

Parâmetros Diretos do Duplex Scan no Diagnóstico da Estenose da Artéria Renal. Estudo de Validação e Otimização dos Pontos de Corte

Direct Duplex Scanning Parameters in the Diagnosis of Renal Artery Stenosis. A Study to Validate and Optimize Cut-off Points

Carla Motta Cardoso^{1,2}, Sérgio Salles Xavier¹, Gaudencio Espinosa Lopez¹,
Tatiana Marlowe Cunha Brunini²

Departamento de Radiologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro¹ e Total Care - Amil² - Rio de Janeiro, RJ

OBJETIVO

Testar o desempenho dos parâmetros diretos do duplex scan no diagnóstico da estenose da artéria renal (EAR) e verificar se os pontos de corte recomendados pela literatura são os mais adequados para se discriminar a gravidade da lesão.

MÉTODOS

Estudo prospectivo, incluindo 62 pacientes portadores de EAR, submetidos ao duplex scan, seguido da arteriografia seletiva. O pico de velocidade sistólico (PVS) e a relação renal-aorta (RRA) foram mensurados. A análise estatística incluiu a curva ROC (receiver operating characteristic curve), *t test student* não pareado a sensibilidade, especificidade, os valores preditivos positivo e negativo, e a acurácia.

RESULTADOS

A arteriografia revelou EAR 0-59% em 31 artérias (24%); EAR 60-99% em 91 artérias (72%) e 5 oclusões (4%). A análise de ROC mostrou que o PVS e a RRA apresentaram desempenho semelhante na detecção da lesão, cujas áreas sob as curvas foram 0,96 e 0,95, respectivamente. Considerando os pontos de corte recomendados pela literatura, o PVS de 180 cm/s apresentou sensibilidade de 100% e especificidade de 81%, enquanto que a RRA de 3,5 apresentou sensibilidade de somente 79%, com 93% de especificidade. Estes parâmetros foram analisados de forma conjugada (critério direto), revelando 79% de sensibilidade e 97% de especificidade. Os pontos de corte otimizados foram: PVS de 189 cm/s e RRA de 2,6, demonstrando 100%, 87%, 96% e 87% de sensibilidade e especificidade para o PVS e para a RRA, respectivamente.

CONCLUSÃO

O uso isolado do PVS otimizado apresentou o melhor desempenho na detecção e na gradação da EAR.

PALAVRAS-CHAVE

Estenose da artéria renal, duplex scan, pico de velocidade sistólico.

OBJECTIVE

To test the efficiency of the direct duplex scanning parameters in the diagnosis of renal artery stenosis (RAS), and verify whether or not the cut-off points recommended by medical literature are the most appropriate means to distinguish lesion severity.

METHODS

Prospective study, including 62 patients with RAS, submitted to a duplex ultrasound scan and selective arteriography. The peak systolic velocity (PSV) and the renal-aortic ratio (RAR) were measured. Statistical analysis included the ROC (receiver operating characteristic curve), unpaired student's *t-test*, sensitivity, specificity, positive and negative predictive values and accuracy.

RESULTS

The arteriography revealed RAS 0-59% in 31 arteries (24%); RAS 60-99% in 91 arteries (72%) and 5 occlusions (4%). ROC analysis demonstrated that the lesion detection efficiency of PSV and RAR were similar with areas below the curves of 0.96 and 0.95, respectively. Considering the cut-off points recommended by medical literature, PSV of 180 cm/sec presented a sensitivity of 100% and specificity of 81%, while the RAR of 3.5 presented a sensitivity of only 79%, with a specificity of 93%. These parameters were analyzed in conjunction (direct criteria) revealing a sensitivity of 79% and specificity of 97%. The optimized cut-off points were: PSV of 189 cm/sec and RAR of 2.6, demonstrating sensitivity and specificity rates of 100%, 87%, 96% and 87% respectively.

CONCLUSION

The individual use of optimized peak systolic velocity (PSV) was the most efficient parameter in the detection and grading of RAS.

KEY WORDS

Renal artery stenosis, duplex scanning, systolic peak velocity.

Correspondência: Carla Motta Cardoso • Praça Miguel Osório, 120/209 - Bl. 3B - 22790-190 - Rio de Janeiro, RJ
E-mail: carlamcardoso@uol.com.br

Recebido em 30/01/05 • Aceito em 22/08/05

A hipertensão arterial é considerada a doença mais prevalente do mundo, acometendo cerca de 10-20% da população adulta¹ e aproximadamente 50% da população a partir da sétima década de vida². Cerca de 5-10% apresentam hipertensão arterial secundária³, podendo alcançar 50% numa população de hipertensos com quadro clínico bem definido⁴. A estenose da artéria renal é a causa mais freqüente de hipertensão secundária e a de mais simples identificação⁵. Excetuando-se o uso de anticoncepcionais orais, é a causa de hipertensão secundária que melhor responde ao tratamento, podendo ser mais facilmente controlada, ou até mesmo curada, com a intervenção cirúrgica⁶. Mais de 90% das estenoses das artérias renais são causadas por aterosclerose obliterante (AEO) e, uma minoria, causada por fibrodysplasia muscular (FDM)⁷.

Aproximadamente um quarto dos pacientes com EAR pode evoluir para nefropatia isquêmica⁸. Estima-se que cerca de 20% de todos os pacientes em fase terminal da insuficiência renal, em programa de hemodiálise permanente, tiveram a hipertensão renovascular como a causa da insuficiência renal⁹. Desta forma, todo paciente com hipertensão arterial e insuficiência renal crônica progressiva deve ser investigado, para excluir a hipótese de hipertensão renovascular (HRV) e evitar, assim, que o dano renal evolua irreversivelmente para a atrofia¹⁰.

