

# *Avaliação do erro nas coordenadas de localização estereotática guiada por tomografia computadorizada do encéfalo*

Marcelo P. Ferreira, Nelson V. Aspesi

Resumo da Dissertação de Mestrado em Cirurgia apresentada à Universidade Federal do Rio Grande do Sul

## RESUMO

São analisados 106 procedimentos em pacientes submetidos à estereotomografia. Os procedimentos foram realizados para obtenção de biópsias cerebrais, orientação de craniotomias, colocação de cateter em cavidade tumoral, drenagem de hematoma e de abscesso intracerebrais.

As orientações de craniotomia foram realizadas para localizar má-formações arteriovenosas, tumores e processos inflamatórios, em 21 pacientes.

As biópsias cerebrais estereotáticas, realizadas em 82 casos para diagnóstico anatomopatológico, apresentaram índice de positividade de 87,5%, com complicações em 1,2% dos casos.

São analisadas estatisticamente as variáveis, como: idade, sexo, procedimento realizado, diagnóstico anatomopatológico e volume das lesões. É discutida a imprecisão na aquisição e cálculo das coordenadas estereotáticas com a tomografia computadorizada do encéfalo e verificada a precisão do método estereotomográfico com a utilização de um phantom.

O maior erro das coordenadas foi de 6,8 mm com cortes tomográficos axiais de 4 mm a 5 mm.

## PALAVRAS-CHAVE

Estereotomografia. Estereotaxia. Biópsia cerebral.

## ABSTRACT

**CT-guided stereotactic localization for brain lesions. An evaluation of the error in the acquisition and calculation of the coordinates**

It is discussed 106 patients submitted to stereotactic procedures. The procedures included: 82 biopsies of brain lesions, 21 orientation of craniotomies, insertion of a catheter in a tumor cavity in one, aspiration of one spontaneous haematoma and aspiration of one brain abscess. The guided craniotomies were used for AVMs, tumors and inflammatory disease.

The biopsies allowed correct diagnosis in 87,50% with morbidity and mortality rate of 1,20%.

Sex, age, the procedure performed, the accuracy of the biopsy the volume of the lesions were analysed statistically.

It is discussed the error in the acquisition and calculations of the stereotactic coordinates with the CT scan and the error with this method with a phantom. The greatest error in the coordinates was 6,8 mm.

## KEYWORDS

CT-guided stereotaxy. Stereotactic surgery. Brain biopsy.

## Introdução

A localização precisa de um alvo anatômico sempre constituiu um desafio na neurocirurgia devido ao grande valor funcional da maioria das estruturas do sistema nervoso, em especial as do encéfalo. Essa

preocupação levou ao desenvolvimento da técnica chamada de estereotaxia. A palavra estereotaxia é derivada do grego, *esteros*, que significa tridimensional e *tactos*, organizado, arrumado. A geometria espacial foi a base teórica para a construção e o funcionamento dos aparelhos estereotáticos<sup>7</sup>.

Primeiramente, os aparelhos estereotáticos foram utilizados para estudos das estruturas cerebrais profundas, levando ao surgimento da cirurgia funcional. Com a introdução da tomografia computadorizada (TC), passou-se a utilizar a técnica estereotomográfica com fins diagnósticos e terapêuticos<sup>7</sup>.

Inicialmente, esses aparelhos foram fabricados para compatibilizarem-se com o raio X. Após a introdução da TC e da ressonância nuclear magnética (RM), o diagnóstico, mesmo de pequenas lesões, passou a ser possível. Em função disso, os aparelhos estereotáticos foram adaptados e novos foram criados para sua utilização com esses métodos diagnósticos.

O neurocirurgião deve ter conhecimento das indicações, dos riscos e da confiabilidade da técnica estereotática com os diversos aparelhos de estereotaxia cerebral.

## Material e método

O presente estudo foi realizado prospectivamente. A casuística consta de 106 pacientes consecutivos submetidos a procedimentos estereotáticos no período compreendido entre novembro de 1993 e dezembro de 1996 no Instituto de Neurocirurgia de Porto Alegre, no Hospital São José, na Santa Casa de Misericórdia de Porto Alegre e no Hospital de Clínicas de Porto Alegre (HCPA). Quarenta e cinco pacientes eram do gênero feminino (47,70%) e 61, do sexo masculino (52,30%). O mais jovem tinha 4 anos de idade e o mais velho, 80. Oitenta e dois pacientes foram submetidos à biópsia cerebral; 21, à orientação de craniotomias em lesões profundas; 1, à drenagem de hematoma intracerebral espontâneo; 1, à drenagem de abscesso intracerebral; e 1, à colocação de cateter no interior da cavidade tumoral. Todos os procedimentos foram realizados pelo autor principal (MPF).

O aparelho estereotático utilizado foi um dos modelos Hitchcock adaptado para tomografia computadorizada.

Os pacientes submetidos a qualquer um dos procedimentos estavam sob o efeito de anestesia local ou geral.

Todas as amostras de tecido foram analisadas por um único patologista que utilizou a técnica de inclusão em parafina e coloração da peça com hematoxilina-eosina.

### *Aferição da precisão do aparelho estereotático*

A aferição inicial da precisão do aparelho estereotático foi realizada da seguinte forma: a medição

das coordenadas reais (X, Y, Z) foi feita mediante a visualização direta de nove esferas de isopor revestidas por uma mistura de bário com cola acrílica e presas ao aparelho estereotático (arco e anteparos laterais), modelo Hitchcock<sup>7</sup>, por fios de náilon, denominado pela expressão inglesa *phanton*. O diâmetro das esferas média de 15 mm (seis esferas) a 18 mm (três esferas). Após a aferição visual direta das coordenadas (X, Y, Z) das esferas, foi realizada uma tomografia computadorizada para visualização das nove esferas no filme radiológico. Os cortes tomográficos foram realizados com uma espessura de 5 mm. O tomograma do *phanton* foi feito no aparelho Toshiba Xspeed II<sup>®</sup>. O cálculo das coordenadas foi realizado com o auxílio do computador e manualmente. O programa do computador (Estereotática V 1.1) utilizou o algoritmo:  $Z = Z1 - (A/\text{tangente de } 33,41^\circ)$  para cálculo da altura (Z), sendo A o valor da medida real entre o reparo angulado de  $33,4^\circ$  e a distância até um dos reparos verticais. Para o valor látero-lateral (X),  $X = (B \times C)/A$ , sendo B o valor da escala, C o valor da distância lateral desde o centro do arco ( $X = 0, Y = 0, Z = 0$ ) e A o valor medido em milímetros na escala. O valor ântero-posterior (Y) foi calculado da mesma forma que o valor látero-lateral (X),  $Y = (B \times C)/A$ . No cálculo manual, os mesmos algoritmos foram empregados. Para esse cálculo foi utilizada calculadora portátil.

