

# RECONSTRUÇÕES TRIDIMENSIONAIS CEREBRAIS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

## importância no planeamento neurocirúrgico

TERESA PALMA, ISABEL CRAVO, CARLA CONCEIÇÃO, JOANA GRAÇA, PEDRO EVANGELISTA,  
CONSTANÇA RIBEIRO, MÁRIO SECCA

Serviço de Neurorradiologia. Hospital Egas Moniz. Centro de Ressonância Magnética de Caselas. Lisboa

### RESUMO

Os autores descrevem a sua experiência na realização de reconstruções tridimensionais (3D) por Ressonância Magnética (RM) do córtex cerebral no planeamento cirúrgico de lesões cortico-subcorticais, sobretudo com localização nos hemisférios cerebrais e em alguns casos de lesões da fossa posterior. Através de três casos clínicos os autores exemplificam o interesse das reconstruções 3D por RM.

Os autores descrevem ainda outro método de processamento de imagem a partir de modelos tridimensionais, as reformatações multiplanares curvilíneas (RMC), utilizadas na identificação de pequenos focos de displasia corticais em doentes com epilepsia.

As vantagens e desvantagens destes métodos baseados nas reconstruções 3D por RM, comparativamente às sequências convencionais, são também discutidas pelos autores, sendo as principais desvantagens o tempo relativamente longo de aquisição das imagens e a impossibilidade de estabelecer por vezes um plano de clivagem entre o córtex e as estruturas extra-axiais (ex: em indivíduos jovens, em lesões com marcado efeito de massa e lesões com localização ventral nos lobos cerebrais).

Em conclusão, as reconstruções 3D por RM fornecem informação adicional, relativamente às imagens obtidas nas sequências convencionais, indicando a localização precisa das lesões, essencial no planeamento e estratégia cirúrgicas, melhorando o prognóstico e desempenho do doente.

*Palavras-chave: Reconstruções tridimensionais (3D) por RM, Córtex cerebral, Reformatações Curvilíneas Multiplanares (RMC), Planeamento neurocirúrgico*

### SUMMARY

#### **Three-dimensional MRI reconstructions of the cerebral cortex – importance in neurosurgical planning**

The authors describe their experience with three-dimensional (3D) MRI reconstructions of the cerebral cortex in neurosurgical planning of cortical and subcortical lesions. The majority of the lesions were located on the cerebral hemispheres; there were also few cases of posterior fossa lesions. The authors selected three clinical cases to demonstrate the interest of 3D MRI.

The authors describe another image processing method based on the three dimensional models obtained by using Curvilinear Multiplanar Reformatting (CMR) for the identification of subtle focal dysplastic lesions in patients with epilepsy.

The advantages and disadvantages of those 3D MRI reconstructions methods are discussed and a comparison with conventional cross-sectional images is mentioned. The main disadvantages are the raw data relative to long acquisition time and the difficulty in sometimes establishing

the cleavage plane between the cortex and extra-axial structures (e.g. young patients; lesions with great mass effect; lesions ventrally located in the cerebral lobes).

In conclusion, the 3D MRI reconstructions of the cerebral cortex reveal additional information to conventional cross-sectional images and permit a precise location of the lesions. This is essential in some circumstances for neurosurgical planning and strategy, improving neurosurgical performance and patient outcome.

*Key words: Three-dimensional (3D) MRI reconstructions, Cerebral cortex, Curvilinear Multiplanar Reformatting (CMR), neurosurgical planning*

## INTRODUÇÃO

Geralmente as imagens convencionais spin eco (FSE) obtidas por Ressonância Magnética (RM), são suficientes para estabelecer o diagnóstico de determinada patologia intracraniana. No entanto, no planeamento e execução neurocirúrgicos, o cirurgião deverá possuir a capacidade de transformar mentalmente as imagens bi-dimensionais obtidas por RM em imagens tridimensionais virtuais, o que se torna numa tarefa árdua e muitas vezes impossível<sup>1,2</sup>.

