

# PARÂMETROS DOPPLERVELOCIMÉTRICOS NA AVALIAÇÃO DA PERVIDADE DA ANASTOMOSE PORTOSSISTÊMICA INTRA-HEPÁTICA TRANSJUGULAR (TIPS): ESTUDO PROSPECTIVO\*

Antonio Sergio Zafred Marcelino<sup>1</sup>, Maria Cristina Chammas<sup>2</sup>, Ilka Regina Souza de Oliveira<sup>3</sup>, André Cosme de Oliveira<sup>4</sup>, Osvaldo Ignácio Pereira<sup>5</sup>, Francisco César Carnevale<sup>6</sup>, Osmar de Cássio Saito<sup>7</sup>, Giovanni Guido Cerri<sup>8</sup>

**Resumo** **OBJETIVO:** Estudar as alterações hemodinâmicas consideradas normais após a realização da anastomose portossistêmica intra-hepática transjugular (TIPS) e a eficácia dos parâmetros sugestivos de estenose do TIPS com o ultra-som Doppler. **MATERIAIS E MÉTODOS:** Dezesesseis pacientes foram avaliados de maneira prospectiva, no período de dezembro de 2001 a março de 2003. As avaliações foram realizadas 24–48 horas após o TIPS e a seguir em intervalos regulares de 30 dias, três meses, seis meses e um ano, com ultra-som modo B, Doppler pulsado, Doppler colorido e de amplitude em diferentes pontos da prótese relacionados ao TIPS. A angiografia foi realizada apenas para a confirmação dos resultados e terapêutica pertinente. **RESULTADOS:** Até o momento apenas os achados de fluxo contínuo no terço proximal da prótese e o gradiente de velocidade entre dois pontos da prótese apresentaram significância estatística para o diagnóstico de estenose do TIPS ( $p < 0,001$ ), mas outros diferentes critérios também estiveram presentes, porém sem significância estatística. **CONCLUSÃO:** O ultra-som Doppler é uma ferramenta eficaz no diagnóstico da perviedade e das complicações secundárias à realização do TIPS, sobretudo da estenose. No entanto, é necessária casuística maior, a fim de determinar um conjunto de parâmetros que facilite o seguimento destes pacientes, reservando a angiografia apenas para o tratamento pertinente.

*Unitermos:* Hipertensão portal; Anastomose portossistêmica intra-hepática transjugular; Ultra-som Doppler.

**Abstract** *Doppler flowmeter parameters for evaluation of transjugular intrahepatic porto-systemic shunts (TIPS) patency: prospective study.*

**OBJECTIVE:** To assess the hemodynamic changes considered normal after transjugular intrahepatic porto-systemic shunt (TIPS) placement and the efficacy of TIPS parameters suggestive of stenosis using Doppler sonography. **MATERIALS AND METHODS:** Sixteen patients were prospectively evaluated from December, 2001 to March, 2003 after TIPS placement. Evaluations were performed 24 to 48 hours after the procedure and then at intervals of 30 days, three months, six months and one year using B mode, color Doppler, power Doppler and spectral Doppler in different TIPS related sites. Angiography was performed only to confirm Doppler findings and treatment. **RESULTS:** To date the only statistically significant parameters for diagnosis of TIPS stenosis were continuous flow pattern in the proximal third of TIPS and the velocity gradient between the two sites ( $p < 0.001$ ). Different non-statistically significant parameters were also observed. **CONCLUSION:** Doppler sonography is an efficient tool for the diagnosis of shunt patency and TIPS related complications such as stenosis. However, it is necessary to study a larger number of patients in order to determine a group of parameters that would help in the follow-up of these patients, thus using portal angiography only for indicated treatment.

*Key words:* Portal hypertension; Transjugular intrahepatic portosystemic shunt; Ultrasound; Doppler ultrasound studies; Stents and prostheses.

## INTRODUÇÃO

A anastomose portossistêmica intra-hepática transjugular (TIPS – “transjugular intrahepatic porto systemic shunt”) é um procedimento intervencionista minimamente invasivo realizado por meio da in-

trodução de uma prótese metálica auto-expansível no parênquima hepático, por via transjugular. Este procedimento tem por objetivo reduzir a pressão no sistema porta e desviar o fluxo sanguíneo de um território patológico, o sistema porta hipertenso, para um território de baixa pressão, a circulação sistêmica, e assim tratar as complicações da hipertensão portal, principalmente a hemorragia digestiva alta e a ascite refratária. Desta forma, propicia a melhora dos pacientes hepatopatas crônicos candidatos ao transplante de fígado, diante da

