LEILA MARIA DA RÓZ

**Decorticação frontal: descrição anátomo-cirúrgica de
nova técnica de lobectomia frontal sem a abertura do
corno frontal do ventrículo lateral**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo para obtenção do título
de Doutor em Ciências

Programa de: Neurologia

Orientador: Dr. Wen Hung Tzu

**SÃO PAULO
2016**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Da Róz, Leila Maria

Decorticação frontal : descrição anátomo-cirúrgico de nova técnica de lobectomia frontal sem a abertura do corno frontal do ventrículo lateral / Leila Maria Da Róz. -- São Paulo, 2016.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo.
Programa de Neurologia.

Orientador: Wen Hung Tzu.

Descritores: 1.Epilepsia/cirurgia 2.Lobo frontal 3.Lobectomia frontal
4.Neuroanatomia 5.Neurocirurgia 6.Procedimentos neurocirúrgicos
7.Cirurgia/métodos

USP/FM/DBD-241/16

Le seul véritable voyage, le seul bain de jouvence, ce ne serait pas d'aller vers de nouveaux paysages, mais d'avoir d'autres yeux, de voir l'univers avec les yeux d'un autre, de cent autres, de voir les cent univers que chacun d'eux voit, que chacun d'eux est.

A única viagem verdadeira, o único banho de juventude, não são as novas paisagens, mas ter novos olhos para ver o mundo através dos olhos do outro, uma centena de outros, ver os cem universos que cada um deles vê, que cada um deles é.

La Prisonnière, Marcel Proust

Oração ao Cadáver Desconhecido

Ao curvar-te com a lâmina rija de teu bisturi sobre o cadáver desconhecido, lembra-te que este corpo nasceu do amor de duas almas; cresceu embalado pela fé e esperança daquela que em seu seio o agasalhou, sorriu e sonhou os mesmos sonhos das crianças e dos jovens; por certo amou e foi amado e sentiu saudades dos outros que partiram, acalentou um amanhã feliz e agora jaz na fria lousa, sem que por ele tivesse derramado uma lágrima sequer, sem que tivesse uma só prece. Seu nome só Deus o sabe; mas o destino inexorável deu-lhe o poder e a grandeza de servir a humanidade que por ele passou indiferente. Tu que tivestes o teu corpo perturbado em seu repouso profundo pelas nossas mãos ávidas de saber, o nosso respeito e agradecimento.

Karl Rokitansky (1876)

*Aos meus pais Alcides e Maria Lúcia
por possibilitarem tudo em minha vida*

*Aos meus queridos irmãos Tide e Fábio
pela presença e incentivo constantes*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Dr. Wen Hung Tzu por ter possibilitado todo o trabalho desenvolvido nesta tese e a oportunidade única de trabalhar com o Dr. Albert Rhoton Jr. (*in memoriam*) ao qual faltam palavras para expressar a imensidão de minha gratidão frente ao seu brilhantismo e generosidade.

Ao Prof. Dr. Manoel Jacobsen Teixeira, Professor Titular da Disciplina de Neurocirurgia da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, pelo exemplo como profissional e grande incentivo em toda a minha trajetória como neurocirurgião.

Ao Dr. Hector Navarro pela amizade genuína e apoio constante nas decisões profissionais e pessoais.

Ao Dr. Robson Amorim pela amizade e pelo fundamental apoio na revisão desta tese.

Aos estagiários e funcionários do Laboratório de Neuroanatomia Microcirúrgica da Universidade da Flórida: Alejandro, Eduardo, Kaan, Ken, Maria, Noritaka, Takashi, Thomas, Laura, Robin e Dave; pela colaboração e amizade.

Aos colegas de residência e assistentes que participaram da minha formação em Neurocirurgia.

Ao Dr. Gerson Ballester por me incentivar desde a graduação e possibilitar os passos iniciais da minha carreira.

Aos pacientes e seus familiares que contribuíram para a realização desta tese e para a aprendizagem e aperfeiçoamento desta técnica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro com o qual não seria possível a realização desse projeto.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de *International Committee of Medical Journals Editors* (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Serviço de Biblioteca e Documentação. *Guia de apresentação de dissertações, teses e monografias*.

Elaborado por Anneliese Carneiro da Cunha, Maria Julia de A. L. Freddi, Maria F. Crestana, Marinalva de Souza Aragão, Suely Campos Cardoso, Valéria Vilhena. 3ª ed. São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentações; 2011.

Abreviatura dos títulos dos periódicos de acordo com *List of Journals Indexed in Index Medicus*.

SUMÁRIO

Lista de abreviaturas e siglas

Lista de figuras

Lista de gráficos

Resumo

Abstract

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS	9
2.1	Objetivo Principal.....	10
2.2	Objetivos Secundários	10
3	REVISÃO DA LITERATURA	11
3.1	Técnicas de Lobectomia Frontal.....	12
3.2	Conceitos Funcionais Relevantes para a Cirurgia do Lobo Frontal	18
3.2.1	Córtex motor e área motora suplementar	18
3.2.2	Lesão da área motora suplementar – Síndrome da área motora suplementar.....	26
3.3	Conceitos Anatômicos Básicos Relevantes a Cirurgia do Lobo Frontal - Observações do Estudo Anatômico.....	28
3.3.1	O corno frontal do ventrículo lateral e o corpo caloso.....	32
3.3.2	Os núcleos da base	35
3.3.3	Interface entre as substâncias branca e cinzenta no lobo frontal	36
3.3.4	Reflexão da aracnoide frontotemporal em relação a asa menor do esfenoide	37
3.3.5	Relações arteriais	39
3.3.6	Relações venosas	40
4	MÉTODOS.....	41
4.1	Etapa 1: Estudo em Laboratório de Neuroanatomia Microcirúrgica.....	43
4.1.1	Preparação dos espécimes para dissecação.....	43
4.1.2	Dissecação e documentação	44
4.2	Etapa 2: Aplicação dos Conhecimentos em Neurocirurgia	44
5	RESULTADOS.....	46
5.1	Etapa 1: Estudo em Laboratório de Neuroanatomia Microcirúrgica.....	47
5.1.1	Estudo anatômico da técnica cirúrgica	47
5.2	Etapa 2: Aplicação dos Conhecimentos em Neurocirurgia	51
5.3	Demonstração clínica da técnica cirúrgica	51
5.3.1	Posicionamento do paciente.....	54
5.3.2	Craniotomia e exposição cirúrgica.....	56
5.3.3	Ressecção ou decorticação frontal em cinco estágios.....	59
5.4	Descrição dos Pacientes Submetidos à Técnica Cirúrgica	73

6	DISCUSSÃO.....	76
6.1	Posicionamento.....	77
6.2	Pele e Exposição	77
6.3	Ressecção.....	80
6.4	Hemisfério Dominante.....	82
7	CONCLUSÕES	84
8	ANEXOS	86
9	REFERÊNCIAS	104
	APÊNDICES.....	115

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

3D	- 3 dimensões
AC	- Comissura Anterior
ACA	- Artéria Cerebral Anterior
ACM	- Artéria Cerebral Média
AMS	- Área Motora Suplementar
EEG	- Eletroencefalograma
PC	- Comissura Posterior
PET-TC	- Tomografia por emissão de pósitrons
RM	- Ressonância Magnética
SPA	- Substância Perfurada Anterior
SPECT-TC	- Tomografia por emissão de fóton único
TC	- Tomografia Computadorizada
VCA	- Plano vertical da comissura anterior
VEEG	- Vídeo-eletroencefalograma
WADA	- Teste do Amital Sódico

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Exame de acervo pessoal esquematizando as três categorias de estratégias cirúrgicas (RM considerada normal, apenas para demonstração ilustrativa)	5
Figura 2 - Desenho esquemático de lobectomia frontal do hemisfério cerebral esquerdo pela técnica descrita por Schmidek com secção de 7 cm a 8 cm do pólo frontal.	14
Figura 3 - Desenho esquemático após a secção no local indicado, evidenciando a abertura do corno frontal.	14
Figura 4 - Dissecção anatômica da superfície do hemisfério cerebral direito, visão superior (espécime 5).	19
Figura 5 - Dissecção anatômica da superfície lateral do hemisfério cerebral esquerdo (espécime 6).	20
Figura 6 - Dissecção de fibras da superfície lateral do hemisfério cerebral esquerdo de outro espécime (espécime 8).	21
Figura 7 - Visão axial de sequência em T2 das imagens de RM evidenciando o “Ω” da mão, circulado em vermelho.	21
Figura 8 - Reconstrução tridimensional da mesma imagem evidenciando a mesma região circundada em destaque	22
Figura 9 - Desenho esquemático da protuberância pré-central (área sombreada em rosa)	22
Figura 10 - Corte sagital evidenciando a visão medial do hemisfério cerebral direito (espécime 2).	25
Figura 11 - Corte sagital de RM, correspondente a visão anatômica, evidenciando o plano AC-PC em amarelo e a linha em branco o plano VCA.	26
Figura 12 - Visão sagital medial do hemisfério cerebral direito dissecção anatômica (espécime 2).	29
Figura 13 - Visão lateral da superfície do hemisfério cerebral direito dissecção anatômica (espécime 6).	29
Figura 14 - Visão lateral da superfície do hemisfério cerebral direito (espécime 8).	30
Figura 15 - Visão inferior da superfície basal do lobo frontal (espécime 1)	30

Figura 16 - Secção coronal do lobo frontal na transição entre o joelho e corpo do corpo caloso (espécime 3)	31
Figura 17 - Visão Axial dos ventrículos laterais (espécime 4)	33
Figura 18- Visão coronal do corno frontal dos ventrículos laterais (espécime 3)	34
Figura 19 - Dissecção anatômica hemisfério cerebral direito. O teto do corno frontal foi removido evidenciando a localização do mesmo nas corticetomias frontais (espécime 5).....	35
Figure 20 - Visão inferior de uma série de cortes axiais e coronais realizados no nível da substância perfurada anterior para mostrar sua proximidade aos núcleos da base (espécime 1).....	36
Figura 21 - Visão inferior do cérebro e destaque para a aracnoide frontotemporal. As setas azuis indicam a reflexão da aracnoide frontotemporal (espécime 9). O plano polar foi retraído inferiormente pela espátula	38
Figura 22 - Visão superior. O lobo frontal direito foi removido a fim de mostrar a reflexão da aracnoide frontotemporal (espécime 4)	39
Figura 23 - McKnight Brain Institute - University of Florida - Gainesville (FL)	42
Figura 24 - Dissecção anatômica do hemisfério cerebral direito (espécime 5).....	47
Figura 25 - Dissecção anatômica (espécime 5). Decorticação frontal direita, incluindo a remoção do que seria a área motora suplementar (não realizada nos casos clínicos)	48
Figura 26 - Mesma dissecção anatômica após remoção do teto do corno frontal do ventrículo lateral D (espécime 5), a fim de evidenciar sua localização nas lobectomias frontais).....	49
Figura 27 - Visão lateral de uma dissecção um pouco mais limitada (hemisfério direito) (espécime 7).....	50
Figura 28 - Visão anterossuperior da mesma dissecção (espécime 7).....	50
Figura 29 - Cortes axiais de RM – displasia cortical envolvendo o lobo frontal esquerdo	52
Figura 30 - Corte axial de RM logo acima do nível dos ventrículos laterais. Neste nível aparentemente a interface entre a substância cinzenta e branca é clara.....	52
Figura 31 - Cortes coronais de RM mostram a displasia frontal esquerda	53
Figura 32 - Corte coronal de RM no nível da porção posterior do corno frontal e ínsula anterior. Neste nível a interface entre substância branca e cinzenta é evidente	53

Figura 33 - Corte sagital com o plano correspondente à Figura 32	53
Figura 34 - Visão lateral do posicionamento do paciente	55
Figura 35 - Incisão da pele – realiza-se uma incisão em formato da letra “L”, sendo um braço paralelo à sutura coronal e o outro à linha mediana, logo atrás da linha do cabelo	55
Figura 36 - Craniotomia	57
Figura 37 - Visão lateral da craniotomia	57
Figura 38 - A duramáter é aberta em ferradura com a base voltada para a linha mediana	58
Figura 39 - A extensão da ressecção é delimitada pelas alterações encontradas na RM	61
Figura 40 - Corte sagital de RM mostra a posição do cérebro quando o paciente está deitado, sem elevação do dorso	62
Figura 41 - Corte sagital de RM mostra a posição do cérebro durante o posicionamento cirúrgico em relação ao plano do chão	63
Figura 42 - Corte coronal de RM mostra o ponto “A” como a região mais alta da transição entre substâncias branca e cinzenta	65
Figura 43 - Visão cirúrgica, após a maior parte da decorticação frontal já realizada e parte do lobo frontal afastado por espátula. O corno frontal encontra-se recoberto por uma camada de substância branca	66
Figura 44 - Visão cirúrgica, o lobo frontal é reposicionado sobre a área de ressecção e inicia-se a desconexão lateral do lobo frontal	67
Figura 45 - Visão cirúrgica, o lobo frontal encontra-se tracionado pela espátula e é possível observar o trato olfatório. A asa menor do osso esfenoide é um parâmetro anatômico importante para direcionar a ressecção frontobasal	68
Figura 46 - Visão cirúrgica. Uma linha imaginária que atravessa a asa menor do esfenoide limita a ressecção frontobasal posteriormente	69
Figura 47 - Visão anatômica laterossuperior do hemisfério cerebral esquerdo após dissecção de fibras	70
Figura 48 - Visão anatômica lateral do hemisfério cerebral esquerdo após dissecção de fibras	70
Figura 49 - Visão cirúrgica, aspecto final	71
Figura 50 - RM pós-operatória, cortes axiais em sequência <i>Flair</i> . Mostra uma fina camada de substância branca recobrindo o corno frontal. Esta RM foi realizada três meses após o procedimento cirúrgico	72

Figura 51 - Sequência de cortes sagitais de RM em <i>Flair</i>	72
Figura 52 - Sequência de cortes coronais de RM em “T2”	73
Figura 53 - Sobreposição da incisão cutânea sobre o hemisfério cerebral esquerdo realizada para a decorticação. 1 - Giro pré-central. 2 - Giro pós-central.....	78
Figura 54 - Corte sagital anatômico. Visão medial do hemisfério cerebral esquerdo	81

RESUMO

Da Roz LM. *Decorticação frontal: descrição anátomo-cirúrgica de nova técnica de lobectomia frontal sem a abertura do corno frontal do ventrículo lateral* [Tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2016.

A lobectomia frontal é um procedimento neurocirúrgico frequentemente realizado para o tratamento de tumores cerebrais, epilepsia refratária, e outras patologias que requerem remoção extensa do lobo frontal. Embora seja um procedimento relativamente comum, foram encontrados apenas alguns relatos na literatura acerca da técnica cirúrgica, com pouca consideração acerca da anatomia relevante para esse procedimento. **OBJETIVOS:** O principal objetivo desta tese é apresentar parâmetros anatômicos e considerações técnicas para a remoção da substância cinzenta do lobo frontal (decorticação do lobo frontal) como uma alternativa a lobectomia frontal. A finalidade deste estudo é a maximização da remoção cerebral, diminuindo a perda sanguínea, e evitando a abertura do corno frontal do ventrículo lateral. **MATERIAIS E MÉTODOS:** O estudo anatômico foi realizado em 15 cabeças cadavéricas adultas. Os dados clínicos foram baseados em 15 decorticações frontais realizadas de 2002 a 2014. **RESULTADOS:** A decorticação frontal envolve as superfícies lateral, medial e basal, e consiste em 5 passos principais: a) coagulação e secção dos ramos arteriais da superfície lateral do lobo frontal; b) ressecção subpial paramediana do lobo frontal até a localização do joelho do corpo caloso; c) ressecção da substância cinzenta da superfície lateral do lobo frontal sem entrar no corno frontal; d) identificação e preservação do trato olfatório; e) remoção da substância cinzenta da superfície basal do lobo frontal. Esta técnica cirúrgica foi aplicada em 15 casos, em nenhum deles o corno frontal do ventrículo lateral foi aberto, evitando complicações da abertura do mesmo. **CONCLUSÃO:** A decorticação frontal guiada por parâmetros anatômicos pode ser uma das técnicas cirúrgicas a ser considerada quando há necessidade da ressecção extensa do lobo frontal (especialmente substância cinzenta). A técnica proporciona máxima remoção do lobo frontal, preservação do corno frontal e da área motora suplementar, e redução da perda sanguínea.

Descritores: Epilepsia. Lobo frontal. Lobectomia frontal. Neuroanatomia. Neurocirurgia. Procedimentos neurocirúrgicos. Cirurgia.

ABSTRACT

Da Roz LM. *Frontal lobe decortication (frontal lobectomy with ventricular preservation) in epilepsy: anatomical landmarks and surgical technique* [Thesis]. São Paulo: “Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo”; 2016.

BACKGROUND: The frontal lobectomy is a frequently performed neurosurgical procedure for treating brain tumors, refractory epilepsy, and other disorders that require extensive removal of the frontal lobe. In spite of being a relatively common procedure, there are only few reports available regarding its surgical technique and little attention has been given to the anatomy relevant to this procedure.

OBJECTIVES: The authors present the anatomical landmarks and technical nuances for removing the gray matter of the frontal lobe (frontal lobe decortication) as an alternative to frontal lobectomy. The goals are to maximize the brain removal, minimize the blood loss, and avoid opening the frontal horn of the lateral ventricle.

MATERIAL AND METHODS: The anatomical study was performed in 15 adult cadaveric heads. The clinical data are based on 15 frontal resections performed from 2002 to 2014. **RESULT:** The frontal decortication involves the lateral, medial, and basal surfaces of the frontal lobe, and it consists of 5 main steps: a) coagulation and section of the arterial branches of the lateral surface of the frontal lobe; b) paramedian subpial resection of the frontal lobe until the genu of the corpus callosum is located; c) resection of the gray matter of the lateral surface of the frontal lobe without entering the frontal horn; d) identification and preservation of the olfactory tract; e) removal of the gray matter of the basal surface of the frontal lobe. This surgical technique was applied in 15 cases, and it was possible to preserve the frontal horn in all the patients when following this technique, avoiding complications resulted by its opening. **CONCLUSION:** The frontal decortication guided by intraoperative anatomical landmarks can be one of the surgical techniques to be considered when an extensive frontal lobe resection (especially gray matter) is needed. It offers maximum frontal lobe removal, preservation of the frontal horn and supplementary motor area, and reduced blood loss.

Descriptors: Epilepsy. Frontal lobe. Frontal lobectomy. Neuroanatomy. Neurosurgery. Neurosurgical procedures. Surgery.