Atualmente, uma variedade de testes diagnósticos para o rastreamento da EAR está cada vez mais disponível. Um exame de triagem deve ser, preferencialmente, inócuo, de baixo custo, que dispense o uso de contraste nefrotóxico ou de radiação ionizante e, sobretudo, que apresente alta sensibilidade, com elevado valor preditivo negativo¹¹.

A aplicação do *duplex scan* para investigação da EAR começou a ser empregada há pouco mais de duas décadas, após o sucesso obtido no estudo das carótidas e na avaliação pós-operatória dos transplantes renais¹²⁻¹⁵. Seu emprego foi possível graças ao desenvolvimento dos transdutores de baixa freqüência e às modernas técnicas de processamento de imagem, que permitiram a detecção dos vasos abdominais mais profundos¹⁶.

Inicialmente, alguns critérios para a detecção da EAR se basearam nos parâmetros utilizados para a avaliação das carótidas como, por exemplo, o PVS maior que 100 cm/s, a ausência do fluxo durante a diástole, e o borramento do Doppler espectral durante a sístole (equivalente à turbulência no modo colorido)¹², entre outros. Posteriormente, pesquisadores da Universidade de Washington propuseram um novo critério de avaliação da EAR, através da relação renal-aorta (RRA) de 3,5^{6,15-17}, e do pico de velocidade sistólico (PVS) de 180 cm/s^{15,18}. Tais critérios foram aceitos e amplamente utilizados por diversas publicações, até os dias de hoje, gerando um abandono dos demais critérios.

Atualmente, com o emprego da curva ROC na radiologia novos estudos estão sendo publicados a fim de testar os pontos de corte estabelecidos pela literatura, abrindo uma nova frente de debate a respeito da sua validade. Assim, este trabalho se propôs a testar, através da análise de ROC, o desempenho dos parâmetros diretos do *duplex scan*, no diagnóstico da EAR e verificar se os pontos de corte recomendados pela literatura são os mais adequados para discriminar a gravidade da lesão.

MÉTODOS

Este é um estudo prospectivo, realizado através de um estudo inter-institucional, entre o Departamento de Radiologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Rio de Janeiro e o setor de Diagnóstico por Imagem do *Total Care*. Aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da UFRJ.

O estudo foi realizado num período compreendido entre agosto de 2002 a agosto de 2004. Foram investigados 78 pacientes e 159 artérias renais. Os pacientes foram provenientes de duas diferentes origens. Sessenta e três pacientes foram encaminhados pela cirurgia vascular após a detecção de EAR 60-99%, diagnosticada pela arteriografia convencional. A história clínica de tais pacientes ou era de claudicação intermitente e múltiplos fatores de risco para doença aterosclerótica, ou era para investigação de EAR. E a minoria constou de 15 pacientes encaminhados pela clínica cardiológica, com história de hipertensão refratária, em uso de três ou mais drogas anti-hipertensivas, com ou sem fatores de risco para doença cardiovascular, sendo considerados, então, como de alta probabilidade pré-teste para EAR.

O *duplex scan* foi realizado em todos os pacientes, sendo que, no grupo dos pacientes que apresentavam a arteriografia convencional, o médico ecografista não dispunha do conhecimento prévio desta, nem do lado comprometido, nem da gravidade da lesão. E no segundo grupo, dos pacientes sem arteriografia convencional, somente aqueles que apresentavam *duplex scan* positivo (EAR 60-99%) foram encaminhados para a confirmação diagnóstica, pela arteriografia seletiva. Desta forma, foram incluídos, no estudo, 62 pacientes (127 artérias renais) com estenose grave (EAR 60-99%) em pelo menos um dos lados.

O critério de exclusão foi a ausência de EAR 60-99% em pelo menos uma das artérias renais (pois estes pacientes não teriam indicação para a realização da arteriografia seletiva). Além destes, foram excluídos os pacientes cujos exames de *duplex scan* não obedeceram ao protocolo proposto para o estudo; assim como os pacientes com história de cirurgias prévias, por angioplastia com colocação de stent, ou por revascularização da artéria renal.

Os exames de duplex scan foram realizados pelo mesmo médico ecografista, um dos autores do presente trabalho (CMC), utilizando o equipamento da marca Hewlett Packard, modelo sonus 4.500 e transdutores setorial de 1,8 – 4,0 MHz e convexo de 3,0 – 3,5 MHz. O preparo do paciente foi jejum absoluto de 12 horas. Todos os pacientes foram submetidos à arteriografia seletiva (exame padrão), com até três meses de realização do *duplex scan*, devido à indicação terapêutica de angioplastia percutânea. Cada arteriografia foi avaliada por dois observadores, de forma independente, um deles co-autor do presente trabalho (GEL). A graduação da lesão foi realizada através da observação visual, sendo efetuada a mensuração quantitativa (pelos traçados próprios do programa computacional) somente nos casos de estenoses limítrofes ou discordantes. Os achados da arteriografia foram classificados em três grupos: artéria normal ou com lesão de leve a moderada (EAR 0-59%); estenose grave (EAR 60-99%) e oclusão.

Parâmetros analisados: PVS e RRA - O protocolo de realização do exame foi iniciar a abordagem transabdominal, no decúbito dorsal, para a visualização da aorta e dos ostios das artérias renais e, em seguida, a abordagem através dos flancos, nos decúbitos laterais direito e esquerdo, para a detecção dos trajetos das artérias renais até os hilos.

