
Raio X, arteriografia e tomografia computadorizada

Valdair Francisco Muglia, Jorge Elias Júnior

Resumo

A radiologia convencional tem pouca aplicação na avaliação da hipertensão arterial sistêmica, pois os achados de imagem têm ocorrência esporádica. A tomografia computadorizada helicoidal tem papel de destaque na avaliação das causas e no seguimento da hipertensão arterial secundária,

principalmente na investigação das causas de origem adrenal e vasculares, com o uso das técnicas de angio-TC. A angiografia por subtração digital (ASD) é hoje pouco utilizada no diagnóstico, sendo reservada para procedimentos terapêuticos como angioplastia e colocação de *stents*.

Palavras-chave: Hipertensão; Diagnóstico por imagem; Radiologia.

Recebido: 14/01/03 – Aceito: 23/02/03

Rev Bras Hipertens 10: 30-39, 2003

A importância da hipertensão arterial sistêmica (HAS) na saúde pública já foi extensamente abordada em outros capítulos. Do ponto de vista de imagem, é muito importante a diferenciação entre hipertensão arterial primária ou essencial e a secundária¹. A primeira responde por cerca de 90% a 95% dos casos e sua patogênese é multifatorial e complexa. Já a hipertensão arterial secundária possui causas bem estabelecidas, sendo bem definidas as de origem renal, endocrinológica, vascular, neurogênica, etc. (Tabela 1).

Veremos que os métodos de imagem têm muito maior aplicabilidade na avaliação da hipertensão arterial secundária. Os achados de imagem na HAS primária têm ocorrência esporádica.

Radiologia

Os achados de imagem, na radiologia convencional, em pacientes com HAS são escassos, principalmente na primária. Os mais frequentes são identificados nas radiografias de tórax, nas quais podemos observar a reper-

cussão cardíaca (de longo prazo) dos efeitos do aumento da pressão arterial². De início, pode-se encontrar a rotação do eixo cardíaco, devido à hipertrofia concêntrica do VE, o que produz um achado radiológico característico, descrito, como arco médio “escavado” (Figura 1). Com a evolução natural e suplantados os mecanismos de compensação cardíaca, advém a fase de dilatação da câmara ventricular esquerda, que pode ser identificada, através de dois sinais, um na incidência AP e outro no perfil³. No primeiro o ápice cardíaco, des-

Correspondência:

Valdair Francisco Muglia
Centro de Ciências da Imagem e Física Médica – HCFMRP-USP
Av. Bandeirantes, 3900 – Campus Monte Alegre
CEP 14048-900 – Ribeirão Preto, SP
Tel: (11) 16 602-2362
E-mail: muglia@convex.com.br

Tabela 1 – Causas de HAS**Primária ou essencial****Secundária**

Parenquimatosa renal
 Renovascular
 Vascular
 Coarctação
 Vasculite
 Doença do colágeno
 Adrenal
 Aldosteronismo primário
 Cushing
 Feocromocitoma
 Hiperplasia
 Hiper ou hipotireoidismo
 Hiperparatireoidismo
 Neurogênico
 Tumor cerebral
 Poliomielite
 Hipertensão intracraniana
 Drogas e toxinas
 Álcool
 Cocaína
 Ciclosporina
 Eritropoietina
 Medicações adrenérgicas

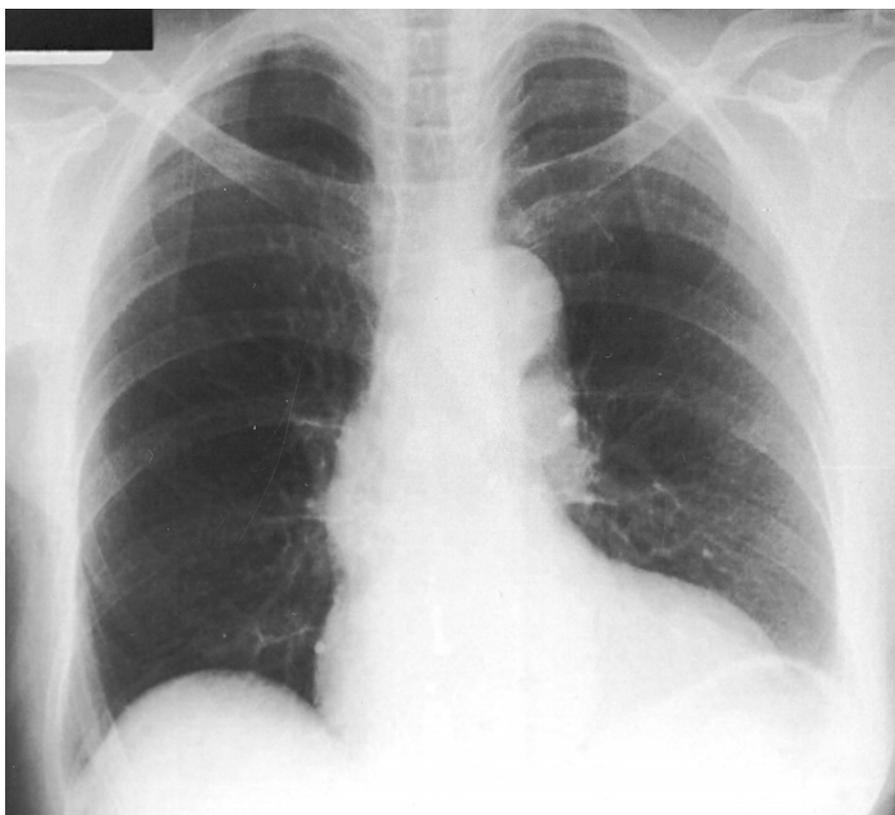


Figura 1 – Tórax PA – Área cardíaca aumentada devido à hipertrofia e dilatação do VE. Notam-se o arco médio escavado e o ápice cardíaco projetando-se abaixo da cúpula frênica.

locado posteriormente, repousa sobre a porção posterior da cúpula frênica, mais baixa, dando a impressão, na incidência AP, de que o mesmo se projeta abaixo da cúpula (Figura 1). Na incidência em perfil, aplica a regra descrita por Eyler, em 1959⁴, como demonstrado na figura 2. A partir do ponto em que a VCI “cruza” a cúpula frênica direita, mede-se 2,0 cm para cima e, deste ponto, em ângulo reto, 1,8 cm posteriormente. O ponto localizado deve-se projetar sobre o parênquima pulmonar ou sobre a coluna vertebral. Se ainda se projetar sobre a área cardíaca, corresponderá ao VE aumentado.

