

# ECOGRAFIA DOPPLER A CÔRES

## Aplicações Clínicas

LUÍS CASTELO, MANUEL REIS, RUI AGUIAR

G.A.E.R. - Gabinete de Ecografia e Radiologia. Serviço de Radiologia Hospital de S.João. Porto

### RESUMO

O enorme sucesso da Ecografia resultou do princípio da inocuidade, com boa resolução espacial e conseqüente acuidade diagnóstica. A mais recente e mais importante aplicação da ultrasonografia é o Doppler a Cores. A Ecografia Doppler a Cores veio introduzir o elemento dinâmico ao permitir a sobreposição de informação do fluxo na imagem tecidual de alta resolução. Pela primeira vez é fornecida uma informação detalhada e não invasiva, não só morfológica mas também funcional, reflectida na visualização do fluxo e perfusão de um órgão. São expostos de forma sucinta as aplicações clínicas da ecografia Doppler a cores, em áreas desde há algum tempo vulgarizadas no Doppler *Duplex*, como os eixos carotídeo-vertebrais e vascular periférico. Serão igualmente revistas as mais recentes aplicações, como a *caracterização tecidual*, a hemodinâmica da hipertensão portal e HTA, a avaliação dos transplantes renais e hepáticos e os estudos da disfunção erétil.

### SUMMARY

#### Color Doppler Ultrasound - Clinical Applications

The enormous success of Ultrasound is derived from its good spatial resolution and diagnostic accuracy. The most recent and most important application of Ultrasound is Color Doppler. Color Doppler has introduced the dynamic factor, allowing the superimposition, on the high-resolution image, of flow information. For the first time, detailed and non-invasive information is obtained that is not only morphological, but also functional, through the visualisation of organ flow and perfusion. The clinical applications of Color Doppler are briefly discussed, encompassing areas that have long been studied by *Duplex Doppler*, such as the carotid-vertebral and the peripheral vessels. The most recent applications are also reviewed, namely: *Tissue characterisation*; Hemodynamics of portal hypertension and arterial hypertension; The evaluation of renal and hepatic transplants; and erectile dysfunction studies.

### INTRODUÇÃO

A aplicação médica do efeito Doppler remonta à década de 60 com o desenvolvimento dos primeiros aparelhos de emissão contínua.

Os princípios físicos e biofísicos da ecografia e do Doppler estão descritos na literatura<sup>1,2</sup> e não cabem no âmbito desta comunicação.

O mais recente e espectacular progresso no domínio da exploração vascular por ultrassons é representado pela Ecografia Doppler a Cores. É uma cartografia dinâmica dos fluxos, codificada, segundo a qual os deslocamentos que se aproximam da sonda são representados a vermelho e os que se afastam a azul. Esta imagem colorida é sobreposta à imagem em cinzento do modo B (bidimensional)

da ecografia em tempo real, permitindo identificar o fluxo e o seu sentido, facilitando quando necessário a colheita da amostra para a análise espectral. Esta tripla *performance* (Modo B, espectro Doppler e cartografia a cores) é por muitos designada por Ecografia Doppler *Triplex*.

É uma técnica não invasiva que dá informação sobre os órgãos, os vasos sanguíneos e o fluxo dentro deles, fornecendo assim mais do que uma *angiografia não invasiva*<sup>3</sup>.

A mais simples aplicação deste método de imagem – a verificação da existência de fluxo – é a de maior valor clínico. São exemplos a perfusão de órgãos transplantados e a exclusão de trombozes venosas. A constatação da existência de fluxo permite ao mesmo tempo saber da sua direcção (*Fig. 1*).