\* Trabalho realizado no Serviço de Ultra-Sonografia do Instituto de Radiologia (InRad) do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (HC-FMUSP), São Paulo, SP

1. Médico-Assistente do Serviço de Ultra-Sonografia do InRad/HC-FMUSP.

2. Médica Assistente, Doutora em Radiologia, Diretora do Serviço de Ultra-Sonografia do InRad/HC-FMUSP.

3. Médica Assistente, Doutora em Radiologia, Diretora do Serviço de Radiologia do Hospital Universitário (HU) da FMUSP.

4. Médico Assistente da Disciplina de Cirurgia Experimental e Transplante de Fígado do HC-FMUSP.

5. Médico Assistente do Serviço de Radiologia Intervencionista do InRad/HC-FMUSP.

6. Médico Assistente, Doutor em Radiologia, Diretor do Serviço de Radiologia Intervencionista do InRad/HC-FMUSP.

7. Doutor em Radiologia, Médico Assistente do Serviço de Ultra-Sonografia do InRad/HC-FMUSP.

8. Professor Titular do Departamento de Radiologia da FMUSP, Diretor do InRad/HC-FMUSP.

Endereço para correspondência: Dr. Antonio Sergio Zafred Marcelino. Rua Guaporé, 529. Votuporanga, SP, 15502-086. E-mail: a.sergiomarcelino@ig.com.br

Recebido para publicação em 22/10/2003. Aceito, após revisão, em 8/12/2003.

ineficácia das outras formas de tratamento dos sintomas decorrentes da hipertensão portal.

Embora seja procedimento eficaz e com baixo índice de insucesso, algumas complicações, como a estenose, são freqüentes. O diagnóstico precoce da estenose é de fundamental importância, pois interfere no tipo de tratamento a ser realizado e o re-empacimento dos sintomas pode ter consequências graves. O ultra-som Doppler é o exame de escolha para o seguimento dos pacientes portadores do TIPS, e vários parâmetros são descritos na literatura para o diagnóstico de estenose<sup>(1-4)</sup>.

Infelizmente, não há consenso a respeito de qual parâmetro ou conjunto de parâmetros é mais eficaz no diagnóstico da estenose, porque os protocolos de avaliação e os critérios utilizados variam de instituição para instituição. Os autores estão realizando um estudo prospectivo dos pacientes submetidos ao TIPS, por meio de seguimento com ultra-som Doppler, e avaliando todos os critérios sugestivos de estenose do TIPS descritos na literatura.

**Objetivo:** Estudar os parâmetros Doppler de estenose do TIPS e os parâmetros considerados normais após a realização do procedimento.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Casuística

O presente estudo prospectivo é composto por 16 pacientes submetidos ao TIPS no Serviço de Radiologia Intervencionista do Instituto de Radiologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, no período de dezembro de 2001 a março de 2003. Foram submetidos ao TIPS oito pacientes do sexo masculino e oito pacientes do sexo feminino, sendo nove portadores de varizes de esôfago refratárias, três pacientes com síndrome de Budd-Chiari e quatro pacientes com ascite refratária. A média de idade dos pacientes foi de 48,6 anos, com variação de 36 a 60 anos.

Todos os pacientes submetidos ao TIPS foram examinados com o ultra-som Doppler, no período de 24-48 horas após, para definição dos parâmetros dopplervelocimétricos normais. Este exame, chamado de exame de base, serviu de padrão de norma-

lidade para cada paciente em questão, e o seguimento dos pacientes foi feito em intervalos regulares de 30 dias, três meses, seis meses e um ano após o TIPS.

A análise dos resultados foi feita de maneira isolada e comparativa com o exame de base. Na presença de parâmetros dopplervelocimétricos sugestivos de estenose, o paciente foi encaminhado para o Serviço de Radiologia Intervencionista, para confirmação e conduta pertinente (angioplastia, trombólise ou colocação de novo "stent").

Realizada a angiografia terapêutica, 24-48 horas após, o paciente foi submetido a novo exame de base, que serviu como novo padrão de normalidade para posterior seguimento.

### Equipamentos

Foram utilizados dois equipamentos de ultra-som, modelos Logiq 700 e Logiq 500 PRO, com transdutor convexo multifreqüencial de 3,5 MHz.

### Métodos

*Ultra-som modo-B* – Os pacientes foram posicionados em decúbito dorsal e a obtenção dos parâmetros foi realizada em apnéia sem inspiração forçada, exceto naqueles pacientes intubados ou dispnéicos em exames à beira do leito. A posição da prótese e a presença de coleções ao redor do trajeto de passagem foram avaliadas ao ultra-som modo B.