De maneira geral, as radiografias simples nos informam muito pouco a respeito da etiologia da hipertensão, porém, em alguns casos, os achados são muito específicos, apesar de ocorrerem esporadicamente. Em uma radiografia em PA de tórax, pode-se determinar a presença de coarctação aórtica, quando se identificam, pri-

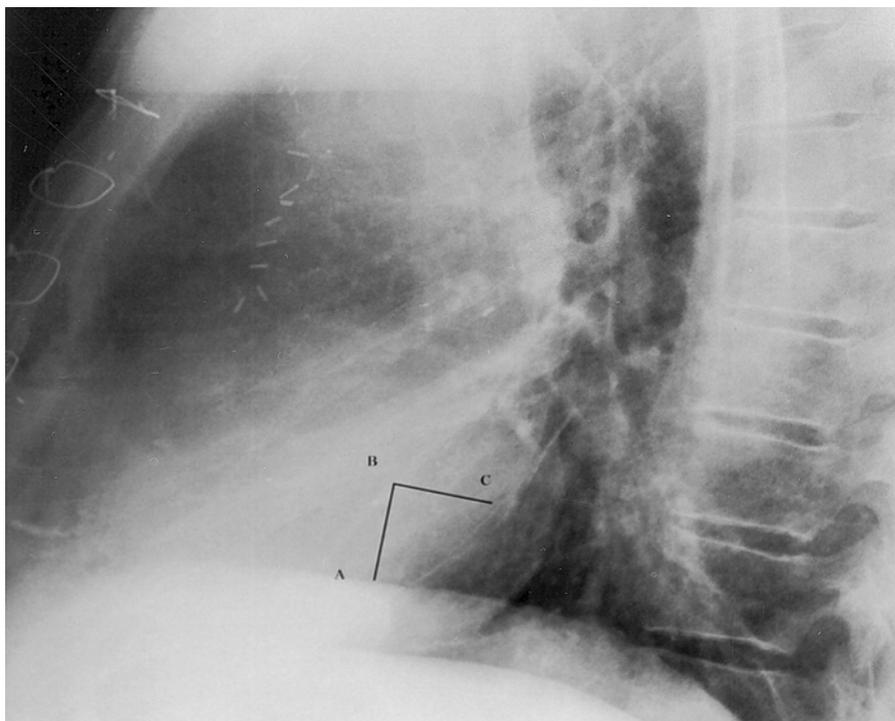


Figura 2 – Tórax perfil – As linhas demarcadas demonstram o critério de Eyler para aumento do VE. Do ponto em que a VCI cruza a cúpula frênica direita, medem-se 2,0 cm cranialmente (AB) e depois, perpendicularmente, 1,8 cm posteriormente (BC). O ponto final ainda se encontra na área cardíaca (VE).

meiro, o contorno do arco aórtico apagado e também a corrosão da superfície inferior dos arcos costais pelos vasos intercostais dilatados⁵, utilizados como circulação colateral para o abdômen e membros inferiores (Figura 3).

Nos casos de hipertensão renovascular de longa duração, pode-se observar redução das dimensões do rim afetado⁶, mais raramente na radiografia simples de abdômen e, mais facilmente, nas radiografias de urografia excretora (Figura 4).

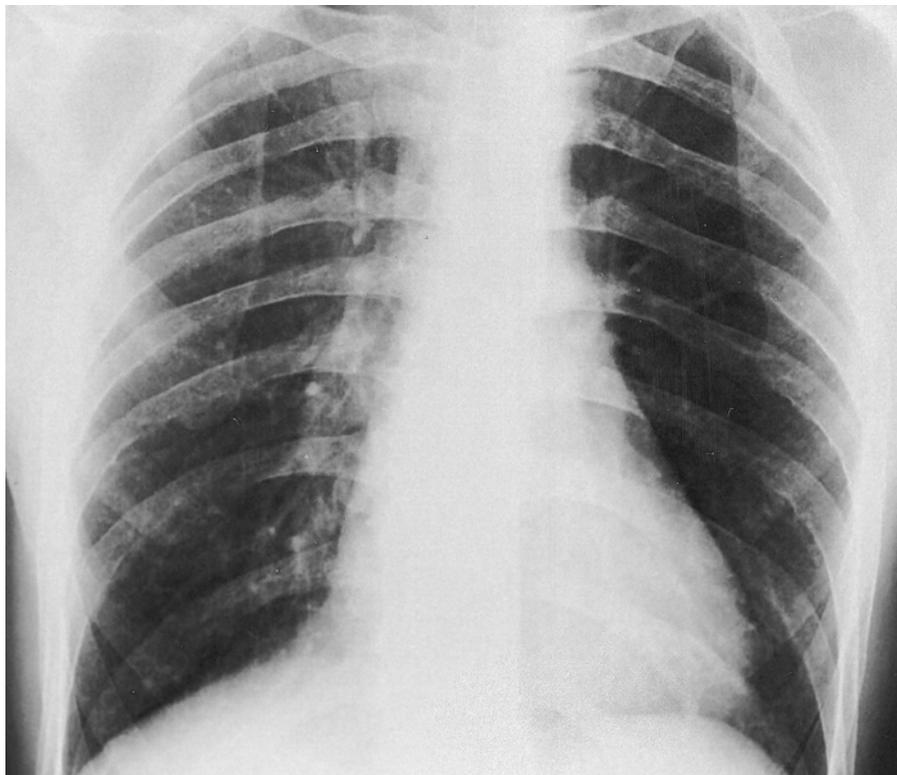


Figura 3 – Tórax PA – Notam-se a ausência do botão (croça) aórtico e a erosão das bordas inferiores dos arcos costais torácicos médios. Paciente com coarctação de aorta.



