

Helsinki Microneurosurgery Basics and Tricks

Martin Lehecka, Aki Laakso
Hideki Oka and Juha Hernesniemi



Foreword by Robert F. Spetzler

訳： 済生会滋賀県病院
日野 明彦 / 岡 英輝



Helsinki Microneurosurgery Basics and Tricks

By Martin Lehecka, Aki Laakso and Juha Hernesniemi

Collaborators:

Özgür Çelik
Reza Dashti
Mansoor Foroughi
Keisuke Ishii
Ayse Karatas
Johan Marjamaa
Ondrej Navratil
Mika Niemelä
Tomi Niemi
Jouke S. van Popta
Tarja Randell
Rossana Romani
Ritva Salmenperä
Rod Samuelson
Felix Scholtes
Päivi Tanskanen

Photographs:

Jan Bodnár
Mansoor Foroughi
Antti Huotarinen
Aki Laakso

Video editing:

Jouke S. van Popta

Drawings:

Hu Shen

**Helsinki Microneurosurgery
Basics and Tricks**

By Martin Lehecka, Aki Laakso
and Juha Hernesniemi

1. Edition 2011

© M. Lehecka, A. Laakso, J. Hernesniemi
2011

Layout: Aesculap AG | D-NE11002
Print: Druckerei Hohl GmbH & Co. KG /
Germany

ISBN 978-952-92-9084-0 (hardback)
ISBN 978-952-92-9085-7 (PDF)

Author contact information:

Martin Lehecka, MD, PhD
email: martin.lehecka@hus.fi
tel: +358-50-427 2500

Aki Laakso, MD, PhD
email: aki.laakso@hus.fi
tel: +358-50-427 2895

Juha Hernesniemi, MD, PhD
Professor and Chairman
email: juha.hernesniemi@hus.fi
tel: +358-50-427 0220

Department of Neurosurgery
Helsinki University Central Hospital
Topeliuksenkatu 5
00260 Helsinki, Finland

Disclosure statement:

Helsinki Neurosurgery organizes annually
"The Helsinki Live Demonstration Course"
in
Operative Microneurosurgery in collabora-
tion with Aesculap Academy. The authors
have no personal financial interests to
disclose.

Every man owes it as a debt to his profession to put on record whatever he has done that might be of use for others.

Francis Bacon (1561-1626)

Simple, clean, while preserving normal anatomy. Clean is fast and effective. Surgery is art - you should be one of the artists.

Juha Hernesniemi

Acknowledgements

The authors would like to thank Aesculap, a B. Braun company, for kindly supporting printing of this book, with special thanks to Ingo vom Berg, Bianca Bauhammer and Outi Voipio-Airaksinen. In addition, the authors want to express their gratitude to the administration of Helsinki University Central Hospital for their support over the past years.

序文

by Robert F. Spetzler

ヘルシンキ大学中央病院を訪れ、この魅力的な本をお土産にもらった脳神経外科医は幸運である。脳神経外科に関する書籍の中で、本書は世界で最も魅力的な1冊であろう。タイトルの通り、Lehecka、Laakso、Hernesniemiの3人の医師たちがヘルシンキの脳神経外科について書いているが、この本にはそれよりはるかに大きなものがある - Juha Hernesniemiとその仲間たちはヘルシンキに卓越した国際的な脳神経外科センターを創りあげたが、この本にはその根底の結束と責任の精神が込められているのだ。はるか北方の地にありながら、ヘルシンキの脳神経外科は、まさに国際的という言葉がふさわしい。実際、この地を訪れた著名人たちのリストは、まるで国際的な脳神経外科の人名録のようである。

フィンランドの脳神経外科の歴史から記された面白い出来事（当時は心配されていたであろう出来事も）を読めば、読者はフィンランド語のリズムを聞くような気がするだろう。ヘルシンキの哲学、日常業務、臨床活動についての記載を読めば、読者は著者たちの心の温かさ、正直さ、誠実さを実感する。このような美質は、ヘルシンキで楽しい時を過ごした多くの訪問者たちのエッセイに力説されている。ここでの経験が訪問者たちの人生に大きな影響を与えていることは明らかである。Juhaの物静かで穏やかなユーモア、完璧な手術で患者に奉仕しようとする熱意、献身的に若手医師を指導する姿勢は、研修生や同僚たちに生涯消えることのない敬意と忠誠心を抱かせている。もちろん顕微鏡下脳神経外科手術の基本原則、アプローチ、さまざまな疾患の治療戦略、神経麻酔に割り当てられた各々の章を読めば、脳神経外科の基本原則に則った実践的な助言が得られるだろう。

特に重要なポイントはT&T、すなわちJuha Hernesniemiの宝箱からのTips & Tricksという見出しの記事に要約されている。熟練した外科医は、自分とJuhaの手術スタイルと比べてみるとよいだろう。

この本には、Juhaが求める手術室の運営方法に始まって、仲間に手術を理解してもらうための個人的な習慣や手術器具まで、ヘルシンキ流脳神経外科の詳細が網羅されている。外科医の要求と期待に直ちに応えられるように、見事に訓練された手術チームが患者に有益であるという事実は見過ごせない。磨き上げられたチームワークによって、効率的かつ安全に脳神経外科手術をこなせば、患者の転帰が良くなるチャンスは最大となる。かくも精密なチームワークを創り出す能力は、Juhaの驚くべき才能の一つにすぎない。

Juhaはまさに練達の脳神経外科医であり、彼の脳神経外科に対する情熱、洞察、献身を実感できるのは、希有の体験である。正常の解剖を温存する、シンプル、クリーン、迅速な手術という彼の哲学は、我々すべてが見習うべきものである。この本で、Juhaは自らの専門技能と人となりを語りながら、ソクラテスのように辿るべき道を示しているが、それは実証された経験則を尊重しつつ、敬意と寛容とともにさらなる進歩を促す新たなアプローチに通ずる道である。ヘルシンキを訪れ、このような貴重な資質を直接伝承できた人々は幸運である。しかしヘルシンキに行けなくても、この本を読んだ人たちは自分を幸運と思ってよいであろう。

Robert F. Spetzler, MD

Phoenix, Arizonaにて 2010年11月

目 次

1. 初めに	13	3.9.3. 術中神経生理モニタリング	66
2. ヘルシンキ大学中央病院 脳神経外科教室	17	3.9.4. 抗凝固剤と血栓塞栓症	67
2.1. ヘルシンキ、そしてフィンランドの 脳神経外科の歴史	17	4. ヘルシンキ顕微鏡下脳神経外科手術の基本方針	69
2.1.1. フィンランド脳神経外科の創始者 Aarno Snellman	17	4.1. 一般的な哲理	69
2.1.2. フィンランドでの血管撮影	18	4.2. 顕微鏡手術の基本方針	70
2.1.3. 第二次世界大戦と1940年代後半	19	4.3. 手術室の構成	71
2.1.4. 顕微鏡下脳神経外科手術と 血管内手術	20	4.3.1. 技術的な構成	71
2.1.5. 現在への変遷	21	4.3.2. ディスプレイ	72
2.2. 現在の教室の構成	24	4.4. 体位と頭部の固定	73
2.3. スタッフ	24	4.4.1. 手術台	73
2.3.1. 脳神経外科医	25	4.4.2. 患者の体位	73
2.3.2. 脳神経外科レジデント	30	4.4.3. 脳神経外科医の位置と動き	74
2.3.3. 神経麻酔科医	30	4.4.4. 頭部の固定	76
2.3.4. 神経放射線科医	31	4.5. 必要な器具、便利な器具	77
2.3.5. 病棟	32	4.5.1. 手術用顕微鏡	77
2.3.6. 集中治療室 (ICU)	34	4.5.2. 腕置き	79
2.3.7. 手術室	36	4.5.3. バイポーラとモノポーラ	79
2.3.8. 管理部門	37	4.5.4. ハイスピードドリル	80
2.4. 手術室	40	4.5.5. 超音波破砕吸引装置	82
2.4.1. 手術室の設計	40	4.5.6. フィブリン糊	83
2.4.2. 手術室の環境	41	4.5.7. インドシアニンググリーン(ICG) アンギオグラフィー	84
3. 麻酔	45	4.5.8. マイクロドップラーと血流計	85
3.1. 一般的な生理学的原則とそれらの 麻酔への影響	46	4.5.9. ニューロナビゲーター	86
3.1.1. 頭蓋内圧	46	4.5.10. 術中血管撮影	87
3.1.2. 脳血流量の自動調節	47	4.6. マイクロ器具	88
3.1.3. CO ₂ 反応性	48	4.7. 準備やドレーピングにおける習慣	90
3.1.4. 脳代謝カップリング	49	4.8. 開頭の基本方針	92
3.2. 麻酔のモニタリング	50	4.9. ヘルシンキ流顕微鏡下脳神経外科手術の 基本コンセプト	94
3.3. 術前評価と麻酔導入	51	4.9.1. シンプル、クリーン、迅速かつ 正常解剖を維持すること	94
3.4. 麻酔の維持	53	4.9.2. 顕微鏡下での操作	95
3.5. 麻酔の終了	55	4.9.3. 顕微鏡を動かす	98
3.6. 体液管理と輸血	56	4.9.4. 左手の吸引	99
3.7. 患者の体位に関する麻酔科的考察	57	4.9.5. 右手	100
3.7.1. 仰臥位	57	4.9.6. バイポーラ	101
3.7.2. 腹臥位、側臥位、跪く様な体位	58	4.9.7. マイクロ剪刀	102
3.7.3. 座位	62	4.9.8. 綿片	102
3.8. ICUにおける術後ケア	63	4.9.9. 鋭的剥離、鈍的剥離	103
3.9. 特殊な状況	65	4.9.10. 洗浄と“water dissection (水を使った剥離)”	103
3.9.1. 動脈瘤手術におけるテンポラリー クリッピング	65	4.9.11. 牽引は最小限に	104
3.9.2. アデノシンと短時間の心停止	66	4.10. 閉頭	104
		4.11. ヘルシンキ流顕微鏡下脳神経外科手術の 鍵となる要素	105

4.12. Hernesniemi教授の習慣と器具のリスト	106	6.1.4. 脳脊髄液の排除と脳内血腫の除去	197
5. 一般的なアプローチ	111	6.1.5. 動脈瘤に向かう剥離操作	199
5.1. LATERAL SUPRAORBITAL APPROACH	111	6.1.6. シルビウス裂の開放	199
5.1.1. 適応	111	6.1.7. テンポラリークリッピング	200
5.1.2. 体位	112	6.1.8. 最終的なクリッピングおよびクリップの選択	201
5.1.3. 皮膚切開と開頭	113	6.1.9. 術中破裂	203
5.2. PTERIONAL APPROACH	118	6.1.10. アデノシン	206
5.2.1. 適応	118	6.2. 脳動静脈奇形	207
5.2.2. 体位	119	6.2.1. 脳動静脈奇形の一般的な手術戦略	207
5.2.3. 皮膚切開と開頭	119	6.2.2. 術前塞栓術	207
5.3. 大脳縦裂アプローチ	124	6.2.3. アプローチ	208
5.3.1. 適応	124	6.2.4. 硬膜切開と、最初の剥離	208
5.3.2. 体位	125	6.2.5. さらに剥離とテンポラリークリップの使用	210
5.3.3. 皮膚切開と開頭	125	6.2.6. 小さい栄養血管の凝固と剥離	211
5.4. SUBTEMPORAL APPROACH	132	6.2.7. 脳動静脈奇形摘出の最終段階	212
5.4.1. 適応	132	6.2.8. 最終止血	212
5.4.2. 体位	133	6.2.9. 術後管理と画像	212
5.4.3. 皮膚切開と開頭	135	6.3. 海綿状血管腫	214
5.5. RETROSIGMOID APPROACH	144	6.3.1. 海綿状血管腫の一般的な手術戦略	214
5.5.1. 適応	145	6.3.2. 血管腫の局在	214
5.5.2. 体位	146	6.3.3. アプローチ	215
5.5.3. 皮膚切開と開頭	149	6.3.4. 剥離と摘出	216
5.6. 大孔病変に対するLateral approach	156	6.3.5. 術後画像	217
5.6.1. 適応	156	6.4. 髄膜腫	218
5.6.2. 体位	156	6.4.1. 円蓋部髄膜腫に対する一般的な治療戦略	218
5.6.3. 皮膚切開と開頭	157	6.4.2. 傍矢状静脈洞髄膜腫に対する一般的な治療戦略	219
5.7. PRESIGMOID APPROACH	160	6.4.3. 大脳鎌髄膜腫およびテント髄膜腫に対する一般的な治療戦略	220
5.7.1. 適応	160	6.4.4. 頭蓋底髄膜腫に対する一般的な治療戦略	222
5.7.2. 体位	161	6.4.5. 腫瘍の硬さ	223
5.7.3. 皮膚切開と開頭	162	6.4.6. アプローチ	223
5.8. 坐位 - 小脳上テント下アプローチ	170	6.4.7. 血流供給の遮断	224
5.8.1. 適応	171	6.4.8. 腫瘍の摘出	224
5.8.2. 体位	173	6.4.9. 硬膜の修復	225
5.8.3. 皮膚切開と開頭	175	6.5. 神経膠腫	226
5.9. 坐位 - 第四脳室や大孔病変へのアプローチ	183	6.5.1. 低異型度神経膠腫の一般的な手術戦略	226
5.9.1. 適応	183	6.5.2. 高異型度神経膠腫の一般的な手術戦略	227
5.9.2. 体位	183	6.5.3. アプローチ	228
5.9.3. 皮膚切開と開頭	183	6.5.4. 頭蓋内での腫瘍の位置と、輪郭の把握	228
6. 各病変に対する手術手技と治療戦略	195	6.5.5. 腫瘍摘出	228
6.1. 脳動脈瘤	195	6.6. 第三脳室内コロイド嚢胞	230
6.1.1. 様々な動脈瘤に対するアプローチ	195		
6.1.2. 破裂脳動脈瘤に対する一般的な治療戦略	195		
6.1.3. 未破裂脳動脈瘤に対する一般的な治療戦略	197		

目 次

6.6.1. コロイド嚢胞の手術の一般的な戦略	230	7.8.1. Biomedicum group for research on cerebral aneurysm wall	259
6.6.2. 体位と開頭	230	7.8.2. Translational functional neurosurgery group	260
6.6.3. 大脳縦列アプローチと脳梁切開	230	7.8.3. Helsinki Cerebral Aneurysm Research (HeCARE) group	260
6.6.4. コロイド嚢胞の摘出	232		
6.7. 松果体部病変	233	8. ヘルシンキ脳神経外科教室を訪れて	263
6.7.1. 松果体部病変の一般的な手術戦略	233	8.1. 2年のフェローシップ JOUKE S. VAN POPTA (ZARAGOZA, SPAIN)	263
6.7.2. アプローチと開頭	233	8.1.1. 何故フェローシップを行うのか?	263
6.7.3. 硬膜内アプローチ	233	8.1.2. どこでフェローシップを行うか?	264
6.7.4. 病変摘出	234	8.1.3. よく調べてみた	264
6.8. 第四脳室内腫瘍	235	8.1.4. ヘルシンキに到着	264
6.8.1. 第四脳室内腫瘍に対する一般的な治療戦略	235	8.1.5. 初日	264
6.8.2. 体位と開頭	236	8.1.6. 人生のある日(あるフェローの)	265
6.8.3. 第四脳室に向かう硬膜内剥離操作	236	8.1.7. 手術の助手	265
6.8.4. 腫瘍摘出	237	8.1.8. 看護師達	266
6.9. 脊髄硬膜内腫瘍	238	8.1.9. 麻酔科医達	266
6.9.1. 脊髄硬膜内病変に対する一般的な治療戦略	238	8.1.10. 手術室での音楽	267
6.9.2. 体位	239	8.1.11. 回診	267
6.9.3. アプローチ	240	8.1.12. 訪問者達	269
6.9.4. 硬膜内剥離	240	8.1.13. 沢山のピンと、その物語	269
6.9.5. 閉創	241	8.1.14. LINNCとライブコース	269
7. ヘルシンキでの脳神経外科の訓練、教育、そして研究	243	8.1.15. 気候と四季	270
7.1. ヘルシンキでの脳神経外科研修	243	8.1.16. アパート	270
7.1.1. 研修プログラム	243	8.1.17. ヘルシンキ	271
7.1.2. ヘルシンキでどうやって脳神経外科医になるのかーレジデント時代 by Aki Laakso	244	8.1.18. フィンランドの食べ物	271
7.2. 学術的な研修と研究活動	248	8.1.19. 言語	271
7.2.1. 博士号課程	248	8.1.20. 有名な言葉	271
7.2.2. ヘルシンキでの博士号学位論文作成, 私の経験 by Johan Marjamaa	248	8.1.21. 練習、練習、練習	272
7.3. Hernesniemi教授の元でのフェローシップ	251	8.1.22. ビデオ編集	272
7.4. 医学生	252	8.1.23. Juha Hernesniemiの手術	272
7.5. 世界各国からの訪問者	252	8.1.24. フェローシップの選択肢	272
7.6. 国際的なライブ手術コース	254	8.2. フィンランドの文化や社会に触れてみて- ROSSANA ROMANI (ROME ITALY)	274
7.6.1. ヘルシンキライブコース	254	8.2.1. "言う"事と、"やる"事の違い	274
7.6.2. LINNC-ACINR course (Organized by J. Moret and C. Islak)	256	8.2.2. 学ぶのは難しいが、生活に必要なもの; フィンランド語	275
7.7. 論文発表	258	8.2.3. フィンランドに居る時はフィンランド人の様に振る舞う(郷に入れば郷に従え)	277
7.8. ヘルシンキ脳神経外科教室の研究グループ	259	8.2.4. 決して天気は良くない	279
		8.2.5. フィンランド人の心構え: "Sisu"	281
		8.2.6. He and she = hän	281
		8.2.7. 最後に	281
		8.3. ヘルシンキの印象: 訪問記 FELIX SCHOLTES (LIEGE, BELGIUM)	282
		8.4. ヘルシンキ脳神経外科教室で2年間のフェローシップ REZA DASHTI (ISTANBUL, TURKEY)	288