1 INTRODUÇÃO

O lobo frontal constitui aproximadamente um terço da superfície do hemisfério cerebral, sendo o maior lobo do cérebro^{1,2}. A ressecção de parte do lobo frontal é um procedimento cirúrgico frequentemente utilizado em neurocirurgia. Originalmente, o procedimento foi descrito em cirurgias para a remoção de tumores cerebrais, sendo que, muitas vezes o cirurgião encontrava uma anatomia distorcida em decorrência dos desvios causados pela massa tumoral. Posteriormente, este procedimento também foi descrito como tratamento de epilepsias frontais de difícil controle, seja em decorrência de displasias corticais, sequelas infecciosas, vasculares e/ou traumáticas ou, em raros casos, associadas a malformações vasculares.

Desde a primeira cirurgia bem sucedida para epilepsia do lobo frontal, o número de ressecções cirúrgicas aumentou consideravelmente. Apesar das condições precárias, Sir Victor Horsley relatou o caso de um paciente epilético após traumatismo crânio-encefálico na infância, resultando em uma fratura-afundamento frontal e perda de substância encefálica. Neste relato de 1886, Sir Horsley introduziu conceitos básicos de assepsia e antissepsia, além da técnica de realização da incisão cirúrgica para preservação da irrigação sanguínea cutânea, e também reforçando a importância da observação de artérias e veias da região a ser ressecada, evitando lesões adicionais e isquemia de áreas a serem preservadas na cirurgia. O conceito de preservação de fibras e utilização das mesmas para auxiliar o cirurgião também foi introduzido neste relato, neste momento mesmo sem o uso da microscopia, Sir Horsley introduziu conceitos que foram lembrados somente após a introdução do conceito de microcirurgia na neurocirurgia³.

Dentre os pacientes com epilepsia focal refratária ao tratamento medicamentoso, aproximadamente 20% possuem crises originárias no lobo frontal⁴. Contudo, a intervenção cirúrgica da epilepsia frontal não é tão bem sucedida quanto na epilepsia do lobo temporal⁵. A epilepsia temporal ainda é a epilepsia refratária com melhores resultados após o tratamento cirúrgico, tanto em adultos como em crianças, principalmente quando associada à esclerose de hipocampo⁶⁻⁸. Relativamente, tem-se poucos estudos sobre a segurança, eficácia e prognóstico em pacientes com epilepsia extratemporal⁹⁻¹². Excetuando-se a epilepsia mesial temporal, dentre as cirurgias neocorticais realizadas, limitadas a somente um lobo, as ressecções frontais ainda são as mais comuns¹³⁻¹⁶, seguidas pelas ressecções temporal neocortical, parietal e occipital¹⁶. A razão para a evolução não tão eficaz nas epilepsias extratemporais ainda é incerta, com teorias que variam desde a propagação da atividade epileptiforme, quanto a áreas inacessíveis aos eletrodos de superfície¹⁷⁻²¹. Porém, sabe-se que a ressecção da área lesional está associada a melhor evolução¹⁶. Nas epilepsias lesionais geralmente o prognóstico é melhor; tumores, malformações vasculares, áreas de lesões prévias como trauma e isquemia são facilmente identificáveis por imagem de ressonância magnética (RM). Já as displasias corticais podem ser de difícil identificação, mesmo com protocolos específicos de RM²². O uso de métodos diagnósticos adjuvantes pode ser necessário, tanto de imagem como o uso de tomografia por emissão de pósitrons/fóton único (PET/SPECT-TC) cerebral, bem como exames funcionais como métodos de vídeo-eletroencefalograma (VEEG) invasivos, tanto com placas subdurais como com eletrodos profundos, além da utilização de testes para identificação da lateralização da linguagem como o teste do amital sódico (WADA)²³.

O sucesso, a longo prazo, da lobectomia frontal, em pacientes com epilepsia frontal, varia de 13% a 60% em estudos com pacientes adultos e pediátricos^{24,25}. A taxa de sucesso não é tão alta quanto em pacientes com epilepsia temporal associada a esclerose de hipocampo, em que chega a 50% a 80% de pacientes livres de crises em 10 anos, mas aceitável, apesar da grande variabilidade de resultados, a depender das séries.

Mais recentemente, estudos demonstram que o sucesso do tratamento cirúrgico em epilepsia frontal refratária depende também do momento da indicação, sendo que quanto mais precoce a indicação cirúrgica, maior a taxa de controle das crises, talvez o real motivo da grande variabilidade de resultados entre as séries. A área de ressecção também é fator determinante²⁵. Para as epilepsias de origem no lobo frontal, com suspeita de presença de displasia cortical, Shin *et al.*²⁶ caracterizaram as epilepsias frontais em três grupos de acordo com a extensão da ressecção proposta, baseando-se na semiologia pré-operatória, estudo de RM e achados do eletroencefalograma (EEG) (Quadro 1 e Figura 1). Foram selecionados 11 pacientes portadores de epilepsia do lobo frontal dentre 67 pacientes (temporal: 48, frontal: 11, parietal: cinco e occipital: três) portadores de displasia cortical comprovada por exame anátomo-patológico, de um total de uma série 726 cirurgias para epilepsia num período de 22 anos desde 1992. Pacientes com seguimento menor de um ano foram excluídos do estudo.

Quadro 1 - Três categorias da extensão da ressecção baseadas nas estratégias cirúrgicas

Grupo	Condição
Corticectomia focal	EEG com início focal (menor de três giros ou 3 cm ou seis contatos de eletrodos) e/ou lesão congruente definitiva em RM
Corticectomia regional	Início regional ictal no EEG (mais de três giros ou 3 cm ou seis contatos de eletrodos) e/ou lesão negativa ou suspeita na RM
Lobectomia funcional parcial	EEG ictal difuso com dificuldade de definir a extensão da ressecção, especialmente polo frontal ou região frontobasal

Figura 1 - Exame de acervo pessoal esquematizando as três categorias de estratégias cirúrgicas (RM considerada normal, apenas para demonstração ilustrativa); cada círculo indica a extensão da ressecção cortical, baseando-se nos dados do Quadro 1. A: Corticectomia focal. B: Corticectomia regional. C: Lobectomia parcial funcional

A depender da área de ressecção planejada durante o procedimento cirúrgico, Shin *et al.*²⁶ dividiram as epilepsias frontais em três grupos. O primeiro é o grupo da corticectomia focal (lesionectomia), caracterizado pela atividade ictal focal no EEG de superfície ou intracraniano e associado a achados concordantes na RM de encéfalo. O segundo grupo é o da corticectomia regional (corticectomia adicional), caracterizado pelo EEG ictal regional independente da lesão na RM, ou quando a presença de lesão na RM é duvidosa. O terceiro grupo é o da lobectomia parcial funcional, caracterizado pela presença de lesão difusa em imagens de RM, sendo difícil definir a extensão da ressecção, além da dificuldade de cobrir a área suspeita por monitoração intracraniana. Somente este terceiro grupo possui indicação de realização de lobectomia frontal.

No estudo em questão cinco dos pacientes foram submetidos a corticectomia focal, outros cinco a corticectomia regional e apenas um a lobectomia funcional. Todos foram observados por pelo menos um ano após o procedimento. Neste estudo, oito pacientes apresentaram-se livres de crises ou apenas com auras e dois pacientes somente crises noturnas. Apenas um paciente ainda apresentava crises durante o dia, mas com melhora da frequência das mesmas e da qualidade de vida²⁶.

A categorização das epilepsias frontais secundárias a displasia cortical focal, conforme sugerida acima, foi eficaz na determinação do procedimento cirúrgico relevante a ser escolhido como método terapêutico.

A ressecção de parte do lobo frontal é um procedimento frequente em neurocirurgia, contudo a ressecção ampliada como a lobectomia frontal é reservada, principalmente, ao tratamento das epilepsias causadas por malformações corticais extensas, como displasias, conforme explicitado anteriormente; além de sequelas de insultos vasculares ou traumáticos e menos frequentemente na ressecção de tumores cerebrais.

Quanto às técnicas cirúrgicas descritas, poucas estão disponíveis na literatura, e não se encontra descrição detalhada para a realização da lobectomia frontal. Em 1886, Sir Horsley descreve sucintamente sua técnica, focando mais em conceitos gerais condicionantes para a realização de uma boa neurocirurgia³.

Na neurocirurgia moderna, com a utilização da anatomia microcirúrgica, existem poucas tentativas de descrição da lobectomia frontal que datam da década de 1980 e 1990, que serão detalhadas na próxima seção²⁷⁻³⁰. Contudo, os parâmetros anatômicos utilizados como guias intraoperatórios preconizam muitas vezes a abertura do corno frontal do ventrículo lateral.

Atualmente, as possíveis complicações pós-cirúrgicas, muitas em decorrência da abertura do corno frontal do ventrículo lateral, são bem conhecidas, como a síndrome de meningite asséptica pós-operatória, coleções subdurais, e até mesmo hidrocefalia, consequente à má-absorção líquórica causada pela presença de sangue intraventricular. O acesso ao sistema ventricular resulta em uma fístula em potencial entre a cavidade ventricular e o espaço subdural, possibilitando coleções subdurais de líquido cefalorraquidiano, fístula líquórica pela incisão cirúrgica etc. A fim de minimizar tais complicações, muitos cirurgiões advogam a utilização de cola de fibrina para o fechamento da corticotomia^{31,32}. Todas essas complicações resultam em um período de recuperação mais prolongado, podendo inclusive comprometer o sucesso do procedimento cirúrgico.

Nas cirurgias onde há a necessidade de abertura ventricular, como em tumores intraventriculares, realmente não se pode evitá-la, porém nas corticectomias por displasias corticais, tumores lobares e/ou sequelas isquêmicas ou traumáticas, a abertura ventricular pode ser evitada, bem como suas possíveis complicações.

Com o presente estudo pretende-se descrever nova técnica cirúrgica, baseada em conhecimento anatômico microcirúrgico cerebral e que possibilite ressecção máxima do lobo frontal, evitando a abertura do corno frontal do ventrículo lateral e portanto sem as adversidades decorrentes da mesma; de modo que a utilização parcial ou integral desta técnica auxilie em cirurgias do lobo frontal, sejam lobectomias extensas ou mais restritas. Optou-se por nomear esta técnica, ao final desse estudo, de “Decorticação do Lobo Frontal”, pois a transição da substância branca e cinzenta será a delimitação inicial para demarcação da corticectomia.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Principal

O presente estudo pretende descrever uma nova técnica de lobectomia frontal, que difere da técnica clássica por evitar a abertura do corno frontal do ventrículo lateral, a qual se optou por denominar de “Decorticação do Lobo Frontal”. A técnica visa a maximizar a ressecção cirúrgica do lobo frontal; evitando-se, além da abertura do corno frontal do ventrículo, possíveis complicações cirúrgicas como lesão da área motora e área motora suplementar e, portanto, minimizando complicações pós-operatórias como coleções subdurais, sangramentos e déficits motores.

2.2 Objetivos Secundários

Além da descrição de nova técnica, demonstrar a aplicabilidade e reprodutibilidade da mesma em uma série de doentes submetidos à decorticação do lobo frontal.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Técnicas de Lobectomia Frontal

Apesar da ressecção de parte do lobo frontal ser um procedimento relativamente frequente em neurocirurgia, a ressecção ampliada como a lobectomia frontal é de indicação reservada. Na literatura foram encontradas poucas técnicas cirúrgicas descritas que datam da década de 1980 e 1990, talvez pela lobectomia frontal ser considerada um procedimento simples em neurocirurgia.

Será feita aqui uma breve revisão das descrições iniciais encontradas na literatura para introduzir o tema e após o relato do diferencial desta nova técnica a ser descrita nesta dissertação. Nota-se que na maioria das descrições encontradas na literatura não há referência a não abertura do corno frontal do ventrículo, sendo que muitas vezes a própria abertura do corno frontal é considerada uma etapa cirúrgica.

Em seu livro de técnica cirúrgica, Schmidek³⁰ descreve a técnica da lobectomia frontal na ressecção de gliomas frontais. O paciente é posicionado em decúbito dorsal com ombro elevado do lado da ressecção, permitindo a versão cefálica contralateral de 20 a 40 graus. A incisão utilizada é transcoronal, logo atrás da linha do cabelo, iniciando-se no zigoma ipsilateral à ressecção e estendendo-se até a linha temporal inferior contralateral. Exige-se cautela com o nervo facial, pois este encontra-se logo abaixo do zigoma. O retalho cutâneo é retraído anteriormente e o músculo temporal é seccionado pelo eletrocautério e refletido lateralmente.

A craniotomia é realizada de modo que se permita a exposição do polo frontal e da porção anterior do sulco lateral (fissura sylviana). Medialmente, realiza-se a

craniotomia aproximadamente 1 a 1,5 cm da linha mediana a fim de evitar lesão do seio sagital superior e veias que drenam para o mesmo. O limite posterior da craniotomia encontra-se 1 a 2 cm atrás da sutura coronal. O limite inferior é imediatamente posterior ao ptério, com limite anterior na inserção do músculo temporal com cuidado para se evitar a abertura da órbita. Já o limite anterior da craniotomia segue a distância de 1 a 1,5 cm lateral ao seio sagital superior (linha mediana) sendo o mais anterior possível, desde que se evite a abertura do seio frontal.

A duramáter é aberta em formato de “U” com a base voltada para a linha mediana, preservando as veias de drenagem para o seio sagital superior. São identificados a ponta do lobo temporal, a asa do esferoide, o giro frontal inferior e a área de Broadmann, localizada na metade posterior do giro frontal inferior. A secção cortical inicia-se 7 cm a 8 cm (Figuras 2 e 3) a partir do polo frontal, estendendo-se lateralmente até a asa maior do esferoide. A pia-máter é coagulada com a pinça bipolar e seccionada, os vasos corticais são isolados e coagulados e as substâncias branca e cinzenta são aspiradas, delimitando a área a ser ressecada. Destaca-se a importância em manter o mesmo plano de secção na profundidade, evitando-se lesões em regiões mais posteriores. Deve-se ter cuidado para a coagulação das veias que drenam para o seio sagital superior, evitando a lesão do próprio seio. Ao completar-se a ressecção até a base do lobo frontal, entra-se no corno frontal do ventrículo lateral. A fim de se prevenir o sangramento no interior do ventrículo, algodão é utilizado na entrada do mesmo.

Figura 2 - Desenho esquemático de lobectomia frontal do hemisfério cerebral esquerdo pela técnica descrita por Schmidek com secção de 7 cm a 8 cm do pólo frontal. Utilizou-se a foto de um espécime do acervo pessoal (espécime 1) combinada ao desenho original descrito por Schmidek. 1 - Parte triangular (*pars triangularis*). 2 - Parte opercular (*pars opercularis*). 3 - Giro temporal superior. 4 - Giro pré-central [Adaptado de Schmidek³⁰]

Figura 3 - Desenho esquemático após a secção no local indicado, evidenciando a abertura do corno frontal. 1 - Trato olfatório. 2 - Ramos da A. cerebral média. 3 - Corno frontal do ventrículo lateral. 4 - Ramos da A. cerebral anterior [Adaptado de Schmidek³⁰]

O capítulo adverte que caso não seja desejável a abertura do ventrículo realiza-se a incisão cortical no nível onde os dois hemisférios estão completamente separados, significando que tal acesso seria anterior ao corpo caloso, ao ventrículo, e a artéria cerebral anterior. Porém conforme será descrito a seguir nem sempre esse parâmetro é seguro para a não entrada no corno frontal. Para ressecções mais extensas, no caso de gliomas de baixo ou alto graus, o autor recomenda identificar as Aa. cerebrais anteriores de ambos os lados para ressecção mais posterior. A A. frontopolar ipsilateral, na superfície medial do lobo frontal deve ser identificada e deve-se ter cautela para não confundi-la com a contralateral. Ao se aproximar do assoalho da fossa anterior, o trato olfatório deve ser identificado e preservado, evitando-se sangramentos, abertura da placa cribiforme e fístula liquórica.

Neste momento a ponta do lobo frontal encontra-se fixa apenas por veias de drenagem da superfície orbital medial, coagulam-se esses vasos e seccionam-os, removendo o restante tumoral remanescente por aspiração. Realiza-se então a revisão da hemostasia da cavidade cirúrgica e fechamento por planos.

Em outra descrição de lobectomia frontal, Raimondi²⁸, em seu livro de neurocirurgia pediátrica, orienta inicialmente expor todo o lobo frontal, permitindo isolar ramos arteriais e venosos que suprem o mesmo. Após exposição e coagulação de todos os ramos que se procede a corticectomia, iniciando-se da região inferior para a superior, conforme o suprimento arterial para a região. As veias de drenagem são coaguladas e seccionadas imediatamente após a coagulação dos maiores ramos arteriais, antes do início da corticectomia. O autor sugere a realização da corticectomia com espátulas, mas advertindo que não são tão precisas quanto a dissecação microcirúrgica.

Inicialmente Raimondi²⁸ orienta identificar a A. carótida interna ao se retrair posteriormente o lobo frontal, seguindo sua dissecação até o trígono olfatório. Sempre a orientação é preservar o trato olfatório. Entra-se nas cisternas óptica e supraquiasmática, dissecando-se o N. óptico da A. carótida interna. Segue-se a dissecação lateralmente a A. carótida interna até a bifurcação da mesma, identificando-se os segmentos A1 e M1, deve-se ter cuidado com os ramos perfurantes que nutrem a substância perfurada anterior, núcleos da base, e ramo anterior da cápsula interna. O segmento A1 é então seguido anteromedialmente, com cuidado para evitar danos aos vasos que emergem de A1 para o quiasma, bem como a A. comunicante anterior.

O cirurgião então passa a superfície parassagital do lobo frontal, estendendo-se de anterior a posterior pela borda do lobo frontal e seio sagital superior, coagulando os ramos da A. cerebral anterior na convexidade frontal e veias em ponte. Separa-se então o lobo frontal do seio sagital superior e os ramos das A. cerebral anterior ipsilateral, que nutrem o lobo frontal, são ocluídos.

Procede-se então para a região do opérculo frontal – parte triangular (*pars triangularis*), e inicia-se coagulando e seccionando as artérias corticais, permitindo-se acesso à região da ínsula e identificação dos ramos da A. cerebral média que nutrem o lobo frontal, evitando-se a lesão de ramos que suprem a própria ínsula e/ou os opérculos temporal e parietal. O autor também alerta que a ressecção deve ser realizada pelo menos 2 cm a frente do giro pré-central, evitando dano à área motora.