Figura 4 – Corte planigráfico do abdômen. Nota-se que a sombra renal esquerda tem menores dimensões que a direita, devido à estenose da artéria renal esquerda.

Tomografia computadorizada

A TC tem papel de destaque na pesquisa das causas da hipertensão arterial secundária, de diversas origens; no entanto, ela está formalmente contra-indicada naqueles pacientes em que se suspeita que a hipertensão esteja relacionada à doença do parênquima renal (ex.: doença policística, etc.), pois nestes casos a utilização do contraste iodado, sabidamente nefrotóxico, pode levar à aceleração da deterioração da função renal⁷.

Causas endocrinológicas

Adrenal – A TC é a modalidade preferida para avaliação das glândulas adrenais⁸. A HAS pode estar relacionada à adrenal, nos casos de hiperaldosteronismo primário (síndrome de Conn), síndrome de Cushing, feocromocitoma, hiperplasia nodular e, mais raramente, carcinoma adrenocortical. A tomografia é o exame de escolha para avaliação das adrenais, utilizando-se cortes de 3,0 mm em aparelhos helicoidais. As menores lesões detectadas à TC estão por volta de 0,5 cm⁹.

O hiperaldosteronismo primário pode ser causado por um adenoma, em 80% dos casos ou por hiperplasia nodular nos 20% restantes. Carcinoma adrenocortical é causa extremamente rara de aldosteronismo primário⁹. O achado tomográfico é, geralmente, de uma lesão única, hipodensa, bem delimitada, medindo cerca de 1,5 a 2,0 cm em média (Figura 5), porém cerca de 20% têm menos de 1,0 cm¹⁰. Quando a TC não é diagnóstica, a cintilografia com um análogo do colesterol é recomendada¹¹.

Na síndrome de Cushing as adrenais estão freqüentemente aumentadas bilateralmente; no entanto, cerca de 30% dos pacientes têm glândulas normais. Em 15% a 25% a causa é um adenoma benigno, que, em geral, me-

de mais de 2,0 cm, sendo facilmente identificável à TC¹².

Embora a hipertensão seja um dos sintomas mais comuns quando existe a suspeita de um feocromocitoma, este tumor é uma causa rara, representando menos de 1% dos pacientes com hipertensão⁹. O diagnóstico de hipertensão por feocromocitoma é clínico e laboratorial, os exames de imagem são realizados apenas para verificação dos seguintes itens: se a lesão é adrenal (90% dos casos) ou extra-adrenal (abdominal – em 98% dos casos–, torácica, etc.); uni (90%) ou bilateral⁸, como na (Figura 6). A RM e a TC têm sensibilidades semelhantes (variando de 82% a 100%) para lesões adrenais; no entanto, a RM é preferível para avaliação de lesões extra-adrenais¹³. Os achados à TC dos feocromocitomas são variáveis, porém geralmente apresentam-se como lesões nodulares, bem delimitadas, com densidade de partes moles, medindo cerca de 3,0 cm, em média.

Causas neurogênicas

Apesar de a RM ser a técnica preferida nesta avaliação, a TC pode ser utilizada na identificação de tumores cerebrais e confirmação das síndromes de hipertensão intracraniana.

Causas vasculares

A TC tem se constituído cada vez mais como um excelente método de avaliação do sistema vascular. Desde a segunda metade da década passada, com o advento da TC helicoidal e, posteriormente, dos aparelhos com multidetectores, foi possível o surgimento de várias técnicas tomográficas, incluindo a utilização de cortes finos, com duração inferior a 1 segundo, combinados com técnicas de pós-processamento dos dados. Utilizando-se várias técnicas de reconstruções tridimensionais, obtêm-se a confecção de mapas vasculares, a

angio-TC, com impressionante riqueza de detalhes anatômicos e alta resolução espacial¹⁴. Isso permitiu que apenas os casos que se beneficiariam de um procedimento intervencionista fossem

encaminhados à angiografia com subtração digital (ASD). As técnicas de reconstruções 3D pela TC helicoidal compreendem o MIP, sigla em inglês de intensidade máxima do *pixel*,

