

## Demonstração estereoscópica dos sulcos e giros cerebrais

### Stereoscopic demonstration of the cerebral sulci and gyri

Guilherme Carvalho Ribas<sup>(1)</sup>, Eduardo Carvalho Ribas<sup>(2)</sup>, Aldo Junqueira Rodrigues Jr.<sup>(3)</sup>

Ribas GC, Ribas EC, Rodrigues Jr AJ. Demonstração estereoscópica dos sulcos e giros cerebrais. Rev Med (São Paulo). 2006 jul.-set.;85(3):91-100.

**RESUMO:** Os sulcos cerebrais constituem as delimitações anatômicas dos giros cerebrais e os principais corredores de acessos transparenquimatosos da moderna microneurocirurgia, e precisam ser compreendidos em conjunto com os giros quanto às suas configurações básicas na constituição dos hemisférios cerebrais. Imagens estereoscópicas anaglíficas ilustram o texto para a melhor visualização da tridimensionalidade dessas estruturas nervosas.

**DESCRITORES:** Neuroanatomia. Cérebro. Imagem tridimensional. Microcirurgia.

#### INTRODUÇÃO

O advento da microneurocirurgia, com o seu progressivo desenvolvimento de acessos transcisternais, transforamais e transsulcais<sup>10,15,29,30,31,32,33</sup>, estabeleceu os sulcos como sendo as principais referências anatômicas da superfície cerebral do ponto de vista neurocirúrgico.

Apesar de aparentemente sugerirem uma disposição de forma caótica e mesmo labiríntica, os

sulcos e os giros cerebrais se dispõem na superfície cerebral de acordo com uma configuração básica, que pode facilmente ser reconhecida em espécimes cerebrais devidamente fixados em formol após a remoção da membrana aracnóideia e dos vasos superficiais, a partir da identificação inicial dos seus sulcos visualmente mais evidentes e anatomicamente mais constantes.

<sup>(1)</sup> Livre-Docente e Coordenador do Setor de Neuroanatomia Aplicada da Disciplina de Topografia Estrutural Humana do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.

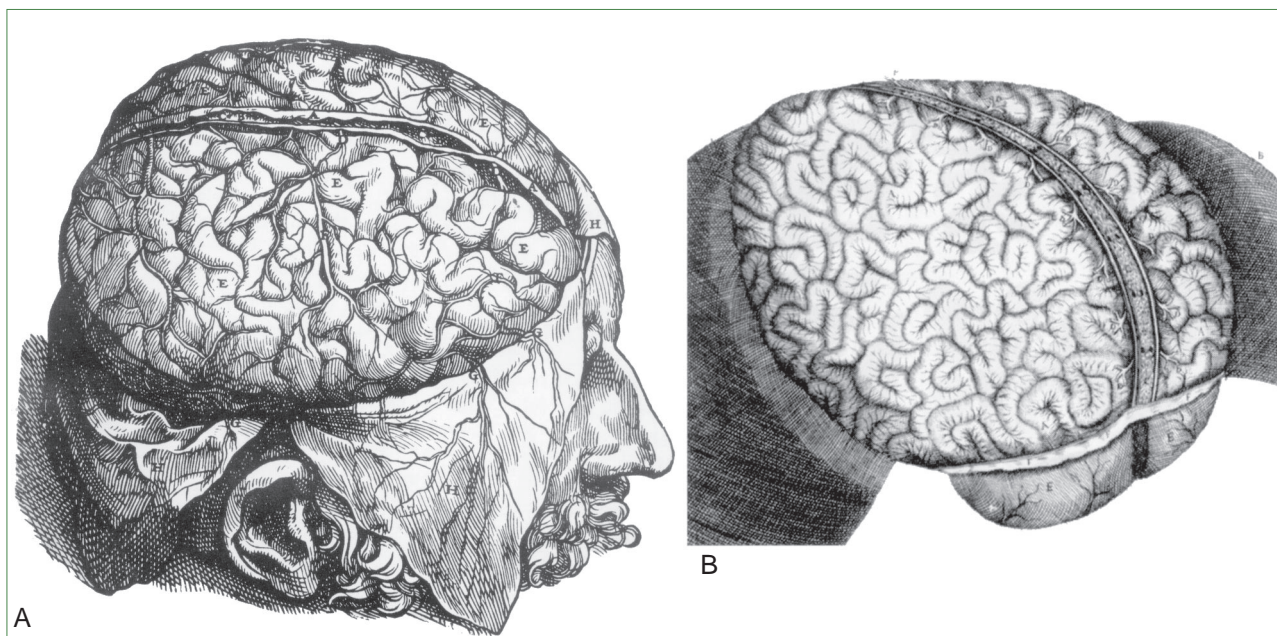
<sup>(2)</sup> Acadêmico do 6º ano do Curso de Graduação da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.

<sup>(3)</sup> Professor Titular da Disciplina de Topografia Estrutural Humana do Departamento de Cirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo - FMUSP.

**Endereço para correspondência:** Guilherme Carvalho Ribas. Rua Prof. Eduardo Monteiro, 567 - São Paulo, SP, CEP: 05614-120. E-mail: guilherme@ribas.med.br

Embora o interesse pela anatomia do encéfalo remonte à própria antiguidade<sup>9</sup>, o “plano diretor” da organização dos sulcos e dos giros cerebrais, no dizer

de Testut<sup>26</sup>, foi demonstrado inicialmente por Louis Pierre Gratiolet\* apenas em meados do século XIX<sup>2,23,26,27</sup>.



**Figura 1.** Ilustrações renascentistas dos sulcos e giros cerebrais com uma disposição na época denominada de “intestinal”<sup>23</sup>: A) ilustração de Andreas Vesalius, em *De humani corporis fabrica*, de 1543<sup>21</sup> e B) ilustração de Raymond Vieussens, em *Nevrographia universalis*, de 1684<sup>23</sup>.

Essa organização é caracterizada na face súpero-lateral com as regiões frontal e temporal sendo constituídas cada uma por 3 giros horizontalmente dispostos em relação à linha média, com a região central composta por 2 giros ligeiramente oblíquos, com a região parietal formada por 2 lóbulos, sendo o superior de conformação quadrangular e o inferior constituído por 2 giros semicirculares, e com a região occipital formada por 3 giros menos regulares anatomicamente mas que também tendem a se dispor horizontalmente em relação à linha média. Internamente à fissura silviana, como que encrustada lateralmente no lobo frontal, situa-se a ínsula constituída por cerca de 5 giros dispostos diagonalmente.