Neste momento as artérias e veias de drenagem devem estar coaguladas e seccionadas. Segue-se então a corticectomia, procedendo do opérculo frontal inferiormente, ao longo de um plano aproximadamente 2 cm a frente da área motora primária, até a convexidade superior. Procede-se a dissecação inferiormente ao

assoalho da órbita e medialmente a aracnoide adjacente a foice cerebral, identificando os ramos arteriais e preservando a aracnoide adjacente a foice. Segue-se um plano anterior a superfície do joelho do corpo caloso, expondo a base do trígono olfatório, o nervo óptico e a porção supra-selar da A. carótida interna.

Finalmente, secciona-se a aracnoide adjacente a foice após a coagulação dos ramos arteriais da A. pericalosa, a aproximadamente 0,5 cm da mesma para evitar lesões da A. pericalosa²⁸.

No livro de técnica cirúrgica de Kempe²⁷ a lobectomia frontal inicia-se com uma craniotomia frontotemporal ampla a aproximadamente 1,5 cm da linha mediana. O autor faz a ressalva de que se a lobectomia for realizada devido a malformação arteriovenosa pode-se ultrapassar a linha mediana a fim de melhor exposição das veias de drenagem. Após a abertura dural coagula-se a pia-máter parassagital, incisa-se a mesma e inicia-se a coagulação dos vasos corticais. Se a ressecção for a esquerda exige cautela em relação a área 44 de Brodmann (Área de Broca), sendo que a parte opercular (*pars opercularis*) do giro frontal inferior deve ser preservada. Na descrição da lobectomia, a abertura do corno frontal é descrita como um dos passos, sendo utilizado algodão para evitar a entrada de sangue dentro dos ventrículos. Também preconiza cuidados com as Aa. cerebrais anteriores e seus ramos, além disso cuidado com a coagulação das veias, sempre mais próximo ao cérebro que da duramáter a fim de evitar sangramentos. As últimas veias a serem coaguladas são as da parede medial da órbita no polo do lobo frontal, evitando-se lesão do trato olfatório e então ressecção do bloco cirúrgico e hemostasia.

3.2 Conceitos Funcionais Relevantes para a Cirurgia do Lobo Frontal

3.2.1 Córtex motor e área motora suplementar

As cirurgias do lobo frontal estão próximas às regiões centrais e pré-centrais, o que pode significar risco da integridade funcional do córtex motor e vias motoras subcorticais³³.

As áreas motoras do córtex cerebral são divididas em uma área motora primária e várias áreas pré-motoras. A neurocirurgia tradicional ensina que o córtex motor primário se localiza imediatamente anterior ao sulco central e o córtex sensitivo primário imediatamente posterior ao mesmo. Normalmente utiliza-se esta simples representação auxiliada pelas imagens de RM. O giro pré-central encontra-se posicionado em direção pósterio-anterior na direção da linha mediana ao sulco lateral (fissura sylviana). No sulco lateral o giro pré-central está localizado logo atrás da parte opercular (*pars opercularis*) do giro frontal inferior. Como ponto de referência mais facilmente identificável para o reconhecimento do giro pré-central encontra-se a "área da mão" na face lateral do giro pré-central. Desde o desenvolvimento do conceito do homúnculo sabe-se que essa região localiza-se na parte superior do giro pré-central³⁴⁻³⁶, apresenta o formato da letra grega "Ω" (omega) invertida, e geralmente localiza-se logo atrás do término do sulco frontal superior³⁷⁻³⁹ (Figura 4).

Figura 4 - Dissecção anatômica da superfície do hemisfério cerebral direito, visão superior (espécime 5). As pequenas flechas verdes indicam o sulco frontal superior; as azuis indicam o sulco pré-central, e as vermelhas indicam o sulco central. A letra grega “Ω” invertida corresponde a área motora da mão e está localizada logo a frente das flechas vermelhas, onde é interseccionada pelo término do sulco frontal superior. 1 - Parte triangular (*Pars triangularis*). 2 - Parte opercular (*Pars opercularis*). 3 - Giro pré-central. 4- Giro pós-central

O homúnculo é geralmente projetado na superfície de um giro pré-central idealizado^{35,40}, onde as outras áreas de representação são descritas em relação umas às outras, ao sulco lateral (à fissura sylviana), à fissura longitudinal superior e ao sulco central. Ao localizarmos uma lesão na região central ou próxima à área motora é importante conseguirmos delimitar a região do sulco central em exames simples de imagem, como na tomografia computadorizada (TC) de crânio e RM de encéfalo. Contudo, apesar da anatomia típica da região ser extensivamente descrita⁴¹, a grande variabilidade da região dificulta a identificação da área eloquente em questão.

Durante a dissecção anatômica de cadáveres pode-se observar que o curso do sulco central é sinusoidal e curva-se três vezes: a primeira curva (joelho superior) é convexa anteriormente, a segunda (joelho médio) é convexa posteriormente, e a

terceira (joelho inferior) é novamente convexa anteriormente (Figuras 5 e 6). Observa-se no joelho médio uma curva sinusoidal presente em sua superfície, mas ainda mais proeminente na profundidade do sulco central, região posterior do giro pré-central. Esse formato é o responsável pela aparência da letra grega invertida no corte axial do giro pré-central, que geralmente se observa nas imagens de RM encéfalo para identificar a área motora da mão (Figuras de 7 a 9)⁴¹.

Figura 5 - Dissecção anatômica da superfície lateral do hemisfério cerebral esquerdo (espécime 6). Destaca-se o sulco central com as respectivas concavidades em azul, verde e vermelho conforme descrito no texto

Figura 6 - Dissecção de fibras da superfície lateral do hemisfério cerebral esquerdo de outro espécime (espécime 8), destacando-se também as concavidades do sulco central em azul, verde e vermelho

Figura 7 - Visão axial de sequência em T2 das imagens de RM evidenciando o “Ω” da mão, circulado em vermelho

Figura 8 - Reconstrução tridimensional da mesma imagem evidenciando a mesma região circundada em destaque

Figura 9 - Desenho esquemático da protuberância pré-central (área sombreada em rosa) no plano axial (A) e no plano sagital (B) também chamada de “Ω”. O “Ω” é uma protusão do giro pré-central (3) no sulco central (c). Está localizado posteriormente a intersecção do sulco frontal superior (a), que divide o giro frontal superior (1) do giro frontal médio (2), e o sulco pré-central (b). No plano sagital, no nível da porção posterior da ínsula (5), tem o formato de um gancho direcionado posteriormente ao giro pós-central (4)

Nos primatas há quatro áreas pré-motoras: duas localizadas na convexidade lateral e duas na convexidade medial do hemisfério. A parte medial corresponde à área 6 de Brodmann, também organizada topograficamente, embora a topografia não seja tão evidente quanto na área motora primária. A estimulação elétrica direta do córtex pré-motor resulta em movimentos mais complexos do que os obtidos na estimulação do giro pré-central, contudo é necessária maior intensidade para a produção dos movimentos. As regiões pré-motoras laterais são divididas em ventrolateral e a dorsolateral. As mediais são a área motora suplementar (AMS) e a área motora do cíngulo, localizada às margens do sulco do cíngulo^{42,43}.

Há duas maneiras de delimitar a AMS em relação a área motora do cíngulo. De acordo com Barbas e Pandya⁴⁴ e Vogt *et al.*⁴⁵, a AMS se estende, em profundidade, até a margem superior do sulco do cíngulo. Relatos mais recentes^{46,47} delimitam a transição entre a AMS e área motora do cíngulo na projeção da metade do ramo marginal do sulco do cíngulo. A margem posterior da AMS localiza-se na superfície cortical, próximo a linha mediana, imediatamente anterior ao córtex motor primário, área motora da perna⁴⁸. A borda lateral estende-se aproximadamente de 4 mm a 5 mm da linha mediana nos primatas, e um pouco mais em humanos. Embora a delimitação da AMS não seja totalmente confiável através da anatomia dos sulcos, não existe critério fisiológico ou anatômico para a determinação da AMS com exatidão⁴³.

De acordo com Picard e Strick⁴⁹, o giro frontal superior em humanos em geral contém duas áreas motoras distintas, estabelecidas nos macacos como área 6 de Brodmann: a AMS na porção mais caudal e a pré-AMS na porção mais rostral. Em humanos, o nível da comissura anterior (plano vertical da comissura anterior [VCA])⁵⁰ marca a margem entre as duas regiões. A VCA é definida por um plano

perpendicular ao plano AC-PC (“comissura anterior-comissura posterior”). A maior parte da área 6 de Brodmann encontra-se 3 cm a frente do sulco pré-central. As áreas pré-motoras proporcionam a chegada de informações cognitivas, sensoriais ou motivacionais para a execução do comportamento motor, enquanto as áreas motoras estão relacionadas aos aspectos concretos do movimento⁴⁹. Estudos com PET, durante tarefas motoras simples, bem como durante estímulos sensoriais, demonstram a ativação da área pré-motora posterior ao nível da VCA. Quando tarefas mais complexas são realizadas, a ativação torna-se mais rostral, portanto a VCA parece ser um bom parâmetro anatômico a ser considerado para a distinção entre as duas regiões funcionais e localização da AMS⁵¹ (Figuras 10 e 11).

Figura 10 - Corte sagital evidenciando a visão medial do (a) hemisfério cerebral direito (espécime 2), sendo a segunda imagem (b) uma dissecação de fibras brancas da região do hemisfério cerebral esquerdo (espécime 8). Observa-se o plano de Talairach AC-PC (Comissura Anterior – Comissura Posterior). A linha amarela indica a linha AC-PC e a linha verde, perpendicular a AC-PC, indica a linha VCA (plano vertical da comissura anterior)

Figura 11 - Corte sagital de RM, correspondente a visão anatômica, evidenciando o plano AC-PC em amarelo e a linha em branco o plano VCA (plano vertical da comissura anterior)

3.2.2 Lesão da área motora suplementar – Síndrome da área motora suplementar

Classicamente, em lesões do neurônio motor superior observa-se hiperreflexia e hipertonia, consequência da supressão do arco-reflexo corticospinal, ou melhor, considerados como sinais de liberação, descritos por Jackson *et al.*⁵², em 1931 como “sinais positivos”, decorrentes das lesões piramidais e consequente exaltação de reflexos⁵³. Contudo, hiporreflexia, atonia, e outros sinais de lesão do neurônio motor inferior podem ser observados em lesões agudas do neurônio motor superior como nas síndromes da AMS e choque medular.

A síndrome da AMS é descrita mais comumente como resultado da ressecção cirúrgica da região cortical anterior ao giro pré-central^{54,55}. Classicamente segue um padrão trifásico, com acinesia contralateral inicial, com duração de alguns dias, mas

com preservação da força muscular para movimentação involuntária, diferente da lesão da área motora primária. Segue-se com uma redução da atividade espontânea dos membros contralaterais de dias a semanas. Quando o hemisfério dominante para a linguagem se encontra envolvido, a fase inicial também pode incluir afasia de expressão. Além disso, é importante salientar que a hemiparesia associada à lesão da AMS é usualmente não associada à hiperreflexia e tipicamente observa-se hiporreflexia aguda, apesar da preservação do córtex motor primário e de suas contribuições ao trato corticospinal⁵⁶.

Há teorias acerca de fibras do trato corticospinal que possuem origem em regiões que diferem do córtex motor primário. Mais recentemente propôs-se uma função inibitória da AMS em relação ao trato corticospinal⁵⁷, condizente com os achados clínicos e eletrofisiológicos vistos após a ressecção da AMS⁵⁸. Embora os tratos descendentes sejam estimulatórios em suas neurotransmissões, os neurônios que recebem o estímulo agem como supressores e inibidores do movimento no trato corticospinal, como um forte modulador da atividade motora resultando em funções posturais, voluntárias e reflexas. Provavelmente, há sinais competitivos dos neurônios da AMS para interneurônios espinais inibitórios e aos motoneurônios alfa que esses interneurônios estimulam. No estado normal, esses sinais provavelmente modulam e coordenam ações planejadas através de um balanço da excitação direta de neurônios motores e da inibição indireta via interneurônios inibitórios espinais. Fibras corticospinais que não se originam do córtex motor primário podem aumentar a excitabilidade dos neurônios motores⁵⁹, e com o seu comprometimento seria esperada a diminuição da excitabilidade desses neurônios motores. Com essa nova teoria, propõe-se que a lesão da AMS resulta em uma diminuição da excitação dos neurônios motores alfa. Aparentemente a lesão da AMS diminuiu a responsividade

ao reflexo por diminuir a excitabilidade aos motoneurônios alfa, o que causa a hiporreflexia aguda em uma lesão do neurônio motor superior como na síndrome da AMS⁵⁷. De qualquer modo a complexidade da fisiopatologia das lesões neurológicas e suas respostas clínicas certamente sugerem a participação de múltiplas vias dinamicamente. O atual conhecimento apenas sugere uma possibilidade de conexões dessas vias, mas sugerindo que a AMS envia projeções à medula espinal com significativo envolvimento de zonas intermediárias e interneurônios.

3.3 Conceitos Anatômicos Básicos Relevantes a Cirurgia do Lobo Frontal - Observações do Estudo Anatômico

Nessa seção, serão realizadas observações anatômicas pertinentes à realização da lobectomia frontal. Para a introdução dos conceitos anatômicos necessários para compreensão da técnica cirúrgica faz-se necessária a utilização das fotografias dos espécimes da fase do estudo anatômico em laboratório, conforme descrito posteriormente neste trabalho.

O lobo frontal apresenta três superfícies: medial, lateral e basal. Do ponto de vista cirúrgico, o limite posterior do lobo frontal nas superfícies medial, lateral e basal são respectivamente o ramo paracentral do giro do cíngulo, o sulco pré-central, e a margem anterior da substância perfurada anterior (Figuras de 12 a 16).

Figura 12 - Visão sagital medial do hemisfério cerebral direito dissecção anatômica (espécime 2). 1 - Sulco pré-central. 2 - Sulco central. 3 - Giro pós-central. 4 - Ramo paracentral do sulco do cíngulo. 5 - Lóbulo paracentral. 6 - Ramo marginal do sulco do cíngulo. 7 - Sulco do cíngulo. 8 - Giro do cíngulo. 9 - Joelho do corpo caloso. 10 - Rostro do corpo caloso. 11 - Lâmina terminal

Figura 13 - Visão lateral da superfície do hemisfério cerebral direito dissecção anatômica (espécime 6). As setas vermelhas indicam a localização do sulco pré-central

Figura 14 - Visão lateral da superfície do hemisfério cerebral direito (espécime 8), após dissecção de fibras brancas. 1 - Giro pós-central. 2 - Giro pré-central. 3 - Sulco central

Figura 15 - Visão inferior da superfície basal do lobo frontal (espécime 1). 1 - Giro orbital anterior. 2 - Giro orbital lateral. 3 - Giro orbital médio. 4 - Trato olfatório. 5 - Giro orbital posterior. 6 - Giro reto. As setas azuis indicam a margem anterior da substância perfurada anterior

Figura 16 - Secção coronal do lobo frontal na transição entre o joelho e corpo do corpo caloso (espécime 3). 1 - Coroa radiada. 2 - Giro do cíngulo e corpo do corpo caloso. 3 - Cabeça do núcleo caudado. 4 - Rostro do corpo caloso. 5 - Trato olfatório

Pode-se considerar uma quarta superfície revestida pelo compartimento profundo do sulco lateral (fissura sylviana)¹ (Figuras de 13 e 16), que é um importante parâmetro anatômico durante a cirurgia. Pelo aspecto anatômico, o lobo frontal está limitado pelo sulco central, incluindo o giro pré-central, área motora primária, não considerada para a ressecção cirúrgica.

As porções corticais do lobo frontal nestas superfícies envolvem o corno frontal do ventrículo lateral e a parte anterior do que se denomina em inglês de “central core” – núcleo central (incluindo núcleos da base e cápsulas interna, externa e extrema). Pelo estudo anatômico destas estruturas percebe-se que há sempre um camada de substância branca separando a porção cortical do lobo frontal do ventrículo lateral e núcleo central^{1,60}, independentemente da superfície cerebral: na

linha mediana, a camada de substância branca encontrada é o joelho e o corpo do corpo caloso; na convexidade superior, mediana e inferior, a camada limitante é a coroa radiada e o corpo caloso; na superfície basal, há a substância branca da superfície basal do lobo frontal e o rostro do corpo caloso (Figura 16).

3.3.1 O corno frontal do ventrículo lateral e o corpo caloso

O corno frontal do ventrículo lateral localiza-se logo à frente do forame interventricular (forame de Monro) e adjacente à linha mediana; em visão superior, a parte mais anterolateral do corno frontal projeta-se mais anteriormente em relação a parte anteromedial (Figura 17). Em visão anterior, em corte coronal (Figura 18), a parte anterolateral do corno frontal está projetada mais superiormente que a anteromedial. Portanto a parte anterolateral do corno frontal está projetada mais anteriormente e mais superiormente que sua porção mais medial (Figura 19). O corpo caloso constitui a parede anterior e o teto do corno frontal, também seguindo a morfologia descrita do corno frontal, portanto o corno frontal é cercado por substância branca. O corpo caloso separa-se do giro do cíngulo pelo sulco do caloso.

Figura 17 - Visão Axial dos ventrículos laterais (espécime 4). As setas azuis indicam a porção anterolateral do corno frontal, e as setas verdes indicam a porção anteromedial do corno frontal. Parte dos núcleos basais está encoberta pelo lobo frontal. 1 - Ramo anterior da cápsula interna. 2 - Ínsula, cápsula extrema, claustro, e cápsula externa. 3 - Cabeça do núcleo caudado. 4 - Núcleo lentiforme. 5 - Forame interventricular (forame de Monro)

Figura 18- Visão coronal do corno frontal dos ventrículos laterais (espécime 3). As setas azuis indicam a porção anterolateral do corno frontal, e as verdes a porção anteromedial. 1 - Cabeça do núcleo caudado. 2 - Sulco limitante superior da ínsula. 3 - Cápsula interna. 4 - Veia tálamo-estriada. 5 - Forame interventricular (forame de Monro) direito. 6 - Globo pálido. 7 - Ínsula. 8 - Rostro do corpo caloso. 9 - Sulco olfatório.