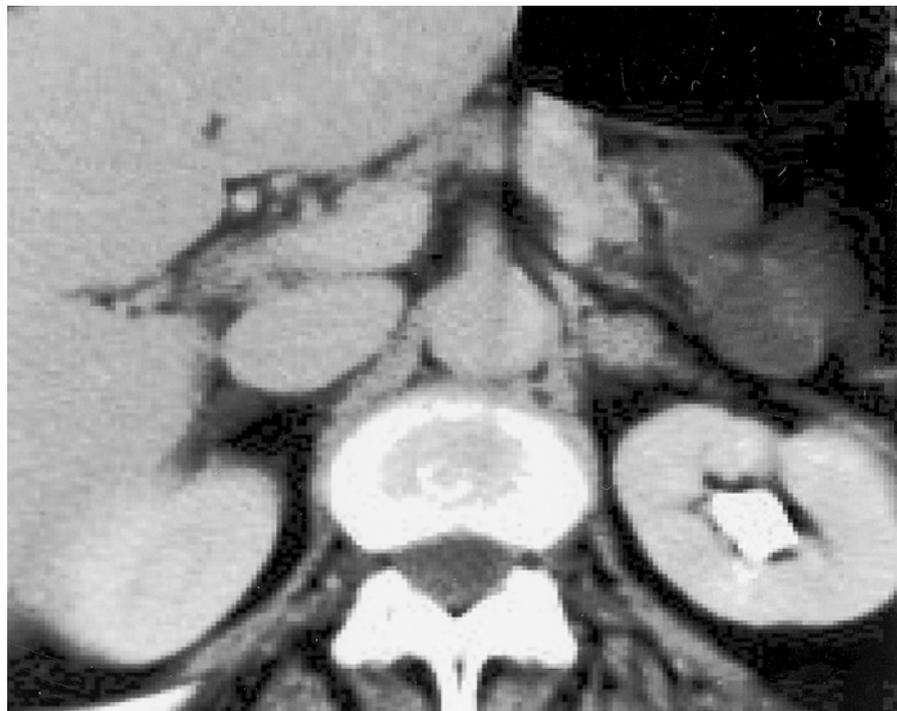


Figura 5 – Corte tomográfico do abdômen superior com contraste. Pequena lesão hipodensa, com cerca de 1,0 cm em adrenal esquerda. Adenoma em paciente com aldosteronismo primário.



Figura 6 – Corte tomográfico do abdômen superior sem contraste. Lesão nodular, bem delimitada, com centro hipodenso, com cerca de 2,5 cm em adrenal esquerda. Outra lesão discretamente hiperdensa, com cerca de 5,0 cm em adrenal direita. Feocromocitoma bilateral.

renderização de volume e de superfície (*volume and surface rendering*) e reconstruções multiplanares¹⁵. Cada uma dessas tem indicação específica, podendo-se escolher de acordo com o objetivo principal da reconstrução: avaliação do grau de estenose, morfologia de placa ateromatosa, etc. A técnica de renderização de volume é uma das mais utilizadas na elaboração de angio-TC, por demonstrar, além dos vasos, os tecidos adjacentes, permitindo melhor orientação espacial em procedimentos cirúrgicos ou endovasculares. A técnica MIP permite rotação das imagens sobre um deter-

minado eixo, o que contribui para a identificação das estruturas vasculares em todas as suas faces, porém está associada à menor orientação e resolução espacial (Figura 7).

As principais aplicações da angio-TC na avaliação da hipertensão arterial estão relacionadas à avaliação da aorta e artérias renais^{16,17}. Para avaliação das estenoses de artérias renais, a RM e a TC apresentam sensibilidades semelhantes. A angio-TC é superior na detecção de artérias acessórias e alterações distais da artéria renal e segmentares, no entanto dá-se preferência à RM naqueles

pacientes que apresentam indícios de função renal alterada, devido à nefrotoxicidade do contraste iodado, utilizado à TC⁷.

A sensibilidade da angio-TC para detecção de estenose da artéria renal (Figura 8) varia de 88% a 99%^{18,19}, segundo a literatura, de acordo com a técnica de reconstrução 3D utilizada, independente da etiologia (aterosclerótica, displasia fibromuscular, arterite, etc.). Os melhores resultados são obtidos quando há combinação de mais de uma técnica – MIP e renderização de volume, por exemplo^{20,21}. A presença de artérias renais acessórias ocorre em cerca de um terço dos pacientes, podendo surgir da aorta ou das artérias ilíacas. O uso de técnicas combinadas permite identificá-las em praticamente todos os pacientes²².

O estudo da aorta para investigação de estreitamentos, coarctação, pode ser realizado tanto pela RM como pela TC. A angio-TC é considerada um exame com acurácia comparável à ASD²³. Sua utilização se estende também ao seguimento pós-operatório, na detecção de possíveis complicações como restenoses, dissecção intimal, dilatação, bolsas, etc.¹⁷.

As vantagens mais importantes da angio-TC sobre a ASD incluem a utilização de veia periférica ao invés de punção arterial (procedimento não-invasivo), identificação da luz e parede do vaso (com possibilidade de estudo morfológico de placas ateromatosas) e visualização tridimensional.

Arteriografia

A angiografia é utilizada na hipertensão arterial, principalmente para o estudo vascular renal na pesquisa de hipertensão secundária de causa renovascular. Menos freqüentemente, utiliza-se a técnica de cateterização

