

# CRANIOTOMIA DIRIGIDA POR TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM RECONSTRUÇÃO TRIDIMENSIONAL

## Nota técnica

Edmundo Luís Rodrigues Pereira<sup>1</sup>, José Takao Yamaki<sup>1</sup>,  
Marcelo Botelho de Oliveira<sup>2</sup>, Walmir Sebastião Carneiro Neto<sup>2</sup>

**RESUMO - Objetivo:** Demonstrar a utilidade do exame de tomografia computadorizada com reconstrução tridimensional no planejamento da craniotomia. **Método:** Oito pacientes portadores de lesões neoplásicas subcorticais próximas da convexidade cerebral foram operados segundo os parâmetros obtidos em exame de tomografia computadorizada (TC) com reconstrução tridimensional (3D). **Resultados:** O método empregado permitiu a aplicação de craniotomias de dimensões adequadas e localização precisa, permitindo remoção segura e eficaz da neoplasia. **Conclusão:** O estudo demonstra a utilidade da TC 3D como recurso auxiliar no planejamento pré-operatório, otimizando o acesso cirúrgico e reduzindo a ocorrência de abordagens restritas ou inadequadas na remoção de lesões subcorticais.

**PALAVRAS-CHAVE:** craniotomia, abordagens cirúrgicas, metástase cerebral, TC com reconstrução tridimensional; cirurgia minimamente invasiva.

### **Neurosurgical approach guided by computed tomography with three dimensional reconstruction: technical note**

**ABSTRACT - Objective:** Searching usefulness of computed tomography with three dimensional reconstruction in planning accurate cranial approaches to treat subcortical lesions. **Method:** Eight patients with neoplastic subcortical convexity-based lesions were surgically treated following spatial coordination obtained with three dimensional computed tomography reconstruction (CT 3D). **Results:** Accurate approaches were accomplished, allowing a safe and optimized removal of neoplasms in all cases. **Conclusion:** The study manifests the benefits of CT 3D in planning suitable craniotomies, avoiding incongruous approaches.

**KEY WORDS:** craniotomy, surgical approaches, brain metastasis, CT 3D, minimal invasive surgery.

O planejamento pré-cirúrgico é indispensável para um bom resultado operatório em neurocirurgia. Por isso, um dos fundamentos do ato operatório consiste em calcular previamente o local em que deverá ser realizada a abertura do crânio (craniotomia), de tal forma que o acesso ao conteúdo intracraniano seja preciso, permitindo uma exploração segura através de sulcos e cisternas e reduzindo as chances de lesões iatrogênicas. Muitas vezes, a superfície convexa do crânio pode propiciar erros de interpretação, gerando divergências no momento da transferência dos dados observados nas imagens bidimensionais da tomografia computadorizada (TC) ou ressonância magnética (RM),

para o alvo correspondente, localizado logo abaixo da superfície da calota craniana. Há inúmeros relatos de acessos cirúrgicos insuficientes e deslocados do centro da lesão, ou, mais comumente, acessos feitos com amplas abordagens, expondo áreas sem interesse, fato que pode contribuir para aumentar as chances de lesões inadvertidas do cérebro ou de estruturas vasculares.

Mais recentemente, avanços no campo da radiologia e da informática permitiram reconstruir imagens tridimensionais (3D) geradas a partir da TC. As imagens podem ser pós-processadas de diversas formas, para melhor demonstração de lesões intracranianas e de suas relações com os elementos ósseos

<sup>1</sup>Neurocirurgião, Divisão de Neurocirurgia, Clínica Neurocirúrgica do Hospital do Servidor Público Estadual Ofir Loyola, Belém PA, Brasil; <sup>2</sup>Radiologista, Divisão de Diagnóstico por Imagem, Clínica Neurocirúrgica do Hospital do Servidor Público Estadual Ofir Loyola, Belém PA, Brasil

Recebido 28 Março 2005. Aceito 8 Julho 2005.

Dr. Edmundo Luís Rodrigues Pereira - Avenida Magalhães Barata 992 / 6º andar - 66063-240 Belém PA - Brasil.

ou com outros acidentes anatômicos naturais, possibilitando, assim, uma melhor visão espacial do que a fornecida convencionalmente pelos cortes axiais.