*Ultra-som Doppler colorido e de amplitude* – Com o Doppler colorido e de amplitude observou-se o preenchimento da luz dos vasos, da prótese e eventuais pontos de turbilhonamento do fluxo.

*Ultra-som Doppler pulsado* – As velocidades de fluxo foram avaliadas com o Doppler pulsado na veia porta, ramos portais principal direito e esquerdo, na artéria hepática e veias hepáticas principais. A avaliação na prótese foi feita com o Doppler pulsado no terço proximal intra-hepático, no terço médio, no terço distal, na junção com a veia hepática de drenagem e veia cava inferior e nos eventuais pontos de turbilhonamento do fluxo observados ao Doppler colorido e de amplitude. Os gradientes de velocidade foram avaliados entre os diferentes pontos da prótese, no exame de base e nos exames com parâmetros

sugestivos de estenose. Além destes, avaliou-se o gradiente temporal de velocidade no mesmo ponto da prótese, correlacionando os exames de base e os exames posteriores com suspeita de estenose. O padrão de fluxo, contínuo ou pulsátil, foi também avaliado nos diferentes segmentos da prótese e na veia porta.

### Análise estatística

Para os gradientes de velocidade foi utilizado o teste de Friedman, para as variáveis numéricas foi utilizado o teste de Mann-Whitney, e para análise da proporção, o teste de Fisher.

## RESULTADOS

Dos 16 pacientes submetidos ao exame de base, 14 foram normais. Em dois casos patológicos, um paciente apresentou acoovelamento ("kinking") durante o procedimento, evoluindo com oclusão da prótese e óbito. O outro paciente evoluiu com estenose aguda confirmada em transplante de fígado, posteriormente.

Catorze pacientes com exame de base normal foram submetidos ao seguimento, em intervalos regulares, e destes, cinco apresentaram suspeita de estenose do TIPS após três a quatro meses da data do procedimento. Foram confirmados quatro casos de estenose e um caso de ectopia da prótese que simulava padrão obstrutivo.

Embora exista ampla variação dos valores de velocidade obtidos nos exames de base e nos exames com estenose, nenhum valor absoluto de velocidade demonstrou significância estatística até o momento, como podemos observar nas Tabelas 1 e 2, que resumem alguns dos resultados obtidos. Os únicos parâmetros com significância estatística são o gradiente de velocidade entre dois pontos (terço proximal-terço distal), com  $p = 0,006$ , e o padrão de fluxo contínuo no TIPS proximal, presente em 83,33% dos casos de estenose ( $p = 0,043$ ) (Tabela 2).

Outros parâmetros sugestivos de estenose, como a redução de velocidade na artéria hepática, a inversão de fluxo na veia hepática de drenagem e o gradiente temporal de velocidade entre os exames, embora presentes, não apresentaram significância estatística.

**Tabela 1** Valores de velocidade (V) obtidos nos exames de base e nos casos de estenose em alguns pontos de avaliação.

Avaliação	V mínima (cm/s)	V máxima (cm/s)	V média (cm/s)
Veia porta – exames de base	20,0	86,2	51,6
Veia porta – casos de estenose	16,0	64,1	37,6
TIPS proximal – exames de base	103,0	229,0	154,1
TIPS médio – exames de base	80,6	229,0	150,0
TIPS distal – exames de base	84,4	221,0	142,0
TIPS – casos de estenose (proximal à estenose)	42,3	90,0	62,6
TIPS – casos de estenose (na estenose)	158,0	323,0	257,6
Gradiente de velocidade entre dois pontos (base)	0,5	68,0	15,3
Gradiente entre dois pontos (estenose)*	105	250,0	158,5

\* Gradiente entre dois pontos: ponto pré-estenose e local da estenose.

**Tabela 2** Comparativo entre os valores de velocidades média, mínima e máxima nos exames de base, nos casos de estenose, com o respectivo p e padrões de fluxo no TIPS proximal.

	Base	Estenose	p
Velocidade no TIPS (cm/s)	150 (103–229)	257,6 (158–323)	p = 0,2608
Velocidade na veia porta (cm/s)	51,6 (20– 86,2)	37,8 (16–64)	p = 0,0549
Gradiente de velocidade entre dois pontos (cm/s)	15,3 (0,5–68)	158,5 (108–250)	p = 0,006*
Padrão de fluxo no TIPS	21,4% (contínuo)	83,3% (contínuo)	p = 0,043*

\* Parâmetros com significância estatística.

