

# O CONTRIBUTO DA TOMOGRAFIA COMPUTORIZADA DE PERFUSÃO NO ACIDENTE VASCULAR CEREBRAL

LEONOR LOPES, RITA SOUSA, JOANA RUIVO, SOFIA REIMÃO, PAULO SEQUEIRA, JORGE CAMPOS  
Serviço de Imagiologia Neurológica. Hospital de Santa Maria. Lisboa

## RESUMO

A introdução da Tomografia Computorizada Multi-Corte (TCMC) nos anos noventa veio permitir a optimização do estudo crânio-encefálico, em particular, no contexto da patologia cerebrovascular aguda.

Anteriormente, o estudo crânio-encefálico por Tomografia Computorizada (TC) para além de identificar os sinais precoces do Acidente Vascular Cerebral (AVC) isquémico agudo, permitia a exclusão de hemorragia intracraniana e patologia de etiologia não vascular que mimetizasse o quadro clínico.

Actualmente, através da TC de Perfusão (TCP), é possível obter o estudo funcional da hemodinâmica cerebral após administração endovenosa rápida de um bólus de contraste. A análise multi-voxel das curvas de atenuação em função do tempo permitem criar mapas paramétricos de Volume Sanguíneo Cerebral (VSC), Tempo Médio de Trânsito (TMT) e Fluxo Sanguíneo Cerebral (FSC). Por sua vez, com base nos diferentes padrões de alteração dos parâmetros hemodinâmicos, é possível diferenciar o parênquima cerebral isquémico em risco – zona de penumbra, daquele irreversivelmente perdido. Os dados obtidos têm particular interesse na decisão terapêutica e prognóstico.

Os autores pretendem apresentar e documentar com base em dois casos clínicos os aspectos da aquisição, pós-processamento e análise dos dados da TCP.

Palavras-chave: *TC de Perfusão, AVC, penumbra, mapa de prognóstico*

## SUMMARY

### THE CONTRIBUTION OF PERFUSION CT IN STROKE

Multisection computed tomography (MSCT) was introduced in 1998 and improved neuroimaging quality, in particular concerning acute stroke.

Previously, nonenhanced CT was used not only to detect early stroke signs, but also to exclude hemorrhage and non-vascular pathology responsible for the acute neurological deficit.

Nowadays, using Perfusion CT (PCT) it is possible to obtain a functional study of the cerebral hemodynamics after injection of a fast bolus of contrast. Multi-voxel analysis of the time-attenuation curves delivers colour maps of Cerebral Blood Flow (CBF), Mean Time Transit (MTT) and Cerebral Blood Flow (CBF). Based on specific patterns of hemodynamic changes it is possible to differentiate between irreversible and reversible brain damage – “tissue at risk”, which is essential for choosing an appropriate therapy. The authors will discuss data acquisition, post-processing and image interpretation and analysis starting from two clinical examples.

Key words: *Perfusion CT, stroke, tissue at risk, prognostic map*

## INTRODUÇÃO

Nos países industrializados, e Portugal não é excepção, as doenças cerebro-vasculares são a terceira causa de morte e a principal causa de morbilidade entre adultos<sup>1</sup>. São sobejamente conhecidos os factores de risco cerebro-vascular como a idade, a hipertensão arterial (HTA), a diabetes mellitus (DM) e dislipidémia, entre outros, que contribuem para a instalação, manutenção e agravamento da aterosclerose sistémica e dos vasos arteriais cervicais em particular. Consequentemente, é o evento isquémico o mais frequentemente (85-90 %) responsável pelo acidente vascular cerebral (AVC).

O diagnóstico do AVC é clínico, definido por instalação súbita de um defeito neurológico focal. No entanto o papel da neuro-imagem é crucial. Por um lado, para exclusão de patologia de etiologia não vascular que mimetize o quadro clínico bem como de hemorragia intracraniana aguda<sup>1-5</sup>. Por outro lado, para detecção dos sinais precoces directos e indirectos do evento isquémico agudo. Actualmente, para além destas alterações morfológicas é possível realizar um estudo funcional da hemodinâmica cerebral<sup>2</sup>. Com este estudo dinâmico é possível não apenas detectar a região hipoperfundida, como também diferenciar e quantificar a zona de enfarte e penumbra<sup>3-6</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os exames foram adquiridos com equipamento Philips multislice Mx 8000.