Figura 19 - Dissecção anatômica hemisfério cerebral direito. O teto do corno frontal foi removido evidenciando a localização do mesmo nas corticotomias frontais (espécime 5). 1 - Joelho do corpo caloso. 2 - Cabeça do núcleo caudado. 3 - A. pericalosa. 4 - Septo pelúcido. 5 - Forame interventricular (Forame de Monro). A seta verde indica o joelho do corpo caloso, e as setas vermelhas indicam a porção anterolateral do corno frontal do ventrículo lateral

3.3.2 Os núcleos da base

Parte dos núcleos basais está localizada dentro do lobo frontal: a cabeça do núcleo caudado, a metade anterior do núcleo lentiforme e o braço anterior da cápsula interna (Figura 17).

No lobo frontal, a parte medial do “central core” - núcleo central - é coberta pelo corno frontal do ventrículo lateral, e sua parte lateral estende-se lateralmente à ínsula (Figura 18). Na superfície basal, os núcleos da base estendem-se até muito próximo à superfície basal do lobo frontal. Uma fina camada de substância branca separa a parte mais lateral da porção inferior dos núcleos basais do claustro; a

continuidade lateral do corpo caloso separa a parte basal dos núcleos da base da substância cinzenta circundando o sulco olfatório (Figuras 18 e 20).

Figure 20 - Visão inferior de uma série de cortes axiais e coronais realizados no nível da substância perfurada anterior para mostrar sua proximidade aos núcleos da base (espécime 1). 1 - Corno frontal do ventrículo lateral. 2 - Sulco limitante anterior da ínsula. 3 - Ramo anterior da cápsula interna. 4 - Cabeça do núcleo caudado. 5 - Núcleo lentiforme. 6 - Substância perfurada anterior

3.3.3 Interface entre as substâncias branca e cinzenta no lobo frontal

Conforme mencionado anteriormente, em condições normais, a interface entre as substâncias branca e cinzenta encontra-se presente em todas as superfícies do lobo frontal (Figuras 16, 17 e 18).

Na superfície basal essa interface particularmente é muito tênue no nível da substância perfurada anterior (SPA). A SPA^{1,37,61,62} é uma depressão orientada superiormente de substância cinzenta, localizada na porção posterior da superfície basal do lobo frontal. A SPA possui esse nome devido à característica única de sua

anatomia com inúmeros orifícios onde penetram artérias perfurantes em sua superfície para atingir os núcleos da base, porção anterior do tálamo, e ramo anterior, joelho e ramo posterior da cápsula interna. No nível da SPA praticamente não há substância branca interposta entre o espaço subaracnoideo e a porção anteroinferior dos núcleos da base (Figura 20).

A SPA é limitada anteriormente pelas estrias olfatórias medial e lateral, póstero-lateralmente pelo tronco do lobo temporal, lateralmente pelo limen da ínsula, e póstero-medialmente pelo trato óptico. Medialmente, ela estende-se sobre o quiasma óptico até a porção anterior da fissura inter-hemisférica. O corno frontal, a cabeça do núcleo caudado e o ramo anterior da cápsula interna estão localizados acima da SPA¹.

3.3.4 Reflexão da aracnoide frontotemporal em relação a asa menor do esfenoide

A aracnoide frontotemporal recobre toda a superfície basal e lateral do cérebro. Na superfície basal a aracnoide frontotemporal conecta a porção anterior do plano polar (*planum polare*) à porção posterior dos giros orbitais lateral, posterior e medial (Figura 21). A membrana continua medialmente com a aracnoide das cisternas carotídea, olfatória e quiasmática (Figura 22), bem próximo à asa menor do esfenoide. Esta parte da membrana subaracnoideia na face basal do lobo frontal também é chamada de reflexão aracnoideia frontotemporal^{61,63}.

Figura 21 - Visão inferior do cérebro e destaque para a aracnoide frontotemporal. As setas azuis indicam a reflexão da aracnoide frontotemporal (espécime 9). O plano polar foi retraído inferiormente pela espátula

Figura 22 - Visão superior. O lobo frontal direito foi removido a fim de mostrar a reflexão da aracnoide frontotemporal (espécime 4). A aracnoide frontotemporal separa o tronco do sulco lateral (fissura sylviana), posteriormente, da asa menor do osso esferoide, anteriormente. 1 - Órbita direita. 2 - Trato olfatório direito. 3 - Asa menor do esferoide. 4 - Reflexão aracnoide frontotemporal

3.3.5 Relações arteriais

Ramos da A. cerebral anterior (ACA) suprem a superfície e áreas adjacentes ao lobo frontal; estes ramos estão localizados nas profundidades dos sulcos corticais, enviando ramos transversos ao lobo frontal; esses ramos atingem a superfície lateral do lobo frontal, suprimdo essa região.

A superfície basal do lobo frontal é suprida tanto por ramos da ACA como por ramos da A. cerebral média (ACM).

Ramos da ACA e ACM também suprem a superfície lateral do lobo frontal; os ramos da ACA são provenientes da superfície medial do lobo frontal, e os ramos da ACM são originários do sulco lateral (fissura sylviana), difundindo-se circunferencialmente^{37,64}.

Os ramos da ACM que cursam próximos à área pré-central (sulco pré-central e giro pré-central) geralmente tornam-se visíveis no sulco lateral (fissura sylviana) no nível do sulco pré-central ou um pouco anteriormente e subsequentemente cursam neste mesmo sulco e no giro pré-central; em outras palavras, o suprimento arterial do giro pré-central proveniente da ACM possui uma direção anteroposterior, ínfero-superior e lateromedial.

3.3.6 Relações venosas

As veias que se originam da metade medial da superfície lateral do lobo frontal usualmente drenam em direção ao seio sagital superior, enquanto as veias com origem na metade lateral drenam em direção à veia cerebral média superficial (veia sylviana superficial).

Veias da superfície medial do lobo frontal drenam em direção ao seio sagital superior e menos frequentemente ao seio sagital inferior. Veias da superfície basal podem drenar posteriormente em direção à veia basal ou anteromedialmente em direção ao seio sagital superior^{37,65,66}.

4 MÉTODOS

O estudo consistiu de duas etapas: 1. Estudo em laboratório de neuroanatomia microcirúrgica e 2. Aplicação dos conhecimentos em neurocirurgia. A parte laboratorial foi executada por completo no Laboratório de Neuroanatomia Microcirúrgica do Departamento de Neurocirurgia da Universidade da Flórida – McKnight Brain Institute (Figura 23) – Gainesville, FL; em dois períodos distintos de 1993 a 1996, pelo Dr. Wen Hung Tzu, orientador do presente estudo e de 2012 a 2013 pela autora da mesma. Foram utilizadas 15 cabeças humanas adultas fixadas com formaldeído, obtidas através de doação ao Departamento de Anatomia da Universidade da Flórida.

Figura 23 - McKnight Brain Institute - University of Florida - Gainesville (FL)

O estudo em laboratório possibilitou o desenvolvimento da técnica cirúrgica aplicada na segunda etapa em 15 casos cirúrgicos em que a lobectomia frontal foi indicada. Foram realizados 15 procedimentos de decorticação frontal de 2002 a 2014, no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo e Hospital Samaritano, em São Paulo. Foi utilizado um caso ilustrativo para exemplificar a técnica cirúrgica.

4.1 Etapa 1: Estudo em Laboratório de Neuroanatomia Microcirúrgica

4.1.1 Preparação dos espécimes para dissecação

Todos os espécimes utilizados no estudo foram obtidos através do Departamento de Anatomia da Universidade da Flórida. A perfusão com solução de formaldeído e a secção cervical são realizadas pelo próprio departamento de anatomia, sendo fornecidas apenas as cabeças para o estudo anatômico.

Os vasos, artérias e veias, foram injetados com silicone colorido e os espécimes conservados em álcool. Dois desses espécimes foram submetidos ao processo de congelamento no segundo período de estudo anatômico e após o descongelamento a conservação foi realizada em solução de formaldeído 5%, a fim de possibilitar a dissecação de fibras brancas.

O processo da injeção do silicone colorido é importante para a boa qualidade final da dissecação, além disso, distende os vasos, resultando num estado mais semelhante à condição *in vivo*⁶⁷.

4.1.2 Dissecção e documentação

Após a preparação do espécime inicia-se a dissecção das estruturas desejadas, com o uso de microscópico cirúrgico.

O estudo foi documentado por fotografias utilizando-se máquina semiprofissional (Canon ou Nikon) com lentes de 100 mm, posicionados sobre tripé. Sempre foi utilizado f 32, a menor abertura do diafragma, para que se tenha profundidade de foco, ajustando-se o tempo de exposição, fonte de luz (*flash*) externa e alternando a luminosidade de acordo com as estruturas e dissecções a serem expostas.

No estudo de 2012 a 2013 foi utilizada a técnica de fotografia em três dimensões (3D) para melhor compreensão das relações anatômicas.

Os detalhes técnicos da preparação, injeção dos espécimes e da técnica de fotografia, bem como maiores detalhes da técnica de fotografia 3D podem ser encontrados no Anexo A.

4.2 Etapa 2: Aplicação dos Conhecimentos em Neurocirurgia

Após o estudo em laboratório foram feitos 15 procedimentos cirúrgicos em pacientes com indicação de lobectomia frontal devido a epilepsia de difícil controle. Esses pacientes foram submetidos à extensa investigação clínica, com realização de exames de EEG, VEEG e RM para determinação da origem das crises. Após discussão em grupo multidisciplinar, devido à dificuldade de controle medicamentoso das crises, a lobectomia frontal foi indicada.

Foram realizados 15 procedimentos de decorticação frontal extensa de 2002 a 2014 no Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São

Paulo e Hospital Samaritano em São Paulo (Anexo B). Foi utilizado um caso ilustrativo para exemplificar a técnica cirúrgica na sessão dos resultados.

5 RESULTADOS

5.1 Etapa 1: Estudo em Laboratório de Neuroanatomia Microcirúrgica

5.1.1 Estudo anatômico da técnica cirúrgica

Foram realizadas diversas disseções em 15 espécimes para observação da anatomia microcirúrgica do lobo frontal e suas relações, conforme já descrito anteriormente.

Para descrição da técnica realizo uma decorticação frontal direita em espécime anatômico, inicialmente mais extensa do que seria efetuada “in vivo” (Figuras 24, 25 e 26) e após, uma ressecção preservando a área motora suplementar (Figuras 27 e 28).

Figura 24 - Dissecação anatômica do hemisfério cerebral direito (espécime 5). As setas vermelhas indicam o sulco central e logo a frente encontra-se o giro pré-central. O “Ω” invertido corresponde a área motora da mão, localizada a frente das setas vermelhas, onde foi observada a porção mais posterior do sulco frontal superior (indicado pela seta verde)

Figura 25 - Dissecção anatômica (espécime 5). Decorticação frontal direita, incluindo a remoção do que seria a área motora suplementar (não realizada nos casos clínicos). Nesta figura o polo temporal direito foi removido, para outro estudo anatômico não relacionado à técnica de decorticação frontal. 1 - Trato olfatório. 2 - Margem da foice. 3 - Corpo caloso. 4 - Aa. pericalosas. 5 - Coroa radiada (*corona radiata*). As setas verdes indicam o joelho do corpo caloso e as setas vermelhas indicam a porção anterolateral do corno frontal do ventrículo lateral

Figura 26 - Mesma dissecação anatômica após remoção do teto do corno frontal do ventrículo lateral D (espécime 5), a fim de evidenciar sua localização nas lobectomias frontais. Observou-se que a porção anterolateral do corno frontal do ventrículo lateral encontra-se em posição anterior a sua porção anteromedial próxima ao corpo caloso. 1 - Joelho do corpo caloso. 2 - Cabeça do núcleo caudado. 3 - Artéria pericalosa. 4 - Septo pelúcido. 5 - Forame intraventricular (forame de Monro)

Figura 27 - Visão lateral de uma dissecção um pouco mais limitada (hemisfério direito) (espécime 7). 1 - Giro pós-central. 2 - Giro pré-central bifurcado. 3 - Corpo caloso. 4 - A. pericallosa. 5 - Ínsula. 6 - Ramos A. cerebral média

Figura 28 - Visão anterossuperior da mesma dissecção (espécime 7). 1 - Giro frontal médio (lado direito). 2 - Giro frontal superior (lado direito). 3 - Giro frontal superior (lado esquerdo). 4 - Giro frontal médio (lado esquerdo). 5 - Ínsula. 6 - Corpo caloso. 7 - Giro temporal superior. 8 - Trato olfatório

Para a realização da dissecação anatômica o espécime foi posicionado exatamente da mesma maneira em que foi realizado o posicionamento cirúrgico, porém com uma exposição do córtex cerebral maior, com craniotomia extensa a fim da melhor visualização dos parâmetros anatômicos, mostrando a localização topográfica dos sulcos e giros neste posicionamento em particular: a localização do giro frontal superior e médio, além do sulco central, giros pré e pós-central.

Realizou-se a remoção do córtex frontal direito, preservando a substância branca ao redor do corno frontal do ventrículo lateral.

No estudo anatômico realizou-se uma decorticação frontal um pouco mais extensa em relação à prática clínica, pois não houve preocupação em preservar a área em que provavelmente localiza-se a AMS. A importância da ressecção mais extensa na dissecação anatômica deve-se ao fato de melhor correlação entre as estruturas e localização do corno frontal do ventrículo lateral e forame interventricular (de Monro). As disseções podem ser observadas nas Figuras 24, 25 e 26. A ressecção em que se poupa a AMS pode ser observada nas Figuras 27 e 28.

5.2 Etapa 2: Aplicação dos Conhecimentos em Neurocirurgia

5.3 Demonstração clínica da técnica cirúrgica

Para a demonstração da técnica cirúrgica desenvolvida com o estudo anatômico e reproduzida nos pacientes utilizarei um paciente modelo com indicação cirúrgica de lobectomia frontal e submetido à decorticação do lobo frontal. Trata-se de um indivíduo de 13 anos, sexo masculino, com crises parciais complexas desde um ano de idade, apresentando cerca de seis a sete eventos diários.

As imagens de RM demonstraram malformação cortical extensa envolvendo porções média e inferior do lobo frontal esquerdo, com limite posterior na parte

triangular (*pars triangularis*) do giro frontal inferior esquerdo. Tratando-se de lesão em hemisfério esquerdo e provavelmente dominante para a linguagem, o paciente foi investigado com teste de WADA aos 12 anos, que demonstrou representação da linguagem bilateralmente (Figuras de 29 a 33).

Figura 29 - Cortes axiais de RM – displasia cortical envolvendo o lobo frontal esquerdo. Nota-se que a transição entre a substância cinzenta e a substância branca não está bem definida nessa região (b) (menor contraste na sequência *flair* da RM). A seta branca aponta onde parece ser o limite da lesão. Aparentemente a porção anterior da ínsula não está envolvida; portanto estabeleceu-se o sulco limitante anterior da ínsula como limite posterior da ressecção

Figura 30 - Corte axial de RM logo acima do nível dos ventrículos laterais. Neste nível aparentemente a interface entre a substância cinzenta e branca é clara

Figura 31 - Cortes coronais de RM mostram a displasia frontal esquerda

Figura 32 - Corte coronal de RM no nível da porção posterior do corno frontal e ínsula anterior. Neste nível a interface entre substância branca e cinzenta é evidente

Figura 33 - Corte sagital com o plano correspondente à Figura 32. 1 - Giro pós-central. 2 - Giro pré-central. 3 - Parte opercular do giro frontal inferior (*pars opercularis*). 4 - Giro supramarginal. 5 - Parte triangular do giro frontal inferior (*pars triangularis*). 6- Parte orbital do giro frontal inferior (*pars orbitalis*)

A técnica cirúrgica utilizada foi feita conforme os seguintes passos:

- a. Posicionamento do paciente.
- b. Craniotomia e exposição cirúrgica.
- c. Ressecção ou decorticação frontal (em dois estágios).
- d. Visão final.

5.3.1 Posicionamento do paciente

O paciente é posicionado em decúbito dorsal horizontal com uma elevação de aproximadamente 20 a 30 graus, cabeça em posição neutra, sem rotação e uma discreta flexão cervical (Figura 34). O nariz do paciente aponta em direção anterior e para cima.

A incisão na pele é mostrada na Figura 35; o braço medial da incisão localiza-se na linha mediana; o outro braço é praticamente perpendicular à região temporal, quase que paralelo à sutura coronal. A extensão da incisão pode ser mais posterior, conforme a necessidade da exposição em cada caso.

O músculo temporal pode ser rebatido em plano único junto à camada de pele; não há necessidade da dissecação interfascial.

Figura 34 - Visão lateral do posicionamento do paciente – O paciente é posicionado em decúbito dorsal horizontal com elevação do dorso de 20-30 graus. A cabeça encontra-se em posição quase neutra, mas com uma discreta flexão cervical

Figura 35 - Incisão da pele – realiza-se uma incisão em formato da letra “L”, sendo um braço paralelo à sutura coronal e o outro à linha mediana, logo atrás da linha do cabelo

5.3.2 Craniotomia e exposição cirúrgica

As margens da craniotomia são observadas nas Figuras 36 e 37.

A exposição da craniotomia visa à exposição do lobo frontal, sem a necessidade dos riscos adicionais da abertura do seio frontal ou da exposição do seio sagital superior. Assim não há necessidade de que o limite anterior da craniotomia seja muito basal, utilizando-se o limite permitido pela exposição da incisão da pele, sempre observando na TC crânio do paciente a extensão do seio frontal, a fim de evitar a abertura do mesmo. Já o limite medial da craniotomia encontra-se a aproximadamente 1 cm a 1,5 cm lateral à linha mediana (em direção ao lado da craniotomia), prevenindo lesão inadvertida do seio sagital superior ou de veias que drenam para o mesmo.

A margem posterior da craniotomia pode estender-se posteriormente a sutura coronal quanto necessário, normalmente de 2 cm a 3 cm, dependendo da extensão da ressecção programada e dependendo da localização do giro pré-central em relação à sutura coronal, de acordo com a RM.

Figura 36 - Craniotomia. A linha tracejada indica as margens da craniotomia. 1 - Linha temporal superior. 2 - Sutura escamosa. 3 - Sutura coronal. 4 - Sutura sagital

Figura 37 - Visão lateral da craniotomia. A Linha tracejada indica as margens da craniotomia. 1 - Sutura sagital. 2 - Sutura coronal. 3 - Linha temporal superior. 4 - Sutura escamosa

A margem inferior da craniotomia encontra-se logo abaixo do nível mais alto da sutura escamosa, com o objetivo de permitir a exposição do sulco lateral (fissura sylviana) lateralmente.

A abertura dural é feita em forma de ferradura, com sua base voltada para a linha mediana, a fim de proteger o seio sagital superior e suas veias de drenagem (Figura 38).