## DISCUSSÃO

O objetivo deste trabalho é estudar os parâmetros Doppler indicativos de estenose do TIPS descritos na literatura, aqueles que podem ser considerados normais após a realização do procedimento, e analisar a reprodutibilidade destes em nosso meio, a fim de encontrar qual ou quais parâmetros combinados fazem melhor o diagnóstico de estenose.

O **padrão pulsátil de fluxo** foi encontrado na maioria dos exames de base (76,8% dos casos). Tal achado é considerado normal e se faz presente em virtude da transmissão dos batimentos cardíacos através do TIPS, como demonstrado por Chong *et al.*<sup>(5)</sup>. Nos pacientes intubados sob pressão positiva, o fluxo contínuo esteve presente porque o aumento da pressão intratorácica proporciona a redução da pulsatilidade do fluxo<sup>(6)</sup>. Nos casos de estenose, foi observada redução da pulsatilidade, a exemplo de outros estudos<sup>(7)</sup>. Sheiman *et al.* utilizaram o valor do índice de pulsatilidade venosa (velocidade sistó-

lica – velocidade diastólica/velocidade sistólica) para fazer o diagnóstico de estenose. Segundo ele, o índice de pulsatilidade venosa menor que 0,16 nos terços proximal e médio da prótese nos conduz ao diagnóstico de estenose<sup>(7)</sup>. Em nossa amostra, o **padrão de fluxo contínuo proximal à estenose** apresentou significância estatística (p = 0,043). Tal achado esteve presente em 83,33% dos casos de estenose e no caso de ectopia da prótese que simulava padrão estenótico. Importante ressaltar que todos os pacientes com estenose do TIPS apresentavam o fluxo contínuo no terço proximal por ocasião do diagnóstico de estenose e fluxo pulsátil no exame de base, o que corrobora os achados de literatura.

A **velocidade na veia porta** esteve abaixo de 30 cm/s em três casos de estenose e no caso de ectopia do TIPS<sup>(8)</sup>. Em outro caso, a velocidade na veia porta esteve entre 30 e 40 cm/s, conforme descrito por Haskal *et al.*<sup>(9)</sup>. Embora freqüente, a redução de velocidade na veia porta em relação ao exame de base não apresentou significância estatística, em virtude do

pequeno número de casos da nossa amostra. O **gradiente de velocidade na veia porta de dois terços em relação ao exame de base**, utilizado por Zizka *et al.*, não apresentou significância estatística, mas foi observado em três dos nossos cinco casos de estenose<sup>(10)</sup>.

A **velocidade no terço proximal intra-hepático da prótese (pré-estenose) abaixo de 50-60 cm/s** foi observada em três pacientes com estenose<sup>(5,9,11–13)</sup>. A velocidade abaixo de 90 cm/s foi observada em mais dois pacientes com estenose<sup>(8)</sup>. Em nossa experiência, este parâmetro não apresentou significância estatística, embora presente na maioria dos casos de estenose do TIPS, conforme observado na Tabela 1.

A exemplo de outros centros, que utilizam diferentes **valores absolutos de velocidade máxima no ponto de estenose ou próximo a ele**, que variam de 185 a 250 cm/s, encontramos grande variação de velocidade nos casos de estenose e também nos exames de base, como podemos observar na Tabela 1<sup>(8,10,14–16)</sup>. Porém, este parâmetro não apresentou significância estatística e não encontramos um valor absoluto de velocidade máxima capaz de fazer isoladamente o diagnóstico de estenose do TIPS, em virtude desta ampla variação.

O **gradiente temporal de velocidade** (aumento ou diminuição de 50 cm/s no mesmo ponto da prótese entre os exames de base e de seguimento), proposto por Dodd e por Kantermann (aumento de 60 cm/s ou diminuição maior que 40 cm/s) para o diagnóstico de estenose, também foi avaliado e esteve presente em cinco casos<sup>(10,17)</sup>. A média de aumento da velocidade foi de 69,8 cm/s nos casos de estenose em nossa amostra. O **gradiente de velocidade > 100 cm/s entre dois pontos da prótese** apresentou significância estatística em nossa amostra<sup>(10)</sup>. A média dos gradientes de velocidade encontrada foi de 158,5 cm/s, comparando-se o terço proximal à estenose e o ponto da estenose, com p = 0,006 (Tabelas 1 e 2).