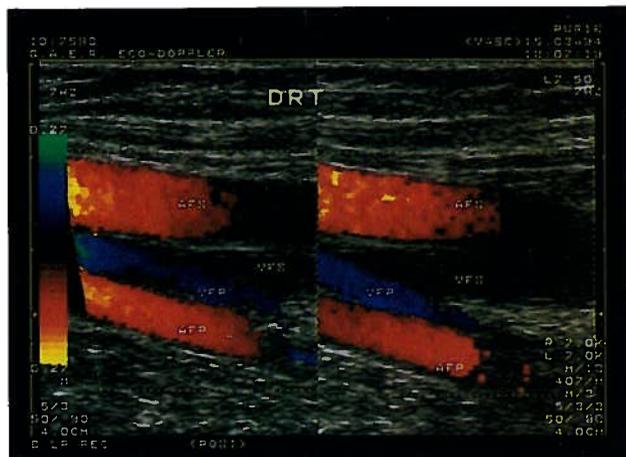


Fig. 1 – Vasos Femorais. Imediatamente abaixo da bifurcação identificam-se as artérias (AFS - femoral superficial, AFP - femoral profunda) a vermelho e a veia femoral profunda a azul (VFP). A veia femoral superficial (VFS) não evidencia fluxo e está preenchida por material (trombo) ecogénico.

A análise espectral permite reconhecer e quantificar uma anomalia, quer pela avaliação das velocidades máximas e mínimas, quer pela impedância ou resistência periférica, ou, tão só, pela modificação da habitual morfologia do espectro do vaso em análise.

**APLICAÇÕES CLÍNICAS**

Poder-se-ão considerar 7 áreas genéricas de aplicação:

- 1 – Vasos do pescoço / Eixos Carotídeo-Vertebrais
  - 2 – Vascular Periférico
  - 3 – Abdomen Superior / Hepatobiliar / Hipertensão Portal
  - 4 – Rim-HTA / Rim transplantado
  - 5 – Pelve Feminina / Obstetrícia
  - 6 – Genital Masculino
  - 7 – Cardíaca(\*)
- (\*) - Não será objecto de desenvolvimento neste artigo.

Quadro 1 – Critérios de Estenose Carotídea (\*)

Grau	Estenose (%)	Velocidade (cm/s)	Ratio (ACI/ACC)	Espectro (Tempo/veloc.)
Ligeira	< 50	< 125	< 1	Normal
Moderada	51 - 75	125 - 175	1 - 2,5	Preenchimento Progressivo da Janela Acústica
Severa	76 - 90	175 - 250	> 2,5	Janela Acústica Preenchida
Crítica	90 - 95	> 250		Distorção/Dispersão
Pré-oclusiva	95 - 99	Variável		Distorção acentuada. ACC com fluxo diastólico ausente ou invertido
Oclusão	100	0		Ausência de Sinal Doppler, em cor e pulsado

(\*) Modificado de Ref.(4)

**1-Vasos do Pescoço / Eixos Carotídeo-Vertebrais**

É por todos reconhecida a importância da doença ateromatosa dos vasos do pescoço na morbidade e mortalidade por acidente vascular cerebral.

Os eixos carotídeos estão idealmente localizados, para permitirem uma avaliação exaustiva, morfológica e hemodinâmica.

As indicações para a realização de um estudo Doppler a cores incluem: os acidentes vasculares cerebrais e isquémicos transitórios (carotídeos e vertebrais), os sopros carotídeos, o embolismo retineano, o estudo pré-operatório de grande cirurgia, o seguimento de doença ateromatosa já conhecida e a avaliação após endarterectomia, para excluir reestenose. Recentemente advoga-se o estudo *profilático* em profissões de risco (pilotos de aeronaves, gestores, médicos, etc.) e no controlo de dislipidemias.

Na população idosa as placas ateromatosas são frequentes e constituídas por elementos fibroadiposos, com ou sem calcificações. Habitualmente, até uma redução de 60% do lúmen vascular, não há alteração hemodinâmica do fluxo.

A existência de hemorragia ou ulceração da placa está habitualmente associada a sintomatologia e pode ser detectada em aparelhos de alta resolução. (Fig.3)

A sensibilidade da Eco-Doppler a cores com *Power Doppler* no diagnóstico das estenoses hemodinamicamente significativas (> 60% de diâmetro ou redução >80% de área) é próxima de 95%, com uma especificidade de 98%<sup>3</sup> (Fig.2).

Os critérios de diagnóstico – *Quadro 1* – estão bem definidos, sendo a interpretação baseada na velocidade máxima (Vmax), na relação Vmax da carótida interna com a Vmax da carótida primitiva (RATIO) e na degradação do espectro e/ou turbulência na cor.