Procurando aumentar a margem de segurança das craniotomias realizadas no serviço de neurocirurgia do Hospital do Servidor Público Estadual - Ofir Loyola, foram realizadas 8 craniotomias direcionadas com o auxílio de imagens tomográficas com reconstrução tridimensional, obtidas previamente ao ato cirúrgico.

## MÉTODO

O presente estudo foi realizado entre abril de 2003 e outubro de 2004, e incluiu 8 pacientes internados no

Serviço de Neurocirurgia do Hospital Ofir Loyola, portadores de lesões expansivas neoplásicas subcorticais, localizadas nas proximidades do vértex craniano. Na pele do crânio dos pacientes foi aplicado, previamente ao exame de tomografia, um marcador metálico de aproximadamente 5 cm de comprimento (Fig 1). O local do clip corresponderia ao ponto central da lesão subcortical, no sítio teórico da corticectomia a ser realizada pelo cirurgião para atingir a neoplasia em questão. O artefato metálico fixo à pele do escalpe ajudou a estabelecer uma relação mais precisa entre a superfície do crânio e a lesão a ser operada, sendo mantido na pele do enfermo até momentos antes do ato operatório, constituindo assim a principal referência externa para o cirurgião realizar a incisão cirúrgica e a craniotomia subsequente.

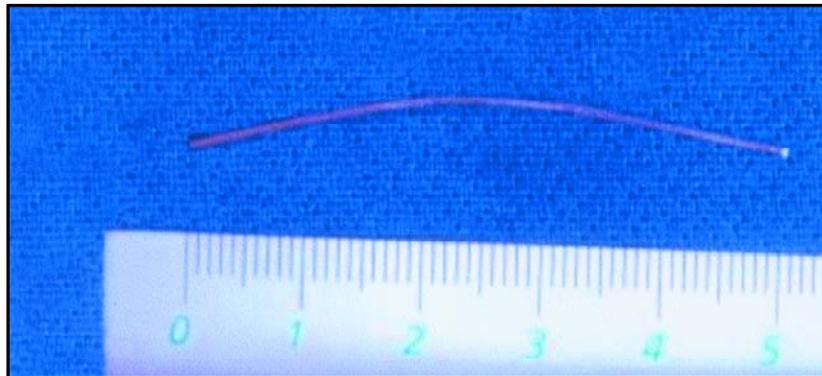


Fig 1. Marcador metálico semi-curvo usado como referência externa na localização da lesão.

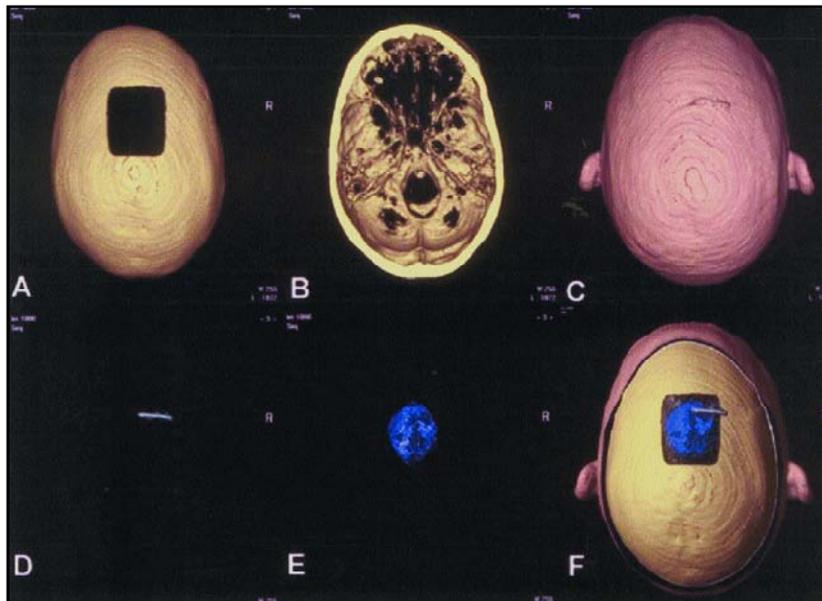


Fig 2. Reconstruções tridimensionais (A) Calota craniana com a craniotomia virtual, (B) Base do crânio, (C) Pele, (D) Marcador metálico, (E) Lesão e (F) União de todas as etapas demonstrando a relação da lesão com marcador metálico e demais referências externos

