent placement are well-established in the treatment of renovascular hypertension, its long-term effects remain controversial. In this study, we aimed to evaluate the long-term effects of stent therapy on blood pressure control in renal artery stenosis.

Study design: The study included 26 patients (17 males, 9 females; mean age 59 years; range 43 to 75 years) who had renovascular hypertension and ostial-proximal arteriosclerotic renal artery stenosis above 70%. Twenty-five patients had unilateral stenosis. The mean stenosis rate, stent diameter, length, and follow-up period were 83.2±5.9 percent, 7.11±0.3 mm, 15.36±2.2 mm, and 2.8 years, respectively.

Results: The procedure was fully successful with no major adverse events. Three patients (11.5%) died during the follow-up period. Although the mean systolic and diastolic pressures significantly decreased at 24 hours after stenting, no significant differences were noted between the values measured at 24 hours and those obtained in the following period ($p>0.05$). Blood pressure was controlled by 81% within nine months, and by 69% throughout the follow-up period, during which medicaments were discontinued in six (23.1%), were reduced in 12 (46.2%), remained unchanged in four patients (15.4%), and were increased in one patient (3.9%). The mean creatinine level showed an insignificant decrease ($p>0.05$). Two patients developed restenosis (7.7%) which was treated with by balloon angioplasty.

Conclusion: Our findings suggest that the beneficial effect of stent placement on blood pressure is not confined to the short-term in renal artery stenosis.

Key words: Angiography; antihypertensive agents/therapeutic use; arteriosclerosis/complications; blood pressure/drug effects; creatinine/blood; dilatation; hypertension, renovascular/therapy; renal artery; renal artery obstruction/radiography/therapy; stents.

Geliş tarihi: 10.02.2005 Kabul tarihi: 16.03.2005

Yazışma adresi: Dr. Erdoğan İlkay, Zübeyde Hanım Cad., No: 102/6, 23200 Elazığ.
Tel: 0424 - 238 04 39 Faks: 0424 - 238 80 19 e-posta: ilkayerdogan@superonline.com

Aterosklerotik renal arter darlığı, sekonder hipertansiyona ve son evre renal hastalığa neden olabilir.^[1-3] Bu hastalıkta cerrahi revaskülarizasyon standart bir tedavi seçeneğidir; fakat, yüksek mortalite ve morbidite oranları kullanım alanını sınırlamaktadır.^[4] Renal anjiyoplasti, güvenilir ve etkin kısa dönem sonuçları ile cerrahi tedaviye alternatif bir yöntem olmuştur. Renovasküler hipertansiyon tedavisinde renal anjiyoplasti-stent uygulamasının kısa dönem sonuçları oldukça iyi olmasına karşın, uzun dönem etkileri tartışmalıdır.^[5-7]

Bu ileriye dönük çalışmada, renal arter darlığında stent uygulamasının kan basıncı kontrolü ve renal fonksiyon üzerine uzun dönemdeki etkisi incelendi.

HASTALAR VE YÖNTEMLER

Ocak 2001-Eylül 2004 tarihleri arasında yapılan bu çalışmada, ostial-proksimalde %70'in üzerinde aterosklerotik renal arter darlığı bulunan renovasküler hipertansiyonlu 26 hasta (17 erkek, 9 kadın; ort. yaş 59±7.4; dağılım 43-75) yer aldı.

Kısa dönem sonuçları ve renal anjiyografi endikasyonları daha önce bildirilen^[8] bu olgularda başlangıçta belirlenen risk faktörleri, kan basıncı ve üre ve kreatinin değerleri Tablo 1 ve 2'de gösterildi.

Stent 16 olguda (%61.5) predilatasyondan sonra, 10 olguda (%38.5) predilatasyon yapılmadan (direkt), renal arter ostiumundan 1-2 mm aorta doğru çıkacak şekilde yerleştirildi (Şekil 1, 2). Çalışmada Medtronic AVE Bridge (Medtronic, ABD) ve Corinthian (Johnson & Johnson, ABD) stentler kullanıldı.