Medialmente os giros da face súpero-lateral se estendem através das margens superior e infero-lateral de cada hemisfério, com a área occipital mesial sendo particularmente caracterizada por um lóbulo triangular bem definido, e com todos esses giros constituindo em conjunto um anel externo disposto em torno de um outro anel mais interno em forma de C e composto por dois giros contínuos. Inferiormente, a base de cada hemisfério é constituída por dois giros


dispostos longitudinalmente entre os giros que se estendem pelas margens ínfero-medial e ínfero-lateral.

Entre todas as características morfológicas das diferentes faces da superfície cerebral, destacam-se na face súpero-lateral a evidente e sempre contínua fissura silviana, e os giros pré e pós-centrais dispostos obliquamente acima da fissura silviana.

Os sulcos e giros cerebrais são aqui apresentados através de imagens estereoscópicas anaglíficas.

#### MÉTODOS

Para essas ilustrações foram dissecados dois espécimes cerebrais humanos previamente fixados em solução de formol a 10%, por pelo menos 3 meses, com auxílio de lupa de 3,5x de aumento (Designs for Vision Inc., Ronkokoma, EUA). A documentação estereoscópica foi realizada através do método anaglífico, conforme já descrito na literatura<sup>19</sup>.

As dissecções são portanto aqui demonstradas através de imagens estereoscópicas anaglíficas, que estão identificadas com o ícone  e que devem ser visualizadas conforme as seguintes orientações:

\* Gratiolet LP. Memoire sur les plis cerébraux de l'homme et des primates. Paris: Bertrand; 1854.

1) usar os óculos 3D com lentes de plástico, vermelha sobre o olho esquerdo e azul sobre o olho direito, sobre os óculos normais ou de leitura; 2) olhar as ilustrações diretamente, sob boa iluminação, e de forma não muito próxima.

No presente texto foi adotada a nomenclatura da atual Terminologia Anatômica Internacional<sup>8,22</sup>, que substituiu as versões anteriores da *Nomina Anatomica*. No entanto na ausência de termos correspondentes, e/ou ao se tratar de termos com denominações notoriamente já consagrados na prática médica, foram utilizados termos não pertencentes à Terminologia Anatômica Internacional.

## RESULTADOS

Os giros ou circunvoluções cerebrais, delimitados pelos sulcos e pelas fissuras cerebrais, formam a complexa superfície dos hemisférios cerebrais.

Cada hemisfério cerebral é constituído pelo córtex dos giros cerebrais que abriga as células nervosas dispostas em camadas, pela substância branca subcortical que é composta pelos diferentes tipos de fibras nervosas (fibras de projeção e de associação intra e inter-hemisféricas), pelos núcleos ou gânglios da base (núcleo caudado, putame, globo pálido e claustro), pelo complexo amigdalóide e demais núcleos límbicos justacorticais, e pelo ventrículo lateral ipsolateral, cujas paredes são constituídas pelas suas estruturas hemisféricas mais profundas.

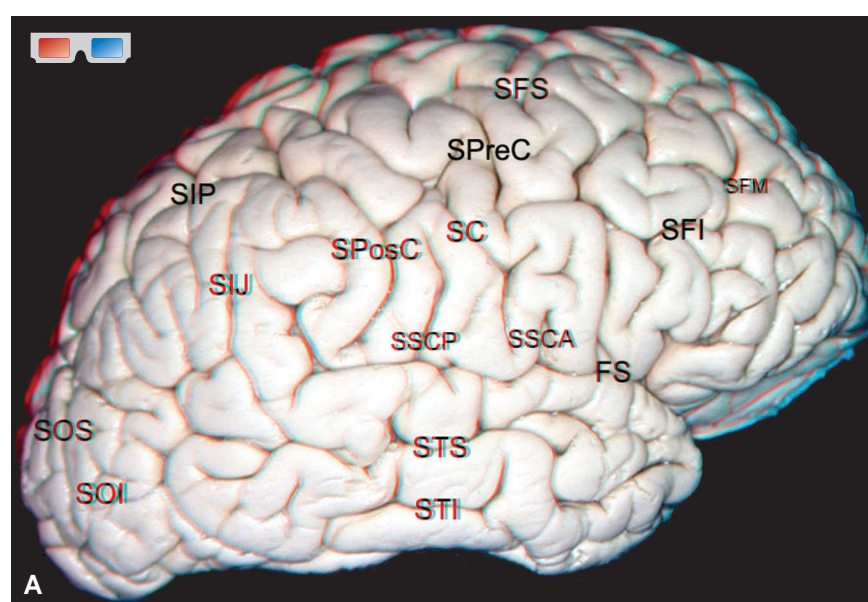
Do ponto de vista de nomenclatura anatômica, dadas as origens embriológicas comuns das estruturas de ambos os hemisférios cerebrais e das porções mais anteriores do III ventrículo, incluindo a

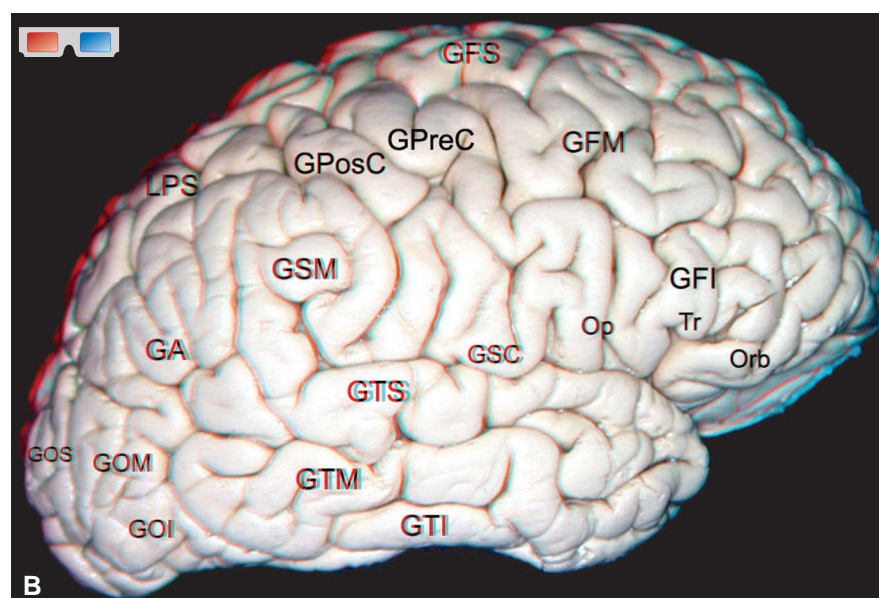
lâmina terminal, estas estruturas em conjunto são denominadas de telencéfalo. O telencéfalo se dispõe superiormente ao diencefalo (tálamo, hipotálamo, epitálamo, subtálamo, III ventrículo), e em conjunto com este forma o cérebro, que por sua vez ocupa o compartimento supratentorial do crânio.