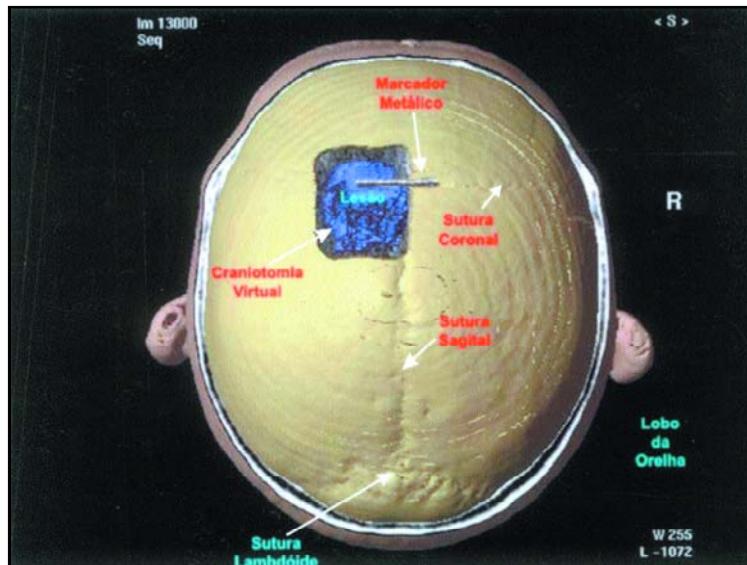


Fig 3. Reconstrução em 3D mostrando os princípios referenciais anatômicos empregados no planejamento da cirurgia neurológica.

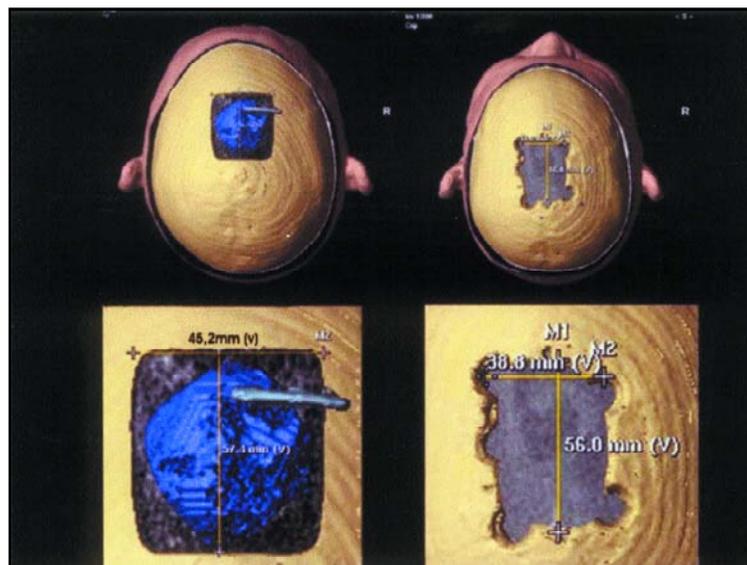


Fig 4. Medidas da craniotomia virtual (45,2 X 57,4 MM) e da craniotomia realizada no paciente (38,8 X 56,0).

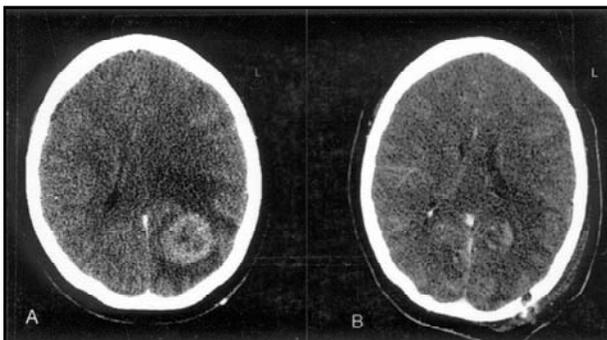


Fig 5. TC de crânio mostrando lesão impregnada pelo contraste na região occipital esquerda (A) e o controle pós-cirúrgico, com a resseção completa da lesão (B).