Ao fim da exposição devem ser identificados a extremidade do lobo temporal, a asa do esfenoide, o sulco lateral (fissura sylviana), o giro frontal inferior e sua metade posterior terminando no sulco pré-central.

Figura 38 - A duramáter é aberta em ferradura com a base voltada para a linha mediana. O sulco lateral (fissura sylviana) pode ser identificado na porção mais lateral da craniotomia. A porção mais posterior da craniotomia situa-se sobre o sulco pré-central

5.3.3 Ressecção ou decorticação frontal em cinco estágios (vídeo em DVD anexo)

As ressecções frontais extensas realizadas no hemisfério não-dominante para a linguagem são geralmente seguras quando a frente do giro pré-central. Assim deve-se identificar os giros pré e pós-central, geralmente pela observação anatômica, mas a estimulação eletrofisiológica sob anestesia também pode ser realizada para uma maior segurança na localização da área motora primária.

No caso em questão, a displasia aparentemente não acometia o giro pré-central e apesar da lesão ser a esquerda, o teste de WADA demonstrou representação cortical da linguagem bilateralmente; portanto, devido à não disponibilidade do uso de placas subdurais em todos os casos no serviço público, foi optado pela não utilização da placa neste doente.

Após a identificação do giro e sulco pré-central, a decorticação do lobo frontal é conduzida em cinco passos descritos a seguir:

- a) Estágio 1 - Coagulação e secção dos ramos arteriais da superfície lateral do lobo frontal.
- b) Estágio 2 - Ressecção subpial paramediana.
- b) Estágio 3 - Ressecção da substância cinzenta da superfície lateral do lobo frontal com preservação do corno frontal.
- d) Estágio 4 - Ressecção da substância cinzenta da superfície basal do lobo frontal identificação e preservação do trato olfatório.
- e) Estágio 5 - Ressecção da superfície medial do lobo frontal sob o rostro do corpo caloso e visão final.

a) Estágio 1 - Coagulação e secção dos ramos arteriais da superfície lateral do lobo frontal

Após a inspeção do cérebro exposto, identificamos o sulco lateral do cérebro (fissura sylviana) e o limite posterior da ressecção a ser realizada. O limite posterior geralmente utilizado é aproximadamente de 0,5 cm a 1 cm a frente do giro pré-central, nas convexidades inferior e alta do lobo frontal. No giro frontal superior, a fim de preservar a AMS, o limite posterior da ressecção encontra-se a aproximadamente 3 cm a frente do sulco pré-central.

Os ramos arteriais das margens medial e lateral são então coagulados e seccionados; neste estágio as veias são preservadas. Os ramos arteriais localizados imediatamente a frente do sulco e giro pré-central são preservados, a fim de evitar lesão isquêmica secundária da área motora. Após a secção dos ramos arteriais, a corticectomia é realizada. A remoção da porção superficial do lobo frontal estende-se da sua margem medial (aproximadamente 0,5 cm lateral à fissura inter-hemisférica ao longo do giro frontal superior) às margens posterior e lateral da ressecção (Figura 39).

Figura 39 - A extensão da ressecção é delimitada pelas alterações encontradas na RM. A ressecção programada encontra-se aproximadamente 0,5 cm a frente do sulco pré-central, a fim de preservar a área motora, mas de um modo que quanto mais próximo à linha mediana a margem da ressecção torna-se ainda mais anterior preservando a AMS, com o formato de um arco

b) Estágio 2 - Ressecção subpial paramediana

O próximo passo é a realização da ressecção mais profunda do giro frontal superior, paralelamente à fissura inter-hemisférica, segue-se do limite posterior da ressecção em direção anterior e inferior, de maneira subpial, até atingir o joelho do corpo caloso (ressecção subpial paramediana).

A sequência dos elementos neurais e vasculares que se espera encontrar no caminho da superfície do giro frontal superior ao corpo caloso são: substância cinzenta, substância branca, e novamente substância cinzenta do giro frontal superior; duas camadas de aracnoide do sulco do cíngulo, recobrindo o giro do cíngulo contendo vasos

entre elas; substância cinzenta, branca e cinzenta novamente do giro do cíngulo; membrana aracnoidea do sulco do caloso e finalmente a superfície superior do corpo caloso com o seu aspecto mais esbranquiçado característico.

Neste estágio da cirurgia, todos os ramos da artéria pericalosa ipsilateral que irrigam o lobo frontal são coagulados e seccionados aproximadamente 0,5 cm laterais à fissura inter-hemisférica ao longo do giro frontal superior.

É importante manter a direção da ressecção quase que paralela ao solo conforme a ressecção se aprofunda na substância branca do lobo frontal em direção ao corpo caloso (Figuras 40 e 41), essa direção evita que a parte mais profunda da ressecção, na substância branca, torne-se mais posterior que a ressecção cortical, evitando-se a lesão dos tratos motores.

Figura 40 - Corte sagital de RM mostra a posição do cérebro quando o paciente está deitado, sem elevação do dorso. O plano AC-PC (linha amarela) encontra-se quase que perpendicular ao plano do solo

Figura 41 - Corte sagital de RM mostra a posição do cérebro durante o posicionamento cirúrgico em relação ao plano do chão. O paciente é posicionado com flexão do dorso de aproximadamente de 20 – 30 graus e uma pequena flexão cervical com o nariz apontando para frente e para cima. No posicionamento do paciente o plano AC-PC final (linha amarela) será de 45-60 graus em relação ao plano do solo. Este posicionamento auxilia o cirurgião para evitar a lesão da substância branca profunda da região do córtex motor. Portanto, se mantivermos a ressecção em um plano paralelo ao solo (linha azul), toda a substância branca envolvida na ressecção estará à frente da área motora, evitando a lesão da mesma

A ressecção subpial mantém a pia-máter da superfície medial do lobo frontal intacta, protegendo os vasos *en passage*, principalmente os ramos das Aa. pericalosas. A identificação do joelho do corpo caloso é de extrema importância, pois calcula-se a extensão posterior da ressecção frontal a partir do mesmo e assim defini-se o ângulo de ressecção, evitando lesões mais posteriores em relação à área de ressecção programada. Neste caso pretendeu-se ressecar aproximadamente 2 cm a 3 cm posterior ao joelho do corpo caloso e, portanto, esse foi o limite mais posterior da ressecção.

c) Estágio 3 - Ressecção da substância cinzenta da superfície lateral do lobo frontal com preservação do corno frontal

A ressecção então continua lateralmente, seguindo a transição entre o sulco do caloso e a substância cinzenta do giro do cíngulo. Esta transição se curva superiormente cerca de 2,5 cm conforme progride em direção lateral em relação à linha mediana. Quando a transição entre substância branca e cinzenta começa a se direcionar inferiormente (para a descrição chamar-se-á o ponto mais alto desta transição de “ponto A”), neste ponto cessa-se a ressecção e inicia-se a ressecção do opérculo frontal pelo sulco lateral (fissura sylviana). Remove-se o opérculo frontal de lateral para medial com delicada aspiração subpial, mantendo intacta a aracnoide da fissura lateral, a fim de proteger os ramos da A. cerebral média. Conforme a ressecção é realizada de lateral para medial, o plano aracnoideo posiciona-se horizontalmente (compartimento opercular da fissura lateral) inicialmente, e após o plano aracnoideo muda sua direção de horizontal para vertical (compartimento insular da fissura lateral) ao se direcionar superiormente, até atingir o sulco limitante superior da ínsula. A ressecção então procede do sulco limitante superior em direção ao mesmo “ponto A” descrito anteriormente (Figura 42).

Figura 42 - Corte coronal de RM mostra o ponto “A” como a região mais alta da transição entre substâncias branca e cinzenta circundando o corno frontal no corte coronal, o qual atinge-se pelo acesso subpial inter-hemisférico. A dissecação então procede do sulco limitante superior (ponto branco) da ínsula até o ponto “A”, evitando-se a entrada no ventrículo

Conforme a ressecção direciona-se anteriormente, no nível do joelho do corpo caloso, deve-se lembrar que a porção mais lateral do corno frontal do ventrículo lateral localiza-se mais anteriormente que sua porção mais mesial, portanto a ressecção deve ser direcionada a partir da linha mediana anterolateralmente a fim de não abriremos o corno frontal (Figuras 25, 26 e 43).

Figura 43 - Visão cirúrgica, após a maior parte da decorticação frontal já realizada e parte do lobo frontal afastado por espátula. O corno frontal encontra-se recoberto por uma camada de substância branca, que após o final da dissecação a substância branca assume o formato da parede ventricular

d) Estágio 4 - Ressecção da substância cinzenta da superfície basal e identificação e preservação do trato olfatório

A ressecção da superfície basal tem início na porção anterior da remoção do opérculo frontal (Figura 44). A porção posterior do giro orbital lateral e a porção lateral do giro orbital posterior são removidas por cuidadosa aspiração subpial, mantendo a aracnoide intacta para proteger os ramos da A. cerebral média. Conforme procede-se a ressecção medialmente não existe plano aracnoideo medial ao lóbulo orbital pósteromedial. Ao terminar o plano de aracnoide, a asa menor do esfenóide é utilizada como um parâmetro anatômico de limite posterior da remoção frontobasal medial. Neste momento, deve-se identificar o trato olfatório (Figura 45), isolá-lo e preservá-lo, e após procede-se a remoção do córtex do lobo frontal.

Figura 44 - Visão cirúrgica, o lobo frontal é reposicionado sobre a área de ressecção e inicia-se a desconexão lateral do lobo frontal. Seguimos pelo opérculo frontal, através de ressecção subpial, paralelo ao sulco lateral (fissura sylviana) até atingirmos o sulco limitante superior. Após a deflexão da aracnoide (ao fim do sulco limitante superior), segue-se a mesma direção até atingirmos o ponto “A” (ponto mais alto e lateral de transição entre substância branca e cinzenta, recobrindo o corno frontal do ventrículo lateral)

Figura 45 - Visão cirúrgica, o lobo frontal encontra-se tracionado pela espátula e é possível observar o trato olfatório. A asa menor do osso esfenóide é um parâmetro anatômico importante para direcionar a ressecção frontobasal

A ressecção do giro reto e a remoção do giro orbital medial são realizadas respeitando-se a transição substância branca-cinzenta, neste momento tem-se a asa menor do esfenóide como limite posterior da ressecção (Figuras 46, 47 e 48); a asa do esfenóide é utilizada como parâmetro anatômico para localização da substância perfurada anterior, tornando a ressecção mais segura. Deve-se ter cuidado com a porção mais inferior do núcleo caudado, pois é muito próxima a superfície basal do lobo frontal.

Figura 46 - Visão cirúrgica. Uma linha imaginária que atravessa a asa menor do esenoide limita a ressecção frontobasal posteriormente. Observe o trato olfatório (1) preservado e a veia cerebral média superficial (veia sylviana). (2) A ponta mais anterior de substância branca que recobre o corno frontal do ventrículo lateral encontra-se anterior a área de ressecção frontobasal, mostrando mais uma vez o formato do corno frontal do ventrículo lateral

Figura 47 - Visão anatômica laterossuperior do hemisfério cerebral esquerdo após dissecação de fibras. A linha que passa pela asa menor do esfenóide (linha verde) mostra que a asa é um parâmetro anatômico seguro para limitar posteriormente a ressecção, já que os núcleos basais (“central core”) localizam-se posteriormente a este limite. 1 - Substância branca recobrindo o corno frontal do ventrículo lateral como parte do corpo caloso. 2 - Cápsula extrema. 3 - Claustro. 4 - Cápsula externa. 5 - Núcleo lentiforme

Figura 48 - Visão anatômica lateral do hemisfério cerebral esquerdo após dissecação de fibras. A linha que passa pela asa menor do esfenóide (linha verde) mostra que a asa é um parâmetro anatômico seguro para limitar posteriormente a ressecção, já que os núcleos da base (“central core”) localizam-se posteriormente a este limite. 1 - Substância branca recobrindo o corno frontal do ventrículo lateral como parte do corpo caloso. 2 - Cápsula extrema. 3 - Claustro. 4 - Cápsula externa. 5 - Núcleo lentiforme

e) Estágio 5 - Ressecção da superfície medial do lobo frontal sob o rostro do corpo caloso e visão final

Após a decorticação das superfícies lateral e basal do lobo frontal, o último estágio a ser realizado é a ressecção da substância cinzenta dos giros paraterminal e paraolfatório, geralmente realizada por aspiração subpial.

O aspecto final da cirurgia pode ser observado nas Figuras 46 e 49.

Figura 49 - Visão cirúrgica, aspecto final. Note o joelho do corpo caloso (seta verde), um importante reparo anatômico para o planejamento da extensão posterior da ressecção. O corno frontal do ventrículo lateral não foi aberto e está completamente recoberto por substância branca

O paciente teve um pós-operatório sem intercorrências, sem qualquer distúrbio da linguagem e recebeu alta no quinto dia pós-operatório. Desde a cirurgia não teve mais crises, realizou RM encéfalo pós-operatória controle em três meses após a cirurgia (Figuras 50, 51 e 52).

Figura 50 - RM pós-operatória, cortes axiais em sequência *Flair*. Mostra uma fina camada de substância branca recobrindo o corno frontal. Esta RM foi realizada três meses após o procedimento cirúrgico

Figura 51 - Sequência de cortes sagitais de RM em *Flair*

Figura 52 - Sequência de cortes coronais de RM em “T2”

5.4 Descrição dos Pacientes Submetidos à Técnica Cirúrgica

Foram 15 pacientes submetidos ao procedimento cirúrgico proposto de decorticação do lobo frontal, conforme descrito no Anexo B. Dentre esses 15 pacientes foram incluídos crianças e adultos de diversas idades, mas na maioria crianças devido a grande parte dos pacientes serem portadores de malformações congênicas e epilepsia de difícil controle. As idades no momento da cirurgia variaram de um ano e dois meses a 24 anos, sendo a idade média de 10,10 anos e mediana de 12, sendo oito pacientes acima de 12 anos e sete pacientes abaixo dos 12 anos de idade. O predomínio do diagnóstico desses pacientes foi de displasia cortical, mas também incluídos outros diagnósticos como túber secundário ao diagnóstico de esclerose tuberosa, sequelas de insultos vasculares e síndrome de Rasmussen.

A grande maioria dos pacientes evoluiu bem no pós-operatório, com controle adequado de crises, mesmo no período peri-operatório.

Alguns pacientes tiveram um bom controle um pouco mais tardio e somente dois pacientes (pacientes 11 e 14) obtiveram controle não satisfatório o que nos levou a submetê-los a outro procedimento cirúrgico subsequente em um deles (paciente 11), complementando a lobectomia frontal com a hemisferotomia funcional a

depende da aceitação da família em relação a déficit motor no pós-operatório (eventos detalhados no Anexo B). Nesses casos, inclusive, já era esperada possibilidade de um segundo procedimento, já que a lobectomia frontal foi considerada como uma opção, como abordagem inicial, devido a pouca idade dos pacientes, sendo que um destes pacientes era portador de Síndrome de Rasmussen (paciente 14), porém a família não aceitava o déficit motor e o outro paciente possuía uma displasia cortical muito extensa (paciente 11), praticamente hemisférica. Outro paciente (paciente 6) foi submetido em mesmo tempo cirúrgico da lobectomia frontal a córtico-amigdaló-hipocampectomia esquerda (ipsilateral), devido à presença de lesão associada em RM sugestiva de esclerose de hipocampo, mas também devido à existência de atividade epileptiforme frontal no estudo eletrofisiológico.

Na maioria dos pacientes não foi utilizada monitoração eletrofisiológica, pois a ressecção foi programada a frente da área motora. Em sete pacientes a monitoração foi realizada no intraoperatório, porém na maioria das vezes o auxílio foi limitado, pois nesses casos a presença de lesão do córtex motor, associada a altas doses de medicações anti-epilépticas dificulta a identificação eletrofisiológica da área motora. A utilização dos parâmetros anatômicos foi eficiente ao evitar piora do déficit motor no pós-operatório. Apenas um paciente teve piora transitória da força muscular (grau III-IV) evoluindo com melhora completa em duas semanas, sugerindo apenas lesão parcial da área motora suplementar, a qual também foi protegida pela localização anatômica. Em um desses casos foi utilizada também a eletrocorticografia no auxílio de identificação das crises, geralmente nos casos em que a identificação da zona epileptogênica era de difícil identificação. Em um caso utilizou-se a colocação de placa subdural frontal esquerda para identificação de áreas eloquentes, motora e linguagem, quando houve dúvida na lateralização da representação da linguagem

pelo teste de WADA. Em um dos casos em que foi realizada a decorticação frontal esquerda, o teste de WADA demonstrou linguagem bilateral e optou-se por não utilizar placa subdural, o paciente não teve qualquer distúrbio de linguagem no pós-operatório.

6 DISCUSSÃO

6.1 Posicionamento

O paciente é posicionado em decúbito dorsal horizontal com elevação do dorso com uma discreta flexão cefálica melhorando assim a drenagem venosa e deixando a cabeça em uma posição anatômica mais familiar ao cirurgião. A segunda razão para este posicionamento é evitar que a ressecção se torne muito posterior (Figura 41). Em um ângulo de visão comum do cirurgião, quando o paciente é posicionado sem a flexão cefálica, aumenta-se o risco de realizar a ressecção muito posterior.

Conforme o cirurgião prossegue a ressecção mais profundamente do córtex em direção à substância branca, ele poderia, inadvertidamente, alcançar a substância branca mais posterior logo abaixo do córtex motor, por exemplo, causando acidentalmente a lesão do mesmo. Este posicionamento também evita que se alcance o corpo caloso muito posteriormente, assim possibilitando uma boa visão do joelho do corpo caloso e este como parâmetro anatômico para que se possa prosseguir a ressecção de forma segura.

6.2 Pele e Exposição

Não há necessidade de a incisão ser um "ponto de interrogação" perfeito, pois os giros pré e pós-central possuem uma trajetória oblíqua de posterior para anterior da linha mediana até o sulco lateral (fissura sylviana). Portanto, não há necessidade que a porção posterior da incisão se encontre atrás da orelha como nas incisões clássicas em *question mark*. Usualmente preferimos uma incisão em “L” invertido,

com um braço posicionado quase que paralelo a sutura coronal e o outro na linha mediana, acima da linha do cabelo (Figuras 34, 35 e 53). Tal formato proporciona exposição suficiente para uma craniotomia ampla e um bom resultado estético.