A utilização da cor permite uma melhor realização do exame (fácil localização e análise das vertebrais - Fig.4) e sobretudo identifica de imediato o local do fluxo mais rápido, a turbulência e as reduções de calibre por placas



Fig. 2 – Artéria Carótida Interna Esquerda. Observa-se estenose crítica, com imagem de cor representando o lúmen real. Turbulência pós-estenótica traduzida por saturação e mistura de cores.

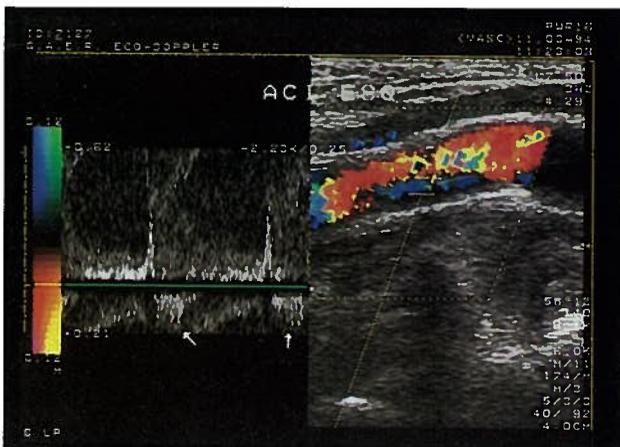


Fig. 3 – Placa ulcerada da Artéria Carótida Interna esquerda. A imagem a cores mostra franca turbulência, com zona de inversão de sentido, resultante do preenchimento retrógrado da placa ulcerada. As pequenas setas indicam o componente negativo do espectro.

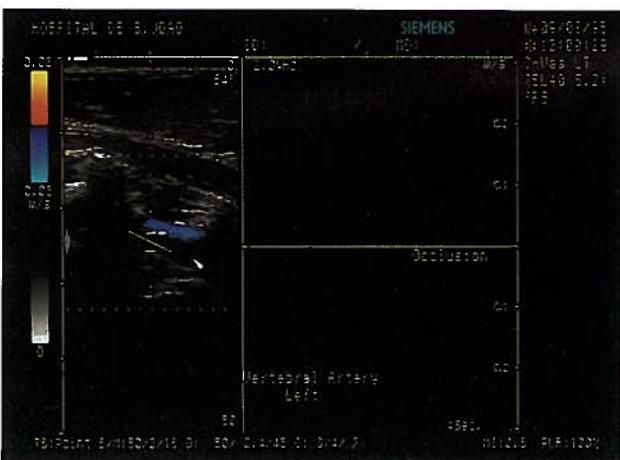


Fig. 4 – Artéria Vertebral Esquerda. Ausência de sinal Doppler a cores e pulsado, indicando oclusão. A azul observa-se fluxo na Veia Vertebral.

isocogénicas com o lúmen, dificilmente visualizáveis no modo B do Doppler duplex.<sup>3,4</sup> (Figs.2 e 3).

**2-Vascular Periférico**

Nos membros inferiores os estudos com Eco-Doppler a cores estão indicados sobretudo na patologia venosa (superficial e profunda), sendo considerado actualmente o método *gold standard* nesta área.

A normal compressibilidade das paredes das veias permite estimar da existência ou não de trombose venosa profunda.<sup>5</sup>

Se se adicionar o Doppler a cores, temos acesso simultâneo às paredes da veia e ao fluxo dentro do lúmen (Fig.1). À imagem resultante poder-se-á chamar *Flebografia Ecográfica*<sup>6</sup> que virtualmente permite uma imagem directa de todo o sistema venoso dos membros inferiores. A sua sensibilidade é de 90% e especificidade de 95%<sup>7</sup>.

De igual forma a possibilidade de com a cor se detectar o sentido do fluxo, torna possível, de forma simples, o diagnóstico de insuficiência valvular. É assim possível *desenhar* o trajecto das safenas, das colaterais e mesmo das comunicantes, servindo este *mapa* para orientação de um tratamento cirúrgico das varizes, pouco agressivo e simultaneamente mais eficaz.

As indicações para estudos arteriais podem resumir-se às arteriopatias ateroscleróticas, claudicação, parestesias, bem como nas anomalias vasculares do tipo pseudo-aneurisma e fistulas arterio-venosas.