İşlem başarısı, böbrek yetersizliği, acil cerrahi, akut oklüzyon, inme ve ölüm olmaması durumu olarak; hastane içi önemli olay, hastanede yatış süresince böbrek yetersizliği, acil cerrahi, akut oklüzyon, inme ve ölüm olmaması; hipertansiyon, sistolik kan basıncının 140 mmHg veya diyastolik kan basıncının 90 mmHg'nin üzerinde olması; renal fonksiyon bozukluğu, bazal serum kreatinin düzeyinin 1.5 mg/dl üzerinde olması olarak tanımlandı.

Düzelme, kan basıncının ilaçsız veya işlem öncesine göre daha az ilaçla 140/90 mmHg'den daha düşük düzeye gelmesi; kötüleşme, kan basıncı kontro-

lünün işlem öncesine göre daha fazla ilaç gerektirmesi olarak kabul edildi.

Olguların 24'ü 18 ay, 23'ü 24 ay, 20'si 30 ay, 17'si 36 ay, beşi 42 ay izlendi (izlem süresi ortalaması 2.76±0.68 yıl). Her olgu için izlem, tedavi süresinin tamamlanması olarak kabul edildi.

İstatistiksel analizde veriler ortalama ve standart sapma olarak ifade edildi; üre, kreatin ve kan basıncı değerlerinin değerlendirilmesinde Kruskal-Wallis testi kullanıldı (SPSS 10.5, Windows); 0.05'ten küçük *p* değerleri anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Bir olguda iki taraflı, 25 olguda tek taraflı renal arter darlığı vardı. Darlık oranı ortalama %83.2±5.9 idi. Ortalama stent çapı 7.11±0.3 mm, stent uzunluğu 15.36±2.2 mm, şişirme basıncı 10.1±1.2 atm idi.

İki tarafta renal arter darlığı olan diyabetli bir hastada (sağ renal arterde %100, sol renal arterde %95 darlık; bazal kreatinin değeri 3.1 mg/dl) işlemden önce ve sonra profilaktik hemodiyaliz uygulandı. Hiçbir olguda hastane içi önemli olay gelişmedi. İşlem başarısı %100 idi.

Kan basıncı. Ortalama sistolik kan basıncı, işlemden önce 182±32 mmHg, işlemden sonra 24. saatte 124±10 mmHg (*p*=0.001), dokuzuncu ayda 131±15 mmHg idi. İşlemden sonra 24. saat ile dokuzuncu ay değerleri arasında anlamlı fark yoktu (*p*>0.05). Ortalama diyastolik kan basıncı işlemden önce 100±17 mmHg, işlemden sonra 24. saatte 78±6 mmHg (*p*=0.001), dokuzuncu ayda 81±9 mmHg bulundu. İşlemden sonraki 24. saat ile izlenen aylarda elde edilen sistolik ve diyastolik kan basıncı değerleri arasında anlamlı farklılık oluşmadı (*p*>0.05, Tablo 2). Renal arter girişimiyle kan basıncı kontrolünde ilk dokuz ayda %81, uzun dönemde ise %69 düzelme sağladı.

Antihipertansif ilaç kullanımı. İşlemden sonra altı hastada (%23.1) tüm ilaçlar kesilirken, 15'inde (%57.7) ilaç sayısı azaltıldı. Beş olguda (%19.2) ilaç dozu değiştirilmedi. Dokuzuncu aydan sonra izlenen dört olgunun (%15.3) birinde stent restenozu, birinde diyaliz nedeniyle; diğer ikisinde ise başka neden olmak üzere tedaviye ilaç eklemek gerekti. Uzun dönem izlemde kullanılan ilaçlar altı olguda (%23.1) kesildi, 12 olguda (%46.2) azaltıldı, dördünde (%15.4) değiştirildi, bir olguda (%3.9) artırıldı.