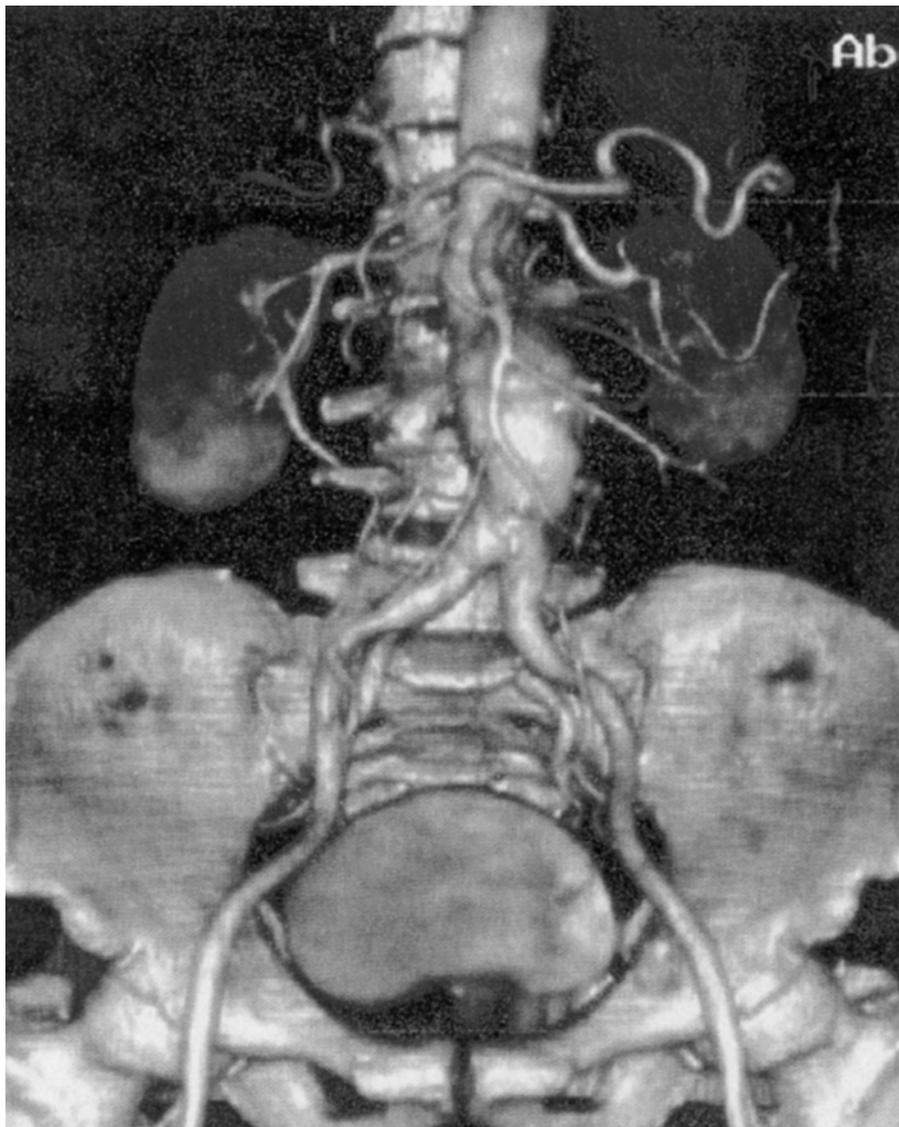


Figura 7 – Angio-TC – Reconstrução 3D com técnica MIP, mostrando aneurisma de aorta abdominal, infra-renal. (Cortesia do prof. Peter L. Cooperberg, Univ. British Columbia.)



Figura 8 – Angio-TC – Reconstrução 3D com técnica de renderização de volume mostrando estenose proximal da artéria renal esquerda. (Cortesia do prof. Peter L. Cooperberg, Univ. British Columbia.)

venosa para a colheita seletiva de sangue das veias renais ou adrenais, mas tais procedimentos são raros, hoje em dia, devido à disponibilidade de métodos de imagem seccionais mais modernos.

A arteriografia abdominal associada à arteriografia seletiva renal permanece como exame de referência para o estudo das artérias renais, não sendo utilizada como exame de *screening*, na suspeita de hipertensão renovascular, devido ao seu caráter invasivo e à existência de outros métodos não-invasivos para este fim²⁴⁻²⁶.

A tecnologia e as aplicações clínicas da angiografia com subtração digital (ASD) evoluíram muito desde sua introdução na prática médica, no início dos anos de 1980. As maiores vantagens desta técnica são a alta resolução de contraste, dada pela eliminação do problema da superposição de estruturas que existe na angiografia convencional, assim como a grande flexibilidade com que as imagens podem ser analisadas, devido ao seu formato digital, o que permite,

por exemplo, a manipulação de contraste e brilho²⁷. Além disso, com o desenvolvimento e aprimoramento da técnica de subtração digital, passou-se a utilizar menor volume de agente de contraste, diminuindo o risco de nefrotoxicidade induzida pelo contraste, nos pacientes com insuficiência renal avançada²⁸.

Existem várias causas para a estenose da artéria renal (EAR) na hipertensão renovascular (Tabela 2), sendo que as duas mais frequentes são a aterosclerose e a displasia fibromuscular.

Tabela 2 – Causas de estenose da artéria renal

Aterosclerose
Displasia fibromuscular
Dissecção da aorta e artéria renal
Arterites não-específicas (Takayasu)
Embolização arterial
Doença vascular do colágeno
Neurofibromatose
Trauma
Estenose pós-transplante
Estenose actínica

muscular²⁸⁻³¹. Atualmente, são utilizados métodos não-invasivos para o diagnóstico de EAR, como a ultrasonografia com Doppler, a angiografia por ressonância magnética ou por tomografia computadorizada, e a cintilografia renal sensibilizada com captopril. O *screening* com estes exames tem maior eficácia considerando os grupos de risco conhecidos (Tabela 3)^{28,29}.

Uma vez estabelecido o diagnóstico pelos outros métodos, a ASD pode ser utilizada para confirmação diagnóstica e, também, tem importante papel como alternativa de tratamento por procedimentos endovasculares, como a angioplastia com balão, com ou sem a implantação de *stents*^{29,31-34}.

A aterosclerose da artéria renal é a causa de hipertensão renovascular em

Tabela 3 – Grupos de risco com indicação para *screening* de estenose da artéria renal

Pacientes com hipertensão arterial de início súbito, bem documentada
Pacientes com início de HAS após 50 anos de idade, especialmente na ausência de história de HAS familiar
Pacientes que desenvolvem hipertensão arterial maligna ou resistente a drogas
Pacientes com história de hipertensão de longa data, que, de repente, desenvolvem piora acelerada
Pacientes com sopro sistólico-diafistólico no flanco
Pacientes que desenvolvem insuficiência renal durante o tratamento com inibidores da ECA
Pacientes com idade acima de 50 anos que desenvolvem insuficiência renal
Pacientes com coronariopatia ou doença arterial obstrutiva crônica significativa com hipertensão ou insuficiência renal
Pacientes com edema pulmonar recorrente com insuficiência renal ou hipertensão de difícil controle
Mulheres jovens que desenvolvem hipertensão

cerca de 63% dos adultos e é, geralmente, uma manifestação de doença vascular difusa. A EAR aterosclerótica deve ser considerada uma doença progressiva, com piora do quadro em 40% a 50% dos casos. Na verdade, a progressão para oclusão total é descrita em cerca de 7% a 37% dos pacientes com estenose inicial maior do que 60%²⁹. Em pacientes com EAR de, no mínimo, 60%, ocorre redução de mais de 1,0 cm no comprimento renal em 26% dos rins, durante uma média de 14,4 meses de seguimento. Redução da função excretora é descrita em 46% dos pacientes seguidos por período de 6 a 78 meses. Além disso, cerca de 22% dos pacientes com idade maior que 50 anos, com insuficiência renal progressiva, têm EAR significativa; a ausência de hipertensão é vista em cerca de 40% destes pacientes. Quando há desenvolvimento de doença renal terminal, nestes pacientes, a taxa de mortalidade precoce é entre 30% e 87%²⁹.