Os hemisférios cerebrais constituem a maior parte do encéfalo e, quando visualizados em conjunto e superiormente, apresentam uma forma ovóide, de menores proporções anteriormente, sendo o seu maior diâmetro transversal aquele dado por uma linha que conecta as duas tuberosidades parietais que correspondem às bossas parietais do crânio. Cada hemisfério apresenta um pólo frontal, um pólo occipital e um pólo temporal.

Os hemisférios direito e esquerdo são incompletamente separados pela profunda fissura longitudinal ou inter-hemisférica, dada à presença do corpo caloso que os une e que delimita superiormente os ventrículos laterais. Cada hemisfério cerebral apresenta três faces: 1) súpero-lateral, 2) medial, e 3) inferior ou basal<sup>8,22</sup>.

Enquanto as superfícies súpero-laterais dos hemisférios dispõem-se sob a calota craniana, as superfícies mediais confrontam-se tendo entre si a foíce do cérebro, e as superfícies inferiores ou basais repousam sobre a metade anterior da base do crânio (andar anterior e fossas médias) e sobre a tenda do cerebelo, que em conjunto constituem a base do compartimento supratentorial do crânio. Todas essas superfícies hemisféricas são constituídas pelos sulcos e giros cerebrais, que evolutivamente desenvolveram-se principalmente a partir do advento dos mamíferos, vindo a atingir a sua máxima complexidade no ser humano<sup>20</sup>.





Abreviaturas: FS: fissura silviana; GA: giro angular; GFI: giro frontal inferior; GFM: giro frontal médio; GFS: giro frontal superior; GOI: giro occipital inferior; GOM: giro occipital médio; GOS: giro occipital superior ou intra-occipital; GPosC: giro pós-central; GPreC: giro pré-central; GSC: giro subcentral; GSM: giro supramarginal; GTI: giro temporal inferior; GTM: giro temporal médio; GTS: giro temporal superior; LPS: lóbulo parietal superior; Op: parte opercular do GFI; Orb: parte orbital do GFI; RSCA: ramo subcentral anterior; RSCP: ramo subcentral posterior da fissura silviana; SC: sulco central; SFI: sulco frontal inferior; SFM: sulco frontal médio; SFS: sulco frontal superior; SIJ: sulco intermediário de Jensen; SIP: sulco intraparietal; SOI: sulco occipital inferior; SOS: sulco occipital superior; SPosC: sulco pós-central; SPreC: sulco pré-central; SSCA: ramo subcentral anterior da fissura silviana; SSCP: sulco sub-central posterior; STI: sulco temporal inferior; STS: sulco temporal superior; Tr: parte triangular do GFI.

**Figura 2.** A) e B). Sulcos e giros da face súpero-lateral do cérebro, e suas relações com as estruturas profundas e com os ventrículos laterais: A) e B) os principais sulcos e giros da face súpero-lateral do cérebro.

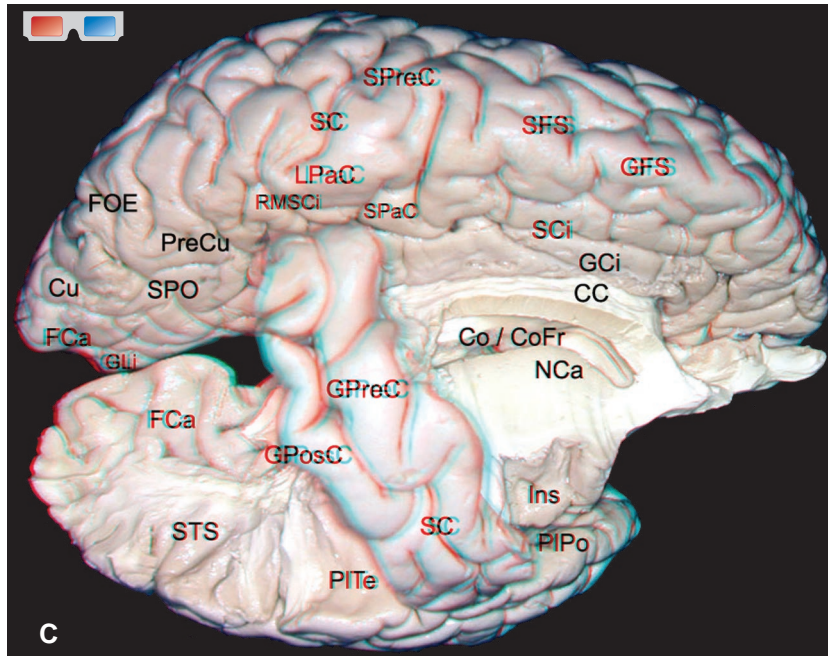
Os sulcos frontais superior (SFS) e inferior (SFI) respectivamente separam os giros frontais superior (GFS), médio (GFM) e inferior (GFI), sendo esse último constituído pelas suas partes orbital (Orb), triangular (Tr) e opercular (Op). Ao longo do giro frontal superior (GFS) é comum dispor-se um sulco pouco profundo denominado de sulco frontal medial (SFMe)<sup>13</sup> (não mostrado nestas figuras), e ao longo do giro frontal médio se dispor o sulco frontal médio (SFMe)<sup>13</sup>, também secundário. De forma semelhante, os sulcos temporais superior (STS) e inferior (STI) separam os giros temporais superior (GTS), médio (GTM) e inferior (GTI), e os sulcos occipital superior (SOS) e inferior (SOI), respectivamente também denominados de sulco interoccipital e de sulco occipital lateral, dividem os giros occipitais superior (GOS), médio (GOM) e inferior (GOI), anatomicamente menos definidos. Aproximadamente na porção mediana da face súpero-lateral do cérebro, os giros pré (GPreC) e pós-centrais (GPosC) se dispõem de forma oblíqua imediatamente acima da fissura silviana (FS), como uma longa elipse escavada centralmente pelo geralmente contínuo sulco central (SC). Os giros pré e pós-centrais conectam-se superiormente pela prega frontoparietal superior de Broca, disposta já na superfície medial do cérebro e atualmente denominada de lóbulo paracentral (LPaC) (não mostrado nessa figura), e conectam-se inferiormente através da prega frontoparietal inferior

de Broca, também denominada de opérculo rolândico e de giro subcentral (GSC), e que é delimitado anteriormente e posteriormente pelos ramos subcentral anterior (RSCA) e subcentral posterior (RSCP) da fissura silviana. O giro pré-central (GPreC) é delimitado anteriormente pelo sulco pré-central (SPreC), geralmente interrompido pelo menos por uma conexão com o giro frontal médio (GFM), e que inferiormente termina dentro do U constituído pela parte opercular (Op) do giro frontal inferior (GFI). O sulco pós-central (SPosC) delimita posteriormente o giro pós-central (GPosC).