Üre-kreatinin değerleri. İşlemden sonra ortalama kreatinin düzeyinde azalma saptandı; ancak, fark istatistiksel olarak anlamlı değildi (*p*>0.05, Tablo 2). İzlem döneminde üç hastada (%12; ikisinde restenoz,

Tablo 1. Hasta grubunda belirlenen risk faktörleri

	Sayı	Yüzde
Diabetes mellitus	8	30.8
Hiperkolesterolemi	15	57.7
Sigara kullanımı	13	50.0
Koroner arter hastalığı	14	53.9
Periferik arter hastalığı	5	19.2

Tablo 2. Kan basıncı değişimleri, üre ve kreatinin değerleri

	Sayı	Kan basıncı			Üre - kreatinin	
		Sistolik (mmHg)	Diastolik (mmHg)	Ortalama (mmHg)	Üre (mg/dl)	Kreatinin (mg/dl)
İşlemden önce	26	182±32	100±17	120±20	48±34	1±0.5
İşlemden sonra 24. saatte	26	124±10	78±6	90±6	46±23	0.99±0.5
9. ay	26	131±15	81±9	94±10	44±25	0.94±0.6
12. ay	25	127±13	79±8	95±9	46±25	1.06±0.5
18. ay	24	128±10	79±6	96±7	47±27	1.08±0.6
24. ay	23	127±8	79±3	95±4	44±18	0.99±0.3
30. ay	20	125±8	79±2	94±3	41±12	0.89±0.1
36. ay	17	125±7	80±0	95±0	41±14	0.88±0.1
42. ay	5	135±7	80±0	98±2	45±24	0.92±0.3

diğerinde over tümörü nedeniyle) kreatinin seviyesinde artış saptandı.

Yeniden darlık oluşumu. İki olguda (%7.7) gelişen darlık balonla tedavi edildi. Bu olgularda tam açılım sağlandı ve komplikasyon gelişmedi.

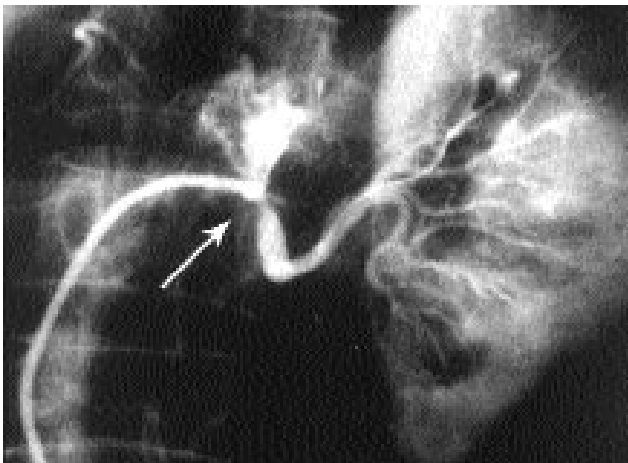
Komplikasyonlar. İzlem döneminde üç hasta (%11.5) öldü. Ölüm nedenleri, iki tarafta darlık, diyabet, bazal kreatinin değeri 3.1 mg/dl olan bir hastada 10. ayda aterosklerotik kalp hastalığına bağlı ani ölüm; antihipertansif ilaç tedavisini hekime danışmadan kesen bir hastada 18. ayda serebrovasküler olay; bir hastada ise 24. ayda trafik kazasından sonra gelişen komplikasyonlar idi. Bir hasta, 24. ayda over tümörü nedeniyle kemoterapi sırasında diyalize bağımlı hale geldi. İzlem döneminde hiçbir olguda pulmoner ödem atağı gözlenmedi.

TARTIŞMA

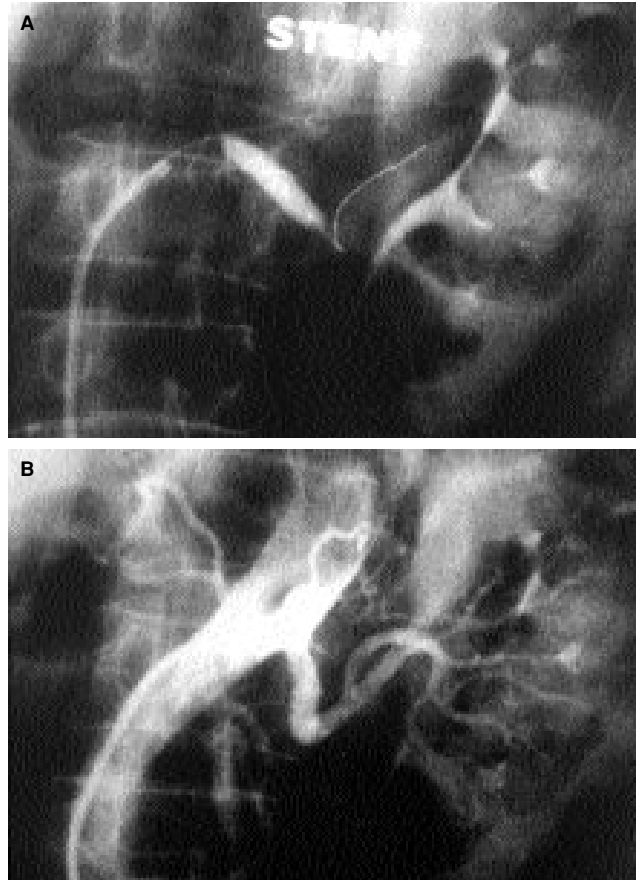
Renovasküler hipertansiyonun en sık nedeni aterosklerozdur.^[9-12] Tedavi edilmediği zaman ateroskleroz damar tıkanmasına ve iskemik nefropatiye neden