A avaliação incluiu a detecção do maior PVS, ao longo de todo o trajeto da artéria renal, sob o ângulo de incidência do Doppler fixado a 60°. O ponto de corte recomendado pela literatura, de 180 cm/s^{15,18,19}, foi considerado para discriminar a gravidade da lesão (EAR 60-99%).

Entende-se por RRA a razão entre o PVS detectado na artéria renal, pelo PVS na aorta. O ponto de corte recomendado pela literatura da RRA de 3,5^{6,15-19} foi considerado para a graduação da lesão em 60-99%. O PVS (sob o ângulo de insonação fixado a 60°), na aorta, foi obtido num espaço compreendido entre as origens das artérias mesentérica superior e das renais, afastando-se tanto quanto possível da presença de dilatações ou estenoses locais da aorta. O PVS e a RRA foram analisados, de forma conjugada, no chamado critério direto e, posteriormente, foram calculados os resultados de cada variável, isoladamente. Para a classificação da gravidade da estenose, foram adotados os critérios de Strandness e cols., conforme demonstrado no quadro 1^{18,19}. A oclusão da artéria renal foi considerada, quando nenhum sinal de fluxo foi obtido ao longo do seu trajeto e a mensuração do comprimento longitudinal do rim foi inferior a 9,0 cm^{18,19}.

Quadro 1 - Critério de classificação da gravidade da estenose da artéria renal e da oclusão proposto por Strandness e cols.^{18,19}

PVS < 180 cm/s	exame normal
PVS < 180 cm/s	estenose não graduada
PVS > 180 cm/s e RRA < 3,5	estenose < 60%
PVS > 180 cm/s e RRA > 3,5	estenose > 60%
Artéria renal sem fluxo e rim < 9,0 cm	oclusão
PVS- pico de velocidade sistólico; RRA- relação renal-aorta	

Não foi objetivo do presente estudo a inclusão da análise da artéria renal acessória, exceto nos casos em que havia oclusão da artéria renal principal, com o fluxo se fazendo através de uma artéria acessória pária.

A análise estatística foi realizada através do programa computacional Statistical Package for the Social Sciences (SPSS). Com a utilização do *t test student* não pareado, foi possível a comparação entre as médias e os desvios padrões (DP) de cada parâmetro do duplex scan, na avaliação da estenose da artéria renal, possibilitando analisar o desempenho de cada um na detecção e na graduação da lesão. Todas as diferenças foram consideradas estatisticamente significantes, quando $P < ,005$. A curva Receiver Operating Characteristic (ROC) permitiu a análise de cada parâmetro testado, possibilitando a avaliação das áreas sob as curvas e a otimização dos respectivos pontos de corte. Os cálculos da sensibilidade, especificidade, valor preditivo positivo, valor preditivo negativo e acurácia foram realizados para cada parâmetro, isoladamente, e de forma conjugada.

RESULTADOS

Neste estudo, foram avaliadas pelo duplex scan e pela arteriografia seletiva, 127 artérias renais em 62 pacientes. A amostra contou com 37 mulheres (60%) e 25 homens (40%). As idades variaram entre 22 e 86

Tabela 1 - Resultados das arteriografias seletivas no diagnóstico da estenose da artéria renal.

Grau da Estenose	No de Artérias (n)	(%)
0-59%	31	24%
60-99%	91	72%
Oclusão	05	04%
Total	127	100%

anos (média 66,9 anos \pm 10,9). Foi obtida uma taxa de sucesso técnico de 100% na detecção da artéria renal, pelo duplex scan. Os resultados da arteriografia foram listados na tabela 1.

O comprometimento bilateral de 60-99% esteve presente em 28 pacientes (45%). Houve um caso (1,6%) de EAR 60-99%, numa paciente com rim único solitário (com história de nefrectomia prévia, devido a atrofia renal). Dos cinco pacientes que apresentavam oclusão da artéria renal, dois rins eram supridos por artéria renal acessória. Nos outros dois pacientes, a artéria renal acessória localizava-se no rim contra-lateral à oclusão, somando quatro casos de artérias renais acessórias. As demais artérias renais acessórias não foram contabilizadas e, portanto, não entraram no cálculo das variáveis numéricas. Assim, foram incluídas na planilha de cálculo as 118 artérias renais principais e as quatro artérias renais acessórias, excluindo-se as cinco oclusões, num total de 122 artérias.

Quanto à etiologia da lesão, a aterosclerose obliterante (AEO) esteve presente em 55 pacientes (89%) e a fibrodysplasia muscular (FDM) em 7 pacientes (11%). A tabela 2 mostra a

ocorrência da estenose conforme a idade, o sexo, os fatores de risco e os níveis séricos da uréia e creatinina, de acordo com a etiologia da lesão:

Parâmetros analisados: PVS e RRA

O PVS e a RRA apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os grupos dos pacientes com EAR 0-59% e EAR 60-99% ($P < 0,005$), como mostra a tabela 3.

A análise de ROC revelou que o PVS e a RRA apresentaram áreas semelhantes abaixo da curva, isto é, de 0,96 e 0,95, respectivamente (quando a maior área possível foi definida como 1,0). A análise de ROC proporcionou a otimização dos pontos de corte do PVS de 189 cm/s da RRA de 2,6, como mostram a figura 1 e a tabela 4.

Os resultados foram analisados isoladamente com os diferentes pontos de corte. O PVS foi o parâmetro que melhor atendeu no diagnóstico da lesão, apresentando 100% de sensibilidade para ambos os pontos de corte de 180 e de 189 cm/s, e especificidade de 81% e 87%, respectivamente. O ponto de corte da RRA de 3,5 apresentou baixa sensibilidade (79%) e alta especificidade (93%), havendo uma acentuada melhora após a otimização deste. Estes resultados foram listados na tabela 5.