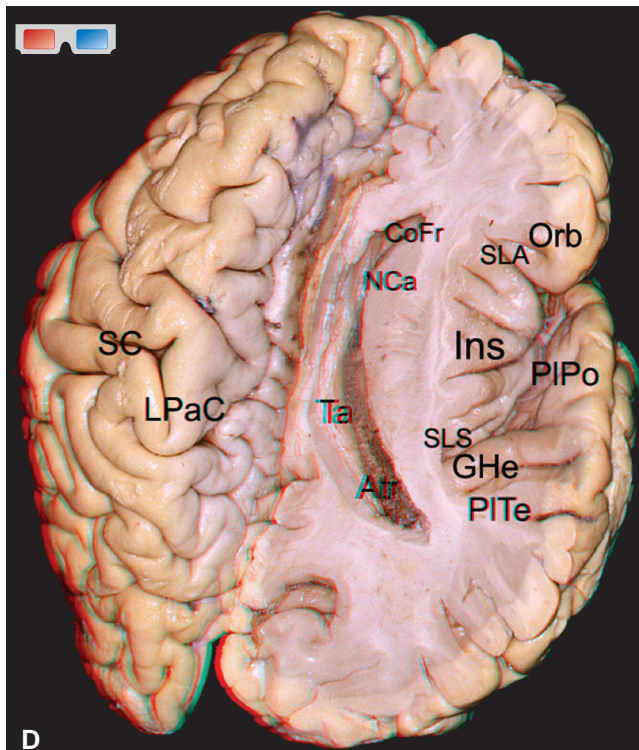
O sulco intraparietal (SIP) divide o lobo parietal no lóbulo parietal superior (LPS) (não mostrado na figura), que se continua medialmente com o pré-cúneo (PreCu) (não mostrada na Figura) já na face medial do cérebro, e no lóbulo parietal inferior (LPI), que é constituído pelo giro supramarginal (GSM) e pelo giro angular (GA). Anteriormente o sulco intraparietal (SIP) em geral continua-se de forma curvilínea com a porção inferior do sulco pós-central (SPosC), e posteriormente em geral continua-se com o sulco occipital superior (SOS)<sup>25</sup>, também denominado de sulco intraoccipital<sup>4,12</sup> e de sulco occipital transversal<sup>13</sup>. Enquanto o giro supramarginal (GSM) envolve a porção distal da fissura silviana (FS) continuando-se, de forma curvilínea e anterior, com o giro temporal superior (GTS), o giro angular (GA) geralmente contém um ramo distal

do sulco temporal superior (STS), e ao curvar-se anteriormente se continua com o giro temporal médio. Os giros supramarginal (GSM) e angular (GA) costumam ser separados por um sulco simples ou duplo,

denominado de sulco intermediário de Jensen<sup>23\*</sup>, que geralmente é constituído por um ramo inferior perpendicular do sulco intraparietal (SIP) e/ou por um ramo distal superior do sulco temporal superior (STS).



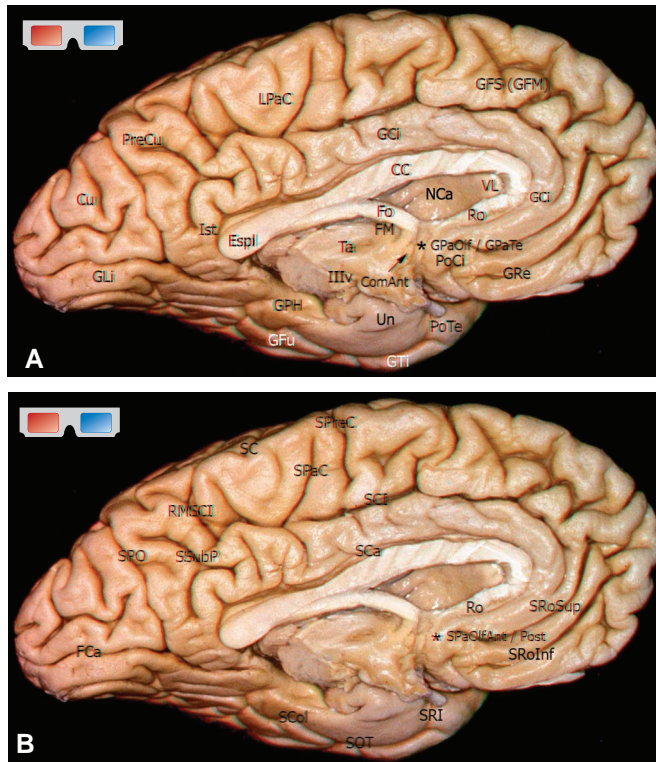
**Figura 2C.** O giro pré-central (GPreC) e o giro pós-central (GPosC) constituem em conjunto o lobo central<sup>30</sup>, e se encontram dispostos com as suas porções mais superiores cobrindo o tálamo (Ta) e o átrio ventricular (Atr), e inferiormente com o giro pós-central (GPosC) se apoiando sobre o giro de Heschl (GHe).



**Figura 2D.** a visão superior de um corte realizado ao nível do sulco limitante superior da ínsula (SLS) mostra que a ínsula (Ins) cobre os gânglios da base, o tálamo (Ta) e a cápsula interna, como um verdadeiro escudo, com a sua metade anterior relacionada topograficamente com a cabeça do núcleo caudado (Nca) e com a sua metade posterior relacionada com o tálamo (Ta), que por sua vez se relacionam respectivamente com o corno frontal (CoFr) e com o corpo e com o átrio (Atr) ventriculares. Enquanto o sulco limitante anterior da ínsula (SLA) aponta para o corno frontal (CoFr), o aspecto mais posterior do sulco limitante superior (SLS) aponta para o átrio (Atr). O giro de Heschl (GHe) divide a superfície opercular temporal no plano polar (PIPo), oblíquo e que realmente cobre a ínsula (Ins), e no plano temporal (PITe), de morfologia triangular e superfície plana, e que em conjunto com o giro de Heschl (GHe) aponta para o átrio ventricular (Atr). Em relação ao lobo central, assim como também sugerido pela Figura 2C, enquanto o lóbulo paracentral (LPaC) se relaciona topograficamente com o tálamo (Ta) e com o átrio (Atr), o giro pós-central (GPosC) repousa sobre o giro de Heschl (GHe), com o giro supramarginal (GSM) disposto posteriormente e apoiado sobre o plano temporal (PITe).