Figura 53 - Sobreposição da incisão cutânea (linha verde) sobre o hemisfério cerebral esquerdo realizada para a decorticação. 1 - Giro pré-central. 2 - Giro pós-central

A pele e o músculo temporal podem ser seccionados em plano único, não necessitando da dissecação interfascial do músculo temporal e do ângulo de exposição que a mesma proporciona; assim também se obtém melhor resultado estético com menor atrofia do músculo temporal no pós-operatório.

Uma craniotomia ampla permite uma melhor exposição, mas não há necessidade de exposição do seio sagital superior, evitando-se lesão da drenagem venosa, sangramento excessivo e embolia. A margem anterior da craniotomia não necessita ser muito anterior ou baixa, pois pelo acesso posterior e oblíquo consegue-se realizar a ressecção do polo frontal. Assim o seio frontal é preservado, devendo-se ter cuidado e

observar o tamanho do mesmo nos exames de imagem, evitando a sua abertura, diminuindo tempo cirúrgico e complicações do procedimento cirúrgico. Quanto à margem lateral da craniotomia é importante observar o sulco lateral (fissura sylviana), a sutura escamosa foi utilizada como parâmetro anatômico para permitir sua exposição.

Dependendo da programação cirúrgica e intenção de ressecção realiza-se modificações nas dimensões da craniotomia, analisando-se cada caso em particular. Se o objetivo principal é a remoção da substância cinzenta do lobo frontal basal, a craniotomia deve ser ampliada em direção ao lobo temporal, permitindo ao cirurgião o acesso lateral pelo sulco lateral (fissura sylviana) até a região frontobasal. Se o objetivo principal é remover o giro paraterminal e área subcalosa, uma craniotomia mais frontobasal pode ser necessária.

Para um melhor planejamento cirúrgico é aconselhável analisar as imagens de RM previamente e a extensão posterior desejada da ressecção. Sendo recomendada a preservação da área motora e AMS, um bom parâmetro é a relação entre a sutura coronal e a área motora da mão, geralmente identificável na RM. Geralmente estende-se a craniotomia em 2 cm ou 3 cm posterior a sutura coronal, que na maioria das vezes é suficiente para expor o sulco pré-central e mesmo parte do giro pré-central. Tal método aplica-se para a maioria dos pacientes portadores de epilepsia com displasia cortical, mas se considerarmos pacientes com lesões expansivas associadas a edema e que possam deslocar estruturas cerebrais a identificação apenas por parâmetros anatômicos pode ser comprometida. Nesses casos é aconselhável o uso de métodos eletrofisiológicos, como a estimulação intraoperatória do córtex motor. No córtex displásico, muitas vezes não se pode obter resposta motora durante a estimulação, sendo muitas vezes desafiador.

6.3 Ressecção

Quando é delimitada a extensão da ressecção é aconselhável preservar aproximadamente de 0,5cm a 1 cm de córtex a frente do sulco pré-central na convexidade da região médio e mais inferior do sulco a fim de evitarmos lesão a área motora. Na porção mais superior e medial do sulco pré-central deve-se preservar aproximadamente 3 cm anteriormente, já que a intenção é também preservar a AMS no giro frontal superior.

Dependendo da extensão da ressecção e da proximidade à área motora primária é prudente a utilização da estimulação intraoperatória, ou mesmo o implante de placas subdurais. A placa subdural é mais segura nos casos de displasias extensas que acometem o giro pré-central e em que se pretende ressecção parcial da displasia, pois muitas vezes o limiar de excitação é mais alto em decorrência da má formação e não conseguimos obter resposta motora no intraoperatório.

Deve-se também ter cuidado com os ramos arteriais que suprem tais áreas para que também não sofram danos. É por isso que a ressecção subpial é importante, preservando artérias de passagem, não apenas presentes nos sulcos, mas também na fissura inter-hemisférica durante a ressecção subpial paramediana. Os vasos que cursam nos sulcos caloso e do cíngulo em direção ao lobo frontal devem ser sacrificados. Durante a ressecção subpial paramediana, da superfície em direção ao corpo caloso, o cirurgião deve passar obrigatoriamente por dois giros (giro frontal superior e giro do cíngulo) e um sulco mais proeminente (sulco do cíngulo).

Também deve-se ter cautela com os ramos arteriais dentro do sulco do cíngulo: antes de coagular qualquer ramo arterial que passa pelo sulco do cíngulo, o cirurgião necessita verificar se tal ramo entra no lobo frontal e não é um ramo que possui uma volta dentro do sulco, mas continua seu caminho pela cisterna inter-hemisférica irrigando outra região e portanto não podendo ser lesionado.

A coagulação dos ramos da ACA e ACM antes de sacrificarmos as veias de drenagem do lobo frontal previne a congestão do lobo frontal, reduzindo o sangramento e proporcionando uma coagulação mais fácil e melhor cirurgia.

A localização precoce do corpo caloso é essencial para utilizarmos o joelho do corpo caloso com um parâmetro para a ressecção posterior da lobectomia frontal, sendo importante a mensuração desta distância na RM. Como tentativa inicial é preferível "errar" a localização do joelho do corpo caloso, passando sobre o mesmo, e após redirecionar a ressecção mais posteriormente até o alvo correto ser encontrado, assim evitando atingi-lo muito posteriormente (Figura 54).

Figura 54 - Corte sagital anatômico. Visão medial do hemisfério cerebral esquerdo. A linha amarela representa o plano AC-PC e é intersectada pela linha pontilhada em preto. O ponto branco representa a comissura anterior. O joelho do corpo caloso é o parâmetro anatômico utilizado para guiar o quanto posterior a ressecção deve ser realizada. É importante lembrar-se que a área motora primária se encontra localizada logo atrás da linha tracejada. Na porção medial do lobo frontal, no giro frontal superior, também deve-se ter cuidado com a AMS (área motora suplementar)

A direção da ressecção deve ser mantida o mais paralela ao chão possível conforme aprofunda-se na substância branca do lobo frontal em direção ao corpo caloso. Assim o posicionamento da cabeça é uma importante estratégia, pois evita desvios muito posteriores da ressecção e o dano a fibras conectando o córtex motor.

A ressecção deve seguir a transição entre substância branca e cinzenta, evitando a entrada no ventrículo lateral e como consequência meningite asséptica e coleções subdurais conforme já exemplificado anteriormente nesse texto e um dos objetivos dessa técnica descrita. Essa técnica de dissecação entre as substâncias branca e cinzenta também é possível na superfície basal do lobo frontal, prevenindo-se danos aos núcleos da base, outra preocupação importante que foi considerada ao desenvolver a técnica.

6.4 Hemisfério Dominante

É obrigatória a determinação da dominância de linguagem antes da realização da técnica, quando for possível sua avaliação. Em alguns pacientes a linguagem pode ter representação bilateral quando, por exemplo, uma displasia envolve praticamente todo o hemisfério esquerdo.

Sabe-se que em 97% da população a linguagem é representada pelo hemisfério esquerdo, com nenhuma ou pouca contribuição do hemisfério direito, sendo que desses 3% com dominância de linguagem a direita, dois em cada 100 pessoas terão representação bilateral da linguagem e apenas um com dominância de linguagem a direita. Nos casos de crianças com traumas em idade geralmente menor que quatro anos pode-se haver a transferência da linguagem para o hemisfério não afetado. O mesmo pode ocorrer com crianças com displasias corticais extensas do

hemisfério esquerdo ou patologias que afetem o hemisfério dominante para linguagem. Com o passar dos anos há menor flexibilidade da transferência das funções corticais de linguagem.

Em pacientes com epilepsia a representação atípica da linguagem ocorre em aproximadamente 53%, geralmente quando o foco epiléptico se encontra no hemisfério esquerdo e início das crises em idade precoce. Embora mais comumente observado após grandes lesões perinatais, também pode se associar a pequenas lesões epileptogênicas e não necessariamente há transferência completa da lateralidade, mas representações atípicas e variadas da linguagem nesses casos⁶⁸.

Sendo assim a técnica cirúrgica descrita nem sempre é aplicável em todos os seus aspectos nos pacientes em que seria necessária a ressecção do hemisfério dominante para a linguagem. Nestes casos o estudo eletrofisiológico antes da ressecção também é preconizado, como por exemplo, o uso de placas subdurais antes da cirurgia principal a fim de guiar a ressecção. Além disso, em crianças pequenas caso ainda não tenha ocorrido a transferência da linguagem o ideal é que a cirurgia seja realizada o mais precocemente possível a fim de aproveitar-se a flexibilidade e plasticidade neuronal com possibilidade de recuperação das funções de linguagem.

7 CONCLUSÕES

A decorticação frontal, utilizando parâmetros anatômicos, deve ser considerada como uma opção segura e eficaz para o tratamento de epilepsias frontais ou outras patologias frontais quando se objetiva a ressecção do córtex frontal. A técnica de decorticação frontal, seus parâmetros anatômicos e sua aplicação clínica foram demonstrados. Esta técnica baseia-se na interface entre substância branca e cinzenta presente nas superfícies lateral, medial e basal do lobo frontal.

Além disso, esta técnica oferece segurança nas remoções mais extensas do lobo frontal preservando-se o corno frontal do ventrículo, o que evita a saída de líquido cefalorraquidiano dos ventrículos e, portanto, um menor deslocamento das estruturas encefálicas, tornando assim a técnica anatômica mais segura. Além disso, evitando a entrada de sangue ou debris cirúrgicos dentro do ventrículo e, portanto, prevenindo-se a reação inflamatória pós-operatória secundária a meningite química pela presença de sangue dentro do sistema ventricular. A maior confiabilidade anatômica nos auxilia também na preservação córtex pré-motor e área motora suplementar, além de uma menor perda sanguínea ao seguirmos os passos apresentados.

Através do estudo anatômico e da evolução dos casos submetidos a técnica, com baixa taxa de complicações e sucesso no controle das crises epiléticas confirma-se a credibilidade e reprodutibilidade da técnica.

Anexo A - Preparação dos espécimes anatômicos

Injeção de Silicone Colorido

Para preparação adequada dos espécimes a serem utilizados, a injeção do silicone colorido é etapa importante para a boa qualidade final da dissecação. O primeiro passo é a exposição dos grandes vasos, deve-se selecionar seis grandes vasos: Aa. carótidas comuns, Aa. vertebrais e Vv. jugulares internas (Figura 1 e 2).

Figura 1 - Visão inferior do espécime para dissecação com os vasos já canulados e após a lavagem dos mesmos com água e clampeamento de vasos menores que poderiam resultar no extravasamento de silicone. 1 - A. carótida interna direita. 2 - V. jugular interna direita. 3 - A. carótida interna esquerda. 4 - V. jugular interna esquerda. 5 - A. vertebral direita

Figura 2 - O mesmo espécime anterior em visão mais detalhada. 1 - A. carótida interna direita. 2 - V. jugular interna direita. 3 - A. carótida interna esquerda. 4 - V. jugular interna esquerda. 5 - A. vertebral direita. 6 - A. vertebral esquerda

Após a exposição dos vasos, deve-se canulá-los com tubos plásticos maleáveis, podendo ser de diferentes origens, mas preferencialmente de diâmetros variados para melhor adequação ao diâmetro de cada vaso. Os tubos são fixados com pontos "em bailarina" de fios de algodão 0 ou 2-0. Pelo menos 2 cm de canulação são ideais para a adequada injeção do silicone colorido.

Em sequência realiza-se a irrigação dos vasos, a finalidade deste passo é a remoção de eventuais coágulos e resquício de formaldeído utilizado durante a fixação. A cabeça é posicionada em uma pia e realizada a injeção de água com seringas de 60 mL. Inicialmente a resistência é um pouco maior, mas com a lavagem sucessiva há aumento do fluxo. Cada vaso é irrigado separadamente e a oclusão sequencial dos pares contralaterais é necessária para a remoção eficaz dos resíduos. Geralmente repete-se a irrigação várias vezes ao dia por aproximadamente três a sete dias, pois esse passo é de extrema importância para uma boa injeção. Durante o intervalo entre as irrigações o espécime é conservado em solução de álcool etílico a 66% (solução 2/3 álcool/água). Após a segunda irrigação os vazamentos de artérias e veias menores deve ser bloqueado (utiliza-se pinças hemostáticas) a fim de evitar o extravasamento de silicone.

Para o início da injeção de silicone o espécime é deixado em repouso por 24 horas, mas tal período é variável e depende da preferência de cada pesquisador. São utilizados

aproximadamente 100 mL de silicone vermelho para a árvore arterial e 150 mL de silicone azul para a árvore venosa. Para a preparação das misturas utiliza-se coloração em pó azul ou vermelha (Blue Crayola powder paint e Red Crayola powder paint; Binney & Smith, Easton, PA), solvente (*thinner* - 200 *fluid* 5.0 CS; Dow Corning, Midland, MI) e o silicone (3110 RTV silicone rubber; Dow Corning), misturando-se até obter uma coloração viva e uniforme. Finalmente o catalisador (Catalyst S; Dow Corning) é adicionado. A mistura de silicone vermelho deve ser menos viscosa que a de silicone azul, pois a árvore arterial possui maior resistência que a venosa.

A próxima etapa é a injeção de silicone vermelho na árvore arterial e azul na venosa. Realiza-se a oclusão dos vasos em que não será injetado o silicone colorido a fim de manter o mesmo dentro dos vasos. Utiliza-se uma seringa de 60 mL para isso, sendo que em certo momento a resistência para a injeção aumenta e faz-se necessário um aparato adaptado para prosseguir com a injeção (Figura 3), neste momento também são retiradas as pinças que ocluem os vasos contralaterais, quando a mistura começar a sair pelos vasos contralaterais as pinças de oclusão são realocadas, finalizando a injeção. O processo deve ser repetido em cada um dos seis vasos, sendo cada vaso injetado individualmente. Neste momento o silicone pode aderir ao exterior do espécime, mas após seco é facilmente removido.

Figura 3 - Aparato utilizado para aumentar a pressão de injeção do silicone colorido nos vasos para melhorar o preenchimento de pequenos vasos

Em geral, aproximadamente 40 mL da mistura podem ser injetados na V. jugular interna até que se perceba uma resistência e após cerca de mais 20 mL nota-se a saída de silicone pela veia contralateral. Aproximadamente 20 mL de silicone podem ser injetados na A. carótida comum antes de se notar resistência, e após mais 10 mL até se observar saída de silicone pela artéria contralateral. Nas vertebrais o volume total chega a 15 mL em cada. A etapa de injeção é muito difícil de ser padronizada, pois depende do estado de cada espécime, estenoses arteriais, presença de aterosclerose.

Após a injeção o espécime é deixado em repouso por aproximadamente 12 -24 horas recoberto por toalhas úmidas para evitar o ressecamento da pele até o enrijecimento do silicone, esta demora de cinco a 12 horas para enrijecimento. Em seguida armazena-se o mesmo em solução de álcool 66% em recipiente fechado, completamente coberto pela solução. Preferimos a utilização da solução de álcool em substituição ao formol, pois este mantém os espécimes menos rígidos, com menor desidratação e retração do tecido, além da vantagem de evitar a irritação de mucosas e odor característicos do formol. Se o espécime estiver completamente recoberto com a solução alcoólica é possível preservá-lo por pelo menos dois anos em excelente condição para dissecação.

Para espécimes em que se pretende dissecar fibras brancas utilizo a técnica descrita por Joseph Klingler⁶⁹. Após remoção da membrana aracnoideia utilizando microscópio cirúrgico realiza-se a refrigeração do espécime por aproximadamente duas semanas em temperatura de -10°C a -15°C. Antes de iniciar a dissecação os espécimes são imersos em água em temperatura ambiente permitindo o descongelamento. Após o descongelamento a conservação é realizada em solução de formaldeído 5%.

Klinger *et al.*⁶⁹ recomendavam o congelamento dos espécimes antes da dissecação, pois acreditavam que a solução de formalina não penetra completamente nas fibras nervosas mielinizadas mas encontra-se em concentrações maiores entre as fibras. Quando os espécimes são congelados, os cristais de formalina se formam entre as fibras nervosas, expandindo e separando as mesmas, facilitando o processo de dissecação de fibras brancas.

Dissecação

Após a preparação do espécime o mesmo encontra-se pronto para a dissecação das estruturas desejadas, com o uso de microscópio cirúrgico. Foram utilizados blocos de acrílico para manter as cabeças fixas e facilitar o posicionamento durante o manejo. A luz do microscópio causa ressecamento do espécime anatômico e por isso é necessário constantemente borrifar água para evitar o ressecamento das estruturas ou mesmo a mudança da coloração das estruturas.

Documentação

As dissecções foram documentadas em fotografias em duas ou três dimensões. O fundo das fotografias é composto por tecidos, geralmente azul ou preto, sendo que para a fotografia 3D⁷⁰ foi dada a preferência ao preto melhorando a noção de profundidade. O espécime foi mantido úmido para obter o efeito de plastinação nas fotografias. A documentação é realizada com uma câmera semiprofissional (Canon ou Nikon) com lentes de 100 mm, posicionados sobre tripé e utilizando um controle para disparo da foto com intervalo de alguns segundos, evitando assim a presença de pequenos tremores. Em todas as fotografias utilizou-se f 32, a menor abertura do diafragma, para que se tenha profundidade de foco, ajustando-se o tempo de exposição, fonte de luz (*flash*) externa e alternando a luminosidade de acordo com as estruturas e dissecções a serem expostas.

Fotografia em 3 Dimensões

a) Imagens 3D estereoscópicas

A estereoscopia é a técnica para geração de imagens tridimensionais mais antiga e ainda é a mais utilizada até hoje. Inventada pelo físico inglês Charles Wheatstone em 1840, baseia-se na característica natural da visão humana em que imagens são captadas a partir de pontos de vista ligeiramente diferentes pela perspectiva de cada olho. Essa diferença horizontal entre as duas imagens chama-se paralaxe e é suficiente para informar o cérebro do observador sobre a distância dos objetos entre si, criando, portanto, uma ideia de profundidade entre os objetos. Ao apresentar essas duas imagens ao observador, de forma que o olho esquerdo veja a imagem da esquerda e o olho direito veja a imagem da direita, o mesmo pode ver uma “terceira” imagem formada pela fusão das primeiras duas, sendo essa com efeito tridimensional. (Figura 4).