As variações do tipo de espectro tempo-velocidade e a sua amplitude, permitem o diagnóstico por segmentos das arteriopatias, determinando a localização exacta e o grau de estenose.

**3-Abdomen Superior / Hepatobiliar / Hipertensão portal**

A Eco-Doppler a cores tem sido referida como o método de escolha para a detecção e *follow-up* das alterações hemodinâmicas da hipertensão portal. Permite aquisição de dados morfológicos (calibre dos vasos e colaterais), dados funcionais qualitativos (presença e direcção do fluxo – hepatofugal ou hepatoptal – nos diferentes vasos identificados) e dados quantitativos (velocidade máxima, média e débito)<sup>1,9</sup>

Inicialmente a hipertensão portal manifesta-se como aumento do calibre da veia porta (>13mm), com preservação do fluxo hepatoptal, mas de velocidade reduzida (8 a 10 cm/s). Numa segunda fase, a estas alterações associa-se uma alternância do sentido do fluxo com os movimentos respiratórios. Tardiamente o fluxo torna-se exclusivamente hepatofugal.<sup>10</sup> (fig 5)

A cartografia em cor permite localizar os *shunts* portosistémicos, estabelecendo o diagnóstico de HTP (Fig.6). O *shunt* espontâneo de maior relevância clínica efectua-se através da veia coronária estomáquica com expressão sob a forma de varizes esofágicas. Esta veia mostra um fluxo invertido (hepatofugal) e calibre alargado (>5mm). Está considerado risco de hemorragia por ruptura de vari-

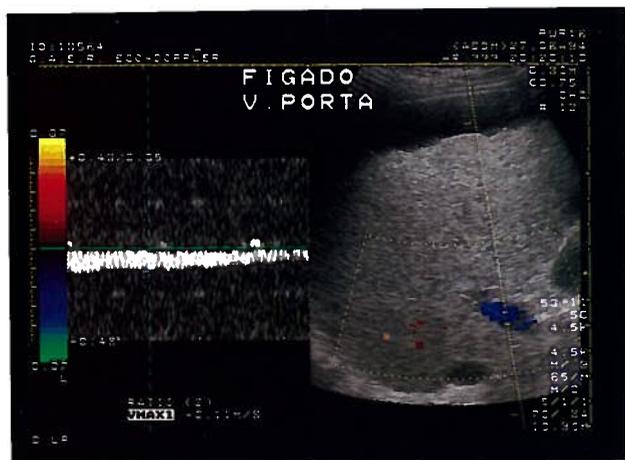


Fig. 5 – Veia Porta. Fase tardia da hipertensão portal em fígado cirrótico, com fluxo hepatofugal



Fig. 6 – Demonstração de “shunt” espontâneo espleno-renal (mesmo doente da Fig.4). Vasos tortuosos de grande calibre com sentido do fluxo do hilo para o pólo inferior e região posterior.

zes para dilatações superiores a 7mm. De igual forma se podem avaliar os *shunts* cirúrgicos.

No transplante hepático a ecografia Doppler a cores tem importância crucial na avaliação pré-operatória da anatomia vascular com confirmação do fluxo na veia porta e do seu sentido. No pós-operatório é importante para demonstrar a integridade das anastomoses vasculares, pesquisar trombozes ou estenoses da veia porta, veia cava e veias supra-hepáticas e sobretudo de vital importância para o futuro imediato do transplante, na demonstração de oclusão da artéria hepática. Ao contrário do que sucede no rim transplantado, os estudos de impedância da artéria hepática não são indicativos da rejeição do enxerto<sup>11</sup>.

Nos tumores hepáticos a Eco-Doppler a cores tem demonstrado utilidade no diagnóstico do hepatocarcinoma, detectando no tumor picos sistólicos elevados em consequência dos *shunts* arterio-venosos<sup>3</sup>. Caracteristicamente os angiomas não fornecem sinal Doppler, podendo em alguns casos ser detectados fluxos muitíssimo lentos (5 cm/s).

#### 4 - Rins, Hipertensão Arterial (HTA) e Transplante renal

A avaliação das artérias e veias renais é de difícil ou impossível execução em indivíduos obesos ou com abundante gás nas ansas intestinais (cerca de 20 % dos casos), resultando um exame tecnicamente insuficiente.