As reconstruções tridimensionais (3D), surgem assim como outra opção dentro dos estudos por RM, permitindo obter informação adicional acerca da anatomia regional relativamente à lesão a excisar, nomeadamente no que respeita à morfologia dos sulcos e circunvoluções, bem como dos vasos, sobretudo das veias<sup>3</sup>.

Neste artigo, os autores descrevem a sua experiência, exemplificando com alguns casos, na realização de reconstruções 3D por RM em estreita colaboração com os neurocirurgiões, no que respeita ao planeamento cirúrgico, desde a realização do estudo por RM até ao bloco operatório.

Tendo por base as imagens obtidas nas reconstruções 3D, traçando um plano de corte curvilíneo a diferentes profundidades, perpendicularmente ao maior eixo das circunvoluções, podemos ainda obter Reformatações Curvilíneas Multiplanares (RCM), as quais são particularmente úteis na discriminação de pequenas displasias corticais focais<sup>4</sup>.

## MATERIAL E MÉTODOS

A realização dos exames tiveram lugar no Centro de Ressonância Magnética de Caselas, em equipamentos de 1,5 Tesla (CVI, *General Electrics Medical Systems*®) e 1 Tesla (Signa, *General Electrics Medical Systems*®), obtendo-se cortes axiais no plano bi-comissural, na sequência SPGR, com 1 mm de espessura, contíguos, com TE 7.6 msec, TR 16.8 msec, TI 450, Flip angle 30°, Matriz 256x192 2 NEX, FOV 24 cm no adulto e FOV 20 cm na criança, no equipamento de 1,5 T e TE 5.4 msec, TR 14.5 msec, TI 450, Flip angle 30, Matriz 256x192 2 NEX, FOV

24 cm no adulto e FOV 20 cm na criança, no equipamento de 1T.

O processamento das imagens, para a construção dos modelos tridimensionais foi realizado numa *Workstation Sun Ultra 10*, (*GE Advantage Windows 3.1*), compreendendo várias etapas: na primeira, procedemos à reconstrução automática 3D da calote craniana a partir da qual obtemos o modelo 3D do cortex, com reajuste do limiar de intensidade dos pixels, remoção por camadas dos tecidos extra-axiais (ex: medula óssea, gordura subcutânea) e da *abertura de pontes* com dimensões variáveis na calote; numa segunda etapa, fazemos a reconstrução da lesão a excisar, delimitando manualmente com o rato, nos vários cortes obtidos, os seus contornos; por fim procedemos à sobreposição da lesão no modelo tridimensional do cortex e na calote craniana. Quando existem estruturas vasculares na proximidade da via de acesso cirúrgico, geralmente veias, tentamos também projectá-las no modelo obtido. O sulco central, como referência anatómica importante para o neurocirurgião, é também assinalado se se encontrar na proximidade da lesão.

O *software* utilizado possibilita também a medição, nas imagens 2D e 3D obtidas, da distância da lesão às várias estruturas regionais.

Os modelos obtidos podem ser rodados no espaço em todas as direcções, sendo fornecidas ao neurocirurgião imagens em película, em escala de cinzentos e em papel com qualidade fotográfica a cores, obtidas nas várias incidências, sendo particularmente relevante para o planeamento cirúrgico, as incidências de perfil e aquela que se aproximar melhor da posição operatória da cabeça do doente, a qual corresponde geralmente ao plano onde se visualiza o topo da lesão, isto nas lesões com localização cortical ou subcortical.

Nas RCM, o procedimento é relativamente mais simples, consistindo numa fase inicial comum, com construção automática do modelo 3D da calote craniana, a partir do qual obtemos imagens no plano coronal, onde podemos traçar manualmente vários planos curvilíneos, aproximadamente perpendiculares ao maior eixo das

circunvoluções, cortando os girus a diferentes profundidades, obtendo-se imagens 2D semelhantes a um mapa cartográfico do cortex.