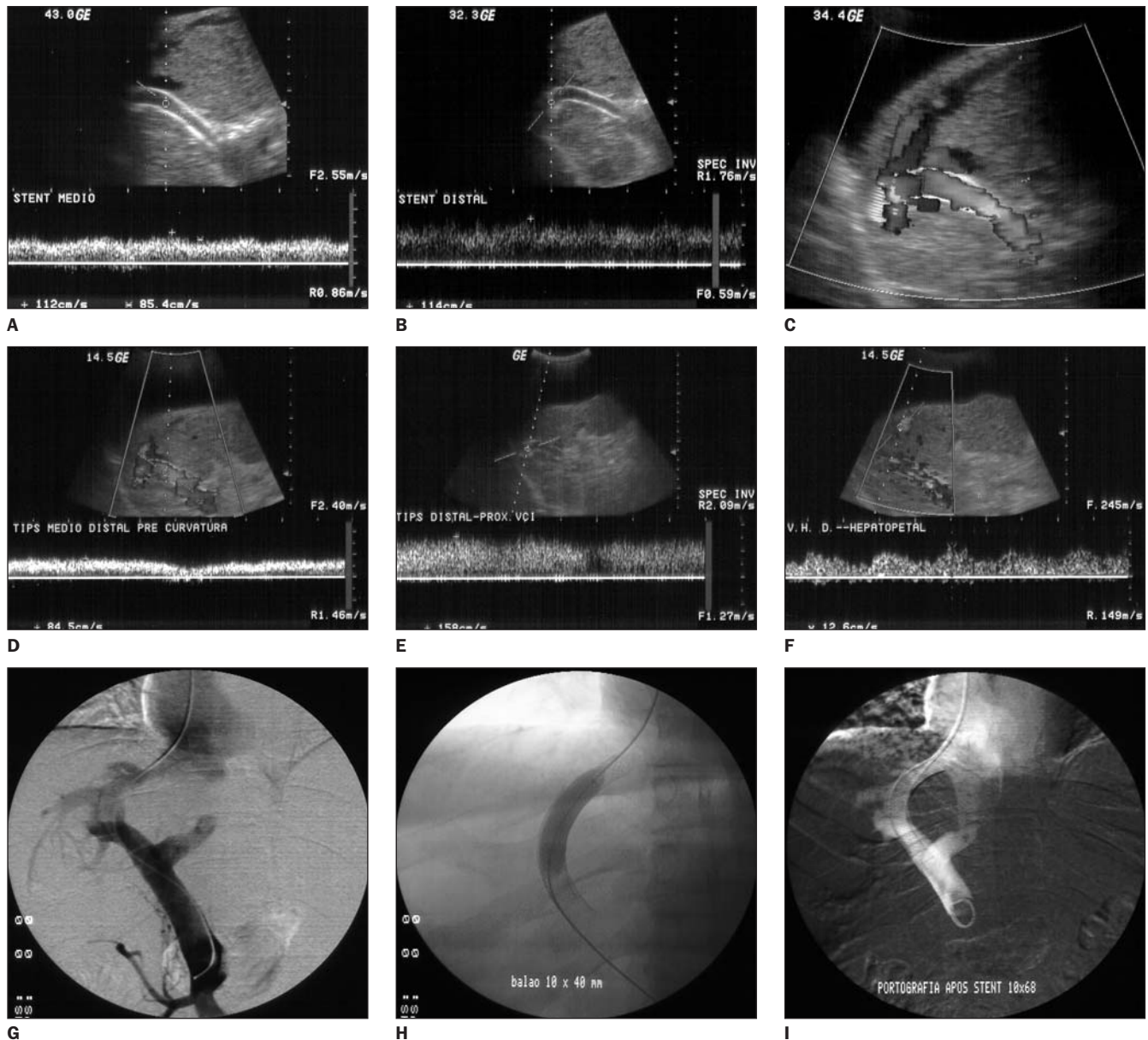
Não houve gradiente de velocidade significativo no caso de estenose difusa, bem como no caso de ectopia da prótese, corroborado por alguns relatos de literatura. Nos exames de base, foi analisado o **gradiente de velocidade entre os diferentes pontos**

da prótese, observando-se variações de velocidade entre os segmentos de até 68 cm/s. Este achado é concordante com Haskal *et al.*, que descrevem a maior velocidade no terço médio, por dificuldades técnicas na realização dos exames<sup>(9)</sup>. Outros parâmetros sugestivos de estenose foram observados com menor frequência e sem significância estatística. Em nossa amostra, a **redução de velocidade na artéria hepática** foi observada em dois casos<sup>(8,9,14)</sup>, a **inversão de fluxo na veia he-**

**pática** em um caso<sup>(18)</sup>, e a **inversão de fluxo no ramo portal esquerdo** em dois casos de estenose e em um caso de oclusão da prótese<sup>(8,14,16)</sup>.