8.5. ヘルシンキでの“GO GO SURGERY”の 思い出 -石井 圭亮 (大分、日本)	292	11.未来の脳神経外科	331
8.5.1. フィンランド人の第一印象	292	APPENDIX 1. PUBLISHED ARTICLES ON MICRO- NEUROSURGICAL AND NEUROANESTHESIOLO- GICAL TECHNIQUES FROM HELSINKI	335
8.5.2. ヘルシンキ大学中央病院(HUCH)	292	APPENDIX 2. LIST OF ACCOMPANYING VIDEOS	340
8.5.3. Hernesniemi教授の手術手技	292		
8.5.4. 日本での近況	293		
8.5.5. 最後に	293		
8.6. 1年のフェローシップを終えて ONDREJ NAVRATIL(BRNO, CZECH REPUBLIC)	294		
8.7. ヘルシンキ脳神経外科教室での1年間の フェローシップ ÖZGÜR ÇELİK(ANKARA,TURKEY)	298		
8.8. 6ヶ月のフェローシップ MANSOOR FOROUGHI(CARDIFF,UNITED KINGDOM)	300		
8.8.1. どの様に始めたか	300		
8.8.2. 土地と人	301		
8.8.3. レインボーチームと主任教授	302		
8.9. 2ヵ月間のフェローシップ ROD SAMUELSON (RICHMOND, VIRGINIA)	306		
8.10.ヘルシンキの思い出 AYSE KARATAS(ANKARA, TURKEY)	310		
9. これからの脳神経外科医へのアドバイス	313		
9.1. 解剖を学ぶ	314		
9.2. 自分の技術を鍛錬する	314		
9.3. 自分自身にとってのヒーローを選ぶ	314		
9.4. 健康を維持する	315		
9.5. 医師であれ！！責任感を持つ事	316		
9.6. 自分にとっての最良の環境を見つける	316		
9.7. 開かれた手術	317		
9.8. 研究し、そして記録を残す	317		
9.9. 自分の患者の経過を追う	318		
9.10.論文発表	318		
9.11 人を知る	319		
9.12 雰囲気	319		
10.脳神経外科での人生: HOW I BECAME ME - JUHA HERNESNIEMI	321		



1. 初めに

頭蓋と脳を経由する錯綜した迷宮のようなアプローチには、しっかりした解剖の知識、顕微鏡手術の技術、外科的経験に基づいた正確な術前計画と、先を見通す外科的構想（バリエーションの予測も含めて）が必要である。顕微鏡下脳神経外科手術という芸術は、これらの要素から構成されているのだ。

MG Yaşargil 1996 (*Microneurosurgery* voll IV B)

1つのアプローチを続ける事には、外科的経験を積み重ねられるという大きな利点がある。私たちは常に、手術をよりシンプルに、迅速にすること、それと同時に、頭蓋底を削除したり、脳や静脈を犠牲にせず、正常の解剖構築を維持することに努めてきた。

C.G. Drake, S.J. Peerles, J. Hernesniemi 1996

私は時折顕微鏡をはずし、開頭の小さな術野をのぞきこんで、脳神経外科のパイオニアたち、ストックホルムのOlivecronaや、ここヘルシンキでの彼の弟子たち、SnellmanやBjörksténに思いをはせることがある。彼らに教わったことはないが、彼らの弟子たちの元で学んだ事がある。また、C. G. Drake教授が初めて脳底動脈先端部にアプローチした時、どんな気持ちだったのだろうか？と思うこともある。私自身、光が届かない、眼前の小さな隙間を怖いと思う。そこにある、肉眼では見えない物を不安に思う。しかし同時に私は幸福も感じる。今日の私たちは、多種多様な手術器具や技術を持っているからだ。道具の進歩は、脳神経外科手術全般への認識を怖いものから、極めて繊細なものに変えた。Yaşargil教授が導入した顕微鏡下脳神経外科手術の技術は、私達の手術に革命をもたらし、見えない物を恐れることなく、小さな深い隙間を通して手術が出来るようになった。私は今でも、手術の前に不安を感じる。しかしそれはもはや

未知の物への不安ではなく、術中に起こり得るあらゆる細部や、予想外の出来事などの要素があっても、術前にたてた戦略通りにうまく手術が遂行できるだろうかという不安である。ひとたび顕微鏡の視野に魅惑的な美しい微小解剖の世界が開くと、不安はすぐに消える。不安が消失し、恐怖感による躊躇と震えが、成功への強い意志や決断と、安定した手の動きに変わるにつれて、手術はより良いものとなる。術前や術中に周囲を見わたし、支えてくれる熟練したヘルシンキチームと短く言葉を交わすと、不安はますます小さくなって、ほとんど消えてしまう。Bertol Brechtが言ったように、「フィンランド人は2つの言語の間で沈黙してしまう」(※フィンランドにはフィンランド語とスウェーデン語の2つの公用語があるが、両言語とも言葉の意味に重きを置き、おしゃべりな人物は信頼されないと言う文化的背景がある。)

私がヘルシンキで学んだ1970年代末になっても、顕微鏡手術への大きな抵抗はまだあった。新しい考え方への非理性的な抵抗は、一般的な人々の領域と同様に、外科領域でもよくある。“本当に良い脳神経外科医なら、顕微鏡なしで動脈瘤を手術できる…”等という見解も一般的だった。幸いフィンランドの脳神経外科医には、このような考え方は無くなっている。しかし、今でも同じような考え方は、世界のさまざまな地域に蔓延している。多くの国々では、古い考え方の下手な脳神経外科医が、“患者を傷つけない”というモットーを忘れて、ひどい手術を続け、患者やその家族、地域社会に災いをもたらしている。たしかに硬膜外血腫は顕微鏡がなくても除去できるが、大きな円蓋部髄膜腫なら顕微鏡手術で摘出すれば、ずっと良い結果が得られる。

顕微鏡手術とは、ただ単に手術用顕微鏡を使うことではない。さまざまな組織

を繊細な技術で取り扱えるように、手術の全段階を計画し、遂行するという考え方である。実際の顕微鏡手術は、手術室に入る前に注意深く術前計画を立てることで始まり、手術の全ての段階に引き継がれる。心の準備、経験の反復、豊富な微小解剖の知識、質の高い神経麻酔、外科医と直接介助看護師のなめらかな協力、適切な手術戦略とその遂行は、いずれも現代の顕微鏡手術には欠かせない。

本書では、現代の顕微鏡手術の本質について、ヘルシンキでの我々の経験を提示する。また本書では、顕微鏡下脳神経外科手術の基本的な原則と技術の最新のマニュアルを料理本のように提示する。私の経験では、手術がうまくいくかどうかを決めるのは大抵些細な事である。12,000を超える顕微鏡下脳神経外科をこなしてきて、正常解剖を温存しつつ、シンプルでクリーン、かつ迅速に手術することが私の基本原則となった。

Juha Hernesniemi

ヘルシンキ、2010年8月15日



HYKS
HUCS

Töölön sairaala Töölö sjukhus

2. ヘルシンキ大学中央病院 脳神経外科教室

2.1. ヘルシンキ、そしてフィンランドの 脳神経外科の歴史

2.1.1. フィンランド脳神経外科の創始者； Aarno Snellman

フィンランドで初めての脳神経外科手術は、20世紀初頭、Schulten、Krogius、Faltin、Palmen、Kalima、Seiroといった外科医たちによって行なわれたが、Aarno Snellmanこそが、フィンランド脳神経外科の創始者とされている。1932年、フィンランド赤十字病院がMannerheim元帥とその姉のSophie Mannerheimによって外傷治療病院として創立され、1967年までフィンランド唯一の脳神経外科センターであった。現在のヘルシンキ大学脳神経外科教室は、まさにこの病院の中にある。初年度から様々な外傷患者が数多く受診し、訓練された脳神経外科医と専門の看護スタッフの必要性は明らかであった。1935年、外科教授のSimo A. Brofeldtは、当時42歳であった後輩のAarno SnellmanをストックホルムのOlivecrona教授の元に派遣した。Snellmanは半年間ストックホルムに滞在して、Olivecronaの仕事をつぶさに観察した。1935年9月18日、帰任したSnellmanは初の脳神経外科手術を行なった。一般的には、これがフィンランドにおける脳神経外科の本当の始まりとされている。



Figure 2-1. The Finnish Red Cross Hospital (later Töölö Hospital) in 1932.

2.1.2. フィンランドでの血管撮影

初期の手術成績が不良であったのは、不十分な術前診断によるところが大きかった。術前画像診断の重要性を実感したSnellmanは、放射線科の同僚であったYrjö Lassilaを説得して、ストックホルムのErik Lysholm教授のもとへ送った。1936年、Lassilaのヘルシンキ帰任後に初めての脳血管撮影が行なわれた。当時の血管撮影は片側だけのことが多かった。頸部頸動脈の外科的露出を要し、検査手順に時間がかかり、4~6人のスタッフが必要であったからだ（1人が穿刺針を保持し、1人が造影剤を注入し、1人がフィルムを交換し、1人がX線管を操作し、1人は患者の頭部を押さえ、1人が照明を担当していた）。血管撮影は患者にとってきわめて危険度の高い検査であった。初期の44件のうち1例が死亡しており、死亡率は2%であった。もっと想

像しがたい合併症もあった。例えば造影剤を注入しているとき、外科医がX線管からの電気ショックで昏倒したことがあった!! 倒れた時、この外科医はたまたま患者の頸動脈の下に通っていた絹糸を引っ張ってしまい、頸動脈を完全に切断してしまった。幸いにも助手がうまく対処出来た。Snellmanは報告書にこう記している。「この劇的な状況でも、誰にも永続的な後遺症が残らなかった。」1948年以前の脳血管撮影は年間15~20件であったが、1948年末に経皮的穿刺技術が導入されてから、血管撮影の件数は徐々に増加して、1949年には170件を超えた。



Figure 2-2. (a) Professor Aarno Snellman (painting by Tuomas von Boehm in 1953).

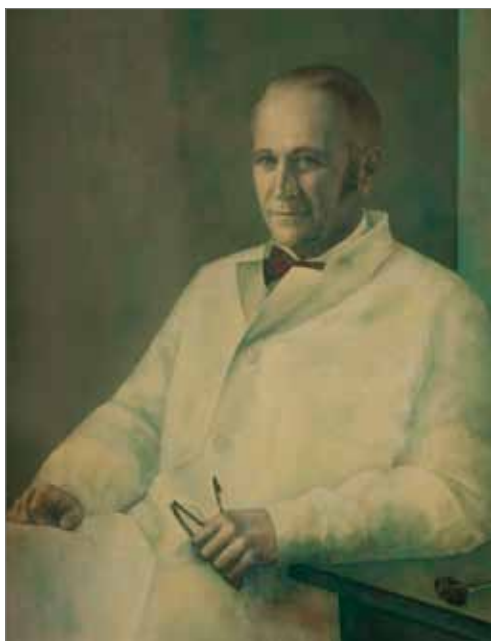


Figure 2-2. (b) Professor Sune Gunnar af Björkstén (painting by Pentti Melanen in 1972).

2.1.3. 第二次世界大戦と1940年代後半

第二次世界大戦はフィンランドの脳神経外科の発展に大きな影響を及ぼした。戦争により一般市民を治療する機会は減ったが、その一方で多数の頭部外傷が発生し、頭部外傷の脳神経外科治療の発展が加速した。当時、フィンランドには他のスカンジナビア諸国から数人の脳神経外科医がボランティアとして留まり、高く積まれた負傷者の山を救おうと働いていた。スウェーデンからはLars Leksell、Nils Lundberg、Olof Sjöqvist、デンマークからはEduard Buschなどであった。戦後、脳神経外科が専門分野として独立する必要性が明らかになった。1947年、Aarno Snellmanがヘルシンキ大学の脳神経外科教授として任命され、同年初めて医学生への脳神経外科の教育課程が組み込まれた。翌年、1940年から脳神経外科で

働き、頭部外傷患者を診ていたTeuvo Mäkeläが、脳神経外科の初代助教授に任命された。1946年、体制に大きな変化が起こった。フィンランド政府が脳神経外科の治療費を負担することを決めたのだ。この決定によって、少なくとも理論的には、全てのフィンランド国民が等しく脳神経外科治療を受けられることになった。制限因子は病院の資源（初期は1病棟しか使えなかった）と、フィンランドの国土の距離が比較的長い事であった。その為初期の頃には、例えば手術治療のために動脈瘤患者が初回破裂から数ヵ月後に受診し、状態の良い患者だけが選ばれていた。脳神経外科は1967年までヘルシンキにセンター化されていたが、この年、Turkuに脳神経外科が設立され、その後 Kuopio (1977)、Oulu (1977) さらには Tampere (1983)が続いた。



Figure 2-3. Neurosurgical units in Finland and the years they were established.

2.1.4. 顕微鏡下脳神経外科手術と 血管内手術

フィンランドで初めて手術用顕微鏡を用いたのは1970年代初頭、TurkuのTapio Törmäであった。1974年、最初の手術用顕微鏡がヘルシンキの脳神経外科に導入された。当時の財務省は顕微鏡を高価で不必要な機器とみなして、購入を1年間ひき伸ばしていた。顕微鏡は初め、動脈瘤、小さな髄膜腫、聴神経腫瘍を手術する脳神経外科医が使用した。研究室での顕微鏡下手術手技のトレーニングは必要とされず、外科医は大抵、手術室でいきなり顕微鏡を使いはじめた。スウェーデンのUmeåからやって来たトルコ生まれの脳神経外科医 Davut Tovi は、1975年1月、ヘルシンキで実習コースを主催した。その間、彼は手術室での顕微鏡の使い方を公開し、術中の光景はテレビモニターに映された。興味深いことに最初の数年間、動脈瘤の顕微鏡下手術の際に術中破裂が起これば、脳神経外科医は「破裂部がもっとよく見えるように」としばしば顕微鏡をはずして肉眼での手術“Macrosurgery”に戻っていた。しかし若い世代はすでに研究室で顕微鏡下手術の訓練を始めており、その中には1976年に初めての動脈瘤を手術した Juha Hernesniemi が居た。彼はおおよそ4,000の動脈瘤をすべて顕微鏡下に手術している。Hernesniemi は1982年にチューリッヒのYaşargilを訪ねたが、その後彼は1983年にフィンランドで初めてマウススイッチが付いたカウンターバランスの顕微鏡を使い始めた。くも膜下出血の既往のある患者の未破裂動脈瘤の手術が1979年に始まり、偶然発見された未破裂動脈瘤患者の手術の最初の論文は1987年に発表された。脳動脈瘤の血管内治療はフィンランドでは1991年に始まった。

2.1.5. 現在への変遷

20世紀末の数十年間、社会、技術、神経画像診断、および医学一般の発展は、もちろん脳神経外科の発達でもあり、ヘルシンキの脳神経外科にも衝撃を与えた。70年代に600件であった年間手術件数は、80年代に入ると約1,000件になり、1990年代前半には1,500件になった。1980年代初期には、ICUで神経症状と患者の意識レベルが厳密に観察されていたが、侵襲的なモニタリングは行われていなかった。この頃は重症患者をルーチンのCTスキャンに運ぶことが、致命的な結果を招いたかもしれない。それでも神経麻酔の飛躍的な進歩が、少しずつ安全かつ安定した脳神経外科手術につながっていった。この分野の進歩は神経集中治療や生命機能の侵襲的モニタリングに衝撃を与えた。ICUにおいても、また重症患者や麻酔中患者の移送中でも -- 例えば頭蓋内圧モニタリングは日常的な事になった。ICUの治療体勢は、生理的修復メカニズムが働いて傷病が自然経過を辿るのを待ちながら、患者を“維持する”ことから、二次的障害の防止に重きをおいた能動的なものに変わった。ヘルシンキにおけるこのような進歩は、神経麻酔科医のTarja Randell、Juha kyttä、Päivi Tanskanen、さらには脳神経外科ICUの責任者であったJuha Öhman (現在Tampere大学脳神経外科の主任教授である)らの功績によるところが大きい。