A análise de ROC mostrou que a análise conjugada do critério direto foi beneficiada após a otimização dos pontos de corte, como listado na tabela 6.

Figura 2 mostra um exemplo de uma paciente do sexo feminino, de 78 anos, com história de diabetes e dislipidemia e agravamento súbito da hipertensão arterial

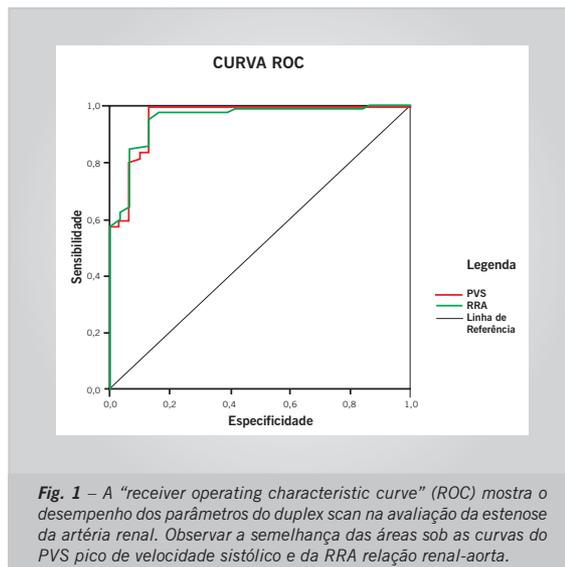


Fig. 1 – A “receiver operating characteristic curve” (ROC) mostra o desempenho dos parâmetros do duplex scan na avaliação da estenose da artéria renal. Observar a semelhança das áreas sob as curvas do PVS pico de velocidade sistólico e da RRA relação renal-aorta.

Tabela 2 - Características gerais da população, de acordo com a etiologia da estenose da artéria renal.

	AEO	FDM	p
Idade *	69,3 ± 7,8 anos	48,1 ± 14,3 anos	0,001
Sexo ♀	56,4 %	85,7 %	0,140
HAS	100 %	100 %	1
Tabagismo **	52,7 %	28,6 %	0,297
Vasculopatia associada	89 %	14,3 %	0,001
DM	40 %	0 %	0,037
Dislipidemia	89 %	57 %	0,024
Uréia sérica*	56,7 ± 26,3 mg/ dl	51,8 ± 39,6 mg/ dl	0,668
Creatinina sérica *	1,5 ± 1,01 mg/ dl	1,6 ± 1,9 mg/ dl	0,903

AEO- aterosclerose obliterante; FDM- fibrodissplasia muscular. * Valores médios e DP; **Tabagismo: fumantes + ex-fumantes; P valor < 0,005 significativo; 95% de intervalo de confiança.

Tabela 3 – Resultados dos parâmetros do duplex scan, obtidos isoladamente, de acordo com a graduação da estenose da artéria renal (EAR) de 0-59% e 60-99%

Parâmetro	*EAR 0-59%	**EAR 60-99%	p
PVS	155,4 ± 72,9	431,5 ± 172,1	< ,005
RRA	1,86 ± 0,89	5,46 ± 2,67	< ,005

PVS- pico de velocidade sistólico (cm/s); RRA- relação renal-aorta. Valores das médias ± desvio padrão. P valor < 0,005 significativo; * 95% de intervalo de confiança.

Tabela 4 - Verificação do desempenho e otimização dos pontos de corte dos parâmetros diretos do duplex scan, através da análise de ROC

ROC	Área	Erro Padrão	p	Limite Inferior*	Limite Superior*	Ponto de Corte
PVS	0,962	0,020	0,001	0,922	1,002	189
RRA	0,954	0,021	0,001	0,914	0,995	2,6

PVS- pico de velocidade sistólico (cm/s); RRA relação renal-aorta; P valor < 0,005 significativo; ROC- receiver operating characteristic curve; *95% de intervalo de confiança.

Tabela 5 - Resultados obtidos a partir de cada parâmetro testado isoladamente, com os pontos de corte recomendados pela literatura e os determinados pela curva ROC

	Ponto de corte	S	E	VPP	VPN	A
PVS	180	100%	81%	94%	100%	95%
PVS	189	100%	87%	96%	100%	97%
RRA	3,5	79%	93%	97%	60%	83%
RRA	2,6	96%	87%	96%	87%	93%

PVS - pico de velocidade sistólico de 180 cm/s e 189 cm/s; RRA - relação renal-aorta de 3,5 e 2,6; S - sensibilidade; E - especificidade; VPP - valor preditivo positivo; VPN - valor preditivo negativo; A - acurácia.

Tabela 6 - Resultados obtidos do critério direto (conjugado) a partir dos pontos de corte recomendados pela literatura e os determinados pela curva ROC

	S	E	VPP	VPN	A
PVS 189 cm/s e RRA 3,5	79%	97%	99%	61%	84%
PVS 189 cm/s e RRA 2,6	96%	94%	98%	89%	95%

Critério direto: PVS - pico de velocidade sistólico e RRA - relação renal-aorta; S - sensibilidade; E - especificidade; VPP - valor preditivo positivo; VPN - valor preditivo negativo; A - acurácia.