A duração destes procedimentos é variável, no entanto as reconstruções de modelos 3D têm uma duração média de 30 minutos e as RCM de 15 minutos. As reconstruções 3D por RM do cortex são geralmente as mais morosas, pois dependem sobretudo da existência de um plano de clivagem com boa diferenciação da intensidade dos pixels entre a dura/tecidos da calote e o cortex.

Como candidatos para as reconstruções 3D por RM, encontram-se todos os doentes com lesões cerebrais com indicação cirúrgica, de limites relativamente bem definidos, mais frequentemente com localização cortical ou subcortical.

Nas RCM, os candidatos são na sua maioria, doentes com epilepsia, com focos de displasia focal suspeitos nos planos obtidos pelas sequências convencionais.

## RESULTADOS

Os autores contam com cerca de três anos de experiência na realização de modelos 3D e um ano nas RCM, da qual destacam três casos com particular interesse na demonstração da utilidade destes dois métodos na prática clínica.

### Caso 1

C.E.M., 11 anos, sexo feminino, raça caucasiana, internada no Serviço de Neurocirurgia do Hospital Egas Moniz, por epilepsia (crises parciais simples do hemisfério direito, por vezes com generalização secundária) com um mês de evolução.

Realizou estudo por RM, que revelou lesão quística, com 1 cm de diâmetro, cortico-subcortical, na profundidade do sulco pós-central esquerdo, sem ganho de sinal após injeção de gadolínio e sem edema perilesional.

Colocou-se as hipóteses diagnósticas de lesão parasitária (cisticercos) *versus* tumor da série neuronal (DNET).

Procedeu-se à realização dos modelos 3D (Figuras 1a



Fig. 1 - Caso 1: Reconstruções 3D por RM com sobreposição da lesão quística na calote (1a) e no cortex (1b), com indicação da projecção do sulco central, da lesão (→) e da veia cortical (►) no trajecto cirúrgico. Na cirurgia (1c), constatamos a sobreponibilidade do desenho dos sulcos e da veia cortical obtida pelos modelos 3D.

e 1b) a partir das imagens obtidas na sequência SPGR no plano axial, projectando a lesão na calote e no cortex, bem como uma veia proeminente localizada no trajecto cirúrgico, imediatamente acima da lesão.

No procedimento cirúrgico, imediatamente após a craniotomia e a remoção da dura, visualizou-se uma distribuição do padrão das circunvoluções sobreponível ao do modelo 3D (Figura 1c), com reconhecimento imediato da lesão após descolamento da veia cortical referida, reduzindo assim a duração do tempo operatório.

### Caso 2

A.C.C., 42 anos, sexo feminino, raça caucasiana, com hipertensão arterial medicamente intratável, internada no Serviço de Neurocirurgia do Hospital Egas Moniz, para descompressão da moldagem da face ventro-lateral esquerda do bulbo (sulco retro-olivar, a nível da entrada dos IX e X pares crânicos), pela artéria vertebral esquerda, ectasiada, referido por diversos autores como causa de hipertensão neurogenia<sup>5, 6</sup>.

Este contacto foi observado nas sequências de alta resolução para a fossa posterior no estudo por RM (Figura 2a), tendo sido complementado com realização da sequência SPGR a fim de proceder à construção de um modelo 3D.

Embora as reconstruções tridimensionais, no planeamento da abordagem cirúrgica da fossa posterior, não sejam utilizadas por rotina, podem revelar-se úteis em situações particulares como no presente caso, onde se projectaram os seios durais venosos (seios laterais e seios sigmoideus) na calote, bem com a artéria vertebral esquerda e as suas relações com o tronco cerebral (Figura 2b), vindo ao encontro das necessidades transmitidas pelo neurocirurgião.