Cada doente realizou TC sem contraste e TC de Perfusão (TCP).

A TC sem contraste foi adquirida com cortes axiais contíguos, 120 kV, 200 mAs, paralelos ao plano supra orbito-meatal, de 5 mm de espessura para a fossa posterior e 10 mm para o andar supratentorial.

Na TC de Perfusão procedeu-se à aquisição de 4 cortes axiais contíguos de 5mm de espessura (cobertura total de 20 mm), 120 kV, 200 mAs, paralelos ao plano tangencial ao limite inferior dos núcleos lenticulares, sem movimento da mesa, tempo de rotação 0.75 segundos, 1 imagem por segundo, em simultâneo com administração endovenosa de bólus de 50 ml de contraste iodado não-iónico a 6 ml/segundo, através de agulha 18 Gauge na veia cubital.

O pós-processamento foi realizado com a ajuda de Reto Meuli no serviço de Radiologia do Centre Hospitalaire Universitaire Vaudois (CHUV), Lausanne, Suíça com software Perfusion Philips.

## RESULTADOS

### Caso 1

Sexo feminino, 72 anos de idade com antecedentes de HTA e dislipidémia recorre ao Serviço de Urgência (SU) do Hospital de Santa Maria (HSM) por instalação súbita de hemiparésia direita e afasia com duas horas de evolução. Apresentava à entrada NIHSS (National Institutes of Health Stroke Scale) de 10.

A TC sem contraste (Figura 1) revelou hipodensidade cortico-subcortical fronto-insular à esquerda compatível



Fig. 1 - TC CE sem contraste mostrando hipodensidade cortical fronto-insular à esquerda.

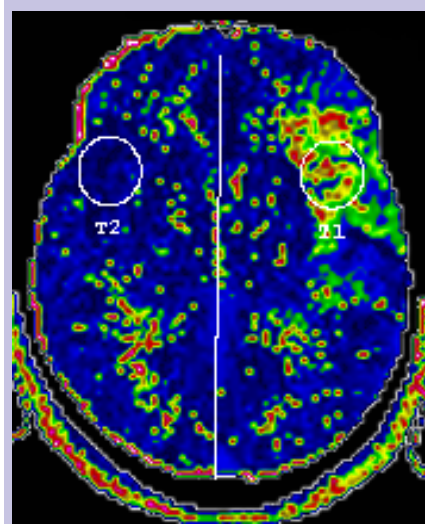
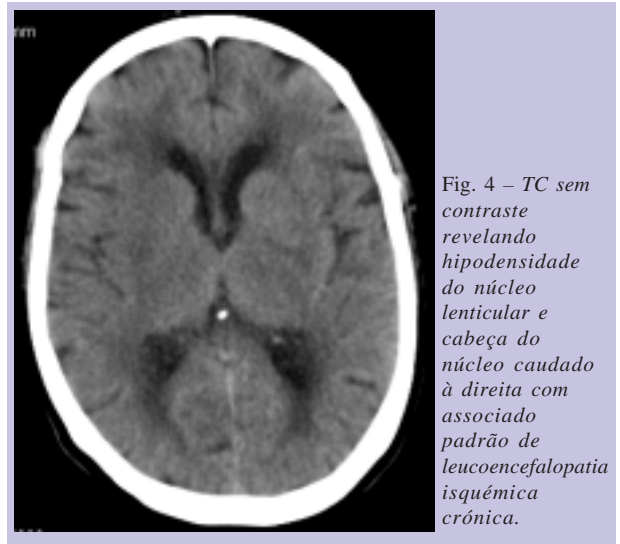
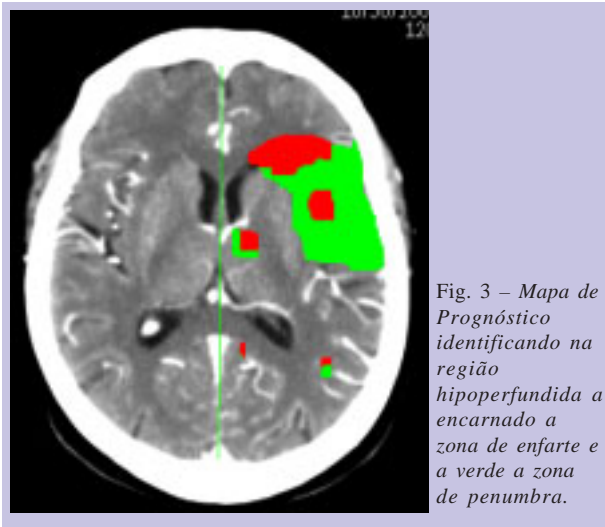