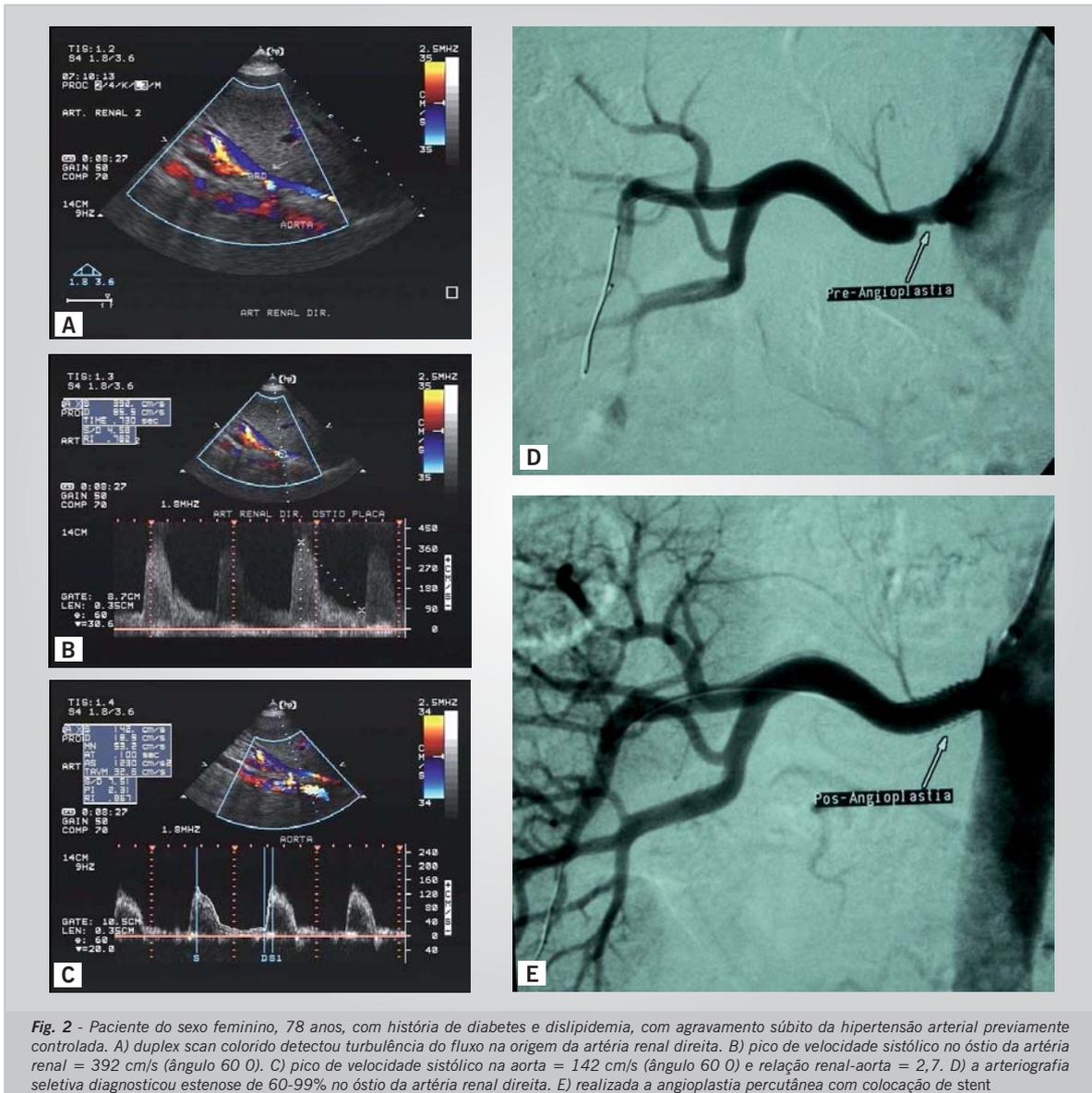


Fig. 2 - Paciente do sexo feminino, 78 anos, com história de diabetes e dislipidemia, com agravamento súbito da hipertensão arterial previamente controlada. A) duplex scan colorido detectou turbulência do fluxo na origem da artéria renal direita. B) pico de velocidade sistólico no óstio da artéria renal = 392 cm/s (ângulo 60°). C) pico de velocidade sistólico na aorta = 142 cm/s (ângulo 60°) e relação renal-aorta = 2,7. D) a arteriografia seletiva diagnosticou estenose de 60-99% no óstio da artéria renal direita. E) realizada a angioplastia percutânea com colocação de stent

tornando-se refratária ao uso das três medicações anti-hipertensivas vigentes. O *duplex scan* colorido detectou estenose ostial da artéria renal direita com PVS = 392 cm/s e RRA = 2,7. Considerando os pontos de corte recomendados pela literatura, esta estenose se enquadraria no grupo de EAR 0-59%. Entretanto, a arteriografia seletiva revelou EAR 60-99%. Este resultado falso negativo do *duplex scan*, com os pontos de corte recomendados pela literatura, demonstra o elevado limite da RRA de 3,5.

DISCUSSÃO

Este estudo revelou três achados de especial interesse: 1) os pontos de corte determinados pela curva ROC tiveram um desempenho diagnóstico significativamente superior aos recomendados pela literatura, principalmente em referência à RRA. 2) o PVS foi o parâmetro isolado que apresentou melhor desempenho no diagnóstico e na graduação da estenose da artéria renal. 3) a adoção de um critério direto, conjugado, melhorou a especificidade, com discreta queda na sensibilidade.

Embora a HRV seja uma doença de baixa prevalência, a elevada prevalência (75%) obtida na nossa casuística foi devido à inclusão seletiva dos pacientes portadores de EAR 60-99%, em pelo menos um dos lados. Como se sabe, uma baixa prevalência da doença cursa com um baixo valor preditivo positivo, o que pode não garantir um bom resultado de qualquer que seja o teste de rastreamento, testado numa população não selecionada de indivíduos¹¹. Isto explica o elevado valor preditivo positivo (VPP) e o reduzido valor preditivo negativo (VPN) obtidos pelo critério direto, utilizando tanto os pontos de corte recomendados pela literatura, como os determinados pela curva ROC, neste estudo.