## Resultados

Os procedimentos realizados foram agrupados em: 1) biópsia; 2) orientação estereotática para craniotomias e 3) outros. Neste último grupo foram incluídos três pacientes: um submetido à drenagem de hematoma cerebral, um à drenagem de abscesso cerebral e outro à colocação de cateter na cavidade tumoral.

No estudo da diferença entre o ponto zero calculado manualmente e o ponto zero calculado pelo programa de computador, o teste de *t* indicou diferença quando foram analisadas as 106 coordenadas calculadas ( $t = 0,000$ ). Quando analisada a distância do ponto zero ao alvo, calculado manualmente, e ponto zero ao alvo, calculado pelo computador no *phanton* com nove esferas, não foi evidenciada diferença significativa no valor das coordenadas ( $t = 0,378$ ).

### *Topografia das lesões*

As localizações anatômicas das 82 lesões biopsiadas estão apresentadas na tabela 1.

**Tabela 1**  
**Localização anatômica das 82 lesões biopsiadas**

Localização	N (%)
Frontal	24 (19,68%)
Parietal	8 (6,56%)
Occipital	5 (4,10%)
Temporal	4 (3,28%)
Frontotemporoparietal	1 (0,82%)
Corpo caloso	3 (2,46%)
Núcleos da base	25 (20,50%)
Mesencéfalo	1 (0,82%)
Cerebelo	3 (2,46%)
Lesões cerebrais múltiplas	7 (5,74%)
Seio esfenoidal	1 (0,82%)

Nos 21 casos em que craniotomias foram orientadas estereotaticamente, as lesões tiveram a distribuição topográfica apresentada na tabela 2.

### *Diagnóstico anatomopatológico das lesões biopsiadas*

Os diagnósticos anatomopatológicos das 82 lesões biopsiadas estão apresentados na tabela 3.

As biópsias cerebrais permitiram o diagnóstico em 87,5% dos casos. Foram considerados inconclusivos os resultados histológicos de edema cerebral e tecido nervoso normal. Complicação ocorreu em um paciente (1,2%) e constituiu-se de hematoma no leito da punção, o que o levou ao óbito.

### *Diagnóstico anatomopatológico nas craniotomias por estereotaxia*

Os diagnósticos das 21 lesões abordadas por craniotomia com orientação estereotática estão apresentados na tabela 4.

As eventuais complicações das conduções estereotáticas decorreram da abordagem neurocirúrgica e não da orientação estereotomográfica.

**Tabela 2**  
**Distribuição topográfica das lesões em 21 craniotomias orientadas por estereotaxia**

Localização	N (%)
Frontal	5 (23,80%)
Parietal	11 (52,38%)
Occipital	2 (9,52%)
Temporal	1 (4,76%)
Parietoccipital	1 (4,76%)
Inter-hemisférica	1 (4,76%)

**Tabela 3**  
**Diagnósticos anatomopatológicos das 82 lesões biopsiadas**

Diagnóstico	N (%)
Tecido nervoso normal	2 (1,64%)
Isquemia	1 (0,82%)
Edema cerebral	1 (0,82%)
Necrose	3 (2,46%)
Coágulos	4 (3,28%)
Material protéico acelular	1 (0,82%)
Toxoplasmose	2 (1,64%)
Histoplasmose	1 (0,82%)
Paracoccidióide	1 (0,82%)
Cerebrite	2 (1,64%)
Cisticercose	1 (0,82%)
Tuberculoma	2 (1,64%)
Abscesso bacteriano	1 (0,82%)
Alterações inflamatórias inespecíficas	11 (9,02%)
Calcificação	4 (3,28%)
Astrocitoma	15 (12,30%)
Glioblastoma e/ou astrocitoma anaplásico	17 (13,94%)
Oligodendroglioma	2 (1,64%)
Ependimoma	1 (0,82%)
Schwannoma	1 (0,82%)
Linfoma	4 (3,28%)
Metástase	4 (3,28%)
Má-formação arteriovenosa	1 (0,82%)

**Tabela 4**  
**Diagnóstico anatomopatológico das lesões abordadas pela craniotomia**

Diagnóstico	N (%)
Edema cerebral	1 (4,76%)
Hematoma cerebral	1 (4,76%)
Abscesso cerebral	2 (9,52%)
Cisticercose	1 (4,76%)
Astrocitoma	1 (4,76%)
Astrocitoma anaplásico	1 (4,76%)
Glioblastoma	1 (4,76%)
Meningeoma	1 (4,76%)
Metástase	8 (38,08%)
Má-formação arteriovenosa	4 (19,04%)

## Discussão

Ostertag e cols.<sup>55</sup>, estudando 302 pacientes submetidos à biópsia cerebral estereotática, observaram que o pico de incidência das lesões ocorreu na segunda à quarta década de vida. Nas casuísticas de Kelly e cols.<sup>44</sup> e na de Apuzzo e cols.<sup>2</sup>, a média de idade foi de 43,5 anos. Kelly e cols.<sup>42,43</sup>, em duas séries, observaram médias de idade de 43,1 e 46,8 anos, em pacientes com neoplasias gliais. Revesz e cols.<sup>60</sup>, em 419 casos de biópsias estereotáticas de gliomas, registraram média de idade 48,7 anos e que 50% dos pacientes tinham menos de 50 anos.