Figura 4 - Esquema de apresentação 3D em “paralaxe” em que se tem dois objetos paralelos, sendo que cada olho terá a visão de um ponto de vista diferente do mesmo objeto (quando utilizados, por exemplo, óculos 3D, representados pela linha verde, ou através do cruzamento da visão, sendo que somente algumas pessoas conseguem ter essa sensação de visão 3D sem a utilização de outros aparatos ópticos para isso). Isso criará a sensação de visão de um objeto em que o foco estaria à frente da tela de projeção (figura em vermelho)

b) Obtenção e apresentação de imagens estereoscópicas

Para obtenção das imagens estereoscópicas, foram utilizados os mesmos materiais descritos anteriormente, com preferência de fundo preto para destacar o objeto a ser fotografado, e uma “barra de deslizamento” (*slide bar*) (Figura 5). Essa barra possibilita que a câmera se mova na direção horizontal, de forma que duas imagens são captadas a partir de dois ângulos diferentes, cada um correspondendo a um olho. Essas duas imagens são chamadas em conjunto de *estéreo-par* e, idealmente, a única diferença entre ambas deve ser o deslizamento horizontal, evitando-se variações no tamanho da imagem entre as duas fotos, nem variações da altura da mesma, o que é chamado de erro vertical (Figuras 6 e 7). Foi utilizado um flash circular (*ring flash*) ao redor da lente da câmera a fim de minimizar a presença de sombras e diferenças de contraste nas duas fotografias.

Para fotografias com a câmera em posição vertical utiliza-se uma ferramenta interposta chamada de barra vertical (Figura 8).

Através do visor da câmera e suas marcações, deve-se ajustar as duas fotos o mais próximo possível, a fim de obter imagens em três dimensões de qualidade. É importante que as mesmas sombras e contrastes estejam presentes nas duas fotografias.

Após tirar a fotografia de um lado, de preferência inicialmente a da esquerda, desliza-se a câmera pela barra de deslizamento até o lado oposto e ajusta-se o ponto de referência, que serão os mesmos nas duas fotos, modificando o ângulo da câmera, girando-a

ligeiramente para a esquerda. Certifica-se a inexistência de variação vertical após a centralização do objeto e tira-se a segunda foto. Não se deve ajustar o foco para a segunda foto a fim de não modificar o tamanho do objeto. A distância percorrida pela *slide bar* geralmente é ao redor de $1/30$ da distância focal, mas deve ser ao redor de 65 mm (distância interpupilar média em humanos). Uma maior distância entre os dois pontos produz imagens em 3D com maior profundidade, mas que para esse tipo de fotografia podem causar um efeito desconfortável ao observador, ou mesmo produzir um efeito de objetos duplos ao invés do efeito desejado de profundidade.

Figura 5 - Barra de deslizamento da câmera fotográfica e captação da imagem nas duas posições necessárias para o efeito 3D, pares de fotografia esquerdo e direito. É importante que a barra seja bem calibrada, evitando erros verticais

Figura 6 - Imagem em paralaxe para efeito 3D com o uso de óculos específicos. Nota-se que nesta figura apesar de não haver erro vertical, ao ser feita a foto da direita, cortou-se uma pequena parte do nariz do espécime, o que pode causar algum problema na visão 3D

Figura 7 - Imagem em paralaxe para efeito 3D com o uso de óculos específicos. Nesta figura nota-se haver um erro vertical, sendo que o foco da segunda fotografia é um pouco inferior ao da primeira, podendo ocasionar efeitos não desejados na visão 3D. Pode-se observar que há uma discreta alteração da luminosidade entre as duas fotos, o que também poderia resultar em efeitos não desejados

Figura 8 - Barra vertical, acessório necessário para modificarmos a posição da câmera fotográfica e acoplado a barra de deslizamento quando se pretende pares de fotografias em posição vertical

A apresentação das fotografias (*estéreo-par*) ao observador deve ser feita de modo que o seu olho esquerdo veja apenas a imagem da esquerda, e o olho direito veja apenas a imagem da direita.

Após obter os pares de fotografia, são posicionadas em uma apresentação em *PowerPoint* lado a lado, conforme o modelo (Figuras 9 e 10).

Figura 9 - Modelo da apresentação em *PowerPoint* onde serão posicionados os pares de fotografias para a projeção das duas imagens deve se sobrepor para que se possa obter o efeito 3D utilizando-se óculos passivos

Figura 10 - Os dois projetores do par de imagens devem corresponder completamente de modo que se tenha a sensação de ver apenas uma imagem, assim estarão prontos para a projeção de imagens 3D

Há três métodos de observação das imagens em 3D disponíveis. Os mais utilizados para observação anatômica no laboratório são os dois descritos abaixo. Embora o método de observação livre não exija auxílio óptico, requer experiência e nem todos podem ver pela estereopsia⁷⁰. Dois métodos de observação livres são disponíveis. Em visão paralela, o par estéreo, situado em uma projeção de “slides” (produzida com o *software PowerPoint*), encontra-se diretamente em frente a um observador que olha com o olho esquerdo para o lado esquerdo e com o olho direito para o lado direito. Deve-se ter cuidado, pois ao trocar a ordem direito-esquerdo a figura 3D aparecerá invertida (*inside-out*), com noção de profundidade contrária à anatomia normal. Na visualização cruzada, o observador deve cruzar a visão dos olhos, vendo a imagem da direita com o olho esquerdo e o da esquerda com o olho direito. Em ambos os métodos o observador é capaz de ver três imagens próximas umas às outras, sendo a atenção voltada apenas à imagem central, à imagem estereoscópica.

Ao utilizarmos um visualizador 3D, torna-se mais fácil observar a imagem em três dimensões, durante a visualização individual. Para utilização de *slides* pode-se utilizar uma espécie de óculos como o “Pinsharp Adjustable Twin 35 mm Slide Viewer” ou semelhante, que contém duas câmaras independentes para cada par estéreo e pode ser iluminado pela luz ambiente que atravessa uma membrana semitransparente. As imagens em 3D podem ser vistas através de lentes binoculares. Os *slides* para ambos os pontos de visão são inseridos nas câmaras correspondentes do visor, dando percepção visual a ambos os olhos individualmente.

Para a visualização individual, uma apresentação *PowerPoint* pode ser utilizada conforme modelo (Figura 10), obtendo imagens em 3D através da barreira de paralaxe. Utilizamos óculos 3D estereoscópicos (Figura 11), que possuem espelhos que direcionam a luz, sendo que cada olho recebe uma imagem diferente.

Figura 11 - Modelo de óculos estereoscópico para imagens em 3D (acervo pessoal), adequados para imagens em paralaxe

O projetor de *slides* é adequado para realizar apresentações a grande número de espectadores. Há necessidade de dois projetores, um sobre o outro ou um ao lado do outro (Figura 12). A apresentação é realizada em “.ppt” projetada por dois *datashows* e logo a frente filtros horizontais de luz polarizada (Cokin, Rungis, France) para cada par estéreo da projeção. A projeção se dá em uma tela pintada com alumínio (*silver screen*) e os espectadores necessitam utilizar óculos 3D com lentes cinza polarizadas que não podem ser confundidos com os óculos em anaglifo com lentes bicolores (vermelha/azul, vermelha/ciano ou vermelho/verde) (Figura 13). Filtros polarizadores possuem uma estrutura molecular similar a uma cerca que direciona a vibração da luz. Um raio de luz, em linha reta, vibra em todas as direções perpendicularmente às linhas de transmissão. A polarização (por ex., causando a vibração da luz em uma única direção) pode ser alcançada ao transmitir-se luz através do filtro. A tela prateada retém a luz polarizada refletida, e o segundo filtro (óculos 3D) com a direção da luz polarizada exatamente perpendicular a primeira luz polariza proporciona a ausência daquela imagem para o olho correspondente. Portanto, extinguindo os efeitos da visão contralateral em cada olho ocasiona a estereopsia e a sensação da visão em três dimensões.

Figura 12 - Projetores duplos para apresentações em 3D, um sobre o outro, com a colocação do filtro de luz polarizada a frente da saída da luz de cada um dos projetores

Figura 13 - Esquema de projeção 3D com projetores duplos em tela prateada, utilizando-se filtros de luz polarizada logo a frente dos projetores e óculos para luz polarizada. Nota-se que o filtro dos óculos a frente do olho esquerdo bloqueia a luz que é destinada ao olho direito e vice-versa, de modo que cada olho somente vê uma única perspectiva, resultando no efeito 3D

Os projetores da imagem, correspondendo ao lado direito e ao lado esquerdo da visão, devem ser posicionados verticalmente ou horizontalmente em uma base estável. O computador responsável pela projeção deverá ser configurado especificamente para isso, utilizando-se um *software* específico (Matrox[®]) para que o par de “slides” seja projetado como uma só imagem. Os pares de “slides” para a mesma foto são projetados por cada *data show*. Deve-se confirmar o ajuste, utilizando para isso o que se denomina de *slides* alvo, ajustando o foco de cada projetor e após as linhas e círculos horizontalmente e verticalmente até uma perfeita sobreposição. O cuidado com o ajuste é de extrema importância para que se possa ter o efeito 3D desejado e fotografias com foco adequado. Os expectadores devem se posicionar o mais próximo possível da tela, com os óculos 3D, na região central da mesma, esta posição é chamada de orto-estéreo.

Atualmente também se torna muito fácil a apresentação em imagens 3D com o uso de televisores com a tecnologia 3D, possibilitando a popularização da técnica.

Anexo B - Dados dos pacientes submetidos a técnica cirúrgica de decorticação frontal

PACIENTE	SEXO	IDADE	HISTÓRIA CLÍNICA
1	F	15 anos	Início de crises aos 8 anos
2	M	12 anos	Início de crises com 1 ano e 4 meses: retropulsão súbita com MMSS abertos seguida de risos; consciente durante as crises. Hemiparesia D com força muscular grau IV.
3	M	1 ano 2 meses	Crises desde o segundo dia de vida: rotação da cabeça para a esquerda, com espasmos do lado direito da face, e movimentos do MSE e MIE, seguidos de postura tônica assimétrica, com extensão do braço E, semiflexão do braço D e flexão dos MMII, piscamentos e automatismos mastigatórios. Duração 45 seg. Atraso do DNPM.
4	F	16 anos	Início das crises aos 10 anos: perda súbita do contato com o meio, rotação da cabeça para a D, desvio do olhar para a E, elevação dos MMSS com hipertonia, clonias do MSE. Sons guturais.
5	M	24 anos	Início das crises aos 5 anos. DNPM normal até então. Cirurgia do lobo frontal esquerdo aos 15 anos em outro hospital, livre de crises por 1 ano e após reincidência das mesmas: perda de contato, versão dos olhos para a D, postura distônica do MSD, sons guturais, piscamentos, movimentos repetidos de MMII. Atualmente retardo leve do DNPM.
6	M	3 anos 11 meses	Início das crises aos 4 anos: perda de contato, salivação excessiva, desvio do olhar para a D, queda lenta da cabeça, hipertonia e extensão dos braços e pernas. Duração: 30 seg. Até 50 crises por dia. Atraso DNPM.
7	M	22 anos	Início das crises aos 7 anos. Queda súbita da cabeça, seguida de versão dos olhos e cefálica para a D, postura distônica dos MMSS.
8	F	9 anos	Início das crises aos 7 meses, sempre durante o sono: despertar súbito, expressão facial de medo, gritos, crise hipermotora + postura distônica mão D e mão E com automatismos.
9	F	12 anos	Início das crises aos 3 dias de idade: perda do contato, desvio ocular para a D, elevação dos MMSS. Aproximadamente 5 crises por dia, cada evento com duração aproximada de 40 segundos. Retardo grave do DNPM.
10	M	13 anos	Início das crises com 1 ano e 2 meses: perda de contato, piscamentos, crises hipermotoras.
11	M	1 ano	Crises de início aos 2 meses: perda de contato, piscamentos, elevação do MSE e postura tônica. > 10 crises / dia. Sem déficits motores.
12	F	4 anos	Início das crises aos 4 meses: despertar súbito durante o sono, olhar fixo, extensão dos MMSS, acompanhado de tremores cefálicos, MMSS e tronco superior; postura distônica do MSD e automatismos do MSE. > 5 crises / dia. Retardo moderado do DNPM.
13	M	15 anos	Episódios de não-responsividade desde os 3 anos. Desde os 10 anos com tremores em hemicorpo E + alucinações auditivas + crises com queda da cabeça. Sem déficits motores.
14	F	2 anos	Diariamente crises seguidas com espasmos em flexão desde os 3 meses de idade. Sem déficits motores. Atraso precoce do DNPM.
15	F	1 ano 5 meses	Crises desde as 8 horas de vida: hipertonia do MSE, rotação cefálica para a D e piscamentos. Vinte a 30 crises diárias. Hemiparesia E grau II. Atraso grave do DNPM. Mãe apresenta esclerose tuberosa e epilepsia.

PACIENTE	ACHADOS EEG	RESULTADO RM
1	Atividade ictal frontal direita.	Afilamento cortical e anormalidade dos giros frontais superior, médio e inferior direitos, com hiperintensidade da substância branca desses giros em T2 e FLAIR. Dificuldade na identificação do giro pré-central e da interface córtex/ substância branca.
2	EEG ictal: atividade rápida difusa. EEG interictal: atividade epileptiforme fronto-central D e linha mediana.	Encefalomalacia fronto-parietal esquerda extensa, sugestiva de seqüela vascular + atrofia e hiperintensidade em FLAIR do lobo occipital direito
3	Paroxismos rítmicos de ondas agudas e ondas lentas irregulares nos eletrodos FP1, F3, C3, P3, F7, T3 e Cz (amplitude máxima em F3 e F7).	Malformação cortical extensa do lobo frontal esquerdo
4	Descargas difusas com amplitude máxima em FP2-F4 por 10 seg., então atividade difusa de baixa amplitude por 3 seg., seguida de dessincronização da atividade elétrica cerebral.	RM normal. Spect Interictal: hipoconcentração nos lobos frontais bilateralmente. Spect ictal: hiperconcentração no lobo temporal neocortical direito, e discreta hiperconcentração no lobo temporal esquerdo.
5	Complexo de espícula-ondas e ondas lentas difusas, predominando em ambas as regiões frontotemporais.	Encefalomalacia pós-operatória do giro frontal médio esquerdo.
6	EEG ictal: espículas numerosas na região frontal central esquerda com rápido espraio para regiões vizinhas.	Malformação cortical extensa do lobo frontal esquerdo: afilamento do córtex e hiperintensidade da substância branca + hiperintensidade da porção anterior do lobo temporal esquerdo e sinais de esclerose mesial temporal.
7	Espículas generalizadas, mais predominantemente no lobo frontal direito.	Hiperintensidade T2/FLAIR na substância branca do lobo frontal direito.
8	Ondas agudas ictais bifrontais, esquerda > direita. EEG ictal: FP1, F3, F7, Fz, F4, F8.	Displasia cortical focal extensa esquerda.
9	Ondas agudas e ondas lentas frequentes em FP2, F4 e F8. Mais de 40 crises eletrográficas no EEG por dia, mas sem manifestações clínicas.	Displasia cortical focal extensa direita.
10	Grupo de espícula-ondas e ondas lentas no lobo frontal esquerdo.	Malformação cortical extensa do lobo frontal esquerdo.
11	Espículas e ondas lentas multifocais no hemisfério esquerdo, predominando nos lobos frontal e temporal.	Assimetria dos lobos frontais (esquerdo > direito), afilamento dos giros reto e orbitais do lado esquerdo, sugestivo de malformação do desenvolvimento cortical.
12	Espículas muito frequentes e ondas lentas nos eletrodos F7, com rápido espraio aos eletrodos F3/Fp1/Cz e T3/T1/F9/T9.	Malformação cortical focal do lobo frontal esquerdo e ínsula anterior.
13	Espículas multifocais e ondas lentas em ambos hemisférios.	Atrofia progressiva do hemisfério cerebral direito, mais proeminente no lobo frontal, polo temporal e ínsula.
14	Espículas no hemisfério direito.	Malformação cortical extensa do hemisfério cerebral direito: lobo frontal e área rolândica + heteropia nodular focal + disgenesia do corpo caloso.
15	Atividade teta ritmada no lobo frontal direito (eletrodos Fp2 e F8), e após nas regiões central e parietal direitas (eletrodos C4 e P4). Em estágio mais avançado da crise observa-se atividade na região temporoparietal esquerda (T4-P4). Duração de 60-100 segundos.	Túber frontoparietal direito extenso.

PACIENTE	DATA CIRURGIA	CIRURGIA	DETALHES PROCEDIMENTO CIRÚRGICO
1	mar/04	Decorticação Frontal D	Dificuldade em identificar o giro pré-central. Estimulação cortical intraoperatória a fim de localizar a área motora (pé esquerdo). Eletrocorticografia intraoperatória. A ressecção foi realizada imediatamente a frente da área motora. Giros mais pálidos e endurecidos em relação a consistência de giros normais.
2	jul/04	Decorticação Frontal E	Decorticação frontal esquerda. Estimulação cortical intraoperatória não pode determinar localização da área motora.
3	set/04	Decorticação Frontal E	Displasia cortical extensa do lobo frontal e ínsula esquerdos. Estimulação cortical intraoperatória não pode determinar a área motora. Decorticação frontal esquerda.
4	jun/05	Decorticação Frontal D	Placa subdural sobre o lobo frontal direito. Decorticação frontal direita após uma semana. A ressecção foi realizada imediatamente a frente do giro pré-central.
5	out/06	Decorticação Frontal E	Placa subdural sobre o lobo frontal esquerdo. Não foi detectada área da fala. Decorticação frontal esquerda e remoção da placa subdural uma semana após.
6	fev/07	Decorticação Frontal E + Cortico-amigdalohipocampectomia E	Estimulação cortical intraoperatória para determinação da área motora. Decorticação frontal esquerda + cortico-amigdalohipocampectomia esquerda.
7	mar/08	Decorticação Frontal D	Estimulação cortical intraoperatória para determinação da área motora. Decorticação frontal direita.
8	nov/08	Decorticação Frontal E	Decorticação frontal esquerda.
9	mar/09	Decorticação Frontal D	Decorticação frontal direita.
10	abr/12	Decorticação Frontal E	Representação da linguagem bilateralmente. Decorticação frontal esquerda.
11	mai/12	Decorticação Frontal E	Decorticação frontal esquerda.
12	set/13	Decorticação Frontal E	Decorticação frontal esquerda e remoção da ínsula anterior.
13	nov/13	Decorticação Frontal D	Remoção dos lobos frontal direito e temporal, além da ínsula, na tentativa de melhora das crises (pais se recusavam a déficit motor pós-operatório).
14	nov/13	Decorticação Frontal D	Decorticação frontal como tentativa de melhora das crises, já que os pais não aceitavam déficit motor pós-operatório.
15	set/14	Decorticação Frontoparietal D	Decorticação lobo frontal + ressecção estendida ao tuber parietal.