Na década de 80, pesquisadores na Universidade de Washington estabeleceram, pela primeira vez, os parâmetros de avaliação do duplex scan, no estudo das artérias renais, que seriam utilizados até os dias de hoje. Inicialmente, constataram diferenças individuais das medidas de velocidade na aorta que implicariam em variações destas velocidades nas artérias renais; desta forma, as medidas das velocidades nas artérias renais deveriam ser relacionadas com a velocidade do fluxo na aorta. Estes autores encontraram a RRA de 3,5 como limite para diagnosticar a estenose significativa¹⁶, o que foi aceito posteriormente por outros pesquisadores^{6,15}.

Este mesmo grupo da Universidade de Washington realizou o *duplex scan* nas artérias renais de indivíduos hígidos, para constatar a variação das velocidades normais nestas artérias, obtendo uma média do PVS de 100 cm/s \pm 20 cm/s. Ressaltaram que devido à angulação da emergência da artéria renal, a partir da aorta, assim como da profundidade e do seu curso sinuoso, tornava-se difícil a exata insonação do ângulo do Doppler sobre a sua origem, explicando a ampla variação destas velocidades. Desta forma, para evitar resultados falsos positivos, o valor do PVS foi extrapolado para o limite de 180 cm/s, que representava mais de duas vezes o desvio-padrão acima dos valores normais obtidos nos indivíduos saudáveis¹⁸.

A partir destes estudos, diversas publicações passaram a testar a acurácia do *duplex scan* no diagnóstico da

EAR, utilizando os parâmetros e os pontos de corte por eles recomendados. Infelizmente, nesta época, a análise de ROC era pouco empregada na radiologia, sendo os pontos de corte determinados pelas médias e DP. Até hoje, estes são amplamente aceitos e poucos são os estudos de validação e otimização destes limites.

Parâmetros analisados: A taxa de sucesso técnico na detecção das artérias renais foi de 100%, em concordância com a taxa de sucesso de recentes estudos (95-100%)^{20,21}. Os valores da média \pm DP do PVS na artéria renal apresentaram uma diferença estatisticamente significativa ($p < 0,005$) entre os grupos com EAR 0-59% e EAR 60-99% (tab. 3), de acordo com os resultados obtidos em diversas publicações²²⁻²⁴.

No presente estudo, a curva ROC mostrou que o PVS e a RRA apresentaram desempenhos similares, evidenciados pelas áreas sob as curvas, de 0,96 e 0,95, respectivamente (fig. 1). Embora as áreas sob as curvas não tenham apresentado diferença estatisticamente significativa, o PVS foi o parâmetro que melhor diferenciou as estenoses de 0-59% das estenoses de 60-99%, devido a sua excelente sensibilidade (100%). O ponto de corte ótimo, determinado pela curva ROC de 189 cm/s, mostrou-se mais apropriado do que o recomendado pela literatura, pois manteve a sensibilidade de 100%, elevando a especificidade e acurácia deste parâmetro (tab. 4).

A RRA na avaliação da EAR 60-99% apresentou valores médios de 5,46 \pm 2,67 ($p < ,005$), observando-se, entretanto, uma superposição considerável dos valores entre os grupos com EAR 0-59% e 60-99% (tab. 3). Estes resultados corroboram com os achados de Baumgartner e cols. que, examinando a reprodutibilidade do método em indivíduos hígidos, mostraram que a RRA apresentou média de 0,85 \pm 0,41, sugerindo que valores inferiores a 3,5 poderiam estar associados a estenose significativa da artéria renal, sem perder a especificidade do método²⁰.

Embora a RRA de 3,5 tenha propiciado elevada especificidade (93%), ela provocou considerável perda na sensibilidade (79%). O ponto de corte ótimo, determinado pela curva ROC de 2,6 (tab. 4) permitiu aumentar a sensibilidade (96%) e a acurácia (93%) deste parâmetro, em relação ao ponto de corte recomendado pela literatura (79% e 83%, respectivamente). Além disto, beneficiou também o VPN deste parâmetro, sem interferir no VPP (tab. 5).

Uma cuidadosa análise dos dados permitiu reconhecer que o limitado desempenho da RRA correspondeu à acentuada variabilidade do denominador usado para o seu cálculo. Aqueles pacientes com insuficiência cardíaca e aneurisma da aorta abdominal apresentaram reduzido PVS na aorta e, portanto, elevados índices de RRA. Em contrapartida, os pacientes com doença arterial obstrutiva aorto-iliaca apresentaram valores de PVS na aorta mais altos e, conseqüentemente, menores índices de RRA. Por esta razão, estes resultados sugerem que o uso da RRA, como parâmetro isolado para diagnosticar a EAR de 60-99%, não oferece nenhuma vantagem, quando comparado ao uso isolado do PVS na artéria renal.

A reduzida sensibilidade (79%) e a elevada especificidade (97%) demonstradas pelo critério direto (PVS e RRA conjugados) com os pontos de corte recomendados pela literatura, também foram explicadas

pelo comportamento específico da RRA. No entanto, os pontos de corte determinados pela curva ROC se revelaram mais adequados por aumentar a sensibilidade, sem acarretar déficit expressivo na especificidade deste critério. Além disto, melhorou o VPN, diminuindo o número de falsos negativos (tab. 6).