Fig. 2 - Mapa de TMT onde se identifica a verde área onde TMT se encontra aumentado, traduzindo oclusão arterial e consequente área hipoperfundida.

com evento isquémico agudo do território de distribuição da artéria cerebral média (ACM) esquerda. Na TCP o mapa de TMT (Figura 2) revelou extensa área fronto-temporal da ACM esquerda em hipoperfusão.

O mapa de prognóstico (Figura 3) diferencia dentro da



Quadro I - Quantificação das alterações detectadas na TCP

TCP	TPR	Z1 = 0,8 Z2 = 0,7 Z3 = 0,6 Z4 = 0,3	Média	0,6
Área isquémia (mm <sup>2</sup> )	VSC normal/alto	5.384	Total	9.539
	VSC reduzido	4.155		
Volume de isquémia (mm <sup>3</sup> )			Total	47.695

TCP, tomografia computadorizada de perfusão; TPR, taxa de potencial de recuperação; VSC, volume sanguíneo cerebral; Z1 a Z4, corresponde a cada nível de corte estudado por TCP.

área hipoperfundida uma região central enfartada e outra periférica em penumbra.

A taxa de potencial de recuperação é de 0,6 (Quadro I).

Foi realizada fibrinólise farmacológica com activador do plasminogénio (rtPA) endovenoso.

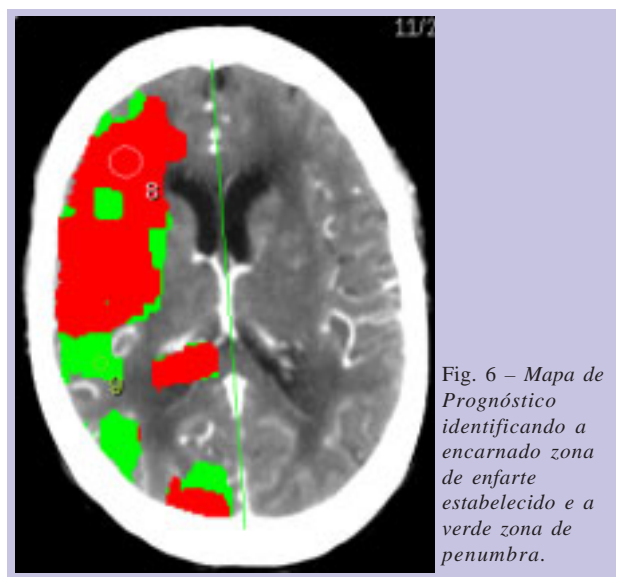
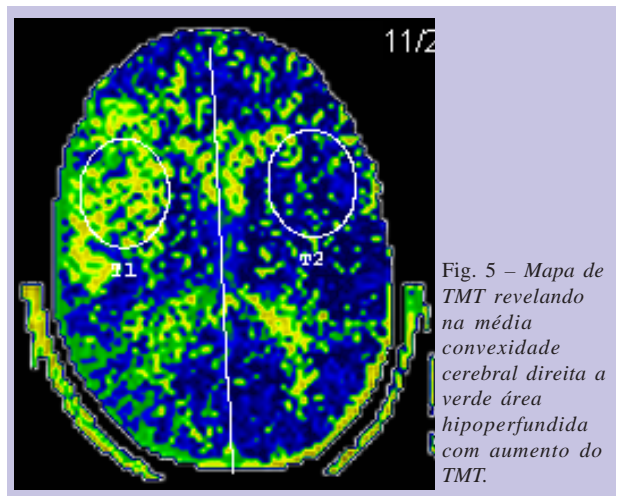
A doente recuperou quase totalmente, tendo alta independente para as actividades de vida diária (Rankin 1).