Todos os exames foram realizados pelo mesmo aparelho de tomografia (espiral Philips CT aura, com estação de trabalho), após a injeção de contraste iodado (endovenoso, 50 ml, infusão manual), sendo realizadas um dia antes do procedimento cirúrgico, com aquisição volumétrica em espiral, cortes axiais de 3 mm, no plano infra-orbitomeatal, com *Pitch Factor* de 1,5 e índice de 1,5 para a reconstrução tridimensional.

Os dados obtidos foram utilizados para reconstruir tridimensionalmente, utilizando-se as técnicas de *volume rendering* e *shaded surface*, selecionando-se as densidades específicas para reconstruir, em etapas distintas, a calota craniana, a base do crânio, a pele, o marcador metálico e a lesão (Fig 2), que por ser impregnada pelo

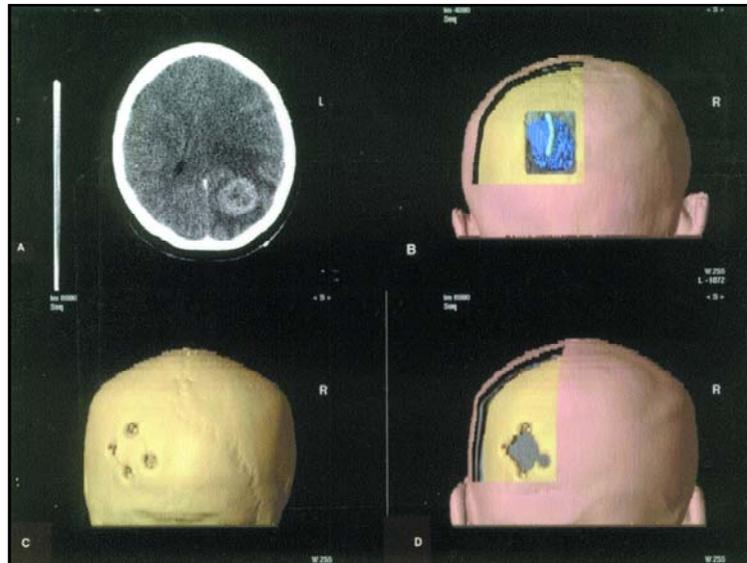


Fig 6. (A) Lesão com intenso realce no lobo occipital esquerdo. (B, C e D) Reconstrução tridimensional comparando o acesso virtual com o real na abordagem da lesão. Em B, a craniotomia virtual, observando-se o marcador metálico e a lesão (em azul). Em C e D, reconstruções pós-cirúrgicas, demonstrando a semelhança entre o acesso real e o planejado virtualmente.

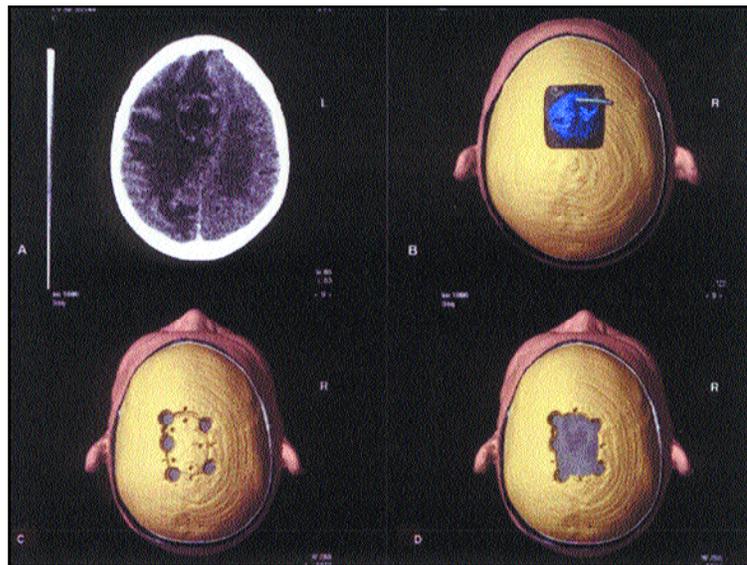


Fig 7. Lesão frontal direita com realce periférico, efeito de massa e importante edema vasogênico (A), a craniotomia virtual (B) e a real (c e D).

meio de contraste, diferencia-se do restante do tecido cerebral.