No presente estudo, a média de idade dos 106 pacientes submetidos a procedimentos estereotácticos foi de 42 anos. O maior número situou-se entre os 26 e os 50 anos de idade (46 casos). Esse achado está de acordo com os da literatura<sup>2,42-44,55,60</sup>. Com o intuito de verificar a concentração de doenças neurológicas em determinadas faixas etárias, aplicou-se o teste de  $\chi$ -quadrado. O teste, com intervalo de confiança de 95%, indicou  $p = 0,04826$ , significando que houve maior concentração das doenças neurológicas em indivíduos entre 26 e 50 anos de idade. Esse achado está concorde com a literatura<sup>2,42-44,55,60</sup>. Na série estudada houve predomínio de homens. Esse fato não foi estatisticamente significativo.

Apuzzo e cols.<sup>2</sup> observaram que as lesões nos núcleos da base e/ou profundas são em maior número (59,60% dos casos) que as lesões lobares (9,40%). As de fossa posterior representam 4,20%, as de região pineal, 4,40%, as de outros locais, 22,40%. Ostertag e cols.<sup>55</sup>, em 302 pacientes biopsiados, observaram que 36% das lesões situavam-se nos hemisférios cerebrais, 30%, nos núcleos da base, 21%, no diencéfalo e 13%, na região pineal.

As lesões cerebrais, abordadas na presente série, situavam-se nos hemisférios cerebrais (lobo frontal, parietal, occipital e temporal) em 60,37% dos casos e nos núcleos da base e/ou profundas, em 26,41%. As lesões mesencefálicas representaram 0,94%, as de cerebelo, 3,77%, as múltiplas, 6,60% e as de outras localizações, 1,88%. Com o intuito de correlacionar o diagnóstico anatomopatológico com a localização da lesão, aplicou-se o teste  $\chi$ -quadrado que não demonstrou correlação ( $p = 0,66770$ ). E entre o local da lesão e o procedimento realizado (biópsia, orientação de craniotomia e outros) foi observada uma forte correlação ( $p = 0,00755$ ).

Kalyanaraman e Gillingham.<sup>37</sup>, analisando o índice de positividade das biópsias, obtiveram o resultado de 90%. Conway<sup>15</sup>, utilizando agulhas com diâmetros de 2,20 mm a 4,70 mm para retirada de tecido alterado, alcançou um índice de positividade de 90% com diagnóstico anatomopatológico correto em 80% dos casos. Esses procedimentos foram realizados no pré-operatório de cirurgias para tratamento de tumores cerebrais.

Ostertag e cols.<sup>55</sup>, estudando 302 pacientes submetidos à biópsia estereotáctica guiadas por TC, angiografia, cintilografia cerebral e ventriculografia, obtiveram diagnóstico anatomopatológico correto em 90% dos casos, com mortalidade de 2,30%. Nos exames histopatológicos, foi utilizada a técnica de inclusão do material em parafina.

Kelly e cols.<sup>44</sup> relataram complicações em 30% dos seus casos de biópsia à mão livre, recomendando, por isso, a técnica estereotomográfica convencional. O índice diagnóstico nessa série foi de 100%. Em outros estudos, Kelly e cols.<sup>42,43,45</sup> demonstraram que o halo

de contraste na TC, em gliomas de alto grau, é um bom delimitador da lesão e que a técnica de esfregaço é superior à técnica convencional de coloração por hematoxilina-eosina e inclusão em parafina. Apuzzo e cols.<sup>2</sup>, em 500 biópsias, obtiveram positividade em 95,60% dos casos, com índice de complicação de 1% utilizando técnica estereotáctica e análise do esfregaço com imuno-histoquímica.

Goldstein e cols.<sup>28</sup> compararam a eficiência da biópsia cerebral, orientada pela TC, e à mão livre em 64 pacientes com lesões de, pelo menos, 1 cm de diâmetro. O índice de positividade foi de 100%, naquelas à mão livre, com um custo bastante inferior ao da técnica estereotáctica. Nessa série, o índice de positividade do estudo anatomopatológico, com técnica convencional (hematoxilina-eosina), variou de 75% a 96%, e o com biópsia à mão livre, de 78% a 97%. Ocorreram complicações em 7,80% dos pacientes submetidos à biópsia à mão livre e em 15% dos 13 pacientes submetidos à biópsia estereotáctica. Savitz e cols.<sup>64</sup> apresentaram resultados semelhantes aos de Goldstein e cols.<sup>28</sup>, em 204 pacientes submetidos à biópsia à mão livre.

Hitchon e cols.<sup>35</sup>, ao analisarem biópsias estereotácticas realizadas com auxílio da TC, observaram não haver diferença diagnóstica entre a região contrastada (68%) e a não contrastada (71%).

Revesz e cols.<sup>60</sup> estudaram os resultados de 419 biópsias estereotácticas de gliomas. Eles concluíram que o grau de malignidade, estabelecido no exame anatomopatológico, pode ser subestimado, pelo fato de o tecido da biópsia não ser representativo de toda a massa tumoral. Nos gliomas de baixo grau, a correlação é mais fidedigna<sup>60</sup>. O'Neil e cols.<sup>54</sup>, em 259 biópsias, obtiveram diagnóstico anatomopatológico positivo em 86,6% dos casos, sem a realização de esfregaço transoperatório, e de 94,2%, após a sua utilização. Resultados diferentes relataram Kitchen e cols.<sup>46</sup>, que alcançaram, com a mesma técnica de esfregaço, positividade de 69%.

Soo e cols.<sup>68</sup> avaliaram a falha no diagnóstico em 518 casos de biópsia cerebral. Observaram que, nos pacientes com síndrome de imunodeficiência adquirida (SIDA), o número de lesões não diagnosticadas foi maior. Na experiência desses autores, o índice de positividade foi de 91,90%. A literatura registra um percentual de não positividade das biópsias cerebrais que varia de 3% a 47%<sup>70</sup>. As causas de não positividade, segundo esses autores, foram: erro na localização do alvo, processos inflamatórios crônicos em pacientes com antibioticoterapia prévia, astrocitoma de baixo grau, linfoma, infarto isquêmico, esclerose múltipla e cavernoma. O índice de complicação das biópsias sem diagnóstico dessa série correspondeu a 11,9%, maior que os indicados por outros<sup>70</sup>.