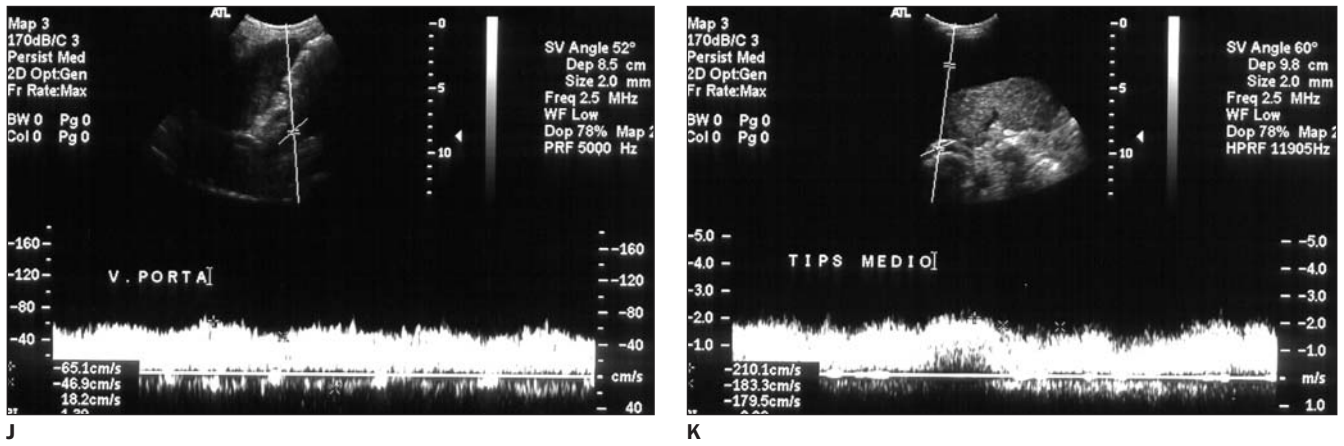
Estes achados demonstram a necessidade da realização do exame de base, da avaliação dos diversos pontos sujeitos a alteração de fluxo nos casos de estenose do TIPS e o conhecimento de todos os parâmetros de estenose descritos na literatura. Além disso, é preciso ter ciência dos aspectos hemodinâmicos envolvidos no diagnós-

tico da estenose, como, por exemplo, a redução da velocidade e da pulsatilidade nos pontos pré-estenose, a elevação da velocidade no ponto de estenose ou próximo a ele, a existência de gradientes de velocidade (pré/pós-estenóticos) nas estenoses focais, gradientes temporais de velocidade (gradiente entre exames) em estenoses focais ou difusas e a possível inversão de fluxo nos ramos portais e veias hepáticas que podem compensar o funcionamento inadequado do TIPS.