Com os dados obtidos, foram criadas simulações do acesso cirúrgico pelas "craniotomias virtuais" - aberturas virtuais da calota craniana, confeccionadas com as menores dimensões teóricas e na topografia mais adequada em relação à neoplasia a ser operada, utilizando-se, também, os referenciais anatômicos naturais (como as suturas cranianas) e superficiais (como os lobos das orelhas,

a raiz nasal e o marcador metálico), perfeitamente identificadas pelos métodos convencionais de imagem.

A reconstrução fornece dados ao cirurgião que permitem uma visão semelhante ao aspecto real do campo cirúrgico (Fig 3), incluindo as medidas ideais para a realização de um acesso cirúrgico otimizado (Fig 4).

Todas as cirurgias foram realizadas pela mesma equipe neurocirúrgica, seguindo os princípios consagrados da técnica microcirúrgica minimamente invasiva.

Tomografias de controle, incluindo reconstruções 3D, foram realizadas 24 a 48 horas após a cirurgia, para avaliação de possíveis complicações ou remanescentes tumoriais (Fig 5), fornecendo, ainda, a possibilidade de comparação entre a craniotomia virtual e a realizada (Fig 6 e 7).

## RESULTADOS

O método empregado permitiu a aplicação de craniotomias com dimensões adequadas e localizações exatas, assegurando uma remoção segura e completa das neoplasias. Em todos os pacientes as lesões foram removidas por meio de craniotomias precisas, com diâmetro médio de 6 x 6 cm, sem a necessidade de reparos ou correções após a confecção do acesso planejado para ressecar a neoplasia. Empregando a metodologia descrita, ocorreu total concordância entre o local da craniotomia e da craniectomia com o planejamento pré-operatório e em relação à topografia da lesão sub-cortical. O método também permitiu acessos precisos, com dimensões satisfatórias e proporcionais ao exigido para a remoção de determinada lesão, levando a redução do tempo cirúrgico e diminuindo a morbidade do ato operatório. Não houve complicações pós-operatórias relacionadas ao método ou ao procedimento microcirúrgico. Os pacientes receberam alta hospitalar dentro dos primeiros sete dias de cirurgia, com exames pós-operatórios (TC/RM) constatando a eficácia do tratamento, e nenhum deles sofreu de complicações pós-operatórias, como hemorragias, infarctos cerebrais ou piora do déficit neurológico. Análise estatística englobando maior número de pacientes está em andamento.

## DISCUSSÃO

Toda cirurgia cerebral pressupõe uma abertura no crânio (craniotomia). Contudo, não existe exata correspondência entre os ossos do crânio, os lobos, sucros e os giros cerebrais subjacentes<sup>1-4</sup>. Além disso, a superfície convexa do crânio gera discrepâncias entre a localização real de uma lesão situada na vizinhança da convexidade, e isso é tanto mais verdadeiro quanto menor for a distância da lesão ao vértex<sup>5,6</sup>. As imagens bidimensionais geradas pelos exames de TC convencional, em que são feitos cortes axiais com inclinação órbito-meatal, também induzem a erros de interpretação e de localização, devido a um efeito visual divergente entre a convexidade do crânio e o eixo perpendicular (órbito-meatal) dos cortes axiais realizados no exame de TC. Esse fato leva o observador a crer que a imagem (lesão) observada na TC se encontra em uma situação mais anterior no cérebro.

Há várias ocorrências e relatos descritos na literatura sobre as dificuldades dos cirurgiões em localizar cirurgicamente uma lesão subcortical<sup>5,6</sup>. Grandes aberturas para remover pequenas lesões têm sido empregadas de rotina ao longo dos anos, com exposição cerebral desnecessária ao propósito do procedimento. Uma abordagem cirúrgica precisa que facilite a remoção do tumor com segurança para o enfermo, reduzindo a morbidade do ato, e evitando injúrias aos tecidos vizinhos, deve ser a meta de todo cirurgião. Para isso, a programação prévia e a orientação da via de acesso tomam-se um dos princípios fundamentais da moderna neurocirurgia, e quanto mais preciso o local de abertura do crânio, tanto melhor será o procedimento, com economia de tempo e espaço, evitando, assim, aberturas imprecisas, deslocadas do centro da lesão ou exageradamente grandes. O conhecimento da micro-anatomia neurológica, dos pontos de referência craniométricos e da topografia craneoencefálica, utilizando-se linhas e pontos referenciais existentes naturalmente no crânio, são todos métodos valiosos no momento de eleger o local de abertura para o tratamento de lesões subcorticais, constituindo-se também um dos alicerces da moderna cirurgia minimamente invasiva<sup>7</sup>.