Ranjan e cols.<sup>59</sup> estudaram 407 pacientes e, em 7,10% deles, não foi possível o diagnóstico anatomo-patológico ou o resultado do exame foi inconclusivo. Esses autores não encontraram relação entre a imagem da TC e o grau de positividade das biópsias. O grupo de pacientes que apresentou o maior grau de falhas foi o dos portadores de doenças inflamatórias do sistema nervoso central (SNC). No presente estudo, 12,5% das biópsias foram inconclusivas.

Blatt e cols.<sup>6</sup> correlacionam o halo de impregnação tardio na TC com o limite verdadeiro das lesões, como os glioblastomas, os germinomas e os linfomas, as decorrentes de toxoplasmose, entre outras. Sugerem, esses autores, que o limite verdadeiro dos tumores seja o halo de impregnação tardio.

Thomas e cols.<sup>70</sup>, utilizando a TC em 44 biópsias, retiraram material de diversos pontos das bordas e do centro das lesões. As culturas dos tumores, em 29 amostras, indicaram que a borda da impregnação é delimitadora verdadeira nos gliomas. Robbins e cols.<sup>61</sup> obtiveram positividade nas biópsias em 91% dos 100 casos analisados. Esses autores recomendam correlação clinicopatológica para evitar erros diagnósticos.

Técnicas de esfregaço, imuno-histoquímica e microscopia eletrônica aumentam a possibilidade diagnóstica e o grau de positividade das biópsias<sup>61</sup>.

Em todas as biópsias realizadas no presente estudo, foram retirados diversos fragmentos do centro das lesões. O índice de positividade obtido foi de 87,5%, valor considerado adequado quando utilizada a técnica de inclusão em parafina.

Albernathey e cols.<sup>1</sup> e Guthrie e cols.<sup>29</sup> informaram os seus resultados nas lesões situadas na fossa posterior. Adotando a abordagem transcerebelar, alcançaram índice de positividade de 100%, com baixo risco de complicações nas biópsias das lesões do tronco cerebral. Nos casos de biópsia de fossa posterior, no presente estudo, não houve complicações.

Perez-Cruet e cols.<sup>56</sup> relataram seus resultados em 19 pacientes submetidos à biópsia cerebral, em lesões não contrastadas na TC. O diagnóstico foi obtido em 90% dos casos, dos quais quatro eram de Aids. Pacientes com Aids e com lesões cerebrais foram também analisados por Zimmer e cols.<sup>74</sup> e Feiden e cols.<sup>21</sup>. Nessas casuísticas, as técnicas convencionais de coloração com hematoxilina-eosina mostraram-se insatisfatórias, respectivamente, em 40% e 36% dos casos. Utilizando técnicas de imuno-histoquímica, com anticorpos específicos, esses autores observaram aumento de positividade para 92% e 89% respectivamente. Nos cinco pacientes com Aids e lesões do SNC, do presente estudo, o índice de positividade na biópsia cerebral foi de 80%, com técnica de coloração por hematoxilina-eosina, índice esse superponível aos da literatura<sup>21,56,74</sup>.

Daumas-Duport e cols.<sup>16</sup> descreveram técnicas de preservação histológica utilizando como fixador o glutaraldeído e coloração com floxina-hemalum, em esfregaços. Segundo esses autores, o estudo morfológico com hematoxilina-eosina e fixação em formalina 10%, como o realizado no presente estudo, traz limitações e erros na análise do grau de anaplasia dos gliomas.

Salmon e cols.<sup>63</sup> propuseram a quantificação do tamanho do núcleo do DNA nuclear e a determinação do índice de proliferação para a definição do grau em 22 astrocitomas supratentoriais biopsiados. Eles demonstraram que, com esse método, há possibilidade de aumentar a chance de diagnóstico do grau dos gliomas.

No presente estudo, foram realizadas 82 biópsias cerebrais estereotáticas com índice de positividade de 87,5%. Oitenta e um pacientes foram biopsiados conforme técnicas já descritas<sup>7,40</sup> de orientação estereotomográfica. Um paciente foi biopsiado conforme técnica descrita por Esposito e cols.<sup>19</sup>, que consiste da abordagem da lesão por via transnasal. O material foi tratado com a técnica de inclusão em parafina e coloração com hematoxilina-eosina. O percentual de diagnóstico está de acordo com os resultados acima citados.

Com a finalidade de avaliar a relação entre o volume das lesões biopsiadas e o diagnóstico anatomopatológico, foi utilizado o teste de análise de variância que não indicou correlação entre as variáveis: volume das lesões biopsiadas e diagnóstico anatomopatológico correto (F Prob. = 0,2197).

O'Neill e cols.<sup>54</sup> observaram, em 259 biópsias realizadas, morbidade em 6,5% e mortalidade de 3,3%. Rajshekhar e Chandy.<sup>58</sup> relataram morbidade em 5,6% e mortalidade em 1,4% dos pacientes estudados. Bernstein e Parrent.<sup>5</sup>, em 300 procedimentos guiados por TC, verificaram morbidade de 4,6% (déficits neurológicos transitórios em 1,3% e permanente em 3,3%). A mortalidade foi de 1,7%, devido à hipertensão intracraniana conseqüente às hemorragias no leito da punção. Nas 82 biópsias cerebrais realizadas no estudo, ocorreu complicação em um único caso (1,2%), decorrente de hematoma intracerebral e hipertensão intracraniana. Este resultado está concorde com os da literatura<sup>5,10,22,32,41,47,48,54,58</sup>.

A chamada cirurgia estereotática a céu aberto consiste na realização da craniotomia e localização da lesão com o auxílio da orientação estereotática. A abordagem da lesão foi feita através de craniotomia convencional ou com a utilização de uma trefina, segundo técnica descrita por Hitchcock<sup>33,34</sup>. Giunta e Marini<sup>27</sup> descreveram técnica para localização de tumores com a utilização de agulha de biópsia cerebral, realizando a ressecção das lesões com o auxílio do microscópio cirúrgico. Essa técnica permite o uso de aparelho estereotático, não sendo necessária a utilização de acessórios sofisticados e dispendiosos<sup>4,14</sup>.