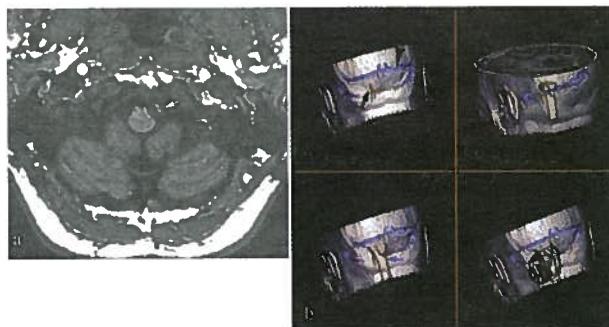


Fig. 2 - Caso 2: Moldagem do bulbo pela artéria vertebral esquerda (→) ectasiada (2a). Reconstruções 3D por RM da fossa posterior no planeamento da cirurgia de descompressão neuro-vascular (2b), com projecção no escalpe da artéria vertebral esquerda (→) e tronco cerebral (→).

### Caso 3

A.S.T., 30 anos, sexo masculino, raça negra, com história de epilepsia, com dez anos de evolução, realiza estudo por RM, o qual revela focos de displasia cortical do tipo polimicrogiria, bi-operculares, mais evidentes à direita, mas também presente à esquerda tal como demonstrado nas RCM, obtidas a partir dos planos coronal e axial (Figuras 3 a e b).

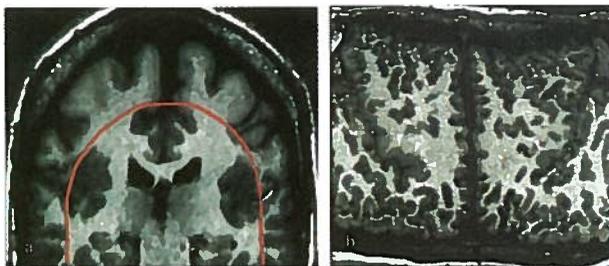


Fig. 3 - Caso 3: Reformatações Curvilíneas Multiplanares (RCM), no plano coronal 3D, traçando manualmente uma linha perpendicular ao eixo das circunvoluções (3a), obtendo-se um mapa cartográfico do cortex bi-dimensional (3b), demonstrando-se extensa polimicrogiria bi-opercular (►), sobretudo à direita.

### DISCUSSÃO

Embora nos últimos anos, sobretudo na década de 90, se tenha observado um avanço significativo nas técnicas de neuronavegação, tendo como objectivo primordial o aperfeiçoamento da abordagem neurocirúrgica, estas técnicas não estão disponíveis, por razões diversas, em muitos Serviços de Neurocirurgia do nosso país, e quando disponíveis muitas vezes são de difícil manuseamento, exigindo uma normalização e adaptação rigorosa entre as imagens obtidas por TAC ou RM e o *software* utilizado.

No sentido de contornar estas dificuldades, os modelos tridimensionais da calote e cortex cerebrais, surgem como uma alternativa válida, permitindo ao neurocirurgião uma percepção da localização aproximada das lesões, facilitando o acesso cirúrgico e redução do tempo operatório<sup>7</sup>.

Contudo, também esta técnica tem limitações, contando-se entre elas a dificuldade ou incapacidade para projectar lesões com carácter infiltrativo e limites imprecisos; em jovens, com pouco espaço de líquido interposto entre as circunvoluções e os tecidos extra-axiais, dificultando a sua clivagem, o mesmo acontecendo em lesões com grande efeito de massa reduzindo também aquele espaço. A localização das lesões são igualmente um factor limitante, revelando-se as lesões ideais aquelas

com localização relativamente superficial e nas convexidades, sendo aquelas com localização profunda e na vertente ventral dos lobos frontal, temporal e occipital, também difíceis de projectar devido à reduzida quantidade de líquido nestas regiões.

Atendendo ao facto da aquisição dos cortes na sequência SPGR, com espessura reduzida (1mm), perfazendo um total de 164 cortes para o estudo do cortex cerebral, ser relativamente longa (aproximadamente 15 minutos), podemos também considerar este ponto como uma desvantagem.