そうは言っても、1990年代の脳神経外科教室の生活と日常業務は、多くの局面で現在の状況と違っていた。当時、スタッフは6人の上級脳神経外科医と3人のレジデント、65人の看護師のみであった。1日に3~4人の患者が3つの手術室で手術されていた。手術は長時間であった。通常の開頭手術では、頭蓋内の剥離と病巣処置に加えて、アプローチだけで概ね1時間を要し、そして閉創には1~2時間を要した。サポートしてくれる技術

スタッフはおらず、直接介助看護師は1日の終わりに自分で器具を洗浄し、手入れせねばならなかった。それは予定手術が午後から始められないということでもあった。すべての外科医は座って手術をしていた：バランスの取れていない顕微鏡にはマウススイッチが無かった。円蓋部髄膜腫と神経膠芽腫は顕微鏡無しで手術されていた。高齢患者と重症患者への治療姿勢は現在の水準からすればきわめて保守的で、例えば重症くも膜下出血患者は、回復の兆候を示さないかぎり、脳神経外科に入院しなかった。国際的な交流も海外からの訪問者もまれであった。スタッフは国際学会には出席していたが、より長期の海外訪問や臨床フェロシップはほとんどなかった。科学研究は推奨され、多くの古典的なすばらしい科学論文が産み出された。例えば Henry Troupp 教授の脳動静脈奇形の自然経過に関する研究や、Juha Jääskeläinen (現Kuopio大学病院脳神経外科教授)の髄膜腫の転帰と再発率の研究、さらには Seppo Juvela のくも膜下出血の危険因子と、未破裂動脈瘤の出血リスクの研究などである。しかし当時は若いスタッフが研究活動に対する経済的援助を得ることはきわめて難しかった。研究は孤独な仕事だった。脳神経外科教室には今のようないくつかの研究グループは存在せず、文献の集積と科学的評価には時間がかかった。

1997年に新たな主任教授が選定されたとき、それから起こり始めた変化の速さと広がりはおそらく誰も予想していなかっただろう。Juha Hernesniemi は、1970年代から脳神経外科の研修員であったが、およそ20年を他施設 -- 主にKuopio大学病院 -- で過ごしていた。自らのビジョンと夢に沿って脳神経外科教室を作り上げようという、強固な意志と熱意を持って彼はヘルシンキに帰ってきた。わずか3年の間に年間手術件数は

1,600 から3,200 に増え、予算は1,000 万ユーロから2,000 万ユーロに倍増した。どのような仕事でも、新たな指導者またはマネージャーの選出後に“ハネムーン期間”が続くことは共通の事実である。その期間、新たなリーダーは自らの意思で変化を刻もうと熱心に努め、管理機構はある程度この新たに選ばれた人物の意図をサポートする。結局のところ、新たな指導者はまさに同じ管理機構から指導的地位を与えられたからだ。しかしヘルシンキのケースに限っては、管理側は進歩のスピードと量に怖気づいてしまった。脳神経外科の治療対象人口は以前と同じなのに、この患者数の増加はどこから来たのか？ 治療適応は適切なのか？ 治療結果は適切なのか？ まもなく新教授の振る舞いを調べる内部監査が始まった。監査は1年以上続いた。治療適応と成績がフィンランドやヨーロッパ他地域の脳神経外科施設と比較され、ヘルシンキの脳神経外科教室で行なわれる治療が高いレベルにあることが明らかになった。新教授とその積極的な治療方針は、傑出した神経内科主任であった Markku Kaste 教授の絶大な支持も得た。初期の数年間の荒波を超え、病院管理機構と社会全体が、脳神経外科の改革と今に引き継がれる高いクオリティーの業績を高く評価し始めた。

それにしても、これほど空前の変化はどこから来たのだろうか？ 確かにどれだけ優秀で手術が速くても、1人の脳神経外科医だけで年間1,600 件の手術を上乗せすることはできない。スタッフの数は1997年からほぼ3倍になった。今日では、スタッフは16人の上級脳神経外科医、6人のレジデント(9人の研修員)、154人の看護師、3人の手術室技術者、さらには管理事務職員となっている。ICU 病床数は6床から16床に増えた。手術室数は1つしか増えていないが、手術が早くから開始されるようになった。患者の交換は迅速で、長くなった1日の勤務時間をこなせるだけのスタッフがいる。最も顕著な変化は、おそらく

手術全般のペースアップであろう。“世界最速の脳神経外科医”である新任教授によって実例が示されたことが大きい。それまでのやや保存的な治療方針は、きわめて積極的な姿勢に代わった。重症患者にも救命が試みられ、良好な結果が得られる事も多い。患者に回復のポテンシャルがあり、脳神経外科での治療が奏功する可能性があれば、“高齢”は今や脳神経外科への入院を妨げる“レッドカード”でなくなった。

スタッフの増員にもかかわらず、新しい効率的なアプローチによって、勤務は以前より厳しく、長くなった。しかしささか驚いたことに、スタッフはこのような変化にさして抵抗しなかった。チーム全体で傑出した仕事を成し遂げるということが、脳神経外科医にも看護師にも、プロフェッショナルとして大きな満足感と誇りをもたらした。このような変化が受け入れられた背景には、Hernesniemi 教授が管理棟の回廊に隠れてしまうのではなく、自ら日々の臨床業務を懸命にこなしていることが大きかった。もちろん代価は小さくなかった。費やされた仕事量や努力、時間は膨大であった。今後もずっとそうであろうし、さらに計り知れない献身と大志が必要であろう。他に何が変わったか？ 確かにすべての手術で顕微鏡下脳神経外科手術の技術が重視されるようになった。手術はより速く、クリーンになり、標準的な手術での失血は最小限で、次に何をすべきかと思案する時間はほとんど無い。ほとんどすべての手術は立って行われる。すべての顕微鏡にはマウススイッチとビデオカメラが装備されていて、術野を手術室のすべての人が見る事が出来る。手術手技は、ごく基本的な原則から系統的に教育され、精査、分析されて、世界的な脳神経外科の学会や集団に発表される。術後の画像検査は全患者にルーチンで行われ、手術内容の品質管理に役立てる。我々の脳神経外科教室はきわめて国際的になった。長期及び短期の訪問者やフェローは途切れることがなく、毎

年2つの国際的な脳神経外科ライブコースを主催している。スタッフは学会や他の脳神経外科施設に出かけて、教えたり学んだりしている。博士論文の討論相手は世界で最も有名な脳神経外科医から選ぶ。押し寄せる訪問者達がいささか大変に思われる事もあるが、1日の終わりには自分たちの仕事を誇らしく感じる。学術活動は著しく増え、今日では研究資金も潤沢である。最年少のスタッフにも経済的援助がある。フィンランド人社会や国際的な脳神経外科社会では、脳神経外科教室とその主任教授が表に出ることで、確かに支持が得られるようになった。

総じて過去20年間の変化はあまりにも激しくて、信じがたく感じられる。教訓があるとすれば以下のようなものかもしれない：献身と、抵抗に向かい合う忍耐が十分にあれば、ほとんど何でも出来る。より良きもののための変化だという確信があれば、何があってもそれにこだわるべきであり、結果はついてくるだろう。

Table 2-1.
ヘルシンキ大学の脳神経外科教授

Aarno Snellman 1947-60
Sune Gunnar Lorenz of Björkesten 1963-73
Henry Troupp 1976-94
Juha Hernesniemi 1998-

2.2. 現在の教室の構成

2009年現在、脳神経外科は1,562㎡の敷地に、16のICUベッドと2つの一般病棟計50床、4つの手術室を有し、年間に3,200件の手術をこなしている。予定手術は全体の60%のみで、40%は救命救急室からの搬入である。患者の生命や神経機能があやうい症例が多く、全ユニットの治療が極めて急性期の性格を持っている事になる。すべてのユニットで、必要な治療が迅速正確に提供されねばならない。脳神経外科教室のチームは北欧諸国だけではなく、世界的に顕微鏡下脳神経外科手術の水準を押しあげた。動脈瘤や脳動静脈奇形、腫瘍の顕微鏡下脳神経外科手術による治療のために、多くの患者がヨーロッパ各地から送られてくる。ヨーロッパ以外から送られることもある。現在脳神経外科教室は主任教授のJuha Hernesniemiと看護マネージャーのRitva Salmenperä (Figure 2-4)によって運営されており、管理上はヘルシンキ大学病院の手術管理部門の一部門である頭頸部外科部門に属している。ヘルシンキ大学脳神経外科教室は、ヘルシンキ都市圏および周辺のフィンランド南部および南東部地域の200万以上の人々に、脳神経外科の治療と看護を提供する唯一の脳神経外科施設である。市民に対する責務のため、治療された脳神経外科症例には事実上選択の偏りがなく、患者は数10年以上にわたって追跡されている。この2つの事実が脳動静脈奇形や動脈瘤、脳腫瘍等の最も引用数の多い、過去数10年にわたる疫学的追跡調査を作り上げることに役立った。手術と入院患者の治療に加えて、脳神経外科には外来クリニックがある。そこでは2~3人の脳神経科医が経過観察や定期検診、紹介受診の患者を年間約7,000人診ている。

2.3. スタッフ

脳神経外科の成功はチームの努力の賜物である。ヘルシンキ大学の脳神経外科チームは現在、16人の脳神経外科専門医師、7人のレジデント、6人の神経麻酔科医、5人の神経画像診断医、1人の神経内科医で構成される。150人の看護師が様々な病棟で働いている。4人の理学療法士と3人の手術室技師、3人の秘書そして数人の研究助手を擁する。それに加えて、神経病理、神経腫瘍、神経生理、内分泌、および成人と小児の神経内科チームとは密接な協力関係がある。



Figure 2-4. Nurse Manager Ritva Salmenperä

2.3.1. 脳神経外科医

2010年の初頭、16人の脳神経外科専門医が居る。そして1人の神経内科医がヘルシンキ大学脳神経外科で働いている。



Jussi Antinheimo, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 1994, University of Helsinki, Finland;
PhD: 2000, University of Helsinki, Finland, "Meningiomas and Schwannomas in Neurofibromatosis 2"; Board certified neurosurgeon: 2001, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Complex spine surgery; Areas of publications: Neurofibromatosis type 2.



Juha Hernesniemi, MD, PhD
Professor of Neurosurgery and Chairman

MD: 1973, University of Zürich, Switzerland;
PhD: 1979, University of Helsinki, Finland, "An Analysis of Outcome for Head-injured Patients with Poor Prognosis"; Board certified neurosurgeon: 1979, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Cerebrovascular surgery, skull base and brain tumors; Areas of publications: Neurovascular disorders, brain tumors, neurosurgical techniques.



Göran Blomstedt, MD, PhD
Associate Professor, Vice Chairman,
Head of section (Outpatient clinic)

MD: 1975, University of Helsinki, Finland;
PhD: 1986, University of Helsinki, Finland, "Postoperative infections in neurosurgery"; Board certified neurosurgeon: 1981, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Brain tumors, vestibular schwannomas, epilepsy surgery, peripheral nerve surgery; Areas of publication: Neurosurgical infections, brain tumors, epilepsy surgery.



Atte Karppinen, MD
Staff neurosurgeon

MD: 1995, University of Helsinki, Finland; Board certified neurosurgeon: 2003, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Pediatric neurosurgery, epilepsy surgery, pituitary surgery, neuroendoscopy.



Riku Kivisaari, MD, PhD
Assistant Professor

MD: 1995, University of Helsinki, Finland; PhD: 2008, University of Helsinki, Finland, "Radiological imaging after microsurgery for intracranial aneurysms"; Board certified radiologist: 2003, University of Helsinki, Finland; Board certified neurosurgeon: 2009, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Endovascular surgery, cerebrovascular diseases; Areas of publications: Subarachnoid hemorrhage, cerebral aneurysms.



Leena Kivipelto, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 1987, University of Helsinki, Finland; PhD: 1991, University of Helsinki, Finland, "Neuropeptide FF, a morphine-modulating peptide in the central nervous system of rats"; Board certified neurosurgeon: 1996, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Cerebrovascular surgery, bypass surgery, pituitary surgery, spine surgery; Areas of publications: Neuropeptides of central nervous system, neuro-oncology.



Miikka Korja, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 1998, University of Turku, Finland; PhD: 2009, University of Turku, Finland, "Molecular characteristics of neuroblastoma with special reference to novel prognostic factors and diagnostic applications"; Board certified neurosurgeon: 2010, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Cerebrovascular surgery, functional neurosurgery, skull base surgery, neuroendoscopy; Areas of publications: Tumor biology, subarachnoid hemorrhage, neuroimaging, bypass surgery.



Aki Laakso, MD, PhD
Staff neurosurgeon, Associate Professor in Neurobiology

MD: 1997, University of Turku, Finland; PhD: 1999, University of Turku, Finland, "Dopamine Transporter in Schizophrenia. A Positron Emission Tomographic Study"; Board certified neurosurgeon: 2009, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Cerebrovascular diseases, neuro-oncology, neurotrauma, neurointensive care; Areas of publications: Brain AVMs and aneurysms, basic neuroscience.



Martin Lehecka, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 2002, University of Helsinki, Finland; PhD: 2009, University of Helsinki, Finland, "Distal Anterior Cerebral Artery Aneurysms"; Board certified neurosurgeon: 2008, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Cerebrovascular surgery, bypass surgery, skull base and brain tumors, neuroendoscopy; Areas of publications: Cerebrovascular diseases, microneurosurgical techniques.



Mika Niemelä, MD, PhD
Associate Professor, Head of section
(Neurosurgical OR)

MD: 1989, University of Helsinki, Finland;
PhD: 2000, University of Helsinki, Finland,
"Hemangioblastomas of the CNS and retina:
impact of von Hippel-Lindau disease"; Board
certified neurosurgeon: 1997, University
of Helsinki, Finland; Clinical interests:
Cerebrovascular diseases, skull base
and brain tumors; Areas of publications:
Cerebrovascular disorders, brain tumors,
basic research on aneurysm wall and
genetics of intracranial aneurysms.



Minna Oinas, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 2001, University of Helsinki, Finland;
PhD: 2009, University of Helsinki, Finland,
"α-Synuclein pathology in very elderly
Finns"; Board certified neurosurgeon: 2008,
University of Helsinki, Finland; Clinical
interests: Pediatric neurosurgery, skull base
and brain tumors; Area of publications:
Neurodegenerative diseases, tumors.



Juha Pohjola, MD
Staff neurosurgeon

MD: 1975, University of Zürich, Switzerland;
Board certified neurosurgeon: 1980,
University of Helsinki, Finland; Clinical
interests: Complex spine surgery, functional
neurosurgery.



Esa-Pekka Pälvimäki, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 1998, University of Turku, Finland;
PhD: 1999, University of Turku, Finland,
"Interactions of Antidepressant Drugs with
Serotonin 5-HT_{2C} Receptors."; Board
certified neurosurgeon: 2006, University of
Helsinki, Finland; Clinical interests: Spine
surgery, functional neurosurgery; Areas of
publications: Neuropharmacology, functional
neurosurgery.



Jari Siironen, MD, PhD
Associate Professor, Head of section (ICU)

MD: 1992, University of Turku, Finland; PhD: 1995, University of Turku, Finland, "Axonal regulation of connective tissue during peripheral nerve injury"; Board certified neurosurgeon: 2002, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Neurotrauma, neurointensive care, spine surgery; Areas of publications: Subarachnoid hemorrhage, neurotrauma, neurointensive care.



spine surgery. Matti Wäänänen, MD
Staff neurosurgeon

MD: 1980, University of Kuopio, Finland; Board certified general surgeon: 1986, University of Kuopio, Finland; Board certified orthopedic surgeon: 2003, University of Helsinki, Finland; Board certified neurosurgeon: 2004, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Complex spine surgery, peripheral nerve surgery.



Matti Seppälä, MD, PhD
Staff neurosurgeon

MD: 1983, University of Helsinki, Finland; PhD: 1998, University of Helsinki, Finland, "Long-term outcome of surgery for spinal nerve sheath neoplasms"; Board certified neurosurgeon: 1990, University of Helsinki, Finland; Clinical interests: Neuro-oncology, radiosurgery, spine surgery; Areas of publications: Neuro-oncology, neurotrauma,



Maija Haanpää, MD, PhD
Associate Professor in Neurology

MD: 1985, University of Kuopio, Finland; PhD: 2000, University of Tampere, Finland, "Herpes zoster – clinical, neurophysiological, neuroradiological and neurovirological study"; Board certified neurologist: 1994, University of Tampere, Finland; Clinical interests: Chronic pain management, neurorehabilitation, headache; Areas of publications: Pain management, neuropathic pain, neurorehabilitation.