Como se sabe, é mais importante para o clínico o resultado positivo de um teste sensível²⁵, pois um teste de rastreamento deve ser, por excelência, o de mais elevada sensibilidade, com o mais alto VPN. Desta forma, o PVS foi o parâmetro de melhor desempenho na avaliação da EAR nesta casuística, devido à sensibilidade de 100%, ao VPN de 100% e à acurácia de 97%.

O ponto de corte do PVS, determinado pela curva ROC, no presente estudo (189 cm/s), superior ao recomendado pela literatura (180 cm/s), corrobora com os obtidos em outros estudos publicados mais recentemente, os quais revelaram melhores resultados, elevando o ponto de corte do PVS para valores entre 198 - 220 cm/s^{22,26,27,28}. Contrariamente a estes achados, Motew e cols. obtiveram melhores resultados com o ponto de corte de 180 cm/s do que com o de 200 cm/s²³ e Napoli e cols. preferiram o ponto de corte de 159 cm/s ao de 180 cm/s²⁴ devido às maiores taxas de sensibilidade obtidas com estes limites.

Nossos resultados mostraram que o ponto de corte ótimo da RRA, determinado pela curva ROC, foi inferior ao ponto de corte recomendado pela literatura. Este resultado está em acordo com os de outros autores, os quais também demonstraram que a redução do ponto de corte da RRA, para valores entre 2,5 - 3,2, elevou a sua sensibilidade, diminuindo a ocorrência de falsos negativos^{24,26,27,28}. Em contrapartida, Miralles e cols. demonstraram que a RRA com o ponto de corte de 3,3 apresentou baixa sensibilidade e que este parâmetro não contribuiu para o diagnóstico da lesão, quando comparado ao uso isolado do PVS²².

No presente estudo, os pontos de corte determinados pela curva ROC favoreceram a elevação da sensibilidade do critério direto, em comparação à baixa sensibilidade obtida, quando utilizados os pontos de corte recomendados pela literatura (tab. 6). Estes achados estão de acordo com os de Conkbayir e cols., os quais obtiveram maior sensibilidade com a combinação do PVS de 180 cm/s ou de 200 cm/s e a RRA de 3,0 (quando comparada à sensibilidade obtida com os pontos de corte recomendados pela literatura), enfatizando que o que determinou a melhora nos resultados foi o decréscimo do ponto de corte da RRA²⁸. O achados corroboram também com o estudo de House e cols., que obtiveram melhores resultados com

a combinação do PVS de 180 cm/s e da RRA de 3,0²⁷. Engelhorn e cols., embora tenham obtido alta taxa de sensibilidade, utilizando os pontos de corte recomendados pela literatura, assinalaram que, nos casos dos resultados falsos negativos, o PVS foi de aproximadamente 200 cm/s e a RRA inferior a 3,5²⁹.

No nosso estudo, uma análise comparativa entre o desempenho do critério direto otimizado e o desempenho isolado do PVS otimizado, permitiu-nos observar que este último apresentou sensibilidade e acurácia superiores ao primeiro, demonstrando que a RRA desempenhou um papel de menor importância nesta casuística.

No diagnóstico da oclusão, nosso estudo, demonstrou uma concordância com a arteriografia, em 3 dos 5 casos de oclusão (60%). Destas, 4 oclusões apresentavam fluxo próximo ao curso da artéria renal, proveniente de colateral desenvolvida. Este achado corrobora com os de outros pesquisadores que também relataram a mesma limitação do *duplex scan*, no diagnóstico da oclusão, devido à detecção de fluxo de colateral, próximo ao trajeto da artéria renal ocluída^{16, 30, 31}.

Concluindo, o PVS otimizado foi o parâmetro de melhor desempenho para o diagnóstico e graduação da EAR, nesta casuística. O ponto de corte da RRA, recomendado pela literatura, mostrou-se muito elevado para a discriminação da gravidade da lesão. Mesmo após a otimização do seu ponto de corte, o uso isolado da RRA apresentou valor inferior, quando comparado ao uso isolado do PVS e do critério direto otimizados.

A elevada prevalência da doença nesta amostragem foi a principal limitação deste estudo pois, como se sabe, além de afetar os valores preditivos dos parâmetros testados, a alta prevalência pode elevar, também, o número de resultados falsos negativos. Desta forma, os resultados não podem ser extrapolados para a população em geral, a qual apresenta uma baixa prevalência da doença. Nós acreditamos que novas pesquisas deverão ser realizadas, a fim de testar se estes achados podem ser reproduzidos numa população com menor prevalência da doença e testar se a otimização dos pontos de corte poderá reduzir o inaceitável número de resultados falsos negativos do *duplex scan*, no diagnóstico da EAR.

Agradecimentos

Ao Dr. Dino Roberto Gomes – Diretor Médico do Total Care – por seu apoio na realização desta pesquisa.

Potencial Conflito de Interesses

Declaro não haver conflitos de interesses pertinentes.

REFERÊNCIAS

1. Ferreira C, Povoas R. Hipertensão arterial e coração. In: Amoedo C, Lima EG, Vasquez EC (Eds): Hipertensão Arterial. Rio de Janeiro: Atheneu, 1997:133-40.
2. Januszewicz W, Chodakowska J, Styczynski G. Secondary hypertension in the elderly. J Hum Hypertens 1998;12(9):603-06.
3. Bortolotto LA. Hipertensão arterial secundária. In: Amoedo C, Lima EG, Vasquez EC (Eds): Hipertensão Arterial. Rio de Janeiro: Atheneu, 1997:119-32.
4. Kaplan NM. Renovascular Hypertension. In: Kaplan NM (ed.): Clinical Hypertension 8th Ed.. Baltimore: Williams & Wilkins, 2002:381-403.
5. Working Group on Renovascular Hypertension. Detection, evaluation, and treatment of renovascular hypertension. Final report. Working Group on Renovascular Hypertension. Arch Intern Med. 1987;147(5):820-9.
6. Taylor DC, Kettler MD, Moneta GL, Kohler TR, Kazmers A, Beach KW et al. Duplex ultrasound scanning in the diagnosis of renal artery stenosis: a prospective evaluation. J Vasc Surg. 1988;7(2):363-9.
7. Haller C, Keim M. Current issues in the diagnosis and management of patients with renal artery stenosis: a cardiologic perspective. Progress Cardiovasc Dis. 2003; 46 (3):271-86.