Abreviaturas: Atr: átrio ventricular; CC: corpo caloso; Co/CoFr: corpo e corno frontal do ventrículo lateral; CoFr: corno frontal; Cu: cúneo; FCa: fissura calcarina; FOE: fissura occipital externa; GCi: giro do cíngulo; GFS: giro frontal superior; GHe: giro de Heschl; GLi: giro lingual; GPosC: giro pós-central; GPreC: giro pré-central; Ins: ínsula; LPaC: lóbulo para-central; Nca: núcleo caudado; Orb: parte orbitária do giro frontal inferior; PIPo: plano polar; PITe: plano temporal; PreCu: pré-cúneo; RMSci: ramo marginal ascendente do sulco do cíngulo; SC: sulco central; SCI: sulco do cíngulo; SFS: sulco frontal superior; SLA: sulco limitante anterior da ínsula; SLS: sulco limitante superior da ínsula SPaC: sulco para-central; SPO: sulco parieto-occipital; SPreC: sulco pré-central; STS: sulco temporal superior; Ta: tálamo.

\* Von Economo C, Koskinas GN. Die Cytoarchitektur der Hirnrinde des Erwachsenen Menschen. Textband und atlas. Vienna: Springer; 1925.



**Abreviaturas:** CC: corpo caloso; ComAnt: comissura anterior; Cu: giro do cíneo; Espl: esplênio do corpo caloso; FCa: fissura calcarina; FM: forame interventricular de Monro; Fo: fórnix; GCi: giro do cíngulo; GFM: giro frontal medial; GFS: giro frontal superior; GFu: giro fusiforme; GLi: giro lingual; GPaOlf: giro paraolfatório; GPaTe: giro paraterminal; GPH: giro parahipocampal; GRe: giro reto; GTI: giro temporal inferior; IIIv: terceiro ventrículo; Ist: istmo do cíngulo; LPaC: lóbulo paracentral; NCa: núcleo caudado; PoCi: pólo do cíngulo; PoTe: pólo temporal; PreCu: pré-cúneo; RMSCi: ramo marginal ascendente; Ro: rostró do caloso; SC: sulco central; SCA: sulco do corpo caloso; SCi: sulco do cíngulo; SCol: sulco colateral; SOT: sulco occipito-temporal; SPaC: sulco paracentral; SPaOlfAnt: sulco paraolfatório anterior; SPaOlfPost: sulco paraolfatório posterior; SPO: sulco parieto-occipital; SPreC: sulco pré-central; SRI: sulco rinal; SRoInf: sulco rostral inferior; SRoSup: sulco rostral superior; SSubP: sulco subparietal; Ta: tálamo; Un: unco do giro parahipocampal; VL: ventrículo lateral.

**Figura 3.** Sulcos e giros da face medial e da porção têmporo-occipital da face inferior do cérebro: os sulcos das faces medial e inferior do cérebro: A) delimitam os seus giros; B): compoendo um anel giral mais interno, o giro do cíngulo (GCi) se continua com o giro parahipocampal (GPH), constituindo um verdadeiro giro límbico<sup>3</sup> disposto em torno do corpo caloso (CC) e do tálamo (Ta). O giro parahipocampal (GPH) se continua com o giro do cíngulo (GCi) através do istmo (Ist) que se dispõem posteriormente ao esplênio do corpo caloso (Espl), e possui também evidentes conexões ou continuidades com o giro do pré-cúneo (PreCu) e com o giro lingual (GLi). O sulco do cíngulo (SCi), o sulco subparietal (SSubP), e o sulco colateral (SCol) em conjunto constituem a fissura límbica<sup>3</sup> que separa o anel giral interno de um anel giral externo composto pelo giro frontal superior (GFS) ou medial (GFM), giro do pré-cúneo (PreCu), giro do cíneo (Cu), giro lingual (GLi), giro fusiforme (GFu) e pelo giro temporal inferior (GTI), que por sua vez se continuam com as giros da face súpero-lateral do cérebro, ao longo das suas margens superior e infero-lateral. O sulco do cíngulo (SCi) separa o giro do cíngulo (GCi) do giro frontal superior (GFS) ou medial (GFM), e os seus ramos sulco paracentral (SPaC) e ramo marginal ascendente (RMSCi) delimitam anterior e posteriormente o lóbulo paracentral (LPaC). O sulco parieto-occipital (SPO), que separa os giros do pré-cúneo e do cíneo, emerge do ponto aproximadamente médio da fissura calcarina (FCa); enquanto a metade distal da fissura calcarina (FCa) separa o cíneo (Cu) do giro lingual (GLi) do pré-cúneo (PreCu) e do istmo do cíngulo (Ist). O sulco colateral (SCol) separa o giro parahipocampal (GPH) do giro fusiforme (GFu), e pode ser contínuo ou distinto do sulco occipito-temporal (SOT) que separa o giro parahipocampal (GPH) do giro temporal inferior (GTI), e do sulco rinal (SRI) que separa o unco do giro parahipocampal (Un) do restante do pólo temporal (PoTe). Na região subcalosa, sob o rostró do corpo caloso (Ro), se dispõem verticalmente, imediatamente à frente da comissura anterior (ComAnt), os giros paraolfatório (GPaOlf) e paraterminal (GPaTe) delimitados pelos sulcos paraolfatórios anterior (SPaOlfAnt) e posterior (SPaOlfPost), e anteriormente a estes se dispõem o pólo do cíngulo (PoCi), constituído por uma prega de conexão entre o giro do cíngulo (GCi) e o giro reto (GRe) que contorna a porção mais posterior do sulco rostral superior (SRoSup), que por sua vez separa esses dois giros. O giro reto (GRe) é constituído pela extensão basal do giro frontal superior (GFS) ou medial (GFM), e abriga no seu interior o sulco rostral inferior (SRoInf).