Figure 2-22. Neuroanesthesiologists at Töölö Hospital. Back: Marja Silvasti-Lundell, Juha Kyttä, Markku Määttänen, Päivi Tanskanen, Tarja Randell, Juhani Haasio, Teemu Luostarinen. Front: Hanna Tuominen, Ann-Christine Lindroos, Tomi Niemi

2.3.2. 脳神経外科レジデント

現在9人の脳神経外科レジデントが6年間の脳神経外科訓練プログラムで修練中である。

Juhana Frösén, MD, PhD
Emilia Gaal, MD
Antti Huotarinen, MD
Juri Kivelev, MD
Päivi Koroknay-Pál, MD, PhD
Hanna Lehto, MD
Johan Marjamaa, MD, PhD
Anna Piippo, MD
Julio Resendiz-Nieves, MD, PhD

2.3.3. 神経麻酔科医

ヘルシンキ大学脳神経外科における神経麻酔科のチームは、6人の神経麻酔の専門医が準教授のTomi Niemiによって率いられている。さらに数人のレジデントまたは若いスタッフがそこに加わる。日中は4人の麻酔科医が手術室、2人が脳神経外科ICUで勤務している。麻酔科医と脳神経外科医の協力は手術室の内外で極めて密接であり、1日に2回、ICUで共同回診が行われる。

Tomi Niemi, MD, PhD
Hanna Tuominen, MD, PhD
Juha Kyttä, MD, PhD (1946-2010)
Juhani Haasio, MD, PhD
Marja Silvasti-Lundell, MD, PhD
Markku Määttänen, MD
Päivi Tanskanen, MD
Tarja Randell, MD, PhD



Figure 2-23. Neuroradiologists at Töölö Hospital. From left: Kristiina Poussa, Jussi Laalo, Marko Kangasniemi, Jussi Numminen, Goran Mahmood.

2.3.4. 神経放射線科医

5人の神経放射線科医と1~2人のレジデント、および若いスタッフからなる献身的なチームが准教授のMarko Kangasniemiに率いられている。この神経放射線科医のチームはCT、MRI、DSA等、すべての神経画像診断を担当している。脳血管内治療は、脳神経外科との密接な協力のもとに、神経放射線科医が血管撮影専門室で行っている。毎朝8時30分には共同の神経放射線画像検討会が行われ、すべての脳神経外科医と神経放射線科医が参加する。

Marko Kangasniemi, MD, PhD

Jussi Laalo, MD

Jussi Numminen, MD, PhD

Johanna Pekkola, MD, PhD

Kristiina Poussa, MD



Figure 2-24. Staff of bed ward No. 6, with head nurse Marjaana Peittola (sitting, second from right)

2.3.5. 病棟

脳神経外科教室には2つの病棟に総計50の病床がある。そのうち7床は中間的な看護を行うベッドであり、43床はモニターのない一般病床である。それに加えて2つの個室がある。個室は完全なモニタリングが可能で、必要に応じて集中治療にも使われる。

例えば脊髄外科などの小手術で来院した患者は、通常退院までの比較的短期間、術後1~2日間入院する。例えば脳腫瘍や未破裂動脈瘤のような開頭手術の患者は通常5~8日間、重症病変や脳損傷からの回復を待つ救急患者は最大限2カ月間入院出来る。全患者の平均在院日数は4.6日である。

病棟のスタッフは、それぞれの病棟に1人の看護師長、3人の秘書と45人の看護師からなる看護スタッフで構成される。

病棟とICUには2人の理学療法士が常在する。スタッフは専門職であり、自らの仕事に熱意をもっている。病棟看護師の主要業務の1つは、看護が確実に継続できるように神経学的評価を行い、所見を記録することである。彼女らはまた投薬、栄養、電解質バランスに気を配り、患者からの病歴の聴取、創傷のケア、抜糸、さらには情報提供や家庭での生活指導を行い、患者を教育する。

中間的な病室は、ICUの基準は満たさないが、呼吸器補助を要する患者のためにある。典型例は重度の頭部外傷や急性出血性脳卒中からの回復期の患者である。患者は呼吸に問題があり、さらに呼吸ケアを要し、栄養、精神的不安や痛みの問題を抱えているかもしれない。これらはすべて我々の看護師が看護している。



Figure 2-25. Staff of bed ward No. 7, with head nurse Päivi Takala (left)

1~2人の看護師が常在する。必要な時には看護師は自らの観察に基づいて、脳神経外科医や麻酔科医に知らせる。すべての重傷患者を看護出来るよう、2つの病棟の看護師は中間的な病室で交替する。



Figure 2-26. Staff of ICU, with head nurse Petra Ylikukkonen (front row, third from left).

2.3.6. 集中治療室(ICU)

脳神経外科ICUには14のベッドと、数時間のモニタリングおよび観察のみを要する小手術の患者用の2つの回復ベッドがある。それに加え（多剤耐性微生物の蔓延を防ぐため）重症感染症やスキャンジナビア域外の患者用の個室がある。スタッフは看護師長と59人の看護師、病棟事務職員で構成されている。例外はあるが、ICUでは通常1人の看護師が2人の患者を担当する。小児とその親は特に専属の看護師が担当する必要がある。重症患者や病状が不安定な患者、例えば頭蓋内圧が高い患者や臓器提供者の患者にも専属の看護師がつく。

すべての手術患者は、回復室としての機能もあるICUで処置を受ける。2009年には3,050人の患者がICUで処置された。半数の患者の術後回復期のICU滞在は6時間以内である。ICU看護師は患者のモニタリングを担当し、毎時の神経学的評価を行う。患者の病態にあわせてモニタリングにはバイタルサイン、 pCO_2 、

GCS、 SvO_2 、EEG、頭蓋内圧、脳灌流圧などが含まれる。看護師は痛みや精神的不安の緩和も担当する。脳神経外科医は患者の看護に関する重要な決定を下し、患者やその家族と話し合い、カルテに記録し、ベッドサイドで必要な外科的処置、例えば経皮気管切開、脳室穿刺、ICPモニタリング装置の留置などを行う。神経麻酔科医は投薬、呼吸管理、栄養、検査値のモニタリングを担当する。脳神経外科医と神経麻酔科医、看護師の合同回診は午前と午後の1日2回行われる。専門分野の合同チームには理学療法士や、必要に応じて感染症科、整形外科、顎顔面外科、形成外科など他科の専門医が加わる。

ICUは電子カルテと、コンピューターのデータ集積を備えたきわめて専門的な環境である。ICUの看護師は、生死にかかわる急性疾患や外傷の患者に安全かつ継続的な看護を提供せねばならない。看護師の経歴と経験に応じて、3~5週間の

重症管理オリエンテーションプログラムが指導員のもとで個々に行われ、その後さらに独立した仕事が増えていく。危篤状態の患者、臓器提供者、小児には一般的な手順やプロトコルの経験豊富な看護師が割り当てられる。2~3年後の最終段階にはチームリーダーとなる。ICUの看護師は精力的に交替勤務をこなし、多くは12.5時間に及ぶ長時間の担当時間勤務を選択する。そうすることで通常の8時間交替勤務よりも多くの非番が得られる。ICU看護師は自分達で交替勤務を計画するので、仕事と私生活を適応させやすい。自分達で勤務時間を計画するという原則は全ての病棟に共通であるが、スタッフがきわめて多いICUでは特に上手く機能している。



Figure 2-27. Operating room staff, with head of section Dr. Mika Niemelä (standing in the back), head nurse Saara Vierula (front row, first from right) and head nurse Marjatta Vasama (front row, fourth from right).

2.3.7. 手術室

最近修復改装された区域には4つの手術室がある。多面的に、きわめて専門的かつ過酷な仕事をこなせる素晴らしい環境である。手術室における看護の要点は、自動的と言えるほど迅速な判断や意思決定を要する緊急事態でも、個々の患者を安全に取り扱うことである。

4つの手術室では、(手術部門と麻酔部門に1人ずつ) 2人の看護師長、28人の看護師と3人の手術室技師が勤務している。看護師は直接介助看護師と神経麻酔看護師の2つのグループに分けられている。看護師は二交替性勤務で、2人の手洗い看護師と1人の神経麻酔看護師が午後8時から午前8時まで待機する。ほぼ半数が救急患者なので、待機看護師の実働勤務時間は大抵深夜、またはそれ以後まで続き、翌日はフリーになる。週末には再び待機勤務があり、2つのチームで週末勤務を交替しあう。スタッフは比較的少数である。脳神経外科手術室の仕事はきわめて専門的であり、指導者の監督

下に数カ月以上かけて習熟し、順応する。直接介助看護師の仕事は患者の体位設定（技師や脳神経外科医、麻酔科医と共同で行われる）、術野の準備、布掛け、手術器具準備、ドレッシング等である。麻酔科看護師は麻酔および術中モニタリングの準備を行い、報告と文書作成をとりしきる。さらに患者を神経放射線検査や血管内治療に搬送し、その間の看護やモニタリングを行う。

すべての部署間で、仕事のローテーションが奨励されている。数年間、麻酔または直接介助に専念した後、さらに知識や技術を身につけたい看護師には、直接介助看護師と麻酔科看護師の両方の仕事をこなせるように奨励している。またICUと手術室、ICUと病棟の間にもローテーションがあり、これら3つのユニットすべてに勤務した看護師もいる。

看護学生はすべての部署で継続的な訓練を受けている。将来の被雇用者となる



Fig 2-28. Administrative assistants Heli Holmström, Eveliina Salminen and Virpi Hakala.

2.3.8. 管理部門

かもしれないので、脳神経外科に興味を持ってもらうべく特に注意が払われる。学生と看護師の両方が、単なる仕事としてではなく、生涯の仕事として脳神経外科看護に取り組む事を望んでいる。それによって高いレベルでの満足感と、プロフェッショナルとして進歩するための選択肢が増える。Finnish Association of Neuroscience Nurses (FANN), European Association of Neuroscience Nurses (EANN)、そしてWorld Federation of Neuroscience Nurses (WFNN) とは協力関係が確立している。今日我々の脳神経外科教室が多くの訪問者を受け入れているように、看護師も国内や国外の協力関係を築き、学会に参加し、世界中の同分野の同僚と交流し、興味深い他の脳神経外科施設を訪問出来る。

管理フロアには、少数ながら不可欠の脳神経外科職員が居る。ここでは3人の秘書；Virpi Hakala, Eveliina Salminen, Heli Holmströmが 無数の事務処理を確実にこなしている。例えば患者の紹介状を確実にかつ適時に処理したり、全スタッフが給料を受け取れるようにしたり、外国からの訪問者の要望に対応したり、Hernesniemi 教授の極めて多忙なスケジュールが土壇場で変更になっても、航空券やホテルの予約を新たに作り直したり…。言わば重要性が認識されにくい仕事である。これらの仕事は“舞台裏で”あまりにも円滑かつ専門的に処理されるから、脳神経外科教室を円滑に運営する為の膨大な仕事量には気が付くことすらない-- 何か不具合が生じて、どうしようもなくなるまでは！



Fig 2-29. Overview of the OR1



2.4. 手術室

2.4.1. 手術室の設計

ヘルシンキの手術室全体は脳神経外科に特化している。4つに区切られた手術室が半円形に配置されている。手術室全体は現代の顕微鏡下手術に対応して2005年に一新された。効率的な仕事の流れに重点を置き、開放的で魅力的な雰囲気と、高性能の視聴覚機器を備え、教育に重きをおいて改装された。その他にも手術室には倉庫、麻酔科医及び看護スタッフの事務所、図書スペースのある会議室、さらには手術室全体のロビーに講義が出来るスペースがある。どの手術室も構成が同じで、1つの手術室から別の手術室へ装備を移し易い。それぞれの手術室からライブのビデオ画像がロビーにある大きなスクリーンに写しだされる。すべての手術室は毎日午前8時から午後3時まで使われ、そのうちの1つは午後6時まで、もう1つは緊急症例のため24時間連続で稼動している。

ヘルシンキの手術室は麻酔室も兼ねている。他の国や他の施設ではこれらを分けている所もある。同じ部屋を使う利点は患者の移送とそれに伴う危険が無くなることである。欠点は適切なスペース、保管、装備、さらには手術室と麻酔室の両方の機能環境が必要なことである。私たちの経験では麻酔室を分離してセーブできる時間は、実際の手技や、患者の移送、すべてのケーブルやラインを接続するための時間に比べれば、ごく限られたものである。両方の選択肢を試みた結果、ヘルシンキではすべての麻酔と体位設定を手術室で行うことにした。

2.4.2. 手術室の環境

どこであれ、手術室の雰囲気、手術の成功と失敗を分けてしまう事があるが、現代の顕微鏡下脳神経外科手術でもそれは同じである。チーム全員が互いを尊重しあうことは、より良い雰囲気を作り上げるための基本要因になる。ヘルシンキでは、脳神経外科手術に精通し、熟練した看護師を重要な資産であると考えている -- 常に何も言わなくても適切かつ必要な器具が直ちに外科医に手渡される。仕事をする雰囲気と環境はチームの内側からは評価しにくい（特にそれが良いかどうかという事に関しては！）ので、広い視点を持つ訪問者の証言を掲載しておく。Dr. Mansoor Foroughiはこのような感想を記している：

「社会主義の理想的な健康管理システムは最良のケアを最小限のコストで提供することとされている。Juha Hernesniemi の教室とヘルシンキでは、経済的なもの以外に、人的因子が大きいことを経験した。これらは一種のプロ意識、価値観、労働者の尊厳、士気、より良いものに属するという感覚、連帯感、幸福感、さらには助け合いの精神である。このような因子をコスト削減のために軽んじたり、犠牲にしてはならない。ここで働くプロフェッショナルたちは、彼らの体重と同じ重さの黄金以上の価値がある。きつい仕事量や数多くの訪問者にもかかわらず、彼らは幸福そうだ。これまで私が訪れた他の施設と比べてもそう言える。私達が聞いたところよりも明らかに、彼らはもっと多くの金銭や経済的報酬に値する。長い訓練を経て特殊技術を身につけ、長時間懸命に働く人達にはすべての社会がもっと報いることが望ましい。」

「スタッフからは、自分がこれまでどのような職場で働いて来たのか、そうして

心から望んで最後にここに落ち着くことになったという話をよく聞く。その理由は下記のようなものである：

-- 彼らは自分達が評価され、感謝されていると感じている。外科医は、特に難しい手術や長時間の手術後には、いつも手術室スタッフに心からの感謝を示す。装備のトラブルであろうが音楽の選択であろうが、スタッフはいつも話を聞いてもらい、その希望や関心を心に留めてもらう。直接介助看護師は、難しい複雑な手術の後で、Juhaから優しく小突かれるなどの、感謝のジェスチャーを待っている。確かに自分達が違いを生み出しているという感覚があるからこそ、正確かつ効率的に手術器具を渡し、注意深く指示を聞き、必要に応じて速やかに器具を準備し、（手術室に装備されたすばらしいAV装置を使って）術野を注意深く観察し、円滑かつ正確にバイポーラペダルを操作し、閉創時に縫合をサポートし、ドレッシングを行う。要するに、自分たちに価値があり、違いを産みだしているという感覚があるからこそ、多くの仕事をこなしたいと望むのである。

-- プロ意識と行動基準について：どのような状況でも、無礼で不謹慎な振る舞い、平静の喪失、絶叫、威嚇、号泣、精神的苦痛、粗暴な態度を目撃したフェローは1人もいない。文化的伝統的に手術を妨げるようなおしゃべりや叫び声に慣れている訪問者にとっては、考え難いことである。日常的に外科的「芸術家気質」の表現を受け入れている訪問者も居る。それに対してここでは、機器が動かない、器具が渡されない、バイポーラがタイミングよく操作されない、面倒な器具や高価な物品の要求が妥当かどうか看護スタッフが疑問を呈する、等々不満を抱いたり悩んだりする外科医を見たことが

ない。外科医の求めに応じて必要なものは、直ちにかつ効果的に供給される！」

「事業計画で仕事に対する満足度を定量化することや、何らかの採点制度や調査によってスタッフの幸福度の重要性を強調することは難しい。しかしヘルシンキを訪れてスタッフと話してみれば、仕事が好き、そのリーダーと共に働くことが楽しいがゆえに、皆が満足し、その手際が素晴らしいということに気づくであろう。世界に向けての模範となるものである。」

「ここには秩序、平和、集中、そして専門家意識が満ちている。麻酔科医、脳神経外科医、看護スタッフ、助手のすべてが互いに意思疎通をはかる必要があるが、人の脳に顕微鏡下脳神経外科手術を遂行している脳神経外科医には、思いやり、敬意、礼儀があつてしかるべきだ。外科医の感覚は研ぎ澄まされているので、周辺の環境に極めて敏感になっている。突然の妨害、大きな雑音、電話での会話、大声のおしゃべりは危険になる。雑音は抑えられ、丁寧かつ適切に処理される。長時間にわたって良い仕事をしたいのなら、不安や心配、緊張感もスタッフの士気や幸福感にとって良くないし、伝わるべきではない。誰もが平静で互いを尊重しあい、混乱を避けている。ヘルシンキの手術室では、誰が手術をしてもおしゃべりが邪魔になることはない。北欧の平静やプロ意識と、例えばラテン系の感情表現や騒がしさとの違いが実感される。1つのチームとして良い手術に集中し、良い手術を進めたいのならヘルシンキシアター（手術室）の雰囲気学ぶべきだ。皆が穏やかで互いを尊敬しあいながら、基本的な自由が許容されている。基本的自由とは、静かに入退室し、気楽に座ったり立ったり、術野をしっかりと見られることである。ここにはどんな時でもチームと患者への大きな気配りと敬意がある。」