Os achados de aterosclerose de artéria renal no exame angiográfico incluem a irregularidade de contornos com estreitamento variável da luz, podendo atingir todo o comprimento da artéria, sendo, porém, mais frequente e acentuado o envolvimento ostial (Figura 9).

Apesar de a EAR aterosclerótica ser uma das causas mais frequentes de hipertensão renovascular, a presença de uma estenose não significa necessariamente que o paciente tenha hipertensão, ou que a hipertensão, se existente, seja devido à EAR, sendo interessante notar que o diagnóstico de hipertensão renovascular só será realmente confirmado se houver melhora dos índices da pressão arterial após a revascularização renal³⁵.

A displasia fibromuscular ocorre tipicamente em mulheres jovens e afeta os dois rins em dois terços dos

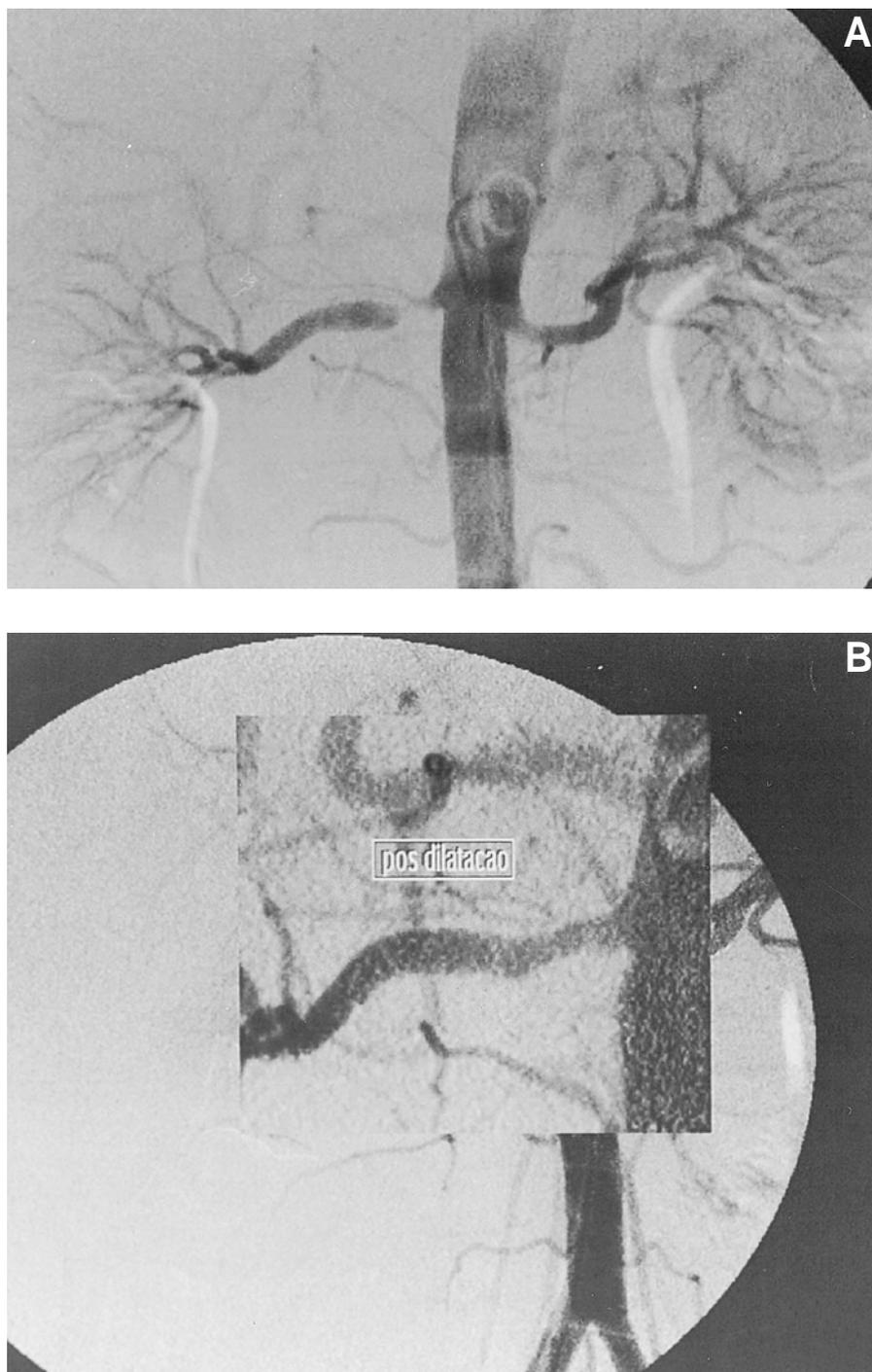


Figura 9 – A: ASD - estenose proximal da artéria renal direita. B: pós-angioplastia com excelente resultado.

casos. O tipo histológico mais comum é a fibroplasia da camada média, a qual corresponde a quase 85% das EARs por displasias. As alterações histopatológicas características são a desorganização e a ruptura da arquitetura da musculatura lisa da camada média. O excessivo acúmulo de tecido

fibroso leva à formação de áreas de espessamento da média e dilatações aneurismáticas, que se alternam, levando ao aspecto clássico de contas de colar, típico da angiografia (Figura 10). Tradicionalmente, a fibroplasia média está localizada na porção distal da artéria renal principal, com exten-



Figura 10 – Angiografia renal direita mostrando artéria em contas de colar, típico de displasia fibromuscular.