## DISCUSSÃO

Dado o seu desenvolvimento filogenético e embrionário, particularmente baseado em um processo de invaginação da superfície cerebral que visou aumentar a área cortical sem um aumento proporcional do volume encefálico<sup>20</sup>, os sulcos cerebrais são extensões naturais do espaço subaracnóideo que delimitam os giros. Quando profundos e anatomicamente constantes, recebem a denominação fissuras<sup>2</sup>. Os principais sulcos possuem profundidades que variam aproximadamente de 1 a 3 centímetros, e as suas paredes abrigam pequenos giros que se confrontam, se amoldam e se conectam, e que são genericamente denominados giros transversos. Os sulcos que separam os giros transversos intrasulcais têm extensões e profundidades variáveis, e ao alcançar a superfície cerebral tornam-se visíveis como incisuras. As

indentações causadas por artérias corticais podem ter aspecto semelhante às incisuras.

Para a melhor compreensão e identificação dos sulcos, e conseqüentemente dos giros cerebrais, é fundamental considerar a noção conceitual de que a caracterização de um determinado sulco não implica que esse sulco seja obrigatoriamente constituído por um espaço único e contínuo. Os sulcos podem ser constituídos por um ou por mais segmentos, que inclusive podem eventualmente dispor-se em diferentes direções. Podem ainda ser longos ou curtos, isolados ou conectados com outros sulcos<sup>13</sup>.

É interessante ressaltar que o grau de variabilidade das suas formas e dimensões é diferente para cada sulco, e que essa característica determina uma verdadeira hierarquia morfológica cujo topo é ocupado pelas fissuras e pelos sulcos primários. É

também interessante observar que essa hierarquia morfológica tem uma relação direta com a importância funcional das áreas com que os sulcos se relacionam, uma vez que os sulcos mais constantes são justamente aqueles que se relacionam topograficamente com áreas mais especializadas.

Classicamente os sulcos são classificados em quatro tipos: limitantes, axiais, operculares e completos<sup>28</sup>. Embora complexa, essa classificação é útil para demonstrar a heterogeneidade dos sulcos cerebrais.

Os sulcos axiais são os que se desenvolvem ao longo do eixo de uma área funcionalmente homogênea, como é o caso da porção posterior da fissura calcarina, que na realidade é uma dobra situada no centro da área estriada visual. A invaginação ou indentação feita por sulcos axiais acarreta em qualquer giro a formação de subgiros, cujas substâncias brancas por sua vez podem ser denominadas setores subgirais do giro principal.

Os sulcos limitantes são aqueles que se situam entre áreas corticais funcionalmente diferentes, como o sulco central que separa as áreas motora e sensitiva.

Os sulcos operculares também são situados entre áreas corticais estrutural e funcionalmente diferentes, porém diferentemente dos sulcos limitantes, essa separação só existe ao longo das suas bordas e não na sua profundidade, o que possibilita que uma terceira área funcional esteja presente nas suas paredes e assoalho. Um exemplo de sulco opercular é o sulco *lunatus*, que, quando presente, se dispõe verticalmente separando as áreas estriada e periestriada na superfície cortical, e que contém a área paraestriada nas suas paredes.

Os sulcos denominados completos são aqueles cuja profundidade é tal que chegam a produzir elevações nas paredes dos ventrículos laterais, como o sulco colateral que causa a eminência colateral no assoalho do corno inferior, e o sulco calcarino que causa o *calcar avis* na parede medial do corno posterior. Tal ocorrência tem importância apenas morfológica e não se reveste de qualquer significado funcional.

Conforme apontado por alguns autores, a fissura silviana e o sulco parieto-occipital são os únicos sulcos que não podem ser classificados de acordo com esses quatro tipos, devendo ser compreendidos conforme o seu desenvolvimento<sup>13,28,30</sup>.

A fissura silviana ou sulco lateral deve-se à expansão mais lenta do córtex insular e à sua conseqüente submersão pelas áreas adjacentes que, ao se encontrarem, delimitam a fissura silviana. Constituída por um ramo anterior e por um ramo posterior profundos que abrigam a cisterna silviana,

a fissura silviana tem como paredes superior e inferior as superfícies operculares frontoparietal e temporal, e como assoalho a superfície insular.

O sulco parieto-occipital, e a fissura occipital externa que constitui a sua extensão sobre a face súpero-lateral, por sua vez são formados em decorrência do desenvolvimento do corpo caloso. A porção mais posterior do caloso ao carrear fibras de associação inter-hemisféricas originadas nos lobos occipitais e temporais acarreta a invaginação da superfície medial dando origem a esse sulco, e propicia o desenvolvimento e o agrupamento de sulcos axiais e limitantes menores que se dispõem conjuntamente nas paredes intra-sulcais do sulco parieto-occipital.

De um ponto de vista mais objetivo e prático, os sulcos cerebrais devem ser vistos principalmente como contínuos (fissura silviana, calcarina, sulco caloso, parieto-occipital, colateral e central) ou interrompidos, e longos ou curtos, conforme proposto por Ono et al.<sup>13</sup> a partir de um recente e profundo estudo dos sulcos e giros cerebrais. Esses autores classificaram os sulcos em sulcos principais longos (sulcos central, pré e pós-central, e todos os mencionados acima como contínuos), sulcos principais curtos (sulcos rinal, olfatório, intraparietal e intraoccipital ou occipital superior), sulcos curtos compostos por múltiplos ramos (sulco orbital, subparietal), e sulcos suplementares livres (sulcos frontal medial, *lunatus*)<sup>13</sup>. Frequentemente os sulcos são ainda compostos também por ramos a eles não conectados, ou conectados de forma término-terminal, látero-lateral, ou término-lateral, que inclusive podem ainda conectar dois sulcos paralelos.

Dadas as suas freqüentes conexões, a nomenclatura e a definição dos sulcos varia entre os diversos autores também conforme as suas interpretações<sup>4,13,26</sup>. Para a compreensão dos sulcos e dos giros cerebrais é importante enfatizar que mesmo os sulcos principais podem variar em forma e em tamanho de pessoa para pessoa, e que a superfície cerebral constitui um verdadeiro *continuum* que se apresenta com uma configuração serpegnosa dada pelas suas variadas formas de conexão em torno das extremidades sulcais, e que também se continua sob a profundidade dos sulcos e através de múltiplas pregas de conexão intra-sulcais<sup>30</sup>. A separação entre os giros vizinhos e adjacentes é portanto apenas superficial, e é morfológicamente definida pela continuidade e pela profundidade dos sulcos que os cercam. A interrupção de um sulco, ou a presença de uma extremidade sulcal livre, indicam obrigatoriamente a presença de uma prega de conexão entre diferentes giros, ou entre diferentes setores de um mesmo giro. Cada giro cerebral, deve, portanto ser compreendido como uma

região da superfície cerebral, e não propriamente como uma estrutura nervosa individual e bem definida anatomicamente. Os giros com conformação mais arredondada ou quadrangular costumam ser denominados de lóbulos.