「音楽の使用を禁止しているシアタ

ー（手術室）もあるが、Juhaのシアターでは、1つのラジオ局を選んで、あまり特色の無い穏やかなBGMを流している。音楽によってスタッフはリラックスし、シアター内の潜在的な緊張がやわらぐ。もし脳神経外科医、麻酔科医、あるいは直接介助看護師が音楽を消したいか、音量を落としたいと思えば、そうしてもかまわない。確かに音楽を好み、リラックスできるというスタッフは多い。選ばれるのはあるフィンランド語放送局だけである。極度の集中や、迅速な行動と反応がチームに求められるときには、ラジオは消される。テンポラリークリッピングの間とか、動脈瘤が破裂して出血している時などである。練達の手術をじっと見ているうちに、訪問者やフェローの記憶には、ラジオから流れる旋律や歌、コマーシャルまでもが刻まれることがある。いかにして聴き、いかにして聴かないかを学ぶまでは！見学に来た外科医は音楽に癒されているが、大抵は音楽に関心を示していないようだ。彼は世界から切り離され、手術の瞬間を生きている。そこにはいかにして自分を鍛え、いかにして自分の感覚と周囲の人々との折り合いをつけるかという教訓がある。」



3 麻酔

Tomi Niemi, Palvi Tanskanen, Tarja Randell による

ヘルシンキ大学中央病院、Töölö病院神経麻酔科には6人の神経麻酔科医がいる。毎日4人の麻酔科医が、脳神経外科手術室と血管内治療部門で働いており、そのうち少なくとも2人は神経麻酔科専門医である。更に2人が（少なくとも1人は神経麻酔科専門医）脳神経外科ICU、および必要に応じて救急室（ER）で働く。周術期麻酔管理には、術前評価、手術室での患者管理、ICUでの術後管理、そして必要であれば病棟での術後管理が含まれる。それに加えて夜間当直の3人の麻酔科医のうち、ひとりが神経麻酔と神経集中治療を担当する。

フィンランドのシステムでは、臨床プロトコールと個々の麻酔科医の指示に応じて、神経麻酔看護師が手術室、および血管内治療室で患者を見るように訓練されている。麻酔科看護師は麻酔の導入と覚醒にあたって麻酔科医を介助する。また麻酔科医は常に体位設定に立会う。麻酔の維持は概ね看護師が管理するが、麻酔科医はいつでも対応できるし、臨床的に必要なら現場にとどまる。

神経麻酔の原則は、脳血流量(CBF)、脳還流圧(CPP)、脳二酸化炭素(CO₂)反応性、そして代謝カップリングの一般的な知識に基づいているが、これらはどれも日常の麻酔中には持続的にモニターできない。ほとんどの予定開頭手術の患者では、病状に関わりなく頭蓋内圧(ICP)がICPコンプライアンス曲線の急勾配部分にあり、圧増大を補償する予備能は最小限であるという仮定に基づいて我々は診療を組み立てている (Figure 3-1)。しかし、ひとたび硬膜が開けば、ICPはゼロであると考えられ、平均動脈圧(MAP)がCPPと等しくなる。麻酔科医は、麻酔前、麻酔中に中枢神経系(CNS)の病変に応じてこのような生理的原則を評価し、周術期に使われる全薬剤の影響を理解せ

ねばならない。

神経麻酔の目的は治療の間、中枢神経系への最適な灌流と酸素供給を保つことである。我々は術中に様々な方法を用いて (Table 3-1) 良好な外科的環境、すなわち緊張の低い状態の脳を作りだすことを目指している。ほとんどの麻酔薬は筋電図(ENMG)、誘発電位、脳波(EEG)のモニタリングを妨げることがわかっているので、ある種の手術では神経生理的モニタリングがやりがいのある仕事となる。最後にヒトでの強い科学的証拠はないが、我々は麻酔そのものが神経保護をもたらすという考えを信じたい。

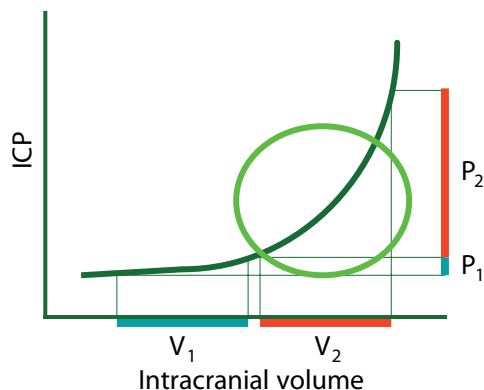


Figure 3-1. Intracranial pressure (ICP)-compliance curve indicating the relation of intracranial volume and ICP. On the steep part of the ICP-compliance-curve, the patient has minimal reserve to compensate for any increases in the ICP

Table 3-1. Helsinki concept of slack brain during craniotomy

Positioning

Head 15–20 cm above heart level in all positions
Excessive head flexion or rotation is avoided → ensures good venous return

Osmotherapy

One of the three options below, given early enough before dura is opened

Mannitol 1g/kg i.v.

Furosemide 10–20 mg i.v. + mannitol 0.25–0.5 g/kg i.v.

NaCl 7.6% 100 ml i.v.

Choice of anesthetics

High ICP anticipated → Propofol infusion without N_2O

Normal ICP → Propofol infusion or volatile anesthetics (sevoflurane/isoflurane $\pm N_2O$)

Ventilation and blood pressure

No hypertension

Mild hyperventilation

Note! With volatile anesthetics, hyperventilate up to $PaCO_2 = 4.0\text{--}4.5\text{ kPa}$

CSF drainage

Lumbar drain in lateral park bench position

Release of CSF from cisterns or third ventricle through lamina terminalis intraoperatively

EVD if difficult access to cisterns

3.1. 一般的な生理的原則とそれらの麻酔への影響

3.1.1. 頭蓋内圧

特に頭蓋内容積が急変して、代償機構が制限されていそうな場合、硬い頭蓋は神経麻酔の臨床診療にとって難題となる。脳脊髄液(CSF)の脊髄くも膜下腔への移行、動脈 CO_2 分圧の最適化による頭蓋内動脈血量の減少、至適頭位と、頭部を心臓より高く挙上する事による脳静脈還流の確保、あるいは浸透圧療法などによって、頭蓋内占拠病変の外科的摘出に先だって、より大きなスペースが得られるかもしれない。

すべての吸入麻酔薬には脳血管拡張作用があり、代償機構を使い果たしている場合、軽度の過呼吸無しでは著明なICP増大をもたらすだろう。特にこの危険な時期には正常呼吸または軽度の過呼吸が確保されないので、吸入麻酔薬による麻酔の導入はヘルシンキの麻酔科では禁忌である。また麻酔導入では1MAC(最小肺泡濃度)上限を超える濃度の麻酔薬が必要である。頭蓋内圧亢進を示す頭蓋内占拠性病変が認められる症例や、術中脳

腫脹の症例では、チオペンタールでの導入後にプロポフォールで麻酔を維持する。吸入麻酔薬はこのような状況では禁忌である。プロポフォールはICPを低下させる事がわかっているので、プロポフォールを使用する場合は常に過呼吸は禁忌である。笑気(N_2O)は含気腔に拡張して拡張したり、拡張出来ない場合は圧増大をもたらすことがわかっている。したがって2週間以内に開頭手術を受けた患者や、術前CTで気脳症がみられる患者では N_2O は禁忌である。このような患者では N_2O を使うと、頭蓋内の気泡が拡張してICPが亢進するだろう。

3.1.2.脳血流量の自動調節

CPPが適切であるかどうかは個々に評価せねばならない。ほとんどの脳神経外科患者では、CBFの自動調節能が少なくとも部分的に欠けているか損なわれているので、CBFは全身動脈血圧と直線的に相関する (Figure 3-2)。さらにCBF-CPP自動調節曲線は右にも (特にくも膜下出血の患者) 左にも (小児や動静脈奇形の患者) 偏移することがあり、適切なCBF (Figure 3-3)を確保するためには通常より高い、あるいは低いCPPが必要かもしれない。その上交感神経活動の亢進、慢性高血圧、肝機能不全、感染あるいは糖尿病によってCBF自動調節能が損なわれるだろう。

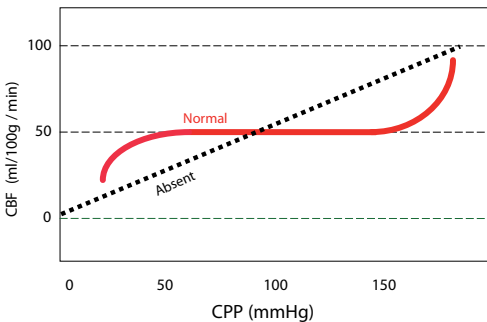


Figure 3-2. Normal or absent autoregulation of cerebral blood flow (CBF). CPP, cerebral perfusion pressure

自動調節能の限界は、CBFに対するMAPの増大または低下の影響を、ICP(またはCBF)を測定する事により評価される。静的な自動調節能は一定間隔のMAPの変化に対するICP(またはCBF)の増減率で表現される。動的自動調節能は急速なMAPの変化に対するICP(またはCBF)の(秒単位の)変化の割合を意味する。健全な自動調節能の存在や自動調節能の限界は、日常の麻酔臨床においては計算できないので、我々は個々の状況を仮定してかからねばならない。くも膜下出血や急性脳損傷の患者では、自動調節能は低下

しているか、機能していない可能性があるが、他の脳神経外科患者では正常かもしれない。結果として我々の治療は、正常血圧または算出されたCPPが60mmHg以上を目標としている。ただし、くも膜下出血の患者では自動調節能の下限はもっと高いかもしれない。

揮発性の麻酔薬は用量依存性に自動調節能を損なうことが知られているが、静脈内麻酔薬剤には総じてこのような作用がない。イソフルレンとセボフルレンはそれぞれ1.0 MACおよび1.5 MACまで投与できるが、デスフルレンは0.5 MACでも自動調節能を損なう。それゆえ神経麻酔にはイソフルレンとセボフルレンがふさわしく、酸素-笑気混合でも酸素-空気混合でも投与できる。笑気を使えば目標麻酔深度がより少量のガス濃度で得られる。高濃度の吸入麻酔薬はすべて全般的けいれん活動を誘発しうることを考えれば、ガスの混合物に笑気を加えることは有利である。笑気の賛否は3.4節 (麻酔の維持: 53ページ〜) でも議論している。神経麻酔ではセボフルレン吸入濃度が3%を超えることは推奨されない。

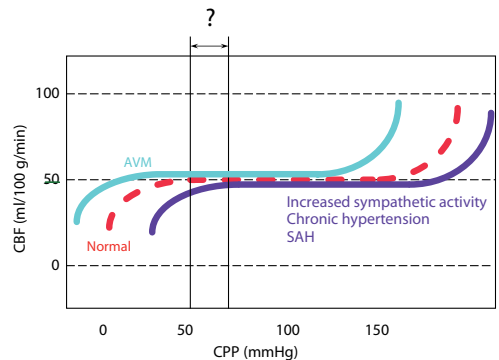


Figure 3-3. The assumed shift of the cerebral blood flow (CBF)- cerebral perfusion pressure (CPP)-autoregulation curve in subarachnoid hemorrhage (SAH) or in arteriovenous malformation (AVM) patients. The safe limits of the CPP must be assessed individually

3.1.3. CO₂反応性

臨床的に重要なもう1つのCBFの調節因子は、動脈内CO₂分圧(PaCO₂)(脳CO₂反応性)である。我々は総じて麻酔中は正常呼吸としている。高い頭蓋内圧(ICP)の患者や著しい脳腫脹の患者では、軽度の過呼吸とすることもある。しかし脳虚血を避けるため、PaCO₂を4.0kPa (30mmHg)以下に下げてはならない。ICUでさらに低いPaCO₂が必要な場合には、過剰な血管収縮によって起こりうる脳虚血を検出するため、脳組織酸素分圧によって全脳の酸素飽和度をモニターすべきである。臨床現場では低血圧中の脳CO₂反応性の障害をしっかりと見ることが極めて重要である(Figure 3-4)。高CO₂血症による脳血管拡張反応(CBF↑, ICP↑)や、低CO₂血症による脳血管収縮反応(CBF↓, ICP↓)は低血圧の患者では損なわれている。低血圧の患者では、PaCO₂分圧が変化しても、CBFとICPは変化しないだろう。CBFに対するPaCO₂の影響とは対称的に、PaO₂が低酸素血症の危険域である8kPa(60mmHg)を超えていれば、PaO₂はCBFに悪影響を及ぼさない。著しいCBFの増加は、PaO₂が極めて低いとき、例えば6.0 kPa(45mmHg)を下回るときに見られる。

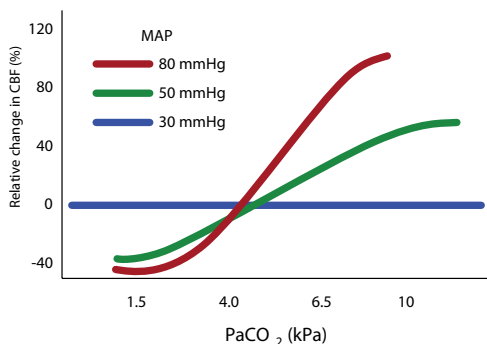


Figure 3-4. The effect of arterial carbon dioxide tension (PaCO₂) on cerebral blood flow (CBF) at various mean arterial pressure (MAP) levels

CO₂反応性は様々な病的状態によって障害されると、麻酔薬にむしろ抵抗する。ICP亢進の患者や代償機構が限られた患者では、緩やかなPaCO₂上昇でも、さらなるICPの著しい亢進をもたらしかねない。それゆえ、例えば挿管時や離脱時などの無呼吸の時間帯は出来る限り短縮せねばならない。PaCO₂上昇は、術後頭蓋内出血や有害な頭蓋内圧亢進をもたらしかねないので、開頭患者で覚醒期の低換気を避けることは絶対的な原則である。

3.1.4. 脳代謝カップリング

3つ目に臨床的に重要な神経麻酔的側面は脳代謝カップリングである。CBFは脳組織の代謝需要で調節される（脳賦活時のCBF↑、安静時ないしは睡眠時のCBF↓）。脳細胞の代謝のうち、40~50%は細胞の基礎代謝、50~60%は電気的活動によってひきだされる。電気活動は麻酔薬（チオペンタール、プロポフォール、セボフルレン、イソフルレン）で止められるが、電気活動と細胞の基礎代謝の両者を抑えられるのは低体温のみである。プロポフォールはカップリングを維持するようだが、揮発性薬剤はそうではない。N₂Oはカップリング障害を減じるようだ。カップリング障害は代謝需要を超えたCBFの過剰を引き起こす（luxury perfusion）。

Table 3-2. The effects of anesthetic agents on cerebral metabolic rate for oxygen (CMRO₂) cerebral blood flow (CBF), intracranial pressure (ICP) and cerebral arterial vasodilatation.

	CMRO ₂	CBF	ICP	vasodilatation
Isoflurane	↓↓	↑ (↔*)	↑ (↔*)	+
Sevoflurane	↓↓	↑ (↔*)	↑ (↔*)	+
N ₂ O	↑	↑	↑	+
Thiopental	↓↓↓	↓↓↓	↓↓	-
Propofol	↓↓	↓↓	↓↓	-
Midazolam	↓↓	↓↓	↓	-
Etomidate	↓	↓	↓	-
Droperidol	↓	↓	↓	-
Ketamine	↑	↑↑	↑↑	+

*with mild hyperventilation

3.2. 麻酔のモニタリング

日常の神経麻酔では、侵襲的なモニタリングを行う前に心拍数、心電図(第II誘導、V5誘導を追加する事もある)、末梢酸素飽和度、非侵襲的な動脈血圧等がモニタリングされる(Table 3-3)。すべての開頭術患者、あるいは血液ガス分析を繰り返しながら血行動態の正確なモニタリングを行う必要がある病状の場合には、直接血圧測定のため焼骨動脈や大腿動脈にカニューレを留置する。

侵襲的動脈血圧のトランスデューサーセットは、モンロー孔の高さで零点に設定する。座位の手術であっても中心静脈圧(CVP)測定のための中心静脈ラインや、空気塞栓のリスクに対する右心房カテーテルはルーチンには留置していない。手術室やICUで血管作動薬を投薬中の患者や、大量輸液を要する患者では、動脈内および中心静脈内カテーテルを使って(動脈圧波形から算出した心拍出量, Vigileo™やPicco™) CVP、心係数、全身血管抵抗をモニターすることがある。毎時尿量はすべての開頭術の患者で測定する。

サイドストリームスパイロメーターと気道ガスパラメータ(吸気O₂、ET(end-tidal)CO₂とO₂、ETセボフルレン、ETイソフルレンおよびMAC)は気管内挿管後にモニターする。換気および気道内ガスは、挿管チューブの先端から20cmの距離で、フィルターと柔軟なチューブを備えた連結管の位置で呼吸回路から測定する。軽くて使い捨ての呼吸回路を使えば、患者の体位設定の時に気管内チューブが動くリスクが少なくなる。挿管チューブのカフ圧は持続的に測定する。

深部体温は咽頭用の温度計を使って全患者を測定し、脳血管バイパス術や微小血行再建術の患者では末梢体温を指で測定する。麻酔中はPaCO₂、PaO₂を最適に保つため、温度未補正の血液ガス分析を

ルーチンで行う。硬膜の切開前に、脳室穿刺や脳実質内トランスデューサーでICPを測定することもある。座位や半座位では、右房内空気塞栓を検出するため前胸部用のドップラー超音波プローベを胸骨のすぐ右の第5肋間に貼付ける。

筋弛緩薬は神経刺激装置(四連刺激(TOF)またはダブルバースト刺激(DBS))を使ってモニターする。攣縮反応は麻痺の可能性の無い腕で評価する。

Table 3-3. Routine monitoring for craniotomy
• ECG • Invasive blood pressure (zeroed at the level of Foramen Monroe) • SpO₂ • EtCO₂ • Side stream spirometry, airway gas monitoring • Hourly urine output • Core temperature • Neuromuscular blockade • CVP and cardiac output (with PICCO™ or Vigileo™) – not monitored routinely*
* only in major bypass surgery, in microvascular free flaps in skull base surgery or if medically indicated.