olmaktadır.^[10,13] Bu nedenle, günümüzde hemodinamiği etkileyen darlıklarda endovasküler veya cerrahi tedavi önerilmektedir.^[14-16] Özellikle ostial ve proksimal lezyonlarda stent uygulaması olarak uygulanan renal anjiyoplastinin cerrahiye göre daha avantajlı olduğu bildirilmiştir.^[17]

Ostial-proksimal lezyonlarda sadece balon anjiyoplasti uygulamasının kısa ve uzun dönem sonuçla-



Şekil 1. Renal arter proksimalinde darlık.



Şekil 2. A, B. Stent uygulamasından sonra arterin tam olarak açılmış görünümü.

rı başarılı değildir.^[14,15,18-22] Bu lezyonlar için stent uygulaması önerilmiştir.^[20,21] Bu nedenle, tüm olgularımızda stent uyguladık. İşlem başarı oranı %100 idi. Bu sonuç daha önce bildirilen birçok çalışma sonucu ile benzerlik göstermekteydi.^[17,23-31]

Renal arterde ateroskleroza bağlı gelişen darlıklar tek başına ölüm nedenidir; tedavi edilmediğinde hastaların %75'inin yedi yıl içinde öldüğü bildirilmiştir.^[32] Çalışmamızda, izlem süresince üç hastada (%11.5) ölüm görüldü; sağkalım oranı %88.5 idi. Bu olgularda beş yıllık ölüm oranı %25 olarak bildirilmiştir.^[33] Çalışmamızda, başka endoluminal ve cerrahi çalışmalara göre ölüm oranı daha düşük bulundu.^[5,34,35] Bunun nedeni, olgularımızda ortalama bazal kreatinin düzeyinin işlemden önce normal olmasıydı. Renal arterde ateroskleroza bağlı gelişen darlıklarda yeterli revaskülarizasyon sağlansa bile, yüksek kreatinin düzeyinin sağkalımı olumsuz etkileyen önde gelen faktör olduğu saptanmıştır.^[25,36,37] Ölen hastalardan birinde iki taraflı renal arter darlığı ve diyabet vardı; başlangıç kreatinin değeri 3.1 mg/dl idi. Böyle olgularda mortalitenin yüksek olduğu bildirilmiştir.^[25,38]

İzlem süresince dört olguda tedaviye ilaç eklendi (ilaç sayısı azaltılan 3 hasta, ilaç sayısı değiştirilmeyen 1 hasta). Olguların %69'unda iyileşme sağlanırken, yalnızca bir olguda tansiyon kontrolü zorlaştı. Sivamurthy ve ark.^[33] beş yıllık izlemde renal stent uyguladıkları olguların %68'inde hipertansiyonda düzelme olduğunu bildirmişlerdir. Zeller ve ark.^[39] 34 ay izlenen 340 olguda kan basıncında %46 düzelme, %43 değişmeme, %11 kötüleşme gözlemlenmişlerdir. Anılan çalışmada kan basıncı kontrolünün daha düşük oranda sağlanmasının nedeni, olguların başlangıç kreatinin düzeyinin (1.45 mg/dl) yüksek olmasıdır. Aynı çalışmada, işlem etkinliğinde bazal kreatinin düzeyinin bağımsız belirleyici olduğu saptanmıştır. Benzer sonuca başka araştırmacılar da dikkat çekmiştir.^[35] Krijnen ve ark.^[40] anjiyoplastinin kan basıncı üzerine hızlı etkisinin yalnızca iki taraflı renal arter darlığı olan olgularda gözlendiğini bildirmişlerdir. Buna karşın, çok merkezli bir çalışmada, hem tek hem de iki taraflı renal arter darlığı olan olgularda anjiyoplastinin kan basıncı kontrolünde etkin olduğu bildirilmiş; renal fonksiyonlar bozulmadan önce konulacak tanı ile bu etkinliğin daha yüksek olacağı vurgulanmıştır.^[37]