Barnett e cols.<sup>3</sup> descreveram craniotomia com técnica microcirúrgica assistida por orientação estereotática não volumétrica (sem técnica de computação gráfica), acrescentando, como vantagens: incisão linear da pele, pequena craniotomia, pequena incisão cortical e localização e delimitação mais precisa da lesão. Giorgi e Riva<sup>26</sup> recomendam o uso de orientação estereotática para abordagem transfrontal na remoção de tumores da linha mediana, em crianças, com bons resultados funcionais em decorrência da menor lesão no corpo caloso. Essa estratégia oferece vantagens por permitir, sem custos elevados, a determinação do local exato de pequenas lesões intracranianas sem referencial anatômico definido. No presente estudo, foram submetidos à craniotomia guiada estereotaticamente 21 pacientes. Essa técnica permitiu craniotomias e corticotomias menos extensas, com menor dano neurológico aos pacientes.

Sisti e cols.<sup>67</sup> utilizam cateter de *silastic* com a finalidade de orientar na localização de má-formação arteriovenosa (MAV) profunda e que não possui referencial anatômico definido. A extremidade do cateter é colocada aquém da MAV para evitar sua ruptura durante a sua colocação. Na presente casuística, foram realizadas, com sucesso, orientações de craniotomias para a localização da MAV profundas em quatro casos, segundo a técnica descrita.

Garcia Sola e cols.<sup>23</sup> propuseram abordagem estereotática e utilização de microscópio cirúrgico para MAVs, tumores, abscessos e hematomas, utilizando técnica semelhante à de Sisti e cols.<sup>67</sup>. Essa técnica foi empregada com sucesso, no presente estudo, na condução estereotática do tratamento cirúrgico de 17 lesões subcorticais: 8 metástases, 3 gliomas, 2 abscessos, 1 meningioma, 1 hematoma, 1 cisticercos e 1 edema cerebral. Em todos os casos ela contribuiu para a correta localização da lesão. Em relato mais recente, Esposito e cols.<sup>20</sup> informam a possibilidade da utilização da mesma técnica na localização de cavernomas. Ela foi utilizada, com sucesso, na localização de um cavernoma da casuística estudada.

As utilizações de dispositivos robóticos têm a mesma finalidade da orientação estereotática convencional para craniotomias. Esse recurso é denominado neuronavegação<sup>71,30,36,39</sup>.

Dyste e cols.<sup>18</sup> preconizam aspiração estereotática do conteúdo líquido de abscessos múltiplos que não responderam à antibioticoterapia prévia. Relato recente de Stapleton e cols.<sup>69</sup> fortalece sua utilização por oferecer resultados superiores aos de punções à mão livre, sendo útil especialmente nos abscessos múltiplos e/ou pequenos. Na presente casuística, foi adotada a técnica estereotática para a punção de abscesso, com sucesso, em um paciente.

A drenagem estereotática de hematoma intracerebral espontâneo foi primeiramente descrita por Matsumoto e Hondo<sup>51</sup>. Nela, utilizavam uroquinase. Após esse relato, Kandel e Peresedov<sup>38</sup> sugeriram o uso de pressão negativa na evacuação dos hematomas. Esses autores criaram instrumentais específicos para esse tipo de procedimento utilizando cânula com parte helicoidal e infusão de soro fisiológico na cavidade do hematoma. Não há evidências de que a drenagem estereotática dos hematomas intraparenquimatosos ofereça vantagens em relação à craniotomia a céu aberto<sup>8,12</sup>. No presente estudo, foi realizada apenas uma drenagem estereotática de hematoma cerebral. Esse fato não permite uma crítica ao tratamento.

Os craniofaringeomas císticos podem ser tratados com drenagem do seu conteúdo líquido, associado ou não a instilação de ítrio 90 ou bleomicina, na forma coloidal, em sua cavidade<sup>25</sup>. No presente estudo, reservatório de Rickmann foi colocado em um paciente portador de craniofaringeoma cístico, com a finalidade de drenar o conteúdo líquido.

Diversos autores discutem fórmulas matemáticas e linguagem de computador para o cálculo de coordenadas estereotáticas<sup>2,8,13,17,31,57</sup>. Mundinguer e cols.<sup>53</sup> utilizaram mesa digitalizadora para a aquisição dos pontos dos retículos, a visualização numérica da matriz da imagem da TC e as imagens obtidas com o raios X convencional para localizar o alvo com precisão quase absoluta.

No presente estudo, foi usada mesa digitalizadora conectada a um computador para o cálculo de coordenadas estereotáticas usando a imagem do tomograma em filme radiológico. O programa desenvolvido para o cálculo de coordenadas estereotáticas, Estereotática 1.0, baseou-se no modelo de Mundinguer e cols.<sup>53</sup> A análise do erro de programa de computador, aplicando-se o teste de *t*, para amostras pareadas, demonstrou que não houve diferença significativa entre as medidas reais e as calculadas pelo programa de computador ( $t = 0,036$ ). Considerando-se esses resultados, pode-se dizer que o programa de computador desenvolvido é uma ferramenta útil no cálculo de coordenadas estereotáticas.

Rozeik e cols.<sup>62</sup> observaram que a inclinação do *gantry* a menos de 5° abaixo da linha de Reid diminui a distorção da imagem tomográfica para a fossa posterior. Schad e cols.<sup>65,66</sup> discutem a dificuldade da correção da distorção espacial na RM que pode levar a um erro de coordenadas de até 5 mm em relação às calculadas com a imagem da TC. Gerdes e cols.<sup>24</sup> observaram uma diferença de até 1 cm entre as imagens medidas realizadas com o auxílio da TC e da RM, concluindo que a TC é o método de imagem mais preciso.

Peters e cols.<sup>57</sup> descreveram sistema integrado utilizando TC, RM e angiografia digital, tendo observado

um erro de  $\pm 1$  mm. Esse estudo demonstrou que a TC é o exame de escolha graças a sua precisão, desde que o *gantry* permaneça com inclinação zero em relação ao arco estereotático. A associação da imagem da angiografia com a da RM auxilia na melhor visualização de lesões que não são evidentes à TC. O cuidado em manter a inclinação zero do *gantry* foi tomado em todos os exames tomográficos dos pacientes submetidos à marcação estereotomográfica, no presente estudo.

Maciunas e Juneau<sup>50</sup> recomendam a troca dos pinos de aço do aparelho BRW por pinos com pontas de alumínio, diminuindo, com isso, o artefato na imagem da TC. Em alguns pacientes submetidos à marcação estereotática, quando havia necessidade do uso de extensões, utilizamos pinos de náilon e com pontas de aço, pois diminuem o artefato na imagem da TC, facilitando a visualização das lesões.