Para fins de aplicação microneurocirúrgica, é também interessante enfatizar que, dado o mecanismo de invaginação da superfície cerebral nos seus desenvolvimentos evolutivo e embriológico<sup>20</sup>, os sulcos das superfícies cerebrais súpero-lateral e inferior sistematicamente dispõem-se morfológicamente de forma a apontar para a cavidade ventricular mais próxima, o que pode ser particularmente bem visualizado nos cortes coronais de imagens de ressonância magnética. Essa disposição dos sulcos não ocorre na face medial dos hemisférios porque nessa superfície o desenvolvimento dos sulcos se relaciona diretamente com o desenvolvimento do corpo caloso, o que faz com que esses sulcos tendam a se dispor em paralelo com essa comissura<sup>13</sup>.

Considerando que os giros cerebrais constituem um *continuum* através das suas múltiplas, e em parte variáveis, conexões superficiais e profundas que respectivamente interrompem e limitam os seus sulcos adjacentes, é importante enfatizar que apesar de serem distintamente nomeados, os giros devem ser entendidos como sendo na verdade constituídos por regiões arbitrariamente circunscritas da superfície cerebral, delimitadas por sulcos que por sua vez correspondem a extensões do espaço subaracnóideo, e que apesar de serem também distintamente nomeados, devem também ser entendidos como espaços arbitrariamente circunscritos e que podem ser constituídos por um ou por múltiplos segmentos de morfologias também variáveis.

#### A divisão dos hemisférios cerebrais em lobos

Desde a proposta inicial de Friedrich Arnold de relacionar áreas corticais com os ossos do crânio<sup>2</sup>, e a complementar concepção de lobos cerebrais criada por Louis Pierre Gratiolet<sup>2,23,27\*</sup> também no século XIX, a divisão arbitrária dos hemisférios cerebrais em lobos sempre teve como base aspectos anatômicos principalmente topográficos, e como finalidade caracterizar uma categorização que auxiliasse a prática médica, particularmente nos campos da neurologia, neurocirurgia e neurorradiologia.

A evolução histórica da normatização oficial dos termos anatômicos em geral, e dos próprios lobos cerebrais em particular, por sua vez, se fez através

das várias edições da *Nomina Anatomica*, que recentemente passou a ser denominada Terminologia Anatômica<sup>8</sup>.

A partir de uma reunião inicial na Basileia em 1888, a Federação Internacional de Anatomistas passou a elaborar uma sistematização da nomenclatura anatômica em latim, e a primeira versão da *Nomina Anatomica* publicada em 1895, e denominada *Basle Nomina Anatomica* (BNA), dividia cada hemisfério cerebral nos lobos frontal, temporal, occipital e parietal, dispondo a ínsula em anexo, porém, sem identificá-la como um lobo<sup>11</sup>.

A segunda versão que teve sua primeira edição publicada em 1935, e que ficou conhecida como *Jenensa Nomina Anatomica* (JNA) (Stieve, 1949), manteve a mesma divisão dos lobos cerebrais, assim como as subseqüentes edições que passaram a ser feitas regularmente a cada cinco anos. A partir do V Congresso Internacional de Anatomistas realizado em Paris em 1955, a *Paris Nomina Anatomica* (PNA)<sup>5</sup> se torna internacional, e mantém a mesma divisão do cérebro que as anteriores. Por ocasião do X Congresso Internacional de Anatomistas ocorrido em Tóquio em 1975, o então já organizado Comitê Internacional de Nomenclatura Anatômica publica no mesmo ano a quarta edição da *Nomina* original de Paris<sup>6</sup>, e passa a considerar a ínsula como um lobo cerebral, conforme já proposto há várias décadas por Testut e Latarjet<sup>26</sup>. A quinta edição, aprovada pelo XI Congresso Internacional de Anatomistas realizado na cidade do México em 1980, permaneceu inalterada em relação à classificação dos lobos cerebrais<sup>7</sup>.

A seguir, na Assembléia Geral do Congresso Federativo Mundial de Anatomia, realizado no Rio de Janeiro em agosto de 1989, foi eleito o Comitê Federativo de Terminologia Anatômica que, ao longo de 14 reuniões consecutivas em diferentes locais, elaborou a publicação da primeira versão da Terminologia Anatômica Internacional em 1998<sup>8</sup> em substituição à *Nomina Anatomica*, e que incluiu o lobo límbico como nova divisão dos hemisférios cerebrais em lobos. Em 2001 foi publicada em nosso meio a sua edição brasileira, em que consta além dos seus termos em latim também as suas traduções para o português feitas pela Comissão de Terminologia Anatômica da Sociedade Brasileira de Anatomia<sup>22</sup>, sociedade essa por sua vez filiada ao Comitê Federativo de Terminologia Anatômica.

Dessa forma, do ponto de vista de nomenclatura oficial, cada hemisfério cerebral é atualmente dividido nos lobos frontal, parietal, occipital, temporal, da ínsula e límbico.

\*Gratiolet LP. Memoire sur les plis cerébraux de l'homme et des primates. Paris: Bertrand; 1854.)



As mudanças feitas ao longo das várias edições da *Nomina Anatomica* evidentemente foram, por um lado, devidas à evolução do conhecimento anatômico advindo do trabalho dos próprios anatomistas, e por outro lado, devido às contribuições advindas da própria prática médica. No entanto, o grande desenvolvimento e o conseqüente surgimento de subespecialidades nas diversas áreas médicas gerou ao longo das últimas décadas demandas mais específicas e de maior conotação prática do emprego da anatomia no exercício da medicina, que inclusive culminaram com a criação do conceito e de disciplinas de Anatomia Aplicada à Prática Médica, denominadas genericamente de *Clinical Anatomy* na língua inglesa. Nas áreas cirúrgicas em particular, o concomitante desenvolvimento de laboratórios de estudo de anatomia dirigidos por cirurgiões otimizou a geração desse tipo de conhecimento anatômico, e conseqüentemente também de uma nomenclatura anatômica nem sempre condizente com a *Nomina Anatomica* vigente.

Nesse sentido e em relação aos lobos cerebrais, considerando a grande dimensão anatômica e a heterogeneidade funcional do chamado lobo frontal, e a unicidade morfofuncional dos giros pré e pós-centrais, vários autores têm proposto que esses dois giros e os sulcos com eles relacionados sejam considerados como um lobo em particular. Bishoff<sup>1</sup>, em 1876 e Taylor<sup>24</sup> em 1900 sugeriram o seu agrupamento já durante o século XIX, Penfield denominou-os em conjunto de córtex sensitivomotor ou rolândico<sup>14</sup>, Rasmussem<sup>16,17,18</sup> se referiu a ambos como caracterizando a região central, e mais recentemente Yasargil<sup>30</sup> designou-os de lobo central.