Renal anjiyoplastinin iskemik nefropatinin önlenmesinde de etkili olduğu bildirilmiştir.^[41-43] Çalışmamızda, izlem döneminde serum kreatinin ortalama düzeyinde anlamlı bir azalma olmamıştır. Üç olguda (%11.5; 2 restenoz, 1 over tümörüne bağlı renal ye-

tersizlik) serum kreatinin düzeyinde artış saptanmış; restenoz saptanan olgularda anjiyoplasti yapılmış ve işlemden sonra renal fonksiyonlar normale dönmüştür. Hasta özellikleri uyumluluk gösteren başka çalışmalarda da benzer sonuçlar bildirilmiştir.^[42,43]

İşlemden sonra renal fonksiyonların kötüleşmesinde distal embolinin önemli bir etken olduğu ve distal korunma cihazları kullanımıyla işlem güvenliğinin artacağı bildirilmiştir.^[44,45] Ancak, bu korunma cihazlarının kullanımı henüz yaygınlaşmamıştır.

Sonuç olarak, renal arter darlıklarında stent uygulamasının kan basıncı üzerinde erken dönemde görülen olumlu etkileri uzun dönemde de devam etmektedir. Ostial-proksimal darlıkların tedavisinde stent uygulamasının, yüksek işlem başarı ve güvenilirliği nedeniyle yaygınlaşacağını düşünüyoruz.

KAYNAKLAR

1. Sos TA, Pickering TG, Sniderman K, Saddekni S, Case DB, Silane MF, et al. Percutaneous transluminal renal angioplasty in renovascular hypertension due to atheroma or fibromuscular dysplasia. *N Engl J Med* 1983;309:274-9.
2. Shanley PF. The pathology of chronic renal ischemia. *Semin Nephrol* 1996;16:21-32.
3. Mailloux LU, Napolitano B, Bellucci AG, Vernace M, Wilkes BM, Mossey RT. Renal vascular disease causing end-stage renal disease, incidence, clinical correlates, and outcomes: a 20-year clinical experience. *Am J Kidney Dis* 1994;24:622-9.
4. Cambria RP, Brewster DC, L'Italien GJ, Moncure A, Darling RC Jr, Gertler JP, et al. The durability of different reconstructive techniques for atherosclerotic renal artery disease. *J Vasc Surg* 1994;20:76-87.
5. Yutan E, Glickerman DJ, Caps MT, Hatsukami T, Harley JD, Kohler TR, et al. Percutaneous transluminal revascularization for renal artery stenosis: Veterans Affairs Puget Sound Health Care System experience. *J Vasc Surg* 2001;34:685-93.
6. van Jaarsveld BC, Krijnen P, Pieterman H, Derkx FH, Deinum J, Postma CT, et al. The effect of balloon angioplasty on hypertension in atherosclerotic renal-artery stenosis. Dutch renal artery stenosis intervention cooperative study group. *N Engl J Med* 2000;342:1007-14.
7. Harden PN, MacLeod MJ, Rodger RS, Baxter GM, Connell JM, Dominiczak AF, et al. Effect of renal-artery stenting on progression of renovascular renal failure. *Lancet* 1997;349(9059):1133-6.
8. İlkay E, Yavuzkır M, Dağlı MN, Akbulut M, Karaca I, Arslan N. Renal arter darlığı saptanan hipertansif hastalarda renal artere stent uygulaması: dokuz aylık takip sonuçları. *Anadolu Kardiyol Derg* 2003;3:2-7.
9. Schreiber MJ, Pohl MA, Novick AC. The natural history of atherosclerotic and fibrous renal artery disease.