O diagnóstico definitivo de estenose da artéria renal é dado exclusivamente pela arteriografia, que é um exame invasivo e caro para ser executado como método de *screening* na suspeita de hipertensão reno-vascular.<sup>12</sup> (Fig. 7)



Fig. 7 – Análise espectral da Arteria Renal esquerda (normal), junto da Aorta. Espectro típico de baixa resistência com fluxo diastólico sustentado e índice de resistência baixo (RI = 0.62).

A presença de uma assimetria de tamanho dos rins é um elemento de orientação, podendo o exame ecográfico simples identificar placas ateromatosas, por vezes calcificadas, ao nível ostial, ou anomalias de calibre de aspecto moniliforme nos casos de angiodisplasia.

O diagnóstico de estenose significativa (>50%) assenta em 2 critérios clássicos: a aceleração do fluxo no segmento estenosado e na turbulência pós-estenótica. A estes sinais directos podem ser adicionados sinais indirectos, mais inconstantes e só observáveis em estenoses cerradas (>80%), traduzidos por amortecimento distal nas artérias intra-renais.

Estes critérios em Doppler pulsado a cores e *Power Doppler*, com operador treinado, permitem obter uma sensibilidade de 89% e uma especificidade de 99%.

A trombose da veia renal pode ser detectada se a veia for visível e não tiver sinal Doppler. Um rim grande, a ausência de fluxo intra-renal e a presença de veia dilatada sem fluxo, faz o diagnóstico.

A topografia superficial do transplante renal torna-o excelente para estudos Doppler. O pedículo é de fácil acesso, permitindo diagnósticos precisos de estenose, oclusão arterial ou trombose venosa.

É desde à algum tempo reconhecida a importância do Doppler no diagnóstico da rejeição. A alteração Doppler traduz um aumento da resistência periférica

Numerosos índices têm sido propostos, sendo os mais divulgados, o de resistência (Índice de Pourcelot = razão

entre a diferença das velocidades sistólica máxima e diastólica mínima, sobre a velocidade sistólica máxima) e o de pulsatilidade (razão entre a diferença das velocidades sistólica máxima e diastólica mínima, sobre a velocidade média).

O valor médio do índice de resistência para as artérias interlobares e arcuatas é de 0,68 (DP=0,08)<sup>14,15</sup>.

Taylor et al efectuam o primeiro estudo Doppler no pós-operatório imediato(24h), com avaliação do pedículo, artérias segmentares, interlobares e arcuatas. Este estudo vai servir como *baseline* para estudos posteriores.

Diagnostica-se rejeição vascular aguda quando o fluxo diastólico fica reduzido, ausente ou invertido (Fig.8).

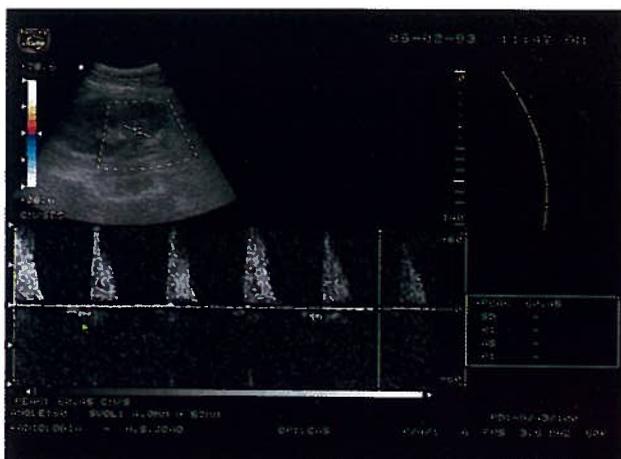


Fig. 8 – Rejeição aguda de Rim transplantado. Espectro anômalo (compare com Fig.6), sem fluxo protodiastólico e mesmo pequeno fluxo negativo telediastólico (pequena seta). O index de resistência é maior que a unidade.

O índice de resistência superior a 0,80 tem uma especificidade de 86% e uma sensibilidade de 69%<sup>14</sup>.