Admitindo-se essa concepção de maior aplicação à prática médica, cada hemisfério cerebral divide-se em 7 lobos: frontal, central, parietal, occipital, temporal, insular e límbico, com o lobo frontal dispondo-se anteriormente aos sulcos pré-central e paracentral, e com o lobo parietal dispondo-se posteriormente aos sulcos pós-central e ramo marginal ascendente do sulco do cíngulo.

Ribas GC, Ribas EC, Rodrigues Jr AJ. Stereoscopic demonstration of the cerebral sulci and gyri. Rev Med (São Paulo). 2006 jul.-set.;85(3):91-100.

**ABSTRACT:** The brain sulci constitute the fundamental anatomical delimiting landmarks of the cerebral gyri and the main surgical corridors of modern microneurosurgery, and should be understood together with the gyri particularly regarding their basic configurations in the constitution of the cerebral hemispheres. Stereoscopic anaglyphic images illustrate the text to enhance the visualization of the tridimensionality of these brain structures.

**KEYWORDS:** Neuroanatomy. Brain. Imaging, three-dimensional. Microsurgery.

## REFERÊNCIAS

1. Bishoff TLW. Die Grosshirnwindungen des Menschen. Munich; 1868 apud Broca P. Sur la topographie crânio-cérébrale ou sur les rapports anatomiques du crâne et du cerveau. Rev d'Anthrop. 1876;5:193-248.
2. Broca P. Sur la topographie crânio-cérébrale ou sur les rapports anatomiques du crâne et du cerveau. Rev d'Anthrop. 1876;5:193-248.
3. Broca P. Sur la cinconvolution limbique et al scissure limbique. Bull Soc d'Anthrop. 1877;12:646-57 apud Finger S. Origins of neuroscience. New York: Oxford University Press; 1994.
4. Duvernoy HM. The human brain. Wien: Springer; 1991.
5. Excerpta Medica Foundation. Nomina anatomica (PNA). Amsterdam; 1955.
6. Excerpta Medica Foundation. Nomina anatomica. 4th ed. Amsterdam; 1975.
7. Excerpta Medica Foundation. Nomina anatomica. 6th ed. Amsterdam; 1980.
8. Federative Committee on Anatomical Terminology. International anatomical terminology. Stuttgart: Thieme; 1998.
9. Finger S. Origins of neuroscience. New York: Oxford University Press; 1994.
10. Harkey HL, Al-Mefty O, Haines DE, Smith RR. The surgical anatomy of the cerebral sulci. Neurosurgery. 1989;24:651-4.
11. His W. Anatomische nomenklatur (Nomina anatomica). Leipzig: Verlag von Veit; 1895.
12. Naidich TP, Valavanis AG, Kubik S. Anatomic relationships along the low-middle convexity: Part I – normal specimens and magnetic resonance imaging. Neurosurgery. 1995;36:517-32.
13. Ono M, Kubik S, Abernathy CD. Atlas of cerebral sulci. Stuttgart: Thieme; 1990.
14. Penfield W, Rasmussen T. The cerebral cortex of man. New York: The MacMillan; 1952.

15. Pia HW. Microsurgery of gliomas. *Acta Neurochir (Wien)*. 1986;80:1-11.
16. Rasmussen T. Cortical resection for medically refractory focal epilepsy: results, lesions and questions. In: Rasmussen T, Marino Junior R, editors. *Functional neurosurgery*. New York: Raven Press; 1979. p.253-69.
17. Rasmussen T. Surgery for central, parietal and occipital epilepsy. *Can J Neurol Sci*. 1991;18:611-6.
18. Rasmussen T. Tailoring of cortical excisions for frontal lobe epilepsy. *Can J Neurol Sci*. 1991;18:606-10.
19. Ribas GC, Bento RF, Rodrigues Junior AJ. Anaglyphic 3D stereoscopic printing: revival of an old method for anatomical and surgical teaching and report. *J Neurosurg*. 2001;95(6):1057-66.
20. Sarnat HB, Netsky MG. *Evolution of the nervous system*. 2nd ed. New York: Oxford University Press; 1981.
21. Saunders JBDM, O'Malley CD. *Andreas Vesalius, de humani corporis fabrica*. Tradução de Lemos PCP, Carnevall MCV. São Paulo: Atelier Editorial/Editora Unicamp/Imprensa Oficial do Estado; 2003.
22. Sociedade Brasileira de Anatomia. *Terminologia anatômica*. São Paulo: Manole; 2001.
23. Tamraz JC, Comair YG. *Atlas of regional anatomy of the brain using MRI*. Berlin: Springer; 2000. Timurkaynak E, Rhoton AL Jr, Barry M. Microsurgical anatomy and operative approaches to the lateral ventricles. *Neurosurgery*. 1986;19:685-723.
24. Taylor EH, Haugton WS. Some recent researches on the topography of the convolutions and fissures of the brain. *Trans R Acad (Ireland)*. 1900;18:511-9.
25. Testut L, Jacob O. *Tratado de anatomia topográfica*. 5a ed. Barcelona: Salvat; 1932.
26. Testut L, Latarjet A. *Tratado de anatomia humana*. 8a ed. Barcelona: Salvat; 1932.
27. Türe U, Yasargil MG, Friedman AH, Al-Mefty O. Fiber dissection technique: lateral aspect of the brain. *Neurosurgery*. 2000;47:417-27.
28. Williams PL, Warwick R, editors. *Gray's anatomy*. 36th ed. Philadelphia: Saunders; 1980.
29. Yasargil MG. *Microneurosurgery*. Stuttgart: Georg Thieme; 1984. v.1.
30. Yasargil MG. *Microneurosurgery*. Stuttgart: Georg Thieme; 1994. v.IVa.
31. Yasargil MG. *Microneurosurgery*. Stuttgart: Georg Thieme; 1996. v.4b.
32. Yasargil MG, Cravens GF, Roth P. Surgical approaches to "inaccessible" brain tumors. *Clin Neurosurg*. 1988;34:42-110.
33. Yasargil MG, Kasdaglis K, Jain KK, Weber HP. Anatomical observations of the subarachnoid cisterns of the brain during surgery. *J Neurosurg*. 1976;44:298-302.