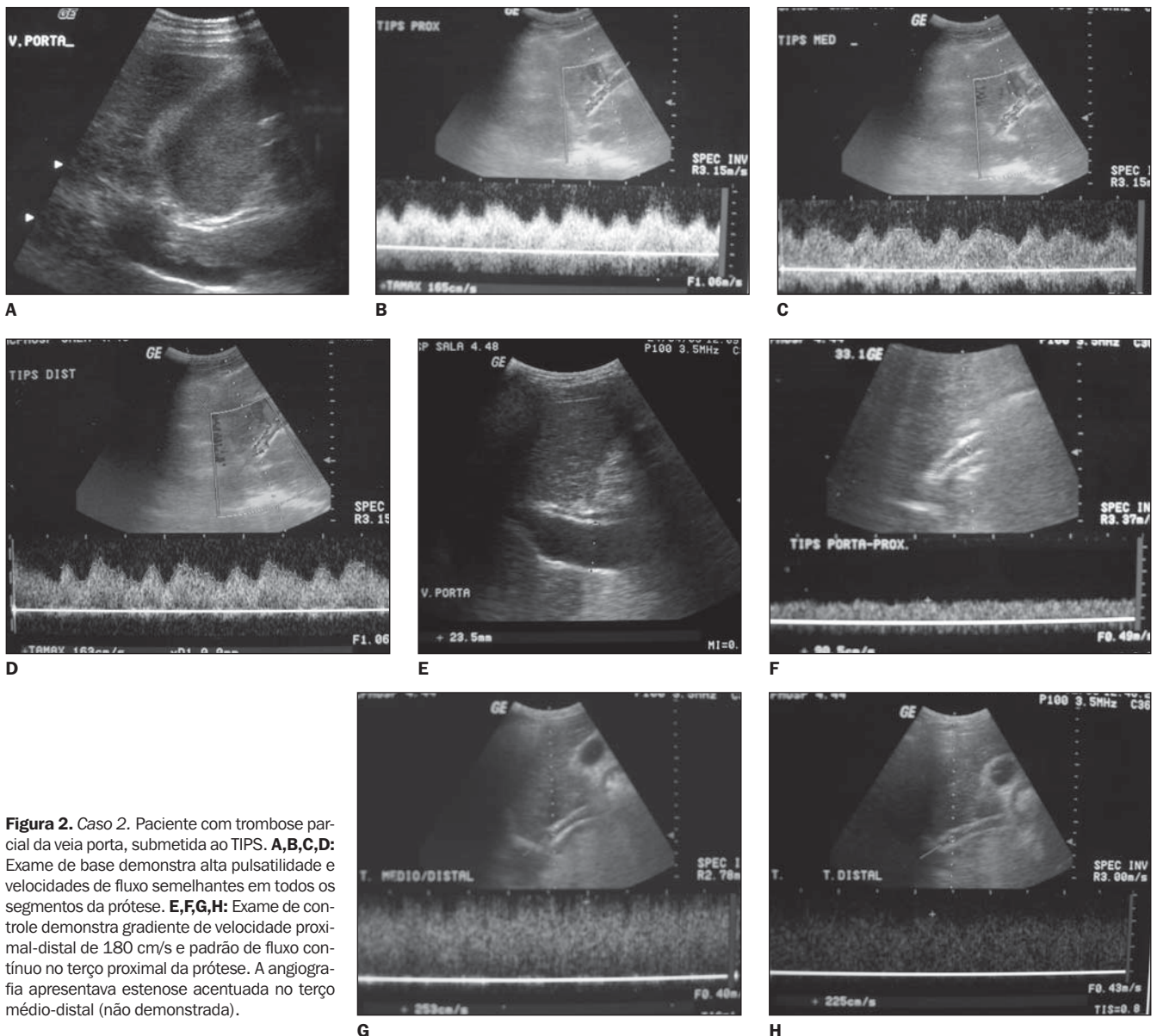


**Figura 1.** Caso 1. **A,B,C:** Exame de base mostra valores de velocidade semelhantes e fluxo pulsátil em todos os segmentos da prótese. **D,E,F:** Exame de controle com gradiente de velocidade proximal-distal de 70 cm/s, fluxo contínuo no terço proximal da prótese, inversão do fluxo na veia hepática e redução da velocidade na veia porta em relação ao exame de base (suspeita de estenose). **G:** A angiografia demonstra padrão congestivo e gradiente pressórico de 19 mmHg, que confirma a estenose. **H:** Angioplastia. **I:** Controle angiográfico pós-angioplastia. Notar a ausência do padrão congestivo e o fluxo normal através da prótese.





**Figura 1 (continuação).** Caso 1. **J,K:** Após a angioplastia, foi feito novo exame de base que demonstra valores de velocidade semelhantes e fluxo pulsátil em todos os segmentos da prótese, a exemplo do exame inicial.



**Figura 2.** Caso 2. Paciente com trombose parcial da veia porta, submetida ao TIPS. **A,B,C,D:** Exame de base demonstra alta pulsatilidade e velocidades de fluxo semelhantes em todos os segmentos da prótese. **E,F,G,H:** Exame de controle demonstra gradiente de velocidade proximal-distal de 180 cm/s e padrão de fluxo contínuo no terço proximal da prótese. A angiografia apresentava estenose acentuada no terço médio-distal (não demonstrada).

A nova geração de endopróteses revestidas com politetrafluoretileno (PTFE) proporciona maior tempo de permeabilidade ao TIPS e redução do número de reintervenções, o que deve tornar o TIPS um procedimento mais eficaz a longo prazo e menos suscetível à estenose<sup>(19)</sup>.

## CONCLUSÃO

Podemos concluir que o ultra-som Doppler permite o diagnóstico das complicações inerentes ao TIPS, sobretudo das estenoses. Os parâmetros com significância estatística até o momento são o gradiente de velocidade entre dois pontos da prótese e o padrão de fluxo contínuo no terço proximal, junto à veia porta (pré-estenose). A maior casuística permitirá o melhor estudo de todos os parâmetros descritos na literatura e estabelecer valores absolutos de velocidades mínima e máxima indicativos de estenose e quais os melhores parâmetros para diagnosticar a estenose do TIPS.