3.3. 術前評価と麻酔導入

ほとんどの場合、術前評価は予定手術の前日に行うが、複雑な症例では患者を別の日に病院に呼び出す。診察に加えてECGと臨床検査を行う(Table 3-4)。治療の遅れが患者の神経学的転帰を悪化させない限り、患者の健康状態の改善を優先するのが賢明である。

予定手術の患者が意識清明の場合には、ある種の特殊な処置（例えば神経生理学的モニタリング下でのてんかんの手術）を行う場合を例外として、経口でジアゼパムを前投薬する。小児ではミダゾラムを前投薬する。自発呼吸のある患者では呼吸抑制とCO₂蓄積がICP上昇をもたらしかねないので、オピオイドを術前に投与しない。抗けいれん剤は術前に中断しない。ただしてんかん手術を予定した患者では、皮質脳波で術中にてんかん焦点を局在化できるように、抗けいれん剤の用量またはタイプを術前に変更することがある。その他の処方薬は個別に考慮する。抗血栓剤の中止については3.9.4.項で論じる。

麻酔導入前には、グリコピロレート0.2mgの静注を推奨している。開頭術ではフェンタニル（5~7 μg/kg）およびチ

オペンタール（3~7mg/kg）の静脈内投与で麻酔を導入する。抗けいれん性が証明されているチオペンタールをプロポフォルより優先する。フェンタニルの用量（5~7 μg/kg）は覚醒遅延をおこすことなく、喉頭鏡と挿管での血行動態的反応を十分に抑制できる。手術で経鼻挿管が必要でないかぎり経口気管内挿管を行う。ラリンジアルマスクのような声門上でのエアウェイは使わない。挿管チューブは内頸静脈を圧迫しない様にテープでしっかり固定する。

低血圧（推定CPP<60mmHg）を呈する場合は、フェニレフリン（0.025~0.1mg）またはエフェドリン（2.5~5mg）の静脈内投与を増量して直ちに補正する。挿管後には呼気終末陽圧（PEEP）を伴わない機械的従量式調節換気を血行動態の変化とETCO₂に応じて調節する。その後にはガス交換を動脈血ガス分析で確認する。揮発麻酔薬は軽度過呼吸を確認するまで投与しない。

筋弛緩薬としてロクロニウムを使う。神経生理学的なモニタリング（運動誘発電位；MEP）をすぐに準備せねばならない患者や、気道確保困難が想定される患

Table 3-4. Preoperative assessment by the anesthesiologist

Coagulation profile

Normal → proceed normally
Abnormal → corrective steps

Consciousness

Normal → proceed normally
Decreased → no sedative premedication, plan for delayed extubation at NICU

Neurological deficits

Lower cranial nerve dysfunction → warn patient of prolonged ventilator therapy and possible tracheostomy

Pre-op CT/MRI scans

Normal ICP → proceed normally
Signs of raised ICP → plan anesthesia accordingly
(mannitol, choice of anesthetics)

Planning of approach and positioning

I.v.-lines, arterial cannula in appropriate extremity
Easy access to airways
Possibility of major bleeding → have blood cross checked
Special techniques will be employed (e.g. adenosine)
→ prepare accordingly

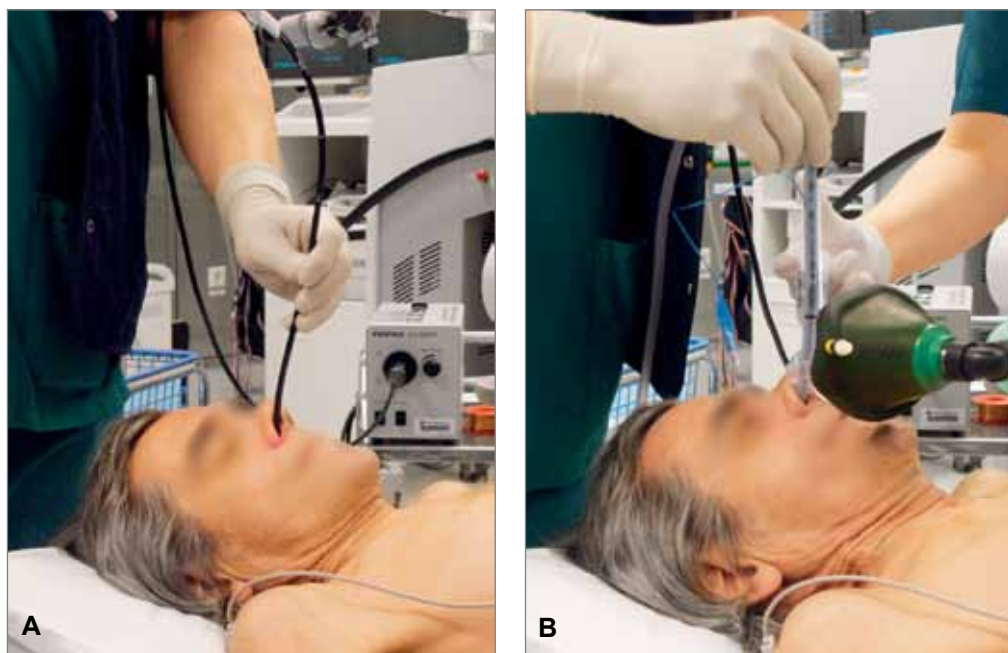


Figure 3-5. (a-c) Nasal endotracheal intubation under local anesthesia and light sedation in a patient with instability of cervical spine, performed by Dr. Juhani Haasio (published with patient's permission)

者では、禁忌でない限り挿管を容易にするためサクシニルコリンを使用する。挿管困難が想定される患者や、頸椎の不安定性がある患者では、局所麻酔と軽い鎮静(フェンタニル0.05~0.1mg静脈内注射、ジアゼパム2.5~5mg静脈内注射)のもとファイバースコープで経鼻挿管を行う(Figure 3-5)。経鼻挿管の経路の局所麻酔は4%リドカインまたはコカインを浸した綿棒で行い、喉頭、咽頭、気管の局所麻酔には4%リドカインを経気管的に注入するか、ファイバースコープを通じてスプレーする。



3.4. 麻酔の維持

麻酔法は中枢神経の病変と様々な麻酔薬のCBF、ICPへの影響を考慮して選ぶ(Table 3-2)。患者は2つのカテゴリーに大別される：1) ICP上昇のサインが全くない、待機的開頭術が予定された患者。2) 高いICP、あらゆる急性外傷や頭蓋内出血等 (Table 3-5) の患者である。時には特別なアプローチを選ぶ必要もある。

脳腫脹やICP上昇の兆候が全くない場合にはN₂Oまたは空気を混じえた酸素にセボフルレンまたはイソフルレンを1.0 MACまで投与して麻酔を維持する。我々の臨床では、通常吸入麻酔の一つとして笑気(N₂O)を使っている。N₂Oを使えばより低濃度のセボフルレンまたはイソフルレンで十分な麻酔深度(1.0 MAC)が得られる。バルビツレート、ベンゾジアゼピンまたはプロポフォールを併せて静脈内注射すれば、N₂Oの脳血管拡張作用が鈍くなることに留意すべきである。N₂Oの溶解性は低いので、麻酔からの覚醒が速い。我々は手術終了までN₂O投与を続ける。N₂Oは硬膜閉鎖の前に頭蓋内空気と平衡する。そのためひとたび硬膜が閉じられ、N₂O投与を止めればN₂Oが血流に拡散するので頭蓋内の空気は減少して行く。脳神経外科の手術中にN₂Oを使用しても、長期的な神経学的あるいは神経生理学的な有害事象は生じない。静脈内空気塞栓(VAE)のリスクが高い場合、数週間以内に再開頭手術を受ける場合、重度の心血管病変や過剰な体腔内空気 (例えば気胸、腸閉塞や消化管穿孔)のある患者では、N₂Oは禁忌である。

急性脳傷害または手術中に脳の緊張が高い等、ICPが高い兆候がある患者では、吸入麻酔薬を使用せず、プロポフォールの投与(6~12mg/kg/hr)で維持する。すべての吸入麻酔薬を中断すれば、それ以上の追加治療無しに速やかに脳腫脹が改善する事がある。しかし、もし脳

が腫れ続けて硬膜切開部から脳組織が隆起してくる危険性があれば、マンニトールや高張生理食塩水、チオペンタールを投与する。一時的な深い過呼吸(PaCO₂ 3.5kpa (25mmHg))と頭部挙上も脳のうっ血を改善しうる。

術中の鎮痛には、フェンタニル(0.1mg)静脈内注射、またはレミフェンタニル(0.125-0.25 μg/kg/min)持続注射のどちらかを行う。一般に術後調節呼吸を要する患者ではフェンタニル、術直後に抜管が予定される患者ではレミフェンタニルを選択する。手術中の痛み刺激に応じてオピオイドの用量を調整する。レミフェンタニルは痛みで誘発される血行力学的反応を効果的に遮断するので、高血圧を防ぐために、予想される痛み刺激に先だって0.05~0.15mgをボーラス投与する。頭部固定ピンを装着する前にはレミフェンタニルのボーラス投与を推奨する。覚醒している患者を除き、頭部固定ピンの位置に通常局所麻酔は行わない。皮膚切開部にはアドレナリンを加えたロピバカインとリドカインの混合液を浸潤させる。開頭手術で最も痛みが強いのは、軟部組織の操作と創の閉鎖である。フェンタニルの少量反復投与には注意を要する。大量1回投与と比べて少量の瞬時投与を繰り返す場合には、総量が同じでも血中濃度が著明に高くなりうるからだ。血圧または心拍数の急変は直ちに脳神経外科医に知らせるべきである。ある種の脳領域の手術操作が血行力学的異常を誘発することがあるからだ。筋弛緩薬は必要に応じてロクロニウムのボーラス投与で維持する。

Table 3-5. Anesthesia in Helsinki Neurosurgical OR

Preoperative medication

- Diazepam 5–15 mg orally if normal consciousness
- In children (>1 year) diazepam or midazolam 0.3–0.5 mg/kg orally (max. 15 mg)
- Regular oral antiepileptic drugs
- Betamethasone (Betapred 4mg/ml) with proton pump inhibitor in CNS tumor patients
- Hydrocortison with proton pump inhibitor in pituitary tumors
- Regular antihypertensive (excluding ACE-inhibitors, diuretics), asthma and COPD drugs and statins
- Insulin i.v., as needed, in diabetic patients, B-gluc aim 5–8 mmol/l

Induction

- One peripheral i.v. cannula before induction, another 17-gauge i.v. cannula in antecubital vein after induction
- Glycopyrrolate 0.2 mg or 5 µg/kg (in children) i.v.
- Fentanyl 5–7 µg/kg. i.v.
- Thiopental 3–7 mg/kg i.v.
- Rocuronium 0.6–1.0 mg/kg i.v. or succinylcholine 1.0–1.5 mg/kg i.v.
- Vancomycin 1 g (or 20 mg/kg) i.v. in 250 ml of normal saline in CNS surgery, otherwise cefuroxime 1.5 g i.v.
- 15% mannitol 500 ml (or 1g/kg) as indicated

Pulmonary/airway management

- Oral endotracheal intubation
- Nasal fiberoptic endotracheal intubation under local anesthesia if anticipated difficult airway or instability in cervical spine
- Firm fixation of intubation tube by tape without jugular vein compression
- Access to endotracheal tube in every patient position
- FiO_2 0.4–1.0 (in sitting position and during temporary clipping 1.0). SaO_2 >95%, PaO_2 >13 kPa
- Normoventilation $PaCO_2$ 4.5–5.0 kPa with volume controlled ventilator, TV 7–10 ml/kg, respiration rate 10–15/min, no routine PEEP
- Mild hyperventilation ($PaCO_2$ 4.0–4.5 kPa) in primary surgery of TBI as needed and to counteract the vasodilatory effects of inhaled anesthetics

Maintenance of anesthesia*Normal ICP, uncomplicated surgery*

- Sevoflurane (or isoflurane) in O_2/N_2O up to 1 MAC
- Fentanyl boluses (0.1 mg) or remifentanyl infusion (0.125–0.25 µg/kg/min)
- Rocuronium as needed

High ICP, tight brain, emergency surgery

- Propofol-infusion (6–12 mg/kg/hour)
- Remifentanyl infusion (0.125–0.25 µg/kg/min) or fentanyl boluses (0.1 mg)
- Rocuronium as needed
- No inhaled anesthetics

Termination of anesthesia

- Postoperative controlled ventilation and sedation is discussed in each case separately
- Normoventilation until removal of endotracheal tube, avoid hypertension
- Patient has to be awake, obey commands, breathe adequately and have core temperature above 33.0–33.5 °C before extubation.

ACE, angiotensin-converting enzyme; CNS, central nervous system; COPD, chronic obstructive pulmonary disease; FiO_2 , inspired oxygen concentration; TV, tidal volume; MAC, minimum alveolar concentration; TBI, traumatic brain injury; PEEP, positive end-expiratory pressure; i.v., intravenous.

3.5. 麻酔の終了

術後の調節呼吸と鎮静の必要性は個々に評価する。テント下またはテント上中心部(鞍上部-傍鞍部)の手術後では、プロポフォールを投与して沈静を維持し、2~4時間ほど調節呼吸にすることが多い。術後のCT画像を確認した後にICUでゆっくりと覚醒させる。嚥下困難の疑いがあれば、抜管前に下位脳神経機能を評価する。喉頭-咽頭機能障害が確認されたら(IX-X 脳神経)、抜管すると胃内容物吸入の危険があるため、速やかに気管切開を行う。

抜管の前に、ETCO₂が上昇してはならない。術後頭蓋内血腫では、わずかな高CO₂血症が著しいICP亢進をもたらすことがある。患者が覚醒し、言語命令に応じ、呼吸が十分になり、深部体温が35-35.5度を超えるまで気管内チューブは抜去しない。麻酔終了前に神経刺激(四連刺激(TOF)またはダブルバースト刺激(DBS))によって神経筋機能の回復も確認する。麻酔薬の予想排出時間を超えて覚醒が遅れる場合には、術後血腫や他の意識障害の原因を除外するためCTスキャンを考慮する。脳神経外科手術の患者では、大きな腫瘍の切除後に覚醒が遅れることがある。

レミフェンタニルの注入を含む麻酔薬の中止後の血圧の上昇や低下は調整しなければならない。ラベタロールのボーラス投与(10~20mg静脈内注射)ですぐに血圧は下がる。高血圧患者ではクロニジン(150 μ g)を抜管30分前に静脈内投与することもある。突然の血圧増加は常に頭蓋内出血または脳浮腫のリスクをもたらす。この事は特に術後数日間、軽度低血圧で管理される脳動静脈奇形の患者にあてはまる。その反対に、ひとたび動脈瘤が処理されたら、くも膜下出血の患者では正常~軽度高血圧が望ましい。血圧を上げるためにはフェニレフリンの注射か、リンゲルアセテートまたは分解性ヒ

ドロキシエチルスターチ(テトラスターチ)を急速静注して体液喪失を補正する。

術中の鎮痛を得るためにレミフェンタニルのみが使われ、フェンタニル(5~7 μ g/kg)で導入後に追加投与されず、比較的長時間(2~4時間)経っている場合には、オピオイド(fentanyl 0.05~0.1mg、またはオキシコドン 2~4mg静脈内投与)や、場合によってはパラタモル(アセトアミノフェンの商品名)も加えて抜管予定時間のおよそ15分から30分前に投与する。これらの鎮痛薬を追加しなければ、コントロール困難な術後疼痛や高血圧、術後出血のリスクが高くなる。