Os falsos positivos podem acontecer em casos de necrose tubular aguda, particularmente se há história de graves isquémias quer do dador quer do receptor, sendo igualmente causa de elevada impedância a intoxicação pela Ciclosporina A<sup>3</sup>.

### 5 - Pelve Feminina / Obstetrícia

Na pelve feminina surge como primeira indicação o diagnóstico de gravidez ectópica. Preferencialmente por abordagem endovaginal, permite a detecção de fluxo característico ( baixa impedância e index de resistência = 0.5), numa massa anexial, sem evidência de gestação intra-uterina.

Surgiram recentemente<sup>1, 16</sup> estudos de caracterização tecidual de tumores do ovário (Fig.9), numa tentativa de um efectivo diagnóstico diferencial entre as neoplasias benignas e malignas, com uma sensibilidade para o método de 85% e especificidade de 93%.

A utilização do Doppler na gravidez para avaliação da circulação feto-placentar no estudo dos atrasos de crescimento intra-uterino, está já regulamentada pela Food and Drug Administration (FDA) Americana.

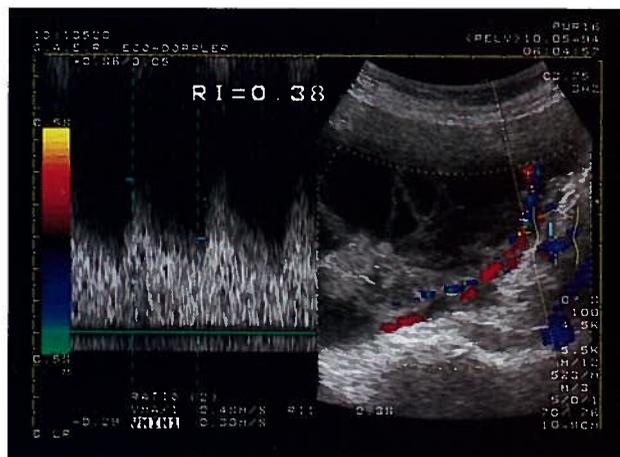


Fig. 9 – Cistoadenocarcinoma do Ovário. Volumosa massa cística multisseptada, com componente sólido periférico onde se identificam numerosos vasos com espectro de muito baixa resistência.

Não está pois contraindicado o estudo Doppler do feto, desde que clinicamente haja indicação estrita, a saber: atraso do crescimento intrauterino; identificação e localização do cordão; detecção de aneurisma da veia de Galeo; identificação da hemodinâmica da transfusão gêmeo a gêmeo, etc.<sup>3</sup>

### 6 - Aparelho Genital Masculino

#### Disfunção erétil / Impotência vascular

As disfunções eréteis têm etiologias multifactoriais, ocupando as vasculares papel de destaque. A impotência afecta sensivelmente 50% dos homens em alguma altura da sua vida<sup>3</sup>. A erecção do pénis é um fenómeno neurovascular resultante da dilatação arterial, restrição ao retorno venoso e relaxamento sinusoidal.

Algumas impotências vasculares são curáveis, daí que Lue et al<sup>17</sup> sugeriram que o estudo Doppler duplex a cores da artéria central dos corpos cavernosos, combinado com a indução da erecção pela Prostaglandina E1, deve ser o primeiro exame no estudo e avaliação da impotência.

Mesmo nas situações de causa psicológica, o exame Doppler a cores pode ser realizado com intuito de confirmar a normalidade organo-funcional e assim exercer um efeito psicológico positivo, funcionando como adjuvante terapêutico.

A patologia vascular assenta em dois pilares: a insuficiência arterial e a incompetência veno-oclusiva.

A insuficiência arterial isolada (30% dos casos) ou associada a incompetência veno-oclusiva (50% dos casos), representa a causa mais comum de disfunção erétil.

São critérios de insuficiência arterial picos sistólicos aos 5 minutos inferiores a 25 cm/s. Para fluxos superiores a 35 cm/s é possível excluir insuficiência arterial.

Os critérios Doppler de fuga venosa só podem ser conclusivos se não houver concomitantemente insuficiência arterial. Uma velocidade telediastólica superior a 5 cm/s ao 5º minuto é o critério clássico<sup>18</sup>(Fig.10).