- Urol Clin North Am 1984;11:383-92.
10. Zierler RE, Bergelin RO, Isaacson JA, Strandness DE Jr. Natural history of atherosclerotic renal artery stenosis: a prospective study with duplex ultrasonography. *J Vasc Surg* 1994;19:250-7; discussion 257-8.
 11. Wollenweber J, Sheps SG, Davis GD. Clinical course of atherosclerotic renovascular disease. *Am J Cardiol* 1968;21:60-71.
 12. Meaney TF, Dustan HP, McCormack LJ. Natural history of renal arterial disease. *Radiology* 1968;91:881-7.
 13. Zierler RE, Bergelin RO, Davidson RC, Cantwell-Gab K, Polissar NL, Strandness DE Jr. A prospective study of disease progression in patients with atherosclerotic renal artery stenosis. *Am J Hypertens* 1996;9:1055-61.
 14. Moss JG. Radiological management of atherosclerotic renal artery stenosis. *Int Radiol Mon* 1998;1:97-104.
 15. Dorros G. Long-term effects of stent revascularization upon blood pressure management renal function and patient survival. *J Invasive Cardiol* 1998;10:51-2.
 16. Cambria RP. Surgery: Indications and variables that affect procedural outcome, as well as morbidity and mortality. *J Invasive Cardiol* 1998;10:55-8.
 17. Erdoes LS, Berman SS, Hunter GC, Mills JL. Comparative analysis of percutaneous transluminal angioplasty and operation for renal revascularization. *Am J Kidney Dis* 1996;27:496-503.
 18. Girerd X, Plouin PF. Treatment of renal artery stenosis. *Rev Prat* 1996;46:1103-10. [Abstract]
 19. Novick AC. Options for therapy of ischemic nephropathy: role of angioplasty and surgery. *Semin Nephrol* 1996;16:53-60.
 20. van de Ven PJ, Kaatee R, Beutler JJ, Beek FJ, Woittiez AJ, Buskens E, et al. Arterial stenting and balloon angioplasty in ostial atherosclerotic renovascular disease: a randomised trial. *Lancet* 1999;353:282-6.
 21. von Knorring J, Edgren J, Lepantalo M. Long-term results of percutaneous transluminal angioplasty in renovascular hypertension. *Acta Radiol* 1996;37:36-40.
 22. Weaver FA, Kuehne JP, Papanicolaou G. A recent institutional experience with renovascular hypertension. *Am Surg* 1996;62:241-5.
 23. White CJ, Ramee SR, Collins TJ, Jenkins JS, Escobar A, Shaw D. Renal artery stent placement: utility in lesions difficult to treat with balloon angioplasty. *J Am Coll Cardiol* 1997;30:1445-50.
 24. Henry M, Amor M, Henry I, Ethevenot G, Tzvetanov K, Courvoisier A, et al. Stents in the treatment of renal artery stenosis: long-term follow-up. *J Endovasc Surg* 1999;6:42-51.
 25. Dorros G, Jaff M, Mathiak L, Dorros II, Lowe A, Murphy K, et al. Four-year follow-up of Palmaz-Schatz stent revascularization as treatment for atherosclerotic renal artery stenosis. *Circulation* 1998;98:642-7.
 26. Kuhn FP, Kutkuhn B, Torsello G, Modder U. Renal artery stenosis: preliminary results of treatment with the Strecker stent. *Radiology* 1991;180:367-72.
 27. Wilms GE, Peene PT, Baert AL, Nevelsteen AA, Suy RM, Verhaeghe RH, et al. Renal artery stent placement with use of the Wallstent endoprosthesis. *Radiology* 1991;179:457-62.
 28. Hennequin LM, Joffre FG, Rousseau HP, Aziza R, Tregant P, Bernadet P, et al. Renal artery stent placement: long-term results with the Wallstent endoprosthesis. *Radiology* 1994;191:713-9.
 29. Raynaud AC, Beyssen BM, Turmel-Rodrigues LE, Pagny JY, Sapoval MR, Gaux JC, et al. Renal artery stent placement: immediate and midterm technical and clinical results. *J Vasc Interv Radiol* 1994;5:849-58.
 30. Henry M, Amor M, Henry I, Ethevenot G, Allaoui M, Tricoche O, et al. Stent placement in the renal artery: three-year experience with the Palmaz stent. *J Vasc Interv Radiol* 1996;7:343-50.
 31. Taylor A, Sheppard D, Macleod MJ, Harden P, Baxter GM, Edwards RD, et al. Renal artery stent placement in renal artery stenosis: technical and early clinical results. *Clin Radiol* 1997;52:451-7.
 32. Zierler RE, Bergelin RO, Davidson RC, Cantwell-Gab K, Polissar NL, Strandness DE Jr. A prospective study of disease progression in patients with atherosclerotic renal artery stenosis. *Am J Hypertens* 1996;9:1055-61.
 33. Sivamurthy N, Surowiec SM, Culakova E, Rhodes JM, Lee D, Sternbach Y, et al. Divergent outcomes after percutaneous therapy for symptomatic renal artery stenosis. *J Vasc Surg* 2004;39:565-74.
 34. Weibull H, Bergqvist D, Bergentz SE, Jonsson K, Hulthen L, Manhem P. Percutaneous transluminal renal angioplasty versus surgical reconstruction of atherosclerotic renal artery stenosis: a prospective randomized study. *J Vasc Surg* 1993;18:841-52.
 35. Cherr GS, Hansen KJ, Craven TE, Edwards MS, Ligush J Jr, Levy PJ, et al. Surgical management of atherosclerotic renovascular disease. *J Vasc Surg* 2002;35:236-45.
 36. Lederman RJ, Mendelsohn FO, Santos R, Phillips HR, Stack RS, Crowley JJ. Primary renal artery stenting: characteristics and outcomes after 363 procedures. *Am Heart J* 2001;142:314-23.
 37. Dorros G, Jaff M, Mathiak L, He T. Multicenter registry participants. multicenter palmaz stent renal artery stenosis revascularization registry report: four-year follow-up of 1,058 successful patients. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;55:182-8.
 38. Zeller T. Endovascular treatment of renal artery stenosis: technical aspect, long term clinical results and restenosis rate. In: Biamino G, editor. *The Paris course on revascularization*. Europa Organisation; Toulouse, France. 2001. p. 419-49F.
 39. Zeller T, Frank U, Muller C, Burgelin K, Sinn L, Horn B, et al. Stent-supported angioplasty of severe atherosclerotic renal artery stenosis preserves renal function and improves blood pressure control: long-term results