3.6. 体液管理と輸血

脳神経外科における輸液療法の目的は患者の循環血液量を正常に維持することである。かつて推奨されたように、脳神経外科の患者は脱水傾向に保つべきでない。基本的な必要水分量を補う静脈内輸液として、ヘルシンキではリンゲルアセテート（塩化ナトリウムを追加する場合もある）を用いる。さらなる体液量の欠乏を補充するには、リンゲルアセテート（ナトリウムを追加する場合もある）、低浸透圧または高浸透圧食塩水、6%テトラスターチ（ヒドロキシエチルスターチ；分子量130 kDa、モル置換比 0.4）の生理食塩水溶液、4%アルブミン、あるいは血漿製剤（新鮮凍結血漿、赤血球または濃厚血小板）を投与する。ブドウ糖を含む静脈内輸液を投与するのは低血糖患者のみであり、1型糖尿病患者にはインスリンと併用投与する。

脳血液関門を介する水の移動は、血漿と脳組織の間の浸透圧勾配に依存する。血漿Na濃度は血漿浸透圧と良く相関し、全身浸透圧の比較的正確な尺度である。血漿浸透圧の1mOsm/Kg H_2O の減少は頭蓋内水分量を5ml増加させるので、正常脳コンプライアンスをほぼ0.5ml/mmHgと仮定すれば、10mmHgのICP上昇をもたらすことは強調せねばならない。

リンゲルアセテート（Na 130, Cl 112mmol/l）は血漿よりわずかに低浸透圧であり、大量（2000~3000ml）投与で脳水分量が増加する。それゆえ等張あるいはわずかに高張にするため、1000mlのリンゲルアセテートにNaClを20~40mmol追加している。同様に現在のコロイド溶液、すなわちテトラスターチや4%アルブミンには、通常生理食塩水（NaCl 154mmol/l）が希釈溶液として含まれており、すべての脳神経外科患者に適用されている。手術室やICUでは、NaCl投与に伴う代謝性高塩素血症アシドーシスが見られない理由は、リンゲル溶液に含まれる酢酸塩かもしれない。

酢酸塩はほとんどすべての組織で重炭酸塩に代謝されて、酸塩基平衡を正常に保つだろう。

リンゲルアセテートの成人における基本的な注入速度は平均80~100ml/hrである。小児ではHolliday-Segarの公式に準じて投与している。脳神経外科の手術中には術前の脱水による体液喪失、体温上昇、マニトールによる尿排泄量増加、さらには血液喪失をそれぞれ個別に補充する。小児では開頭手術中、リンゲルアセテートを最初の1時間に10ml/kgで開始して5ml/kgで持続する。術後は正常体液必要量の75%を投与する。血漿喪失を補充したり、循環血液量減少の改善を行う場合は、膠質溶液を投与する。ICP低下療法では15%マニトール（500mlまたは0.25~1.0g/kg）の投与を行う。場合によってはフロセミド、あるいは100mlの7.6%食塩水（p-NA<150mmol/lの場合）を追加する事もある。手術の終了時には術後体液バランスに特に注意する。手術室では麻酔科医は脳塩類喪失症候群（循環血液量減少のリスクが高い）、不適切抗利尿ホルモン分泌（SIADH）（補液制限）、あるいは尿崩症（循環血液量減少と高浸透圧血漿のリスクの増加）の危険性が高い患者の初期治療も計画する。

ヘマトクリットが0.30~0.35以下の場合、酸素運搬を確実にするために赤血球輸血を考える。CBFとICPは血液希釈状態でも増加しうる。ヘマトクリットが0.30以下なら血液凝固能が損なわれる。一方、0.55を超えれば血液粘度が上がってCBFが減少する。我々の臨床では脳神経手術を受ける患者の目標INR（international normalized ratio）は<1.5またはP-TT%>60%（plasma partial thromboplastin time value、正常値70~130%）、および血小板数は>100 x 10⁹/lである。

3.7. 患者の体位に関する 麻酔科的考察

ヘルシンキでの脳神経外科患者の体位設定の原則は、4.4.2.項に提示し、様々なアプローチに対応する体位は5章に詳述している。不適切な体位で患者の病状を悪化させる事無く、最も外科的にアプローチしやすくなるよう、脳神経外科医と麻酔科医は緊密に協力する必要がある。短期的にモニタリングを中断する事があっても、麻酔科医は責任を持って術中術後の患者の酸素化、呼吸、脳灌流圧をしっかりと確保せねばならない。体位設定に際して、人工呼吸器に繋がる気管内チューブや、呼吸回路の配置が正しいかどうか、麻酔科医は自ら監督せねばならない。体位設定や実際の手術中には偶発的に気道の圧迫が生じる可能性を考慮しておく必要がある。それ故、我々の臨床では呼吸器と麻酔チームは患者の左側に位置する。また側臥位では患者の顔の向いている側に位置する。これにより必要な場合には患者の気道へ自由に接近できるようになる。静脈内および動脈内のカテーテルは確実に固定すべきである。どんな体位でも麻酔薬と血管作動薬のため

の静脈経路は目視でき、麻酔中に容易に使用できなければならない。頸部の過剰な回転や屈曲を防ぎ、一切の末梢神経傷害をおこさないように特に注意しなくてはならない。

3.7.1. 仰臥位

すべての体位において頭部は心臓のレベルより約20cm高くする (Figure 3-6)。麻酔は仰臥位で導入するが、それ自体では明らかな循環系の有害事象は生じない。気管内チューブが移動するリスクも最小である。仰臥位では上体をわずかに挙上することで機能的残存肺の容量が温存されうる。腕は体の傍に置く。



Fig 3-6. Supine position

3.7.2. 腹臥位、側臥位、跪く様な体位

体位をとる前に十分な量の麻酔薬と筋弛緩薬を投与する。これを怠ると、気管内挿管された患者はせき込み始める。

仰臥位とは対照的に、腹臥位では座位の場合と同様に心拍出量が17~24%低下すると報告されてきた (Figure3-7)。しかし、腹臥位での心拍出量の低下が常に低血圧に繋がるとは限らない。著しい心拍出量の障害や低血圧は側臥位でもみられる。それ故患者の体位変換時の低血圧を見逃さないよう、動脈圧トランスデューサーをモンロー孔のレベルに合わせるこ

とが必須である。もし何らかの血行障害が起これば、脳灌流圧を最適に保つべく直ちに血管作動薬を静脈内投与する。

側臥位 (Figure 3-8) や腹臥位では肺機能が低下するかもしれない。しかし、側臥位では上側肺領域の機能的残気量が増加して、下側肺領域での無気肺形成の影響を代償するかもしれない。さらには腹臥位でも肺の機能的残気量が増加することが示されてきた。

胸椎または腰椎の手術は大抵腹臥位



Figure 3-7. Prone position from the side (a) and from the cranial end (b) of the table. (c) Gel cushions are used to support the patient



Figure 3-8. Lateral park bench position from the side facing the anesthesiologist (a) providing unobstructed access to the patient's airways, and from the cranial end (b) of the table



Figure 3-9. (a) Kneeling position (b) Head holder with mirror

Figure 3-10. (c) Legrest supports the patient if the bed needs to be tilted forward



Figure 3-10. (a) Sitting position for infratentorial supracerebellar and fourth ventricle approaches. (b) G-suit trousers.

(Figure 3-7) か跪く様な体位 (Figure 3-9a) で行われる。麻酔中に気管内チューブと両眼が観察できるよう、鏡を取り付けたヘッドホルダーに頭部を固定する (Figure 3-9b)。円筒状のクッションを使って胸部と腹部が自由に動かせる様にする。特に腹臥位では患者の前額、眼球（網膜虚血と失明をひきおこしかねない）、腋下、乳房、腸骨稜、鼠径部の血管、陰茎、膝に圧迫がかからないように注意深い体位設定が必要である。

3.7.3. 座位

ヘルシンキの脳神経外科教室では、座位手術は1930年代より一部の後頭蓋窩手術で導入され、1960年代初頭から1980年代末にかけて、全ての前庭神経鞘腫がこの体位で手術された。今日ではこれらの病変には側臥位が使用されている。現在テント下小脳上面や第四脳室正中部の病変へのアプローチは、Figure 3-10に示すように座位で行われている。

座位の一般的な禁忌は、重度のうっ血性心不全、コントロール不良の高血圧、覚醒時に体を起こすと脳虚血を引き起こす症例、年齢が6カ月以下または80歳以上の症例、VAシャント術後や、確実な卵円孔開存あるいは右房圧が左房圧を超えていることが確実な症例である。

下肢静脈のうっ血を減らすため、全ての成人患者に体位設定に先立ってGスーツズボンを着用させ、圧縮空気で40mmHgに膨らませる。小児では同様の目的で、ふくらはぎと大腿周囲に弾性包帯を巻く。担当麻酔科医の裁量においてリングルアセテートまたはテトラスターチ（膠質液）の静脈内注射を行なう。メイフィールドフレームは仰臥位の状態で患者の頭部に装着する。

成人では目標平均血圧（モンロー孔の高さで測定）は60mmHg以上、全身収縮期圧は100mmHg以上である。前胸部ドップラープローベは潜在的な静脈内空気塞栓を検出するため、胸骨のすぐ右側の第5肋間に貼付ける。終末呼吸を陽圧にせず、従量式人工呼吸によって、100%酸素吸入で正常換気する（目標 $\text{PaCO}_2=4.4\text{--}5.0\text{kPa}(33\text{--}37\text{mmHg})$ ）。笑気は投与しない。動脈血ガス分析は麻酔導入時およびその後は必要に応じて行う。先行する呼吸変化や動脈圧の随伴的な減少がなくても、静脈性空気塞栓の疑いがあれば（前胸部ドップラーの特異的な音や $0.3\text{kPa}=0.3\%$ を超える ET-CO_2 の突然の低下）すぐに脳神経外科医に知らせる。脳神経外科医が空気の流入部を特定しやすくなるように内頸静脈を手でゆっくり圧迫することもある。脳神経外科医は、まず生理食塩水に浸したガーゼで露出部位を覆って閉鎖する。さらにワックスを骨静脈洞に充填するか、バイポーラで静脈を凝固して閉鎖する。右房からの空気吸引は行なわない。手術台は血行力学的に虚脱している場合のみ傾斜させる。

3.8. ICUにおける術後ケア

脳神経外科患者の術後ケアで最も重要な課題のひとつは、手術と麻酔経過の情報が、患者の到着時にICUスタッフに伝えられることである。手術室を出る前に脳神経外科医は術前の神経学的状態と予期される術後所見（例えば動眼神経の操作による瞳孔散大や、片麻痺の可能性など）を用紙に書き入れる。これによって不必要な放射線検査を省ける。特別な要求（例外的に低血圧や高血圧を維持したい時や、早目にCTを施行する時等）は、すべて明記すべきである。

手術が順調に終われば（未破裂動脈瘤や小さなテント上腫瘍）、ICU滞在は最短6時間である。しかし、経過が複雑な症例では夜通しの観察が標準的である。GCS、瞳孔の大きさと対光反射、筋力は毎時チェックして記録する。

ICUでの術後の血行動態のコントロールは最重要である。周術期の全身高血圧と凝固異常は術後出血につながる。術後は通常、全身収縮期動脈圧を160mmHg以下に保つ。大きな髄膜腫や脳動静脈奇形は術後出血をきわめて起こしやすく、これらの患者は3~4時間、あるいは翌朝まで鎮静され、比較的低血圧に保つ。術後CT、CTAあるいはDSAで問題がないことを確認してから覚醒させる。その際でも沈静からの離脱と抜管の際に突然の血圧上昇を生じないように、最大限の注意を

払う（Table 3-6と3-7）。それぞれの手術での通常の手順は Table 3-8 に要約されている。

脳神経外科手術の後、吐き気と疼痛は一般的であるが、投薬が過鎮静を生じたり、血液凝固を障害してはならない。疼痛緩和には呼吸抑制と過鎮静を避けるためオキシコドン（用量と効果がモルヒネと極似するオピオイド）を少量（2~3mg 静脈内注射）投与する。一般病棟ではオキシコドンが必要に応じて筋注または経口で投与する。パラセタモール（アセトアミノフェン）を投与する（初回は静注、その後は経口）こともある。血小板凝集阻害効果を考え、術後初日には非ステロイド系抗炎症薬（NSAID's）を投与しない。心血管病変や血管外科手術の病歴が無い患者では、稀にパレコキシブ（COX-2阻害薬）40mgを1回量として静脈内投与することもある。嘔気と嘔吐には5-HT₃受容体阻害薬（グラニセトロン 1mg 静脈内注射）またはドロペリドール少量投与（0.5mg 静脈内注射）で対処する。

2009~2010年の間の統計によれば、テント上開頭術後の疼痛スコア（scale0~10）は低い（中央値 2~3）。しかし術後鎮痛の必要性は手術と疾患のタイプによって違うかもしれない。うつ状態や疾患に関連した錯乱状態では実際の鎮痛の必要性がはっきりしないだろう。侵襲の大きい

Table 3-6. Hemodynamic control during extubation in NICU

- Clonidine 150 µg/NaCl 0.9% 100 ml 30 min infusion (or dexmedetomidine-infusion)
- Stop sedation (usually propofol-infusion)
- Labetalol 10–20 mg and/or hydralazine 6.25 mg i.v. increments as needed
- Extubation when patient obeys simple commands

Table 3-7. Indications for postoperative sedation and controlled ventilation

- Pre-op unconscious or decreased level of consciousness
- Long duration of temporary clipping
- Expected lower cranial nerve dysfunction or palsy
- Easily bleeding operative field
- Large AVM: blood pressure control
- Brain swelling

Table 3-8. Common practices at Helsinki NICU

Supratentorial surgery (tumors, unruptured aneurysms)

- Early awakening and extubation in OR
- Systolic arterial pressure <160 mmHg
- In selected cases (large tumors, complex aneurysms): post-op sedation and tight hemodynamic control (usually systolic arterial pressure 120–130 mmHg for 3–4 hours), control CT and delayed extubation

Infratentorial surgery

Small tumors in “benign” locations or microvascular decompression of trigeminal nerve

- Early awakening and extubation in OR
- Systolic arterial pressure <160 mmHg

Large tumors or tumors in delicate location (pons, medulla, close to IX-XI nerves)

- Post-op sedation and tight hemodynamic control (usually systolic arterial pressure 120–130 mmHg for 2–4 hours), control CT and delayed extubation
- Pharyngeal function always checked with extubation → tracheostomy in case of IX-XI cranial nerve dysfunction

AVMs

Small AVMs

- Early awakening and extubation in OR, normotension (systolic arterial pressure <160 mmHg)

Medium sized AVMs or problems with hemostasis during surgery

- Sedation until control CT + CTA/DSA
- Tight hemodynamic control (usually systolic arterial pressure <120–130 mmHg)

Large AVMs

- Sedation until control CT + CTA/DSA
- Extremely tight hemodynamic control (systolic arterial pressure 90–110 mmHg)
- Slow emergence and extubation (see Table 3-6)
- Systolic arterial pressure target allowed to rise by 10 mmHg daily (up to <150 mmHg), antihypertensive medication for 1–2 weeks post-op
- Fluid restriction to minimize cerebral edema

Ruptured aneurysms

- Early awakening and extubation in OR only in H&H 1–2 patients with uneventful surgery

H&H 1–2; Fisher 1–2

- Systolic arterial pressure >120 mmHg
- Normovolemia, Ringer 2500–3000 ml/day
- Nimodipine 60 mg x 6 p.o.

H&H 1–3; Fisher 3–4

- Systolic arterial pressure >140 mmHg
- Normovolemia, CVP 5–10 mmHg, Ringer 3000–4000 ml/day
- Nimodipine 60 mg x 6 p.o.

H&H 4–5; Fisher 3–4

- Systolic arterial pressure >150–160 mmHg
- Slight hypervolemia, CVP 6–12 mmHg, Ringer 3000–4000 ml/day + colloid 500–1000 ml/day
- Nimodipine 60 mg x 6 p.o.

Bypass surgery

- Early awakening and extubation in OR if the length of operation <3–4 h
- Normotension, systolic arterial pressure 120–160 mmHg
- Avoid vasoconstriction, liberal fluid therapy
- Antiplatelet therapy with acetylsalicylic acid (300 mg i.v. or 100 mg p.o.) in most cases

CVP, central venous pressure; H&H, Hunt and Hess grading scale; i.v., intravenous; p.o., peroral.