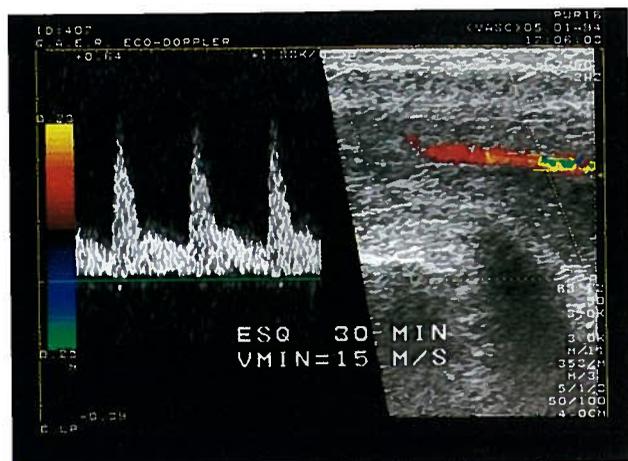


Fig. 10 – Disfunção erétil por fuga venosa. No decurso de todo o exame (30 min) houve fluxo diastólico de elevada velocidade (Vmin=15 cm/s), com normal pico sistólico. O Doppler a cores permite uma perfeita amostragem.

### Escroto /Varicocele

O varicocele ocorre quando a incompetência valvular das veias testiculares permite o fluxo retrógrado com consequente dilatação do plexo pampiniforme. Oitenta e cinco por cento dos varicoceles ocorre à esquerda devido aos condicionalismos anatómicos de drenagem venosa para a veia renal esquerda o que aumenta o peso da coluna de sangue. Os pequenos varicoceles são indetectáveis clinicamente, podendo ser suspeitados pela existência de tensão, dor testicular ou infertilidade<sup>19</sup>.

O Doppler a cores é o exame que melhor diagnostica esta insuficiência. O critério major de diagnóstico é a visualização de fluxo aumentado de sentido inverso com as manobras de Valsalva, em veias do cordão ou peritesticulares, algo dilatadas ( calibre superior a 3 mm). (Fig.11)



Fig. 11 – Varicocele à esquerda. Cordão espermático com vasos tortuosos de calibre alargado e fluxo exuberante com a manobra de Valsalva. Quando pára o aumento da pressão abdominal o sentido do fluxo inverte-se, vendo-se na imagem da direita os mesmos vasos mas com cor diferente.

### Testículo

A ecografia Doppler a cores é importante no diagnóstico diferencial entre lesões cicatriciais e tumores testiculares (se maiores que 1,5 cm), pois os segundos são habitualmente hipervasculares<sup>19</sup>

A torção testicular é uma verdadeira emergência cirúrgica, já que a viabilidade é inversamente proporcional ao tempo de duração da isquemia. A clínica é por vezes inespecífica, sendo o Doppler a cores um método de exame excelente, pois constata a ausência de vascularização nos vasos peritesticulares e intratesticulares<sup>19,20</sup>

O diagnóstico diferencial com a orquiepididimite, pode igualmente ser efectuado, já que nesta situação o quadro é inverso, estando o testículo hipervascularizado<sup>19</sup> (Fig.12).

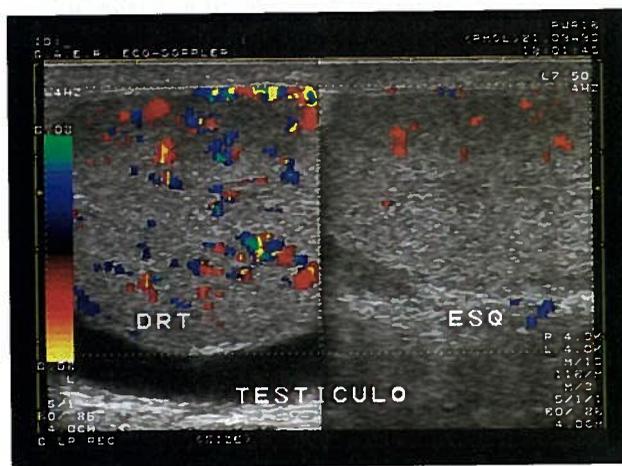


Fig. 12 – Orquiepididimite à direita. Estado hipervascular do Testículo comparativamente com o contralateral.