8. Safian RD, Textor SC. Renal-artery stenosis. Review article. *N England J Med*. 2001; 344(6):341-442.
9. Simon G. What is critical renal artery stenosis? Implications for treatment. *Am J Hypertens*. 2000;13:1189-93.
10. Coen G, Calabria S, Lai S, et al. Atherosclerotic ischemic renal disease. Diagnosis and prevalence in an hypertensive and/or uremic elderly population. Research article. *BMC Nephrology*. 2003;4:2:1-7.
11. Pedersen EB. New tools in diagnosing renal artery stenosis. *Kidney Int*. 2000;57:2657-77.
12. Avasthi PS, Voyles WF, Greene ER. Noninvasive diagnosis of renal artery stenosis by echo-Doppler velocimetry. *Kidney Int*. 1984;25(5):824-9.
13. Fell G, Phillips DJ, Chikos PM, Harley JD, Thiele BL, Strandness DE Jr. Ultrasonic duplex scanning for disease of the carotid artery. *Circulation*. 1981;64(6):1191-5.
14. Berland LL, Lawson TL, Adams MB, Melrose BL, Foley WD. Evaluation of renal transplants with pulsed Doppler duplex sonography. *J Ultrasound Med*. 1982;1(6):215-22.
15. Hoffmann U, Edwards JM, Carter S, Goldman ML, Harley JD, Zaccardi MJ et al. Role of duplex scanning for the detection of atherosclerotic renal artery disease. *Kidney Int*. 1991;39(6):1232-9.
16. Kohler TR, Zierler RE, Martin RL, Nicholls SC, Bergelin RO, Kazmers A et al. Invasive diagnosis of renal artery stenosis by ultrasonic duplex scanning. *J Vasc Surg*. 1986;4(5):450-6.
17. Taylor DC, Moneta GL, Strandness DE Jr. Follow-up of renal artery stenosis by duplex ultrasound. *J Vasc Surg* 1989; 9(3):410-15.
18. Strandness DE Jr. Duplex Scanning in Vascular Disorders. 3rd Ed. Lippincott Williams & Wilkins: Philadelphia, 2002: 144-59.
19. Strandness DE Jr. Duplex scanning in diagnosis of renovascular hypertension. *Surg Clin North Am*. 1990;70(1):109-117.
20. Baumgartner I, Behrendt P, Rohner P, Baumgartner RW. A Validation study on the intraobserver and interobserver reproducibility of renal artery duplex ultrasound; *Ultrasound in Med & Biol* 1999;25(2); 225-31.
21. Radermacher J, Chavan A, Schaffer J, et al. Detection of significant renal artery stenosis with color Doppler sonography: combining extrarenal and intrarenal approaches to minimize technical failure. *Clin Nephrol* 2000 53(5):333-43.
22. Miralles M, Cairols M, Cotillas J, Gimenez A, Santiso A. Value of Doppler parameters in the diagnosis of renal artery stenosis. *J Vasc Surg*. 1996;23(3):428-35.
23. Motew SJ, Cherr GS, Craven TE, et al. Renal duplex sonography: main renal artery versus hilar analysis. *J Vasc Surg* 2000; 32(3):462-71.
24. Napoli V, Pinto S, Bargellini I, Vignali C, Cioni R, Petrucci P et al. Duplex ultrasonographic study of the renal arteries before and after renal artery stenting. *Eur Radiol*. 2002;12(4):796-803.
25. Medronho RA, Carvalho DM, Bloch KV, Luiz RR, Werneck GL. In: *Epidemiologia*. Rio de Janeiro: Ed Atheneu, 2003: 259-70.
26. Hua HT, Hood DB, Jensen CC, Hanks SE, Weaver FA. The use of colorflow duplex scanning to detect significant renal artery stenosis. *Ann Vasc Surg*. 2000;14(2):118-24.
27. House MK, Dowling RJ, Gibson RN. Using Doppler sonography to reveal renal artery stenosis: an evaluation of optimal imaging parameters. *Am J Roent* 1999, 173(3); 761-5.
28. Conkbayir I, Yücesoy C, Edgüer T, Yanik B, Ayaz UY, Hekimoğlu B. Doppler sonography in renal artery stenosis. An evaluation of intrarenal and extrarenal imaging parameters. *J Clin Imag* 2003;(27):256-60.
29. Engelhorn CA, Engelhorn AL, Pullig R. O papel da ultrassonografia vascular com Doppler colorido na avaliação da hipertensão renovascular. *Acurácia da técnica direta de avaliação das artérias renais Arq Bras Cardiol*. 2004; 82 (5): 473-6.
30. Norris CS, Pfeiffer JS, Rittgers SE, Barnes RW. Noninvasive evaluation of renal artery stenosis and renovascular resistance. *Experimental and clinical studies; J Vasc Surg* 184;1:192-201.
31. Desberg AL, Paushter DM, Lammert GK, et al. Renal artery stenosis: evaluation with color Doppler flow imaging. *Radiology* 1990;177:749-53.