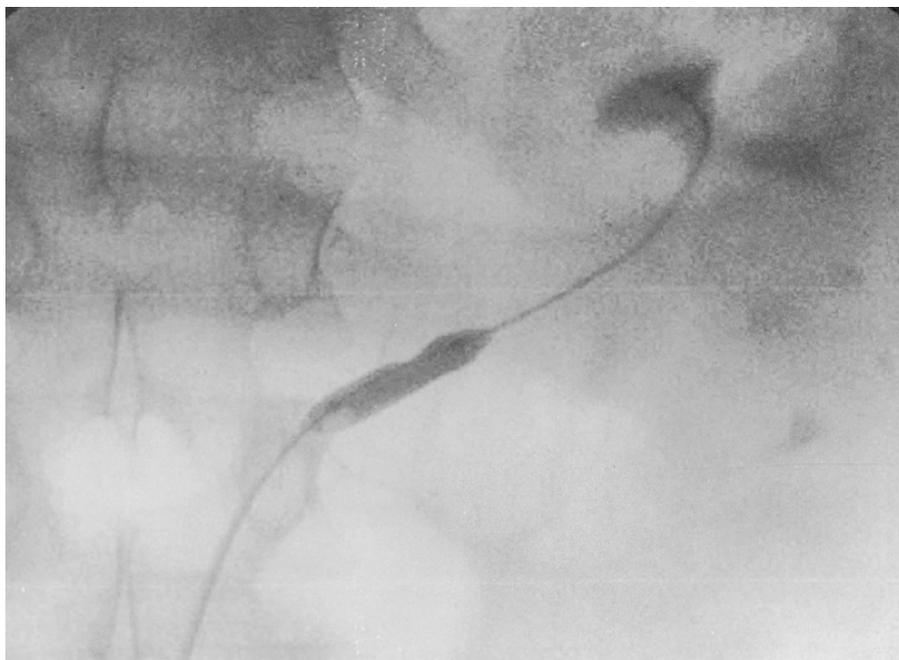


Figura 11 – Angioplastia percutânea. Balão insuflado no interior da artéria renal esquerda.

são para os ramos de primeira ordem em cerca de 25% dos pacientes. A taxa de progressão da fibroplasia média está descrita como sendo entre 12% e 66%; no entanto, é incomum a oclusão arterial total.

Entre as alternativas de tratamento da hipertensão renovascular existem a revascularização cirúrgica e a percutânea endovascular, mas, apesar de o tratamento clínico medicamentoso ser eficaz no controle da hipertensão, a hipoperfusão renal resultante pode levar à insuficiência renal³⁶.

A revascularização pela técnica de angioplastia percutânea endovascular (APE) tem-se tornado a primeira opção de tratamento para a EAR, principalmente nos casos de displasia fibromuscular, com índices de sucesso técnico entre 88% e 100%, com obtenção de cura em cerca de 40% dos pacientes e melhora da hipertensão e da função renal em cerca de 51%³⁷⁻³⁹. Ainda assim, existem controvérsias quanto ao real benefício desse procedimento³⁸⁻⁴⁰.

A técnica é variável e dependente de materiais que estão em evolução tecnológica contínua, mas, de modo geral, utiliza-se cateterização seletiva da artéria renal, com sistema co-axial de cateter-guia, fio-guia e cateter-balão, permitindo a expansão do balão no local da estenose e determinando sua dilatação (Figura 11)²⁹. Entre as indicações para a colocação de *stent* na artéria renal, estão o insucesso da APE (estenose residual maior que 30%, presença de descolamento intimal obstrutivo ou gradiente sistólico residual maior que 10 mmHg), a rápida recorrência da lesão aterosclerótica após a APE e a presença de EAR ostial^{29,41}.

Abstract

X-ray, angiography, computed tomography

Conventional Radiology has a minor role in the evaluation of systemic arterial hypertension and imaging findings are very rare. Helical computed tomography has

been extensively used in the evaluation of possible causes and follow-up of secondary hypertension, mainly in the assessment of adrenal and vascular conditions, the later with the new angio-CT techniques. Digital subtraction angiography has no longer been used for diagnosis, but has been successfully used as a therapeutic method.

Keywords: Hypertension; Diagnostic imaging; Radiology.