**Caso 2**

Sexo feminino, 79 anos, com factores de risco cerebrovascular (HTA e fibrilhação auricular crónica), recorre ao SU do HSM por instalação súbita de hemiparésia esquerda com três horas de evolução. Apresentava à entrada NIHSS de 20.

A TC sem contraste (Figura 4) revelou sinais de lesão isquémica aguda da ACM direita com hipodensidade do núcleo lenticular com associado padrão de leucoencefalopatia isquémica crónica de marcado grau. O mapa de TMT (Figura 5) evidenciou hipoperfusão do território dependente da ACM direita. O mapa de prognóstico (Figura 6) revela grande área de enfarte, com uma taxa de potencial de recuperação de 0,3 (Quadro II).

Foi administrado rtPA. Ao 10º dia de internamento por agravamento do quadro clínico com prostração acentuada e coma com Glasgow 4 repetiu TC onde se detecta ex-



Quadro II – Quantificação das alterações detectadas na TCP

TCP	TPR	Z1 = 0,5 Z2 = 0,4 Z3 = 0,3 Z4 = 0,3		Média	0,3
	Área isquémia (mm <sup>2</sup> )	VSC normal/alto VSC reduzido	4. 343 8. 430	Total	12. 773
	Volume de isquémia (mm <sup>3</sup> )			Total	63. 86

TCP, tomografia computadorizada de perfusão; TPR, taxa de potencial de recuperação; VSC, volume sanguíneo cerebral; Z1 a Z4, corresponde a cada nível de corte estudado por TCP.

tensa transformação hemorrágica. Ao 18º dia de internamento a doente faleceu.

## DISCUSSÃO

O fluxo sanguíneo cerebral tem uma variação regional em função das exigências metabólicas. Assim, é superior o aporte sanguíneo à substância cinzenta cortical e núcleo-basal em relação à substância branca. Em condições fisiológicas o fluxo sanguíneo cerebral médio na substância cinzenta é de cerca de 50 a 60 ml/100g/min<sup>1,4-6</sup>. O fluxo sanguíneo cerebral é determinado pela relação entre a pressão de perfusão cerebral, dependente da tensão arterial, e a resistência vascular cerebral regional<sup>4,6</sup>.

O fluxo sanguíneo varia num estreito intervalo de segurança. Este intervalo é garantido por fenómenos de reactividade vascular que permitem um controlo hemodinâmico e metabólico.

O controlo hemodinâmico, também denominado por auto-regulação, determina que, numa situação de hipotensão sistémica, haja uma vasodilatação das arteríolas eferentes, reduzindo a resistência vascular. Assim, o fluxo sanguíneo cerebral é mantido à custa do aumento do volume sanguíneo regional<sup>4</sup>.

Em paralelo, o mecanismo metabólico por reactividade ao CO<sub>2</sub> responde a um aumento da pressão parcial de CO<sub>2</sub> pelo mesmo princípio. Assim, a vasodilatação regional eferente contribui, igualmente, para a manutenção do fluxo sanguíneo cerebral com conseqüente aumento do volume sanguíneo regional<sup>6</sup>.

Assim, ambos os mecanismos, hemodinâmico e metabólico, tentam manter o fluxo à custa de uma vasodilatação regional e conseqüente aumento do volume sanguíneo regional<sup>6</sup>.

No entanto, numa situação de isquémia focal continuada a capacidade destes mecanismos compensadores é ultrapassada e instala-se a cascata irreversível da isquémia cerebral.

Entre os dois extremos de fluxo cerebral, fisiológico e isquémia focal continuada, há um espectro contínuo de variação funcional e bioquímica<sup>1</sup>.

Foi criado o modelo dos três compartimentos em rela-

ção aos limiares de função e sobrevivência do parênquima encefálico em isquémia. Respectivamente, a situação fisiológica normal, o tecido oligoémico, penumbra ou *em risco* e, por fim, o parênquima irreversivelmente perdido com isquémia instalada ou enfarte<sup>1,6</sup>.