Wyper e cols.<sup>72</sup> avaliaram o erro das medidas das coordenadas estereotáticas com a utilização da TC e da RM. Identificaram que o erro da coordenada Z (vertical) é maior. Nos cortes tomográficos com 3 mm de espessura, foi encontrado um erro de 2 mm a 3 mm em todas as coordenadas (X, Y, Z). Möstron e Ytterbergh<sup>52</sup> analisaram a influência da espessura dos cortes da TC e a presença de distorção na imagem. Eles concluíram que não há aumento do erro nas coordenadas obtidas por TC com o aumento da espessura dos cortes. Zamorano e cols.<sup>73</sup> identificaram erro de  $\pm 1$  mm na aferição das coordenadas X e Y e de  $\pm 1,5$  mm na aferição da coordenada Z. Os fatores de erro por eles enumerados foram: janela inapropriada para apresentação, resolução espacial desigual, distorção do vídeo e/ou filme, largura inapropriada do corte tomográfico, falta de isocentricidade entre o *gantry* e o arco estereotático e falta de paralelismo entre o arco e o plano tomográfico.

Maciunas e cols.<sup>49</sup> compararam a precisão de quatro aparelhos estereotáticos e observaram erro médio de 3 mm a 5,10 mm, considerando cortes tomográficos de 1 mm a 8 mm. Bucholz e cols.<sup>9</sup> revisaram as variáveis que afetam a precisão na localização estereotática com TC. Os cortes tomográficos foram realizados com 1,50 mm a 5 mm de espessura e usando alvos de diferentes tamanhos. Concluíram que a redução da espessura dos cortes de 5 mm para 1,50 mm propicia queda, em 23%, do erro médio, sugerindo que sejam realizados cortes finos nas áreas críticas do cérebro. Erros de coordenadas que oscilem de 1 mm a 3 mm, nas biópsias estereotáticas, não interferem no resultado do diagnóstico anatomopatológico<sup>11</sup>. Ranjan e cols.<sup>59</sup> encontraram um erro nos aparelhos estereotáticos de aproximadamente 1 mm em relação ao alvo calculado. Nos procedimentos estereotomográficos da presente casuística sempre foi observada a isocentricidade do arco estereotático com o *gantry* com a finalidade de minorar o erro nas coordenadas estereotáticas.

No estudo, ora desenvolvido, para a avaliação do erro das coordenadas com *phantom*, foram realizados cortes tomográficos de 5 mm de espessura e avanço da mesa em 5 mm, seguindo a técnica de aferição de aparelhos estereotáticos descrita por Bucholz e cols.<sup>9</sup>. O teste de *t*, para amostras pareadas analisando a diferença entre a distância do centro do arco (ponto zero do arco) medida visualmente, no *phantom*, e a distância calculada manualmente entre o centro do arco e o alvo não demonstrou diferença estatística entre as medidas ( $t = 0,038$ ). Observou-se que não há diferença estatística entre o valor das coordenadas calculadas e o das coordenadas reais, apesar de ter sido encontrada uma diferença de até 6,80 mm, em valores absolutos, entre ambas.

## Conclusão

Houve maior concentração de lesões cerebrais no grupo dos pacientes com idade entre 26 e 50 anos. Biópsias realizadas no centro das lesões oferecem índice diagnóstico anatomopatológico aceitável. O índice de diagnóstico das biópsias foi menor nos pacientes com Aids.

Não houve correlação entre o volume das lesões e o diagnóstico anatomopatológico correto.

A condução estereotática foi útil na localização de lesões subcorticais de diferentes etiologias.

O programa de computador desenvolvido mostrou-se preciso no cálculo das coordenadas estereotáticas. Não foi encontrada diferença estatística entre as coordenadas reais e as coordenadas calculadas. O erro no cálculo das coordenadas estereotáticas, com cortes tomográficos axiais e espessura de 4 mm a 5 mm, foi no máximo de 6,80 mm.

## Referências

1. ABERNATHEY CD, CAMACHO A, KELLY PJ: Stereotaxic suboccipital transcerebellar biopsy of pontine mass lesions. *J Neurosurg* 70:195-200, 1989.
2. APUZZO MLJ, CHANDRASOMA P, COHEN D: Computed imaging stereotaxy: Experience and perspective related to 500 procedures applied to brain masses. *Neurosurgery* 20:930-7, 1987.
3. BARNETT GH, KORMOS DW, STEINER CP: Intraoperative localization using an armless, frameless stereotactic wand. *J Neurosurg* 78:510-4, 1993.
4. BARNETT GH, MCKENZIE RL, RAMOS L: Nonvolumetric stereotaxy-assisted craniotomy. Results in 50 consecutive cases. *Stereotact Funct Neurosurg* 61:80-95, 1993.