Rev Bras Hipertens 10: 30-39, 2003

Referências

- Oigman W, Neves MFT. Hipertensão arterial no idoso. *Rev Bras Medicina* 1999;56:193-206.
- Sobrinho JHM. Variações na forma e dimensões do coração. In: Sobrinho JHM. *Radiologia do Coração*. 1 ed. São Paulo: Sarvier, 1980; p. 30-45.
- Hoffman RB, Rigler GL. Evaluation of left ventricular enlargement in the lateral projection of the chest. *Radiology* 1965; 85:93-100.
- Eyler WR, Wayne DR, Rhodenbaugh JE. The importance of the lateral view in the evaluation of left ventricular enlargement in Rheumatic Heart Disease. *Radiology* 1959;73:56-61.
- Tonkin IL. Imaging of pediatric congenital heart disease. *J Thorac Imaging* 2000;15:274-9
- Eisenberg R. Padrões genito-urinários. In: Eisenberg R (ed.). *Diagnóstico diferencial por imagem*. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan, 1997; p. 542-3.
- Pedersen EB. New tools in diagnosing renal artery stenosis. *Kidney International* 2000;57:2657-77.
- Lockhart ME, Smith J, Kenney PJ. Imaging of adrenal masses. *Eur J of Radiol* 2002;41:95-112.
- Mayo-Smith WW, Boland GW, Noto RB, Lee ML. State-of-art adrenal imaging. *Radiographics* 2001; 21:995-1012.
- Dunnick NR, Leight GS, Robidoux MA. CT in diagnosis of primary aldosteronism: sensitivity in 29 patients. *Am J Roentgenol* 1993;160:321-4.
- Ikeda DM, Francis IR, Glazer GM et al. The detection of adrenal tumors and hyperplasia in patients with primary aldosteronism: comparison of scintigraphy, CT and MR imaging. *Am J Roentgenol* 1989;159:301-6.
- Kenney PJ, Lee JKT. The adrenals. In: Lee JKT, Heiken JP, Sagel SS, Stanley RJ (eds.). *Computed body tomography with MRI correlation*. 3 ed. Philadelphia, Pa: Saunders, 2000; p.1185-9.
- Goldstein RE, O'Neill Jr. JA, Holcomb GW et al. Clinical experience over 48 years with pheochromocytoma. *Ann Surg* 1999;229:755-64
- Kuszyk BS, Fishman EK. Technical aspects of CT angiography. *Semin Ultrasound CT MR* 1998;19:383-93.
- Johnson PT, Heath DG, Kuszyk BS, et al. CT angiography with volume rendering: advantages and applications in splanchnic vascular imaging. *Radiology* 1996; 200:564-8.
- Fishman EK. CT angiography: clinical applications in the abdomen. *Radiographics* 2001;21:S3-S16.
- Becker C, Soppa C, Fink U, et al. Spiral CT angiography and 3D reconstruction in patients with aortic coarctation. *Eur Radiol* 1997;7:1473-7.
- Elkohen M, Beregi JP, Deklunder G, et al. A prospective study of helical computed tomography angiography versus angiography for the detection of renal artery stenoses in hypertensive patients. *J Hypertens* 1996;14(4): 525-8.
- Prokop M. CT angiography of the abdominal arteries. *Abdom Imaging* 1998;23(5):462-8.
- Olbricht CJ, Paul K, Prokop M, et al. Minimally invasive diagnosis of renal artery stenosis by spiral computed tomography angiography. *Kidney Int* 1995;48(4):1332-7.
- Rubin GD, Napel S. Helical CT angiography of renal artery stenosis. *Am J Roentgenol* 1997;168(4):1109-11.
- Johnson PT, Halpern EJ, Kuszyk BS, et al. Renal artery stenosis: CT angiography-comparison of real-time volume-rendering and maximum intensity projection algorithms. *Radiology* 1999;211(2):337-43.
- Schaffler GJ, Sorantin E, Groell R, et al. Helical CT angiography with maximum intensity projection in the assessment of aortic coarctation after surgery. *Am J Roentgenol* 2000;175(4):1041-5.
- Derkx FH, van Jaarsveld BC, Krijnen P, et al. Renal artery stenosis towards the year 2000. *J Hypertens* 1996;14 (suppl):S167-72.
- Karasch T, Rubin J. Diagnosis of renal artery stenosis and renovascular hypertension. *Eur J Ultrasound* 1998;7 (suppl 3):S27-39.
- Grenier N, Trillaud H. Current methods for diagnosing renal artery stenosis. *Rev Med Interne* 2001;22:549-59.
- Baum S. Abrams' Angiography. Lippincott: Raven, 1998.
- McLaughlin K, Jardine AG, Moss JG. ABC of arterial and venous disease. Renal artery stenosis. *Brit Med Journal* 2000;320:1124-7.
- Matsumoto AH. Renal artery stenosis: diagnosis and therapy. *RSNA Categorical Course in Vascular Imaging* 1998:229-42.
- Woolfson RG, Rahman MK, Saeed S. Renal artery stenosis: diagnosis and management. *Indian Heart J* 2002; 54:261-5.

31. Vashist A, Heller EN, Brown Jr. EJ, et al. Renal artery stenosis: a cardiovascular perspective. *Am Heart J* 2002; 143:559-64.
32. Geroulakos G, Missouriis C, Mitchell A, et al. Endovascular treatment of renal artery stenosis. *J Endovasc Ther* 2001; 8:177-85.
33. Imamura H, Isobe M, Takenaka H, et al. Successful stenting of bilateral renal artery stenosis due to fibromuscular dysplasia assessed by use of pressure guidewire technique: a case report. *Angiology* 1998;49:69-74.
34. Olin JW. Atherosclerotic renal artery disease. *Cardiol Clin* 2002;20:547-62.
35. Krzesinski JM. Diagnostic criteria for renovascular hypertension. *Acta Chir Belg* 2002;102:159-66.
36. Dean RH, Kieffer RW, Smith BM, et al. Renovascular hypertension: anatomic and renal function changes during drug therapy. *Arch Surg* 1981; 116:1408-15.
37. Klinge J, Mali WP, Puijlaert CB, et al. Percutaneous transluminal renal angioplasty: initial and long-term results. *Radiology* 1989;171:501-6.
38. Nordmann AJ, Woo K, Parkes R, et al. Balloon angioplasty or medical therapy for hypertensive patients with atherosclerotic renal artery stenosis? A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Med* 2003;114:44-50.
39. Tegtmeyer CJ, Selby JB, Hartwell GD, et al. Results and complications of angioplasty in fibromuscular disease. *Circulation* 1991;83:1155-61.
40. Ives NJ, Wheatley K, Stowe RL, et al. Continuing uncertainty about the value of percutaneous revascularization in atherosclerotic renovascular disease: a meta-analysis of randomized trials. *Nephrol Dial Transplant* 2003;18:298-304.
41. Trost DW, T.A. S. Renal artery angioplasty and stent placement: indications and results. In: Perter BA Becker G.J. B (eds.). *Vascular intervention: a clinical approach*. New York: Thieme, 1997; p.575-83.