Inúmeros referenciais externos naturalmente existentes no crânio podem servir de guia direcionando o cirurgião até a lesão cerebral, reduzindo o efeito incongruente entre a imagem tomográfica bidimensional e a localização real do alvo a ser atingido. Desses referenciais, destacamos a reborda orbitária, o zigoma, a glabella, a pina auricular, o meato acústico externo e a protuberância occipital externa<sup>2-4</sup>.

A estereotaxia é um método muito preciso para atingir lesões subcorticais e profundas e na obtenção de biópsias para diagnóstico ou no tratamento de movimentos anormais. É minimamente invasiva, atingindo remotas áreas na profundidade do cérebro através de acessos limitados e com margem de erro de poucos milímetros<sup>8,9</sup>. A TC ou RM também é utilizada para sua execução. Entretanto, o procedimento é algo complexo e dispendioso, desconfortável para o paciente, não estando disponível em todos os serviços de neurocirurgia do Brasil. Na ausência deles, os acessos cirúrgicos são realizados observando-se pontos referenciais anatômicos, que podem ser identificados nos exames de imagem e no crânio do paciente. É nesse momento que a margem de erro aumenta, pelas diver-

gências espaciais entre a lesão observada na imagem bidimensional da TC ou RM, o crânio e seu conteúdo tridimensionais.

Mais recentemente, avanços da informática foram aplicados aos métodos de diagnóstico por imagem, possibilitando que imagens tridimensionais virtuais fossem geradas a partir dos dados de TC. Imagens tomográficas convencionais podem ser pós-processadas em imagens 3D, proporcionando melhor noção espacial da anatomia, levando a um efeito muito semelhante às peças anatômicas e a própria situação operatória que será encontrada pelo cirurgião<sup>10-14</sup>.

Na literatura, encontramos aplicações destas imagens em avaliações de fraturas de face, endoscópias virtuais e estudos vasculares diversos<sup>15,16</sup>.

Em neurocirurgia, são mais utilizadas para o estudo de vasos cranianos - as "angiogramas", que fornecem imagens muito semelhantes às angiogramas convencionais e vêm contribuindo, sobremaneira, para diagnosticar lesões vasculares<sup>16</sup>.

Outras técnicas já foram publicadas com a finalidade de localizar na superfície do crânio, lesões observadas nas imagens de TC e RM, possibilitando transferir os dados para o crânio do paciente<sup>5,6,17-26</sup>. Algumas utilizam marcadores radiopacos, marcações no couro cabeludo ou radiografias simples do crânio.

A preocupação em melhorar a segurança do procedimento cirúrgico estimulou o presente trabalho, cujo método, por ser simples e prático, pode ser empregado isoladamente ou em associação com os outros recursos já relatados<sup>14,17-25</sup>.

Em conclusão, baseados nos princípios de microcirurgia e cirurgia minimamente invasiva<sup>7</sup>, procura-se avaliar o benefício e a praticidade de uma craniotomia previamente planejada, com o auxílio dos métodos de imagem disponíveis.

A utilização de imagens tridimensionais de TC demonstrouse muito valiosa no planejamento cirúrgico dos acessos e abordagens de lesões localizada próximas da convexidade cerebral, pois resulta na geração de imagens bem próximas da realidade encontrada durante a cirurgia, facilitando o ato operatório e aumentando as chances de êxito do procedimento.