As RCM surgem recentemente como uma técnica válida, sobretudo no estudo do cortex das convexidades cerebrais, uma vez que reduz o efeito de volume parcial e a obliquidade do corte em relação à orientação das circunvoluções, geralmente observado nos cortes obtidos nos planos convencionais, facilitando a interpretação de falsos espessamentos corticais e permitindo o diagnóstico de displasias corticais focais<sup>4</sup>.

Contudo, para o estudo das regiões parasagittais, lobos temporais e estruturas basais, as RCM não demonstraram ser a técnica ideal, sendo os planos ortogonais e oblíquos convencionais ainda preferidos<sup>4</sup>.

### CONCLUSÃO

Em conclusão, na experiência dos autores, na reconstrução de modelos 3D tem particular utilidade no planeamento cirúrgico das lesões cerebrais, esclarecendo na generalidade dos casos acerca da sua localização no espaço e relações topográficas com estruturas importantes como vasos e áreas eloquentes.

Num futuro próximo, os autores planeiam aplicar esta técnica, na reconstrução 3D e determinação volumétrica dos hipocampos, em colaboração com outros centros de investigação na área da epilepsia, tendo por base a experiência referida por diversos autores<sup>8,9</sup>.

Outro objectivo próximo, prevê a aquisição de *software* que permita a sobreposição dos modelos 3D e estudos de RM funcional e angio-RM, referidos por diversos autores como técnicas fiáveis e úteis na estratégia cirúrgica<sup>10</sup>.

### AGRADECIMENTOS

Os autores fazem um agradecimento especial a todos os técnicos do Centro de Ressonância Magnética de Caselas, em especial à técnica Cristina Menezes, que em muito tem contribuído na realização dos estudos referidos, de uma forma incondicional e dedicada, com grande profissionalismo.

**BIBLIOGRAFIA**

1. BURTSCHER J, KREMSER C, SEIWALD M et al: Three-dimensional computer assisted magnetic resonance imaging for neurosurgical planning in parasagittal and parafalcine central region tumors (Abstract). *Comput Aided Surg* 1998; 3(1): 27-32
2. DAVID N. LEVIN, XIAOPING HU, KIM KIAT TAN et al: Surface of the brain: Three-dimensional MR images created with volume rendering. *Radiology* 1989; 171: 277-280
3. YOUSRY TA, SCHMID UD, SCHMIDT D et al: The Central sulcal vein: a landmark for identification of the central sulcus using functional magnetic resonance imaging. *J Neurosurgery* 1996; 85: 608-617
4. BASTOS A, ROCH COMEAU, FERDERICK ANDERMANN et al: Diagnosis of focal dysplastic lesions: Curvilinear Reformating from three-dimensional magnetic resonance imaging. *Ann Neurol* 1999; 46: 89-94
5. RAMIN NARAGHI, MICHAEL GAAB, GERHARD WATER et al: Arterial hypertension and neurovascular compression at the ventrolateral medulla. *J Neurosurg* 1992; 77: 103-112
6. TATSUO ALKIMURA, YASUHIRO FURUTANI, YASUTAKA JIMI et al: Essential Hypertension and neurovascular compression at the ventrolateral medulla oblongata: MR evaluation. *AJNR* 1995; 16: 401-405.
7. KIKINIS R, GLEASON PL, MORIARTY et al: Computer-assisted interactive three-dimensional planning for neurosurgical procedures. *Neurosurgery* 1996; 38: 640-651
8. ROBERT HOGAN, KEVIN MARK, LEI WANG et al: Mesial temporal sclerosis and temporal lobe epilepsy: MR imaging deformation-based segmentation of the hippocampus in five patients. *Radiology* 2000; 216: 291-297
9. DOMINIQUE HASBOUN, MARTINE CHANTÔME, ABDERREZAK ZOUAUOI et al: MR determination of hippocampal volume: comparison of three methods. *AJNR* 1996; 17: 1091-1098
10. JESUS PUJOL, GERARDO CONESA, JOAN DEUS et al: Clinical application of functional magnetic resonance imaging in presurgical identification of the central sulcus. *J Neurosurg* 1998; 88: 863-869