## REFERÊNCIAS

1. Conn HO. Transjugular intrahepatic portal-systemic shunts: the state of the art. *Hepatology* 1993;17:148-58.
2. Shiffman ML, Jeffers L, Hoofnagle JH, Tralka TS. The role of transjugular intrahepatic portosystemic shunt for treatment of portal hypertension and its complications: a conference sponsored by the National Digestive Diseases Advisory Board. *Hepatology* 1995;22:1591-7.
3. LaBerge JM, Somberg KA, Lake JR, *et al*. Two-year outcome following transjugular intrahepatic portosystemic shunt for variceal bleeding: results in 90 patients. *Gastroenterology* 1995;108:1143-51.
4. Luca A, D'Amico G, La Galla R, Midiri M, Morabito A, Pagliaro L. TIPS for prevention of recurrent bleeding in patients with cirrhosis: meta-analysis of randomized clinical trials. *Radiology* 1999;212:411-21.
5. Chong WK, Malisch TA, Mazer MJ, Lind CD, Worrell JA, Richards WO. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt: US assessment with maximum flow velocity. *Radiology* 1993;189:789-93.
6. Kliever MA, Hertzberg BS, Heneghan JP, *et al*. Transjugular intrahepatic portosystemic shunts (TIPS): effects of respiratory state and patient position on the measurement of Doppler velocities. *AJR* 2000;175:149-52.
7. Sheiman RG, Vrachliotis T, Brophy DP, Ransil BJ. Transmitted cardiac pulsations as an indicator of transjugular intrahepatic portosystemic shunt function: initial observations. *Radiology* 2002;224:225-30.
8. Kanterman RY, Darcy MD, Middleton WD, Sterling KM, Teehey SA, Pilgram TK. Doppler sonography findings associated with transjugular intrahepatic portosystemic shunt malfunction. *AJR* 1997;168:467-72.
9. Haskal ZI, Carroll JW, Jacobs JE, *et al*. Sonography of transjugular intrahepatic portosystemic shunts: detection of elevated portosystemic gradients and loss of shunt function. *J Vasc Interv Radiol* 1997;4:549-56.
10. Zizka J, Elias P, Krajina A, *et al*. Value of Doppler sonography in revealing transjugular intrahepatic portosystemic shunt malfunction: a 5-year experience in 216 patients. *AJR* 2000;175:141-8.
11. Feldstein VA, Patel MD, LaBerge JM. Transjugular intrahepatic portosystemic shunts: accuracy of Doppler US in determination of patency and detection of stenoses. *Radiology* 1996;201:141-7.
12. Murphy TP, Beecham RP, Kim HM, Webb MS, Scola F. Long-term follow-up after TIPS: use of Doppler velocity criteria for detecting elevation of the portosystemic gradient. *J Vasc Interv Radiol* 1998;9:275-81.
13. Foshager MC, Ferral H, Finlay DE, Castaneda-Zuniga WR, Letorneau JG. Color Doppler sonography of transjugular intrahepatic portosystemic shunts (TIPS). *AJR* 1994;163:105-11.
14. Foshager MC, Ferral H, Nazarian GK, Castaneda-Zuniga WR, Letorneau JG. Duplex sonography after transjugular intrahepatic portosystemic shunts (TIPS): normal hemodynamic findings and efficacy in predicting shunt patency and stenosis. *AJR* 1995;165:1-7.
15. Longo JM, Bilbao JI, Rousseau HP, *et al*. Transjugular intrahepatic portosystemic shunt: evaluation with Doppler sonography. *Radiology* 1993;186:529-34.
16. Surratt RS, Middleton WD, Darcy MD, Melson GL, Brink JA. Morphologic and hemodynamic findings at sonography before and after creation of a transjugular intrahepatic portosystemic shunt. *AJR* 1993;160:627-30.
17. Dodd GD, Zajko AB, Orons PD, Martin MS, Eichner LS, Santaguida LA. Detection of transjugular intrahepatic portosystemic shunt dysfunction: value of duplex Doppler sonography. *AJR* 1995;164:1119-24.
18. Feldstein VA, LaBerge JM. Hepatic vein flow reversal at duplex sonography: a sign of transjugular intrahepatic portosystemic shunt dysfunction. *AJR* 1994;162:839-41.
19. Otal P, Smayra T, Bureau C, *et al*. Preliminary results of a new expanded-polytetrafluoroethylene-covered stent-graft for transjugular intrahepatic portosystemic shunt procedures. *AJR* 2002;178:141-7.