## REFERÊNCIAS

- Coutinho LDF, Barros AC, Passos GO, Silva RAM, Vasconcelos SA. Triangulação e compasso: um método simples de transferir dados para a superfície do crânio. *Jornal Brasileiro Neurocirurg* 2003;14:41-45.
- Gusmão S, Silveira RL, Cabral G Filho, Arantes A. Topografia craniocefálica - Aplicações neurocirúrgicas *Arq Bras Neurocirurg* 1998;17:59-71.
- Gusmão S, Silveira RL, Arantes A. Pontos referenciais nos acessos cranianos. *Arq Neuropsiquiatr* 2003;61:305-308.
- Gusmão S, Reis C, Silveira RL, Cabral G Filho. Relações da sutura coronária com os sulcos da face súpero-lateral do lobo frontal. *Arq Neuropsiquiatr* 2001;59:570-576.
- O'Leary DH, Lavynne MH. Localization of vertex lesions seen on ct scan. *J Neurosurg* 1978;49:71-74.
- Penning L. CT localization of a convexity brain tumor on the scalp. *J Neurosurg* 1987;66:474-476.
- Flegel T, Podell M, March PA, Chakeres DW. Use of a disposable real-time CT stereotactic navigator device for minimally invasive dog brain biopsy through a mini-burr hole. *AJNR* 2002;23:1160-1163.
- Coraddu M, Floris F, Nurchi G, Meleddu V, Lobina G, Marcucci M. Evacuation of traumatic intracerebral haematomas using a simplified stereotactic procedure. *Acta Neurochir* 1994;129:6-10.
- Wester K, Sortland O, Hauglie-Hassen E. A simple and inexpensive method for CT-guided stereotaxy. *Neuroradiology* 1981;20:255-256.
- Bryan RN. The digital revolution: the millennial change in medical imaging. *Radiology* 2003;229:299-304.
- Calhoun PS, Kuszyk BS, Heath DG, et al. Three-dimensional volume rendering of spiral CT data: theory and method. *Radiographics* 1999;19:745-764.
- Leeds NE, Kieffer SA. Evolution of diagnostic neuroradiology from 1904 a 1999. *Radiology* 2000;217:309-318.
- Tomandl BF, Hastreiter P, Rezk-Salama C, et al. Local and remote visualization techniques for interactive direct volume rendering in neuro-radiology. *Radiographics* 2001;21:1561-1572.
- Udupa JK. Three-dimensional visualization and analysis methodologies: a current perspective. *Radiographics* 1999;19:783-806.
- Girod S, Teschner M, Schrell U, et al. Computer-aided 3-D simulation and prediction of craniofacial surgery: a new approach. *J Craniomaxillofacial Sur* 2001;29:156-158.
- Kaminogo M, Hayashi H, Ishimaru H, et al. Depicting cerebral veins by three-dimensional ct angiography before surgical clipping of aneurysms. *AJNR* 2001;23:85-91.
- Carlotti CG Junior, Colli BO, Machado HR, et al. Desenvolvimento de uma metodologia para o planejamento de craniotomias utilizando-se um aparelho localizador acoplado à tomografia computadorizada. *J Bras Neurocirurg* 1993;4:17-25.
- Frighetto L, Salles AAF, Behnke E, et al. Image-guided frameless stereotactic biopsy sampling of parasellar lesions. *J Neurosurg* 2003;98:920-925.
- Gildenberg PL, Kaufman HH, Krishna Murthy KS. Calculation of stereotactic coordinates from computed tomographic scan. *Neurosurgery* 1982;10:580-586.
- Greenblatt SH, Rayport M, Savolaine ER, Harris JH, Hitchins MW. Computed tomography-guided intracranial biopsy and cyst aspiration. *Neurosurgery* 1982;11:589-598.
- Kubo S, Nakata H, Sugauchi YRT, Yokota NRT, Yoshimine T. Scalp marking for a craniotomy using a laser pointer during preoperative computed tomographic imaging: technical note. *Neurosurgery* 2000;46:1250-1252.
- Morris K, O'brien TJ, Cook MJ, et al. A computer-generated stereotactic "virtual subdural grid" to guide resective epilepsy surgery. *AJNR* 2004;25:77-83.
- Patil AA, Woosley RE. Scalp marking of intracranial lesions using computed tomography (CT) images: a technical note. *Acta Neurochir* 1986;80:62-64.
- Schneider JP, Schulz T, Schmidt F, et al. Gross-total surgery of supratentorial low-grade gliomas under intraoperative MR guidance. *AJNR* 2001;22:89-98.
- Schwartz RB, Hsu L, Wong TZ, et al. Intraoperative MR imaging guidance for intracranial neurosurgery: experience with the first 200 cases. *Radiology* 1999;211:477-488.
- Tsuchiya K, Katase S, Hachiya J, et al. New technique of surface anatomy mr scanning of the brain: its application to scalp incision planning. *AJNR* 1999;20:515-518.