Na TCP a aquisição das imagens é feita em simultâneo com a administração endovenosa de um rápido bólus de contraste. A passagem do contraste pela circulação cerebral pode ser registada num gráfico de atenuação em função do tempo<sup>1</sup>. Para cada voxel de estudo é feita uma curva, tendo uma referência arterial e outra venosa. Posteriormente, do somatório destas curvas é possível reconstruir os mapas paramétricos de FSC, TMT e VSC<sup>1,3,4</sup>. Com base no princípio de diluição do indicador é possível quantificar as alterações dos parâmetros hemodinâmicos. Conhecendo a espessura de cada corte, é possível a partir de cada área calcular o volume da área hipoperfundida<sup>3</sup>. A taxa de potencial de recuperação é definida pela relação da área de penumbra sobre a soma das áreas de penumbra e enfarte<sup>1,3,4</sup>. O seu valor dita a probabilidade de recuperação da área hipoperfundida no caso do fluxo ser restabelecido por fibrinólise do trombo, farmacológica ou espontânea. No caso clínico 1 o volume de parênquima encefálico hipoperfundido é de 47.695 mm<sup>3</sup>. A taxa de potencial de recuperação era de 0,6. Este valor traduz que dentro da área hipoperfundida cerca de 60% apresenta volume sanguíneo regional normal ou aumentado, traduzindo zona de penumbra e potencialmente recuperável. Após fibrinólise farmacológica foi restabelecido o fluxo sanguíneo com normalização do TMT. A doente recuperou quase totalmente. Estudos recentes sugerem que há uma forte correlação entre a taxa de potencial de recuperação e um melhoramento na escala de NIHSS na admissão e após um mês em doentes com recanalização arterial, espontânea ou farmacológica<sup>1</sup>. No caso clínico 2 com um quadro clínico de três horas de evolução o volume hipoperfundido chegava aos 63.865 mm<sup>3</sup> com uma taxa de potencial de recuperação de 0,3. Neste caso cerca de 70% da área hipoperfundida já apresentava redução do volume sanguíneo cerebral traduzindo irreversivelmente perdido.

Com os dados da TCP é possível não apenas quantificar o volume hipoperfundido, mas também fazer o estudo qualitativo do mesmo.

## CONCLUSÃO

A associação do estudo por TC sem contraste e TC de Perfusão num contexto de AVC isquémico agudo do território de distribuição da ACM permite obter para além do estudo morfológico, uma análise funcional da hemodi-

nâmica cerebral. A partir da análise qualitativa e quantitativa da região hipoperfundida é possível diferenciar o parênquima encefálico em risco e potencialmente recuperável, daquele irreversivelmente perdido, aspectos de fulcral importância na decisão terapêutica e no prognóstico.

#### **AGRADECIMENTOS**

Um especial agradecimento a Reto Meuli do serviço de Radiologia do CHUV em Lausanne pela sua colaboração e disponibilidade na análise e discussão dos dados de TCP, bem como à Eng. Anabela Mendes e à Philips pelo apoio prestado.

#### **BIBLIOGRAFIA**

1. WINTERMARK M, REICHHART M, THIRAN JP et al: Prognostic Accuracy of Cerebral Blood Flow Measurement by Perfusion Computed Tomography, at the Time of Emergency Room Admission, in Acute Stroke Patients. *Ann Neurol* 2002;51:417-432
2. BARBER PA, DEMCHUK JZ, ALASTAIR MB: Validity and reliability of a quantitative computed tomography score in predicting outcome of hyperacute stroke before thrombolytic therapy. *Lancet* 2000;355:1670-1674
3. NABAVIDG, KOLSKA SP, NAMEM et al: MOSAIC: Multimodal Stroke Assessment using Computed Tomography. *Stroke* 2002; 33:2819-2826
4. TOMANDL BF, KLOTZ E, HANDSCHU R et al: Comprehensive Imaging of Ischemic Stroke with Multisection CT. *Radiographics* 2003;23:565-592
5. MAYER TE, HAMANN GF, BARANCZYK J et al: Dynamic CT Perfusion Imaging of Acute Stroke. *AJNR* 2000;21:1441-1449
6. POWERS WJ: Cerebral Hemodynamics in Ischemic Cerebrovascular Disease. *Annals of Neurol* 1991;29:231-240