5. BERNSTEIN M, PARRENT AG: Complications of CT-guided stereotactic biopsy of intra-axial brain lesions. *J Neurosurg* 81:165-8, 1994.
6. BLATT DR, FRIEDMAN WA, AGEE OF: Delayed computed tomography contrast enhancement patterns in biopsy proven cases. *Neurosurgery* 32:560-9, 1993.
7. BOSCH DA: Stereotactic Techniques in Clinical Neurosurgery. Ed 1. Áustria, Springer-Verlang, 1986, pp 278.
8. BOSCH DA, BEUTE GN: Successful stereotaxic evacuation of an acute pontomedullary hematoma. *J Neurosurg* 62:153-6, 1985.
9. BUCHOLZ RD, HO HW, RUBIN JP: Variables affecting the accuracy of stereotactic localization using computerized tomography. *J Neurosurg* 79:667-73, 1993.
10. CACAK R, LAW JD: Neurosurgical forum. *J Neurosurg* 54:283-4, 1981.
11. CHANDRASOMA PT, APUZZO MLJ: Stereotactic Brain Biopsy. Ed 1. Hong Kong, Igaku-Shoin, 1989, pp 193.
12. CHIMOWITZ MI, BARNETT GH, PALMER J: Treatment of intractable arterial hemorrhage during stereotactic brain biopsy with thrombin. *J Neurosurg* 74:301-3, 1991.
13. CLOUTIER L, NGUYEN DN, LABISSONNIÈRE P: X-Ray photogrammetry and floating line concept applied to cerebral probes implantation. *Appl Neurophysiol* 48:81-2, 1985.
14. COFFEY RJ, LUNSFORD LD: Diagnosis and treatment of brainstem mass lesions by CT-guided stereotactic surgery. *Appl Neurophysiol* 48:467-71, 1985.
15. CONWAY LW: Stereotaxic diagnosis and treatment of intracranial tumors including an initial experience with cryosurgery. *J Neurosurg* 38:453-60, 1973.
16. DAUMAS-DUPOUR C, SCHEITHAUER BW, KELLY PJ: A histologic and cytologic method for the spatial definition of gliomas. *Mayo Clinic Proc* 62:435-49, 1987.
17. DUONG DH, ROSTOMILY RC, HAYNOR DR *et al*: Measurement of tumor resection volumes from computerized images. *J Neurosurg* 77:151-4, 1992.
18. DYTE GN, HITCHON PW, MENEZES AH *et al*: Stereotaxic surgery in the treatment of multiple brain abscesses. *J Neurosurg* 69:188-94, 1988.
19. ESPOSITO MB, ARRINGTON JA, MURTAGH FR: Anterior approach for CT-guided biopsy of skull base and parapharyngeal space lesions. *J Comput Assist Tomography* 20:739-41, 1996.
20. ESPOSITO V, OPPIDO PA, DELFINI R: A simple method for stereotactic microsurgical excision of small, deep-seated cavernous angiomas. *Neurosurgery* 34:515-9, 1994.
21. FEIDEN W, BISE K, STEUDE U: The stereotactic biopsy diagnosis of focal intracerebral lesions in Aids patients. *Acta Neurol Scand* 87:228-33, 1993.
22. FREIDBERG SR, GOUDA K, LARSEN C: The modified Gouda Frame interfaced with GE 8800 CT scanner used for stereotactic brain surgery. *Appl Neurophysiol* 48:83-4, 1985.
23. GARCIA SOLA R, PULIDO P, KUSAK E: Trans-fissural or trans-sulcal approach versus combined stereotactic-microsurgical approach. *Acta Neurochir (Supplement)* 52:22-5, 1991.
24. GERDES JS, HITCHON PW, NEERANGUN, W: Computed tomography versus magnetic resonance imaging in stereotactic localization. *Stereotact Funct Neurosurg* 63:124-29, 1994.
25. GIORGI C, ONGANIA E, CASOLINO SD: Deep seated cerebral lesion removal guided by volumetric rendering of morphological data. Stereotactically acquired clinical results and technical considerations. *Acta Neurochir* 52(Suppl):19-21, 1991.
26. GIORGI C, RIVA D: Stereotactically guided transfrontal removal of intraventricular midline tumors in children. *J Neurosurg* 81:374-80, 1994.
27. GIUNTA F, MARINI G: Open stereotactic neurosurgery: 57 cases. *Acta Neurochir* 52(Suppl):13-4, 1991.
28. GOLDSTEIN S, GUMERLOCK MK, NEUWELT EA: Comparison of CT-guided and stereotaxic cranial diagnostic needle biopsies. *J Neurosurg* 67:341-8, 1987.
29. GUTHRIE BL, STEINBERG GK, ADLER JR: Posterior fossa biopsy using the Brown-Roberts-Wells stereotaxic system. *J Neurosurg* 70:649-52, 1989.
30. HARIZ MI, FODSTAD H: Stereotactic localization of small subcortical brain tumors for open surgery. *Surg Neurol* 28:345-50, 1987.
31. HARRIS LD: Identification of the optimal orientation of oblique section through multiple parallel ct images. *J Comput Assist Tomography* 5:881-7, 1981.
32. HEILBRUN MP, ROBERTS TS, APUZZO MLJ: Preliminary experience with Brown-Roberts-Wells (BRW) computerized tomography stereotaxic guidance system. *J Neurosurg* 59:217-22, 1983.
33. HITCHCOCK ER: Open stereotactic excisional surgery. *Appl Neurophysiol* 48:86-8, 1985.
34. HITCHCOCK ER: Open stereotactic surgery. *Acta Neurochir* 52(Suppl):9-12, 1991.
35. HITCHON PW, SCHELPER RL, BARLOON T: Accuracy of CT scans in identifying tumor tissue. *Appl Neurophysiol* 48:463-6, 1985.
36. JACQUES S, SHELDEN CH, MCCANN GD *et al.*: Computerized three-dimensional stereotaxic removal of small central nervous system lesions in patients. *J Neurosurg* 53:816-20, 1980.
37. KALYANARAMAN S, GILLINGHAM FJ: Stereotaxic biopsy. *J Neurosurg* 21:854-8, 1964.
38. KANDEL EI, PERESEDOR VV: Stereotaxic evacuation of spontaneous intracerebral hematomas. *J Neurosurg* 62:206-13, 1985.
39. KATO A, YOSHIMINE T, HAYAKAWA T: A frameless armless navigational system for computer-assisted neurosurgery. *J Neurosurg* 74:845-9, 1991.
40. KELLY PJ, KALL BA: Computers in Stereotactic Neurosurgery. Ed 1. USA, Blackwell Scientific Publications, 1992, pp 365.
41. KELLY PJ, HILSKOG JE, OERSS SJ: Computer-assisted stereotactic ventralis lateralis thalamotomy with microelectrode recording control in patients with parkinson's disease. *Mayo Clin Proc* 62:655-64, 1987.
42. KELLY PJ, DAUMAS-DUPOUR C, KISPURT DB: Imaging-based stereotaxic serial biopsies in untreated intracranial glial neoplasms. *J Neurosurg* 66:865-74, 1987.
43. KELLY PJ, DAUMAS-DUPOUR C, SCHEITHAUER BW: Stereotactic histologic correlations of computed tomography- and magnetic resonance imaging-defined abnormalities in patients with glial neoplasms. *Mayo Clinic Proc* 62:450-9, 1987.
44. KELLY PJ, EARNEST IV F, KALL BA: Surgical options for patients with deep-seated brain tumors: computer-assisted stereotactic biopsy. *Mayo Clin Proc* 60:223-9, 1985.
45. KELLY PJ, KALL BA, GOERSS SJ: Computer assisted stereotactic biopsies utilizing CT and digitized arteriographic data. *Acta Neurochir* 33(Suppl):233-5, 1984.
46. KITCHEN ND, BRADFORD R, MCLAUGHLIN JE: The value of per-operative smear examination during stereotactic biopsy. *Acta Neurochir* 121:196-8, 1993.
47. KOSLOW M, ABELE M, NYG J: Considerations for a CT-directed stereotactic surgical system. *Appl Neurophysiol* 45:379-80, 1982.