- from a prospective registry of 456 lesions. *J Endovasc Ther* 2004;11:95-106.
40. Krijnen P, van Jaarsveld BC, Deinum J, Steyerberg EW, Habbema JD. Which patients with hypertension and atherosclerotic renal artery stenosis benefit from immediate intervention? *J Hum Hypertens* 2004;18:91-6.
 41. Ilkay E, Gunal IA, Yavuzkir M, Dagli N, Karaca I, Celiker H, et al. Effect of renal artery stenting on renal function in patients with ischemic nephropathy. *Jpn Heart J* 2004;45:637-45.
 42. Rocha-Singh KJ, Ahuja RK, Sung CH, Rutherford J. Long-term renal function preservation after renal artery stenting in patients with progressive ischemic nephropathy. *Catheter Cardiovasc Interv* 2002;57:135-41.
 43. Rodriguez Perez JC, Maynar Moliner M, Perez Borges P, Plaza Toledano C, Reyes Perez R, Pulido Duque JM, et al. The long-term results on arterial pressure and kidney function after the percutaneous transluminal dilatation of renal artery stenosis. *Med Clin* 1997; 108: 366-72. [Abstract]
 44. Dorros G, Jaff M, Mathiak L, He T, Minor R, Harner R, et al. Renal function and survival after renal artery stent revascularization may be influenced by embolic debris. *J Invasive Cardiol* 2004;16:189-95.
 45. Henry M, Klonaris C, Henry I, Tzetanov K, Le Borgne E, Foliguet B, et al. Protected renal stenting with the PercuSurge GuardWire device: a pilot study. *J Endovasc Ther* 2001;8:227-37.