PACIENTE	HISTOLOGIA
1	Cortex constituído por neurônios uniformemente grandes.
2	Encefalomalácia hipóxico-isquêmica.
3	Displasia cortical focal tipo Taylor.
4	Várias circunvoluções do lobo frontal apresentam-se com neurônios uniformemente grandes, sem formação de camadas. Alguns aspectos de microgenesia.
5	Numerosos neurônios em substância branca - microdisgenesia.
6	Displasia cortical focal tipo Taylor
7	Disgenesia cortical devido a distúrbios migratórios, desarranjo das camadas corticais, numerosos neurônios na substância branca e heterotopia nodular.
8	Displasia cortical focal tipo Taylor
9	Displasia cortical focal tipo Taylor
10	Displasia cortical focal, tipo IIB/ILAE.
11	Displasia cortical focal, tipo IIA/ILAE.
12	Displasia cortical focal, tipo IIA/ILAE.
13	Compatível com síndrome de Rasmussen.
14	Displasia cortical focal, tipo IIB/ILAE.
15	Esclerose tuberosa.

PACIENTE	SEGUIMENTO	COMPLICAÇÕES
1	Engel I	
2	Engel I	
3	Engel I - Livre de crises.	
4	Engel I - Apenas crise no quinto dia pós-operatório.	Déficit pós-operatório imediato no membro superior esquerdo (grau III), com melhora espontânea completa em 24 horas.
5	Engel II - Livre de crises por 7 anos e após alguns episódios esporádicos.	
6	Engel I - Livre de crises.	
7	Engel III - Crises no primeiro e décimo terceiro pós-operatório. Último seguimento em nov/14 com 1 crise a cada 4 meses.	
8	Engel I - Livre de crises por 5 anos sem medicações. Após, retorno de crises que cessaram com a reintrodução de drogas anticonvulsivantes.	
9	Engel III - Uma crise ao mês.	
10	Engel I - Livre de crises.	
11	Livre de crises por 3 meses, após, as crises se reiniciaram. Livre de crises após hemisferotomia funcional em Set/2014.	
12	Engel I	
13	Abalos motores permaneceram do lado esquerdo. Sem outros tipos de crises. Considera-se a realização de hemisferotomia funcional.	
14	Engel IV - Não houve alteração no padrão de crises, porém houve recusa dos pais para a realização de hemisferotomia funcional.	
15	Engel I - Livre de crises. Sem mudança quanto ao déficit motor.	

DNPM - Desenvolvimento Neuropsicomotor; ILAE - vide apêndice; MMSS - membros superiores; MS - membro superior; MI - membro inferior; D - direito; E - esquerdo

9 REFERÊNCIAS

1. Rhoton AL, Jr. The cerebrum. *Neurosurgery*. 2002;51(4 Suppl):S1-51.
2. Nieuwenhuys RV, J; van Huijzen, C. Frontal lobe. In: Springer-Verlag, editor. *The Human Central Nervous System*. 4th ed. Berlin-Heidelberg, New York 2008.
3. Horsley VA. Brain Surgery. *Br Med J*. 1886(2).
4. Niedermeyer E. The epilepsies. and U, Schwarzenber, editors. Baltimore 1990.
5. Rasmussen T. Surgery of frontal lobe epilepsy. *Advances in neurology*. 1975;8:197-205.
6. Davidson S, Falconer MA. Outcome of surgery in 40 children with temporal-lobe epilepsy. *Lancet*. 1975;1(7919):1260-3.
7. Hopkins IJ, Klug GL. Temporal lobectomy for the treatment of intractable complex partial seizures of temporal lobe origin in early childhood. *Developmental medicine and child neurology*. 1991;33(1):26-31.
8. Sinclair DB, Aronyk K, Snyder T, McKean J, Wheatley M, Bhargava R, et al. Pediatric temporal lobectomy for epilepsy. *Pediatric neurosurgery*. 2003;38(4):195-205.

9. Fish DR, Smith SJ, Quesney LF, Andermann F, Rasmussen T. Surgical treatment of children with medically intractable frontal or temporal lobe epilepsy: results and highlights of 40 years' experience. *Epilepsia*. 1993;34(2):244-7.
10. Adler J, Erba G, Winston KR, Welch K, Lombroso CT. Results of surgery for extratemporal partial epilepsy that began in childhood. *Archives of neurology*. 1991;48(2):133-40.
11. Zentner J, Hufnagel A, Ostertun B, Wolf HK, Behrens E, Campos MG, et al. Surgical treatment of extratemporal epilepsy: clinical, radiologic, and histopathologic findings in 60 patients. *Epilepsia*. 1996;37(11):1072-80.
12. Sinclair DB, Aronyk K, Snyder T, McKean JD, Wheatley M, Gross D, et al. Extratemporal resection for childhood epilepsy. *Pediatric neurology*. 2004;30(3):177-85.
13. Janszky J, Jokeit H, Schulz R, Hoppe M, Ebner A. EEG predicts surgical outcome in lesional frontal lobe epilepsy. *Neurology*. 2000;54(7):1470-6.
14. Jeha LE, Najm I, Bingaman W, Dinner D, Widdess-Walsh P, Luders H. Surgical outcome and prognostic factors of frontal lobe epilepsy surgery. *Brain : a journal of neurology*. 2007;130(Pt 2):574-84.
15. Hosking PG. Surgery for frontal lobe epilepsy. *Seizure : the journal of the British Epilepsy Association*. 2003;12(3):160-6.

16. Roper SN. Surgical treatment of the extratemporal epilepsies. *Epilepsia*. 2009;50 Suppl 8:69-74.
17. Quesney LF, Constain M, Rasmussen T, Olivier A, Palmini A. Presurgical EEG investigation in frontal lobe epilepsy. *Epilepsy research Supplement*. 1992;5:55-69.
18. Bancaud J, Talairach J. Clinical semiology of frontal lobe seizures. *Advances in neurology*. 1992;57:3-58.
19. Ajmone-Marsan C. Preoperative electroencephalographic localization of large epileptogenic zones in the frontal and temporal lobes. *The Canadian journal of neurological sciences Le journal canadien des sciences neurologiques*. 1991;18(4 Suppl):564-5.
20. Jobst BC, Siegel AM, Thadani VM, Roberts DW, Rhodes HC, Williamson PD. Intractable seizures of frontal lobe origin: clinical characteristics, localizing signs, and results of surgery. *Epilepsia*. 2000;41(9):1139-52.
21. Williamson PD, Jobst BC. Frontal lobe epilepsy. *Advances in neurology*. 2000;84:215-42.
22. Widdess-Walsh P, Diehl B, Najm I. Neuroimaging of focal cortical dysplasia. *Journal of neuroimaging : official journal of the American Society of Neuroimaging*. 2006;16(3):185-96.
23. Passarelli V, Pinto LF, Jorge CL, Puglia P, Adda CC, Wen HT, et al. The intracarotid etomidate Wada test: A 54-patient series. *Epilepsy & behavior : E&B*. 2014;39C:73-7.

24. Kral T, Kuczaty S, Blumcke I, Urbach H, Clusmann H, Wiestler OD, et al. Postsurgical outcome of children and adolescents with medically refractory frontal lobe epilepsies. *Child's nervous system : ChNS : official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*. 2001;17(10):595-601.
25. Simasathien T, Vadera S, Najm I, Gupta A, Bingaman W, Jehi L. Improved outcomes with earlier surgery for intractable frontal lobe epilepsy. *Annals of neurology*. 2013;73(5):646-54.
26. Shin JH, Jung NY, Kim SP, Son EI. Emerging surgical strategies of intractable frontal lobe epilepsy with cortical dysplasia in terms of extent of resection. *Journal of Korean Neurosurgical Society*. 2014;56(3):248-53.
27. Kempe LG. Cranial, Cerebral and Intracranial Vascular Disease. *Operative Neurosurgery*. 1. 4th printing ed. Berlin-Heidelberg, New York, Tokyo: Springer Verlag; 1985.
28. Raimondi AJ. Cerebral Resection. *Pediatric Neurosurgery - Theoretical Principles - Art of Surgical Technique*. New York, Berlin-Heidelberg, London, Paris, Tokyo: Springer-Verlag; 1987.
29. Olivier A, I.A. A. "Total Frontal Lobectomy". In: Jr. JE, editor. *Surgical Treatment of the Epilepsies*. 2nd ed. New York: Raven Press; 1993.
30. Schmidek H.H. WCL. Surgical Management of Intracranial Gliomas. In: Sweet Sa, editor. *Operative Neurosurgical Techniques: Indications, Methods and Results*. 1. New York: Grune & Stratton; 1988.

31. Blauwblomme TH, W. Corticotomy Closure Avoids Subdural Collections After Hemispherotomy. *Neurosurgery - Operative Neurosurgery*. 2010;67:485-8.
32. Al-Yamany M, Del Maestro RF. Prevention of subdural fluid collections following transcortical intraventricular and/or paraventricular procedures by using fibrin adhesive. *Journal of neurosurgery*. 2000;92(3):406-12.
33. Ruescher J, Iljina O, Altenmuller DM, Aertsen A, Schulze-Bonhage A, Ball T. Somatotopic mapping of natural upper- and lower-extremity movements and speech production with high gamma electrocorticography. *NeuroImage*. 2013;81:164-77.
34. O. F. The motor cortex in man in the light of Hughlings Jackson's doctrines. *Brain : a journal of neurology*. 1936(59):135-59.
35. Penfield W RT. The cerebral cortex of man. New York: Macmillan; 1950.
36. Penfield W. BE. Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation. *Brain : a journal of neurology*. 1937;60:389-443.
37. Hung Tzu Wen ALR, Antônio C.M. Mussi. Surgical Anatomy of the Brain. In: H. Richard Winn M, editor. *Youmans Neurological Surgery*. I. 6th ed. Philadelphia: Elsevier; 2011.

38. Marino Jr. M. Neurosurgical aspects of Epilepsy in adults. In: JR Y, editor. Neurological Surgery A Comprehensive Reference Guide to the Diagnosis and Management of Neurosurgical Problems. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders; 1990. p. 4288-326.
39. Uematsu S, Lesser R, Fisher RS, Gordon B, Hara K, Krauss GL, et al. Motor and sensory cortex in humans: topography studied with chronic subdural stimulation. *Neurosurgery*. 1992;31(1):59-71; discussion -2.
40. Foerster O. The motor cortex in man in the light of Hughlings Jackson's doctrines. *Brain*. 1936;59:135-59.
41. Yousry TA, Schmid UD, Alkadhi H, Schmidt D, Peraud A, Buettner A, et al. Localization of the motor hand area to a knob on the precentral gyrus. A new landmark. *Brain : a journal of neurology*. 1997;120 (Pt 1):141-57.
42. Eric R Kandel JHS, Thomas M. Jessell Voluntary movements. *Principles of neural science*. 4th ed. New York: Mc Graw-Hill; 2000. p. 756-81.
43. Tanji J. The supplementary motor area in the cerebral cortex. *Neuroscience research*. 1994;19(3):251-68.
44. Barbas H, Pandya DN. Architecture and frontal cortical connections of the premotor cortex (area 6) in the rhesus monkey. *The Journal of comparative neurology*. 1987;256(2):211-28.
45. Vogt BA, Pandya DN, Rosene DL. Cingulate cortex of the rhesus monkey: I. Cytoarchitecture and thalamic afferents. *The Journal of comparative neurology*. 1987;262(2):256-70.

46. Dum RP, Strick PL. The origin of corticospinal projections from the premotor areas in the frontal lobe. *The Journal of neuroscience : the official journal of the Society for Neuroscience*. 1991;11(3):667-89.
47. Luppino G, Matelli M, Camarda R, Rizzolatti G. Corticocortical connections of area F3 (SMA-proper) and area F6 (pre-SMA) in the macaque monkey. *The Journal of comparative neurology*. 1993;338(1):114-40.
48. Wise SP, Tanji J. Supplementary and precentral motor cortex: contrast in responsiveness to peripheral input in the hindlimb area of the unanesthetized monkey. *The Journal of comparative neurology*. 1981;195(3):433-51.
49. Picard N, Strick PL. Imaging the premotor areas. *Current opinion in neurobiology*. 2001;11(6):663-72.
50. Talairach J TP. *Coplanar Stereotaxic Atlas of the Human Brain*. Stuttgart: Thieme; 1988.
51. Picard N, Strick PL. Motor areas of the medial wall: a review of their location and functional activation. *Cerebral cortex*. 1996;6(3):342-53.
52. Jackson JH, Taylor, J., Holmes, G., and Walshe, F. *Selected Writings of John Hughlings Jackson*. London: Hodder and Stoughton; 1931.
53. Landau WM, and Clare, M.H. The plantar reflex in man, with special reference to some conditions where the extensor response is unexpectedly absent. *Brain*. 1959(82):321-55.

54. Laplane D, Talairach J, Meininger V, Bancaud J, Orgogozo JM. Clinical consequences of corticectomies involving the supplementary motor area in man. *Journal of the neurological sciences*. 1977;34(3):301-14.
55. Zentner J, Hufnagel A, Pechstein U, Wolf HK, Schramm J. Functional results after resective procedures involving the supplementary motor area. *Journal of neurosurgery*. 1996;85(4):542-9.
56. Krainik A, Lehericy S, Duffau H, Vlaicu M, Poupon F, Capelle L, et al. Role of the supplementary motor area in motor deficit following medial frontal lobe surgery. *Neurology*. 2001;57(5):871-8.
57. Florman JE, Duffau H, Rughani AI. Lower motor neuron findings after upper motor neuron injury: insights from postoperative supplementary motor area syndrome. *Frontiers in human neuroscience*. 2013;7:85.
58. Schucht P, Moritz-Gasser S, Herbet G, Raabe A, Duffau H. Subcortical electrostimulation to identify network subserving motor control. *Human brain mapping*. 2013;34(11):3023-30.
59. Lemon RN. Descending pathways in motor control. *Annual review of neuroscience*. 2008;31:195-218.
60. Rhoton AL, Jr. The lateral and third ventricles. *Neurosurgery*. 2002;51(4 Suppl):S207-71.

61. Wen HT, Rhoton AL, Jr., de Oliveira E, Castro LH, Figueiredo EG, Teixeira MJ. Microsurgical anatomy of the temporal lobe: part 2--sylvian fissure region and its clinical application. *Neurosurgery*. 2009;65(6 Suppl):1-35; discussion 6.
62. Rosner SS, Rhoton AL, Jr., Ono M, Barry M. Microsurgical anatomy of the anterior perforating arteries. *Journal of neurosurgery*. 1984;61(3):468-85.
63. Shi X, Rhoton AL, Jr., Huang W. [Microsurgical anatomy of the perforating arteries on the third ventricular floor]. *Zhonghua yi xue za zhi*. 2002;82(5):304-7.
64. Rhoton AL, Jr. The supratentorial arteries. *Neurosurgery*. 2002;51(4 Suppl):S53-120.
65. Oka K, Rhoton AL, Jr., Barry M, Rodriguez R. Microsurgical anatomy of the superficial veins of the cerebrum. *Neurosurgery*. 1985;17(5):711-48.
66. Rhoton AL, Jr. The cerebral veins. *Neurosurgery*. 2002;51(4 Suppl):S159-205.
67. Sanan A, Abdel Aziz KM, Janjua RM, van Loveren HR, Keller JT. Colored silicone injection for use in neurosurgical dissections: anatomic technical note. *Neurosurgery*. 1999;45(5):1267-71; discussion 71-4.
68. Tivarus ME, Starling SJ, Newport EL, Langfitt JT. Homotopic language reorganization in the right hemisphere after early left hemisphere injury. *Brain and language*. 2012;123(1):1-10.

69. Ture U, Yasargil MG, Friedman AH, Al-Mefty O. Fiber dissection technique: lateral aspect of the brain. *Neurosurgery*. 2000;47(2):417-26; discussion 26-7.
70. Shimizu S, Tanaka R, Rhoton AL, Jr., Fukushima Y, Osawa S, Kawashima M, et al. Anatomic dissection and classic three-dimensional documentation: a unit of education for neurosurgical anatomy revisited. *Neurosurgery*. 2006;58(5):E1000; discussion E.

APÊNDICES

Apêndice A - Classificação ILAE para Displasias Corticais Focais

Classificação ILAE para Displasias Corticais Focais				
TIPO I (isolada)	Displasia cortical focal com laminação cortical radial anormal(Ia)	Displasia cortical focal com laminação cortical tangencial anormal(Ib)		Displasia cortical focal com laminação cortical anormal radial e tangencial (Ic)
TIPO II (isolada)	Displasia cortical focal com neurônios dismórficos (IIa)		Displasia cortical focal com neurônios dismórficos e células em balão (IIb)	
TIPO III (associada a lesão principal)	Anormalidades da laminação cortical do lobo temporal associada a esclerose de hipocampus (IIIa)	Anormalidades da laminação cortical adjacente a tumor glial ou glioneural (IIIb)	Anormalidades da laminação cortical adjacente a malformação vascular (IIIc)	Anormalidades da laminação cortical adjacente a qualquer outra lesão adquirida durante a vida – trauma, lesão isquêmica, encefalite (IIId)
A rara associação entre os tipos IIa e IIb com a esclerose de hipocampo, tumores, ou malformações vasculares não deve ser classificada como variantes do tipo III.				

Fonte: Blümcke I, Thon M, Aronica E, Armstrong DD, Vinters HV, Palmini A, Jacques TS, Avanzini G, Barkovich AJ, Giorgio B, Backer A, Copeda C, Cendes F, Colombo N, Crino P, Cross JH, Delalande O, Dubeau F, Duncan J, Guerrini R, Kahane P, Mathern G, Najm I, Özkara Ç, Raybaud C, Represa A, Roper SN, Salamon N, Bonhage AS, Tassi L, Vezzani A, Spreafico R. the clinicopathologic spectrum of focal cortical dysplasias: a consensus classification proposed by an ad hoc Task Force of the ILAE Diagnostic Methods Commission. *Epilepsia*. 2011; 52(1):158-74.

Apêndice B - Classificação de Engel (Engel Epilepsy Surgery Outcome Scale): classificação controle pós-operatório de crises epiléticas.

Classe I: Livre de crises incapacitantes ou presença de crises na ausência de drogas anticonvulsivantes.

Classe II: Crises incapacitantes raras ou que ocorreram por um período breve após a cirurgia ou presença de crises noturnas.

Classe III: Melhora evidente, ou melhora após a cirurgia, mas por período menor que dois anos.

Classe IV: Sem melhora evidente.

Fonte: Engel J. *Surgical Treatment of the epilepsies*. Lippincott Williams & Wilkins. ISBN: 0-88167-988-7.