48. LEVIN AB: Experience in the First 100 patients undergoing computerized tomography-guided stereotactic procedures utilizing the Brown-Roberts-Wells Guidance System. *Appl Neurophysiol* 48:45-9, 1985.
49. MACIUNAS RJ, GALLOWAY Jr. RL, LATIMER J: An Independent application accuracy evaluation os stereotactic frame systems. *Stereotact Funct Neurosurg* 58:103-7, 1992.
50. MACIUNAS RJ, JUNEAU P: Limiting artifact in CT stereotaxic periventricular procedures. *J Neurosurg* 69:459-60, 1988.
51. MATSUMOTO K, HONDO H: CT – guided stereotaxic evacuation of hypertensive intracerebral hematomas. *J Neurosurg* 61:440-8, 1984.
52. MÖSTROM U, YTTERBERGH C: Artifacts in computed tomography of the posterior fossa: a comparative phantom study. *J Comput Assist Tomography* 10:560-6, 1986.
53. MUNDINGER F, BIRG W, KLAR M: Computer-assisted stereotactic brain operation by means including computerized axial tomography. *Appl Neurophysiol* 41:169-82, 1978.
54. O'NEILL KS, DYER PV, BELL BA: Is perioperative smear cytology necessary for CT-guided stereotaxic biopsy? *Br J Neurosurg* 6:421-7, 1992.
55. OSTERTAG CB, MENNEL HD, KIESSLING M: Stereotactic biopsy of brain tumors. *Surg Neurol* 14:275-83, 1980.
56. PEREZ-CRUET MJ, ADELMAN L, ANDERSON M: CT-guided stereotactic biopsy fo nonenhancing brain lesions. *Stereotact Funct Neurosurg* 61:105-17, 1993.
57. PETERS TM, CLARK JA, OLIVIER A: Integrated stereotaxic imaging with ct, mr imaging, and digital subtraction angiography. *Radiology* 161:821-6, 1986.
58. RAJSHEKHAR V, CHANDY MJ: Computerized tomography-guided stereotactic surgery for brainstem masses: a risk-benefit analysis in 71 patients. *J Neurosurg* 82:976-81, 1995.
59. RANJAN A, RAJSHEKHAR V, JOSEPH T: Nondiagnostic CT-guided stereotactic biopsies in a series of 407 cases: influence of CT morphology and operator experience. *J Neurosurg* 79:839-44, 1993.
60. REVESZ T, SCARAVILLI F, COUTINHO L *et al.*: Reliability of histological diagnosis including grading in gliomas biopsied by image-guided stereotactic technique. *Brain* 116:781-93, 1993.
61. ROBBINS PD, YU LL, LEE M: Stereotactic biopsy of 100 intracerebral lesions at sir charles gairdner hospital. *Pathology* 26:410-3, 1994.
62. ROZEIK C, KOTTERER O, PREISS J: Cranial CT Artifacts and grantry angulation. *J Comput Assist Tomography* 15:381-6, 1991.
63. SALMON I, LEVIVIER M, CAMBY I: Assessment of nuclear size, nuclear DNA content and proliferation index in stereotaxic biopsies from brain tumors. *Neuropathol Appl Neurobiol* 19:507-18, 1993.
64. SAVITZ MH, KATZ SS, FROMM SR: Neurosurgical forum – Letters to the editor. *J Neurosurg* 68:655-7, 1988.
65. SCHAD L, LOTT S, SCHMITT F *et al.*: Correction of spatial distortion in mr imaging: a prerequisite for accurate stereotaxy. *J Comput Assist Tomography* 11:3:499-505, 1987.
66. SCHAD LR, BOESECKE R, SCHLEGEL W: Three dimensional image correlation of CT, MR and PET studies in radiotherapy treatment planning of brain tumors. *J Comput Assist Tomography* 11:948-54, 1987.
67. SISTI MB, SOLOMON RA, STEIN BM: Stereotactic craniotomy in the resection of small arteriovenous malformation. *J Neurosurg* 75:40-4, 1991.
68. SOO TM, BERNSTEIN M, PROVIAS J: Failed stereotactic biopsy in a series of 518 cases. *Stereotact Funct Neurosurg* 64:183-96, 1996.
69. STAPETON SR, BELL BA, UTTLEY D: Stereotactic aspiration of brain abscesses: is this the treatment of choice? *Acta Neurochirur* 121:15-9, 1993.
70. THOMAS DGT, POWELL MP, BRADFORD R: Correlation of CT-directed target site with histology and cell culture in cerebral glioma. *Appl Neurophysiol* 48:460-2, 1985.
71. WATANABE E, WATANABE T, MANAKA S: Three-dimensional digitizer (neuronavigator): new equipment for computed tomography-guided stereotaxic surgery. *Surg Neurol* 27:543-7, 1987.
72. WYPER DJ, TURNER JW, PATTERSON J: Accuracy of stereotaxic localisation using MRI and CT. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 49:1445-8, 1986.
73. ZAMORANO L, DUJOVNY M, MALIK G: Factors affecting measurements in computed-tomography-guided stereotactic procedure. *Appl Neurophysiol* 50:53-6, 1987.
74. ZIMMER C, MÄRZHEUSER S, PATT S: Stereotactic brain biopsy in AIDS. *J Neurol* 239:394-400, 1992.

*Original recebido em março de 2002*

*Aceito para publicação em fevereiro de 2003*

### ***Endereço para correspondência:***

*Marcelo Pires Ferreira*

*Rua Santo Inácio 520 – ap. 201*

*CEP 90570-150 – Porto Alegre, RS*