### CONCLUSÃO

A Ecografia Doppler a Cores veio adicionar informação dinâmica ao analisar a presença de fluxo. Neste contexto as informações que se podem extrair da cor e da análise espectral (presença ou ausência de fluxo, sentido do fluxo, tipo de curva espectral, velocidades máxima e mínima), permitem fazer a diferenciação de estados fisiológicos ou patológicos de determinado tipo de perfusão e implicitamente falar de caracterização tecidual.

A cartografia a cores tem um papel preponderante de complementaridade ao Doppler Duplex. Os vasos são fácil e rapidamente identificados distinguindo se de estruturas não vasculares, contribuindo para uma maior informação diagnóstica, aumentando os níveis de confiança quer das situações normais quer das patológicas.

Longe de ser exaustivo, tanto nas aplicações clínicas como nas potencialidades do Doppler em cada uma das situações enumeradas, penso que a panorâmica de aplicações clínicas é suficientemente larga e com provas dadas para poder ser, com fiabilidade, um substituto de muitas técnicas invasivas.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

1. DAUZAT M, LAROCHE J.P, de BRAY JM et al: Ultrasonographie Vasculaire Diagnostique. EdVigot, Paris 1991
2. TAYLOR KJW, HOLLAND S: Doppler US Part I. Basic Principles, Instrumentation and Pitfalls. Radiology 1990; 174: 297-307
3. SCOUT LM, ZAWIN ML, TAYLOR KJW: Doppler US. PartII. Clinical Applications. Radiology 1990; 174: 309-319
4. GRANT EG, TESSLER FN, PERRELLA RR: Clinical Doppler Imaging. AJR 1989; 152: 707-717
5. CRONAN JJ: Venous Tromboembolic Disease: The Role of US. Radiology 1993; 186: 619-630
6. KNIGHTON RA et al: Techniques for Color Flow Sonography of the Lower Extremity. Radiographics 1990; 10: 775-786
7. ROSNER N H, DORIS P E: Diagnosis of Femoropopliteal venous Trombosis: Comparison of Duplex Sonography and Plethysmography. AJR 1988; 150: 623-627
8. LAFORTUNE M, et al: Hemodynamic Changes in Portal Circulation After Porto-systemic shunts: Use of Doppler Sonography in 43 Patients. AJR 1987; 149: 701-706
9. TAYLOR K J W, STRANDNESS D E: Duplex Doppler Ultrasound. Ed. Churchill Livingstone, New York, 1990
10. RUMACK C M, WILSON S R, CHABONEAU S W: Diagnostic Ultrasound, Mosby-Year Book, St.Louis, 1991
11. TAYLOR K J W et al: Liver Transplant Recipients: Portable Duplex US With Correlative Angiography. Radiology 1986; 159: 357-363
12. DUBBINS P A: Renal Artery Stenosis: Duplex Doppler Evaluation. Br J Radiology 1986; 59: 225-229
13. COSTA J B, RODRIGUES A M: Avaliação do Transplante Renal por Doppler Pulsado. ARP 1992; 13: 27-32
14. RIFKIN M, et al: Evaluation of Renal Transplant Rejection by Duplex Doppler Examination: Value of the Resistive Index. AJR 1987; 148: 759-762
15. RIGSBY C M, et al: Doppler Signal Quantitation in Renal Allografts: Comparison in Normal and Rejecting Transplants, with Pathologic Correlation. Radiology 1987; 162: 39-42
16. FLEISCHER A C, et al: Color Doppler Sonography of Benign and Malignant Ovarian Masses. Radiographics 1992; 12: 879-885
17. LUE T F, et al: Vasculogenic Impotence Evaluated by High Resolution Ultrasonography and Pulsed Doppler spectrum Analysis. Radiology 1985; 155: 777-781
18. FITZGERALD S W, et al: Color Doppler Sonography in the Evaluation of Erectile Dysfunction. Radiographics 1992; 12: 3-17
19. HORSTMAN W G: Color Doppler US of the Scrotum. Radiographics 1991; 11: 941-957
20. MIDDLETON W D: Acute Scrotal Disorders. Prospective Comparison of Color Doppler and Testicular Scintigraphy. Radiology 1990; 177: 177-181