3.9. 特殊な状況

3.9.1. 動脈瘤手術におけるテンポラリークリッピング

脊髄手術の症例では、術後疼痛はオキシコドンによるIVPCA (intravenous patient-controlled analgesia) で治療する。我々のクリニックでは開頭術後の疼痛をPCAで治療することはほとんどない。

脳動脈を一時的に閉塞する場合、時間によっては保護手段を要する。予期される閉塞時間が60秒から120秒なら介入処置は不要であるが、さらに長時間になりそうならテンポラリークリッピングに先だって以下のような処置を行う：

- a) 吸気酸素濃度を100%に増やす
- b) 脳代謝と酸素消費を下げるためにバルビツレート (チオペンター) をボーラスで (3~5mg/kg) 静脈内投与する。再還流後、同じ血管を再閉塞する前にチオペンターをもう一度少量投与することもある。
- c) 低血圧の場合にはフェニレフリンを0.025mgから0.1mgを追加投与する。
- d) 一時的血流遮断が5~10分を超えそうなら、テンポラリークリップより末梢領域への逆行性血流を確保すべく、血圧を通常値より少なくとも20%上昇させるため、フェニレフリンを追加投与できる。時にはこれによって術野に煩わしい出血が増え、テンポラリークリッピングの時間が延びたり、クリップの調節や除去がより難しくなることがある。

テンポラリークリッピングの時間が5~10分を超えるときには、術後の調節呼吸と鎮静がしばしば必要となる。

3.9.2. アデノシンと短時間の心停止

心臓手術や脳手術中に循環停止を引き起こすアデノシン投与については、文献に数多くの記載がある。アデノシンは洞房伝導系に作用する抗不整脈薬で、通常は頻脈の治療に使う。我々は破裂動脈瘤からの出血をコントロールしたり、複雑な未破裂動脈瘤で適切にクリップを留置するために、アデノシンでの短時間の心停止や、著しい低血圧を利用する。心停止を引き起こすには、0.4mg/kgのアデノシンとそれに続けて10ccの生理食塩水を前肘静脈に急速注入する。これはおよそ10秒間の心停止を起こす。この短時間に術野を吸引で綺麗にして、テンポラリークリップや、パイロットクリップを適切に留置する。通常は何ら処置しなくても正常心拍が回復する。アデノシンの使用が術前に予期されているなら心臓除細動や心臓ペースングに備えて、電極パッドを胸部に貼付ける。頻脈や徐脈を治療するかぎり、心臓除細動や心臓ペースングは不要である。我々は40例以上の症例に術中にアデノシンを使用したか、それによる有意な有害事象（不整脈、心停止、または長時間の低血圧）はなかった。アデノシンの心循環系への作用は通常1分以内に完全に消失する。もし臨床的に適応があれば、アデノシンのボーラス投与は何度も繰り返せる。

3.9.3. 術中神経生理モニタリング

麻酔薬は神経生理モニタリングの方法に応じて選択する。麻酔薬は誘発電位の潜時を延長し、薬剤に特異的な機序で振幅を低下させる可能性がある。特に吸入麻酔薬は静脈内麻酔薬より干渉を生じやすい。どのような麻酔薬の組み合わせを選ぶにしても、麻酔深度を安定して維持することが重要である。低体温は誘発電位を抑制するので、深部体温を持続的にモニターし、正常体温を外的保温で維持する。誘発電位のうち、脳幹AEP (BAEP) はむしろ麻酔抵抗性であるが、皮質誘発電位を測定する場合はプロポフォールやフェンタニル(またはレミフェンタニル)での静脈内麻酔を選択する (Table 3-9)。プロポフォールも吸入麻酔も使えない患者では、 $\alpha 2$ 受容体作動薬であるデクスメトミジンが適切な薬剤である。運動誘発電位 (MEP) または直接皮質刺激を行う症例では筋弛緩薬を投与しない。

麻酔薬は脳波に特有の効果をおよぼす。てんかん手術の間、質の良い術中皮質脳波を確保するためには、イソフルレンまたはプロポフォールで麻酔を維持し、モニタリングを行う充分前に停止する。全般的な電気活動を誘発することが報告されているので、プロポフォールはイソフルレンに劣るかもしれない。モニタリングの間、デクスメトミジンやレミフェンタニル、またはフェンタニルで麻酔を維持する。症例によっては麻酔を深くするためにドロペリドールを投与することがある。

3.9.4. 抗凝固剤と血栓塞栓症

自発的な凝固能を回復させるため、ヘルシンキでは脳神経外科手術の予定患者は、ある種の例外をのぞいて（下記参照）すべての抗凝固剤を5日間中止する。人工僧帽弁や三尖弁、血栓塞栓症を伴う心房細動、深部静脈血栓症の既往、血栓形成傾向や冠動脈ステントなどの血栓症のハイリスクの患者では、術前に補充的な血栓症予防措置として低分子ヘパリン置換療法を開始し、術後まで継続する。緊急症例では、特異的拮抗薬、新鮮凍結血漿あるいは濃厚血小板によって抗凝固剤や血小板凝集抑制剤の効果を相殺する。

通常ワーファリン中止から4日でINRは正常化する（<1.5）。ワーファリンの効果を速やかに中和せねばならないときには、プロトロンビン複合体濃縮剤を投与する。投与方法はプロトロンビン複合体濃縮剤投与前後のINR値に基づく。併せてビタミンK（2~5mg経口または静脈内注射）を投与する。第7凝固因子の半減期は4~6時間なので、術後の止血を確実にするためにプロトロンビン複合体濃縮剤の反復投与することが重要である。

低用量アセチルサリチル酸、クロビドグレルの血小板への作用は7日間持続する。しかし脳神経外科手術に十分な血小板機能は、低用量アセチルサリチル酸、クロビドグレルの中止後2~4日間で得られる。低用量アセチルサリチル酸、クロ

ビドグレルの血漿からの排出には1~2日かかり、新たな血小板はおよそ50 x 10⁹/l/dayで生産されるので、脳神経外科手術中の正常止血には十分であろう。最近の冠動脈ステント、心筋梗塞、不安的狭心症、あるいは脳血管バイパス手術の患者ではアセチルサリチル酸を中止することなく開頭術が施行される。しかしクロビドグレルがアセチルサリチル酸と併用されていれば、クロビドグレルを開頭術の5日前に中止する。

すべての開頭手術の患者には、深部静脈血栓予防のため弾性靴下を装着する。ハイリスクと判定された患者や低分子ヘパリン置換療法を行っている患者では、コントロールCTスキャンで出血のサインがなければ、下肢に機械的動静脈拍動装置を装着して、低用量のエノキサパリン（毎日20mgを1回または2回皮下注射）を開頭術後または中枢神経の手術後24時間経過してから投与する。

Table 3-9. Anesthesia during neurophysiologic monitoring

Measurement	Anesthetic agents
BAEP	propofol + opioid (fentanyl or remifentanyl)
SEP	propofol + opioid (fentanyl or remifentanyl) + dexmedetomidine + muscle relaxant
MEP	same as SEP but no muscle relaxant
Corticography	opioid (fentanyl or remifentanyl) + dexmedetomidine
BAEP, brainstem auditory evoked potentials; SEP, sensory evoked potentials; MEP, motor evoked potentials	



4. ヘルシンキ流顕微鏡下脳神経外科手術の基本方針

4.1. 一般的な哲理

外科医のスタイルは、その人の心の投影である。他の施設で他の外科医の手術を見れば、実に様々なスタイルの顕微鏡手術があることに気付く。スタイルや流儀を作り上げるのは、指導医や教官の影響、興味のある分野（バイパスや頭蓋底外科等）、さらには外科医自身の個性である。ある者は座り、ある者は立って手術する。またある者は迅速に、ある者はゆっくり手術を行う。途中で休憩を取る者も居れば、そうでない者も居る。音楽を好む者も、静寂を好む者も居る。バイポーラでの剥離を好む者も、マイクロ剥離子を好む者も居る。そしてそれぞれに、自分なりの理由（積み重ねて来たトレーニングや経験、さらには医局や社会の影響など）がある。何であれ重要なのは良好な結果を得る事である。間違った方法も正しい方法も無い。ただそれぞれに自分のやり方があるだけだ。

大切なのは手術を計画し、発展させるやり方であり、その最終結果である。本書ではヘルシンキ流顕微鏡手術のテクニックのポイントを簡単に述べる。多くの人がヘルシンキを訪れ、短期間に多くのものを見学して行く理由は、ヘルシンキの手術スタイル、ペース、結果、そしてチームにある。手技が滑らかなため、手術は面白く、見学者が追いかけやすいペースで行われる。手術ビデオの編集を担当するフェローは、その編集作業が難しいことを知っている。何故なら手術が停滞する時間がほとんどないからだ。

ヘルシンキ脳神経外科の鍵となる因子の1つは、術前のプランニングであり、メンタルイメージである。手術操作はあらかじめ計算し尽くされ、次に何を行うか躊躇する時間はほとんどない。手術の大部分は皮膚切開の前に計画されており

アプローチに躊躇は無い。実際に手を動かす手術は2回目、ないしは3回目の作業になる。手術室に足を踏み入れる前に、外科医は既に1~2回、頭の中で手術を行っているからである。もう1つの重要なポイントは、全ての操作や作業が、手術の現実的目標に向かっていている事だ。そのため、より小さいアプローチで侵襲が少なく、同等の結果が出せるなら、大きくて時間のかかるアプローチや手技を避ける。手術中のあらゆるステップは、可能な限り簡略化される。それこそが go-go surgeryである。為すべき事は沢山あり、同等の結果を簡単に早い方法で達成できるのならば、長く手間のかかるアプローチに割く時間は無い。それぞれの手技はいくつかの手順や段階に分割され、それぞれが完了してから先に進むべきである。こうする事で、外科医は予期せぬ事態に備えられ、次に為すべき仕事に対するコントロールを失わない。ヘルシンキ流顕微鏡下脳神経外科手術の基本方針は、「シンプル、クリーン、迅速で正常解剖を保つ事」に集約される。

4.2 顕微鏡手術の基本方針

Yaşargil教授がもたらした真の顕微鏡手術手技の到来から、この分野では多くの手技、手術器具、技術の進歩が導入された (Figure 4-1)。脳神経外科手術における顕微鏡手術の導入と応用は、1965年から1966年にかけてアメリカ、バーモントのDonaghty教授の研究室でYaşargil教授が発展させた、長く困難な基礎的技術の賜物である。これらの技術はその後、チューリッヒでの25年間にさらに進歩し、洗練されてきた。

“Microneurosurgery”とは、顕微鏡を使った“Macroneurosurgery”ではない。顕微鏡、手術器具、手術手技からなる特殊技術の組み合わせである。テクニクの使い分けを習得するには、絶え間なく練習を重ねるしか無い。練習には、手術室でのトレーニングと、研究室でのトレーニングの両方が必要である。練習によって深さの感覚や、感覚のフィードバック、さらには関節の位置感覚等のセンスが磨かれ、それらは全て顕微鏡下手術に必要である。

顕微鏡での強拡大、強力な光源、立体視のおかげで、脳神経外科医は可能な限り無侵襲に、ほぼ無血な術野で、適切かつ繊細な器具を用いて中枢神経病変の手術を行う事ができる。顕微鏡によって、問題となる詳細な解剖学的構造が視覚化され、立体的な理解が可能となる。しかし各々の解剖学的構造を最良に視覚化するには、詳細な微小解剖の知識、周到な準備、決められたアプローチの確実な遂行が必須である。手術の成否を左右する細かい要因は数多くあり、そのうち幾つかは些細な事柄である。ここでは顕微鏡下手術に関して我々が培って来た事や、我々が有用と思う手術器具を要約する。

4.3. 手術室の構成

4.3.1. 技術的な構成

手術室のセッティングは可能な限り一貫しているべきである (Figure 4-1)。手術室の全スタッフに、患者と必要な機器への最善のアクセスが確保されるべきである。まず考慮すべき問題は2つある。

(1) 術者が術野に対して最適な位置をとり、リラックスした姿勢で、全ての構造物を最適に見渡せる事。(2) 麻酔科医が患者の挿管チューブや点滴ラインに容易にアクセスできる事。

その他にも考慮すべき重要な因子がある。

- 術者の作業空間を予測する。
- 顕微鏡の位置と自由度。
- 術者と直接介助看護師がスムーズに障壁なく器具のやり取りができる。特に右利きの術者では、器具は通常右手に渡される。
- 要求に応じてアシスタントが顕微鏡を操作出来る空間とアクセスの整備。
- 麻酔に必要な十分な空間とアクセス、そして容易なコミュニケーション(例えばベッドの高さの調整など)。

一般に、手術場スタッフやチームに最大限の敬意と考慮を払う姿勢がヘルシンキ流であり、ヘルシンキのチーム精神である。



Figure 4-1. The general setup of OR 1, Prof. Hernesniemi's OR, in Töölö Hospital

4.3.2. ディスプレイ

顕微鏡手術はチームワークである。すなわち手術室のスタッフ全員が、術野で何が起きているのかに注意を払う必要がある。ハイクオリティービデオカメラを搭載した最新の顕微鏡を使えば、容易である。麻酔科医や、手術場の看護師、技師にリアルタイムの顕微鏡手術の術野の状況を提供するモニターは不可欠であり、チームワークや共同作業を強固にする。手術の進行、重要な剥離や操作の瞬間、バイポーラを使うタイミングを知る為には、AV装置は不可欠である。直接介助の看護師が使うディスプレイは最も重要である。術者の次のステップを予測するためには、眼前に設置されたモニターが、遮るもの無く直接見える必要がある。麻酔科医用の第2のモニターも重要である。アシスタントや、見学者の為に別のモニターが設置されている。ビデオモニターを使えば、多数のレジデントや見学者達をライブ、あるいはリアルタイムで教育する事も可能である。静止画や動画の記録設備も、教育や講演、更には文書作成にも使用出来る。新しいハイビジョンや3D顕微鏡カメラの出現は“見て学ぶ”事のさらなる可能性を提供する。



Figure 4-2. Several displays in the OR provide the whole team to observe the surgical field as see through the microscope. (a) The scrub nurse's display. (b) The visitors' display

4.4. 体位と頭部の固定

4.4.1. 手術台

手術台は個人の好みと、予算から選択する。安定した体位をとれ、スタッフが術中に術者の望み通りに動かせる、迅速で信頼できるメカニズムを備えているべきである。現在の移動式手術台は、術中に麻酔看護師がリモコンで調整出来る。起こしたり、傾けたり等、極めて限られた動きしか出来ないフラットな手術台は、現代の顕微鏡手術にそぐわない。

- 安全に手術台を傾けたり、回転させたりして、視角や到達路を変えられる様に、患者の頭部や体幹を保護しておくべきである。
- 目や鼻、耳、皮膚、四肢、脆弱な神経、圧迫点を保護する事は最重要である。目は通常クロラムフェニコール眼軟膏で保護している。時折この抗生剤にアレルギーを持っている患者が居る。

4.4.2. 患者の体位

体位を決める際は、術者が最大限に動きやすい事はもちろん、快適で実践的な作業姿勢と言う点で、看護師と脳神経外科医の意見が一致すべきである。下記の原則は手術を快適に進めるにあたって特に重要である。

- 全ての開頭術で、患者の頭を心臓のレベルより20cm挙上すべきである。
- これによって静脈還流が良くなり、クリーンで無血の術野を得やすくなる。
- 重力によって脳を適度に下垂させ、視野と手術経路が良くなる様に頭位を設定する。
- 極度に傾けたり、回転させたり、頸部を絞扼して静脈還流を阻害してはいけない。
- 患者の頭位や体位を慎重に設定して、快適な手術角度（一般的に下向きかつ若干前向き）を確保する。

- 圧迫される部位はパッドとクッションで保護する。

体位には仰臥位、腹臥位、半座位、座位、側臥位がある。上記の原則から(a)重力を用いて、(b)快適な手術角度となるように、最良の頭位が決まり、それによって体位が決まる。しかし症例は個々に違うので、患者の病変部位や、体格、状態を加味して体位を決める。最も重要なアプローチに特有の体位については5章で詳細を述べる。

4.4.3. 脳神経外科医の位置と動き

手術は立位か座位のどちらかで行う。我々は立位を好む。開頭部位の周囲で遥かに動きやすく、あらゆる露出が可能で、すぐに位置を変えられ、椅子や手術台を動かすのに時間がかからないからである。些細な事でも積もり積もれば数10分、時には時間単位で貴重な手術時間を節約出来る。患者は完全に静止しているが、術者は顕微鏡のマウススイッチを使って焦点を合わせたり、水平や垂直方向に顕微鏡を動かして、常に自分の位置を調整する。術野全体を見るために、手術台の上げ下げを要する事があるが、これは術中に素早く行う日常的な事である。術者は3~4cmの高さの木靴(靴底が木製のサンダル)を履いたり、脱いだりして高さを調整している。足台を要する事はほとんど無い。座位での手術は快適だが、機動性が損なわれる。座位はバイパス術のような、狭い術野で、顕微鏡の角度があまり変わらない手術に選択する。立位の手術でも適切なアームレストを用いれば、座位と比べて手の安定性に遜色はない (Figure 4-3)。



Figure 4-4. High-heeled clogs may be worn and removed as desired to fine-tune the surgeon's height

立位での手術の利点は、

- マウススイッチを使えば可動域が広がり、さらに術野にアプローチしやすくなる。術者の高さを変える為に、かかとの高いサンダルを脱いだり履いたりすれば、さらに可動域が広がる (Figure 4-4)
- より迅速に位置を変える事ができる。
- 助手にとって、より容易かつ調整しやすい。
- 固有受容感覚が研ぎすまされる事により、術者は自分の位置と、周囲との関連を認識しやすい。

立位での手術の最も不利な点は、術者の体調がすぐれないときに、疲れやすい事である (Figure 4-5)。



Figure 4-5. Standing position allows freedom of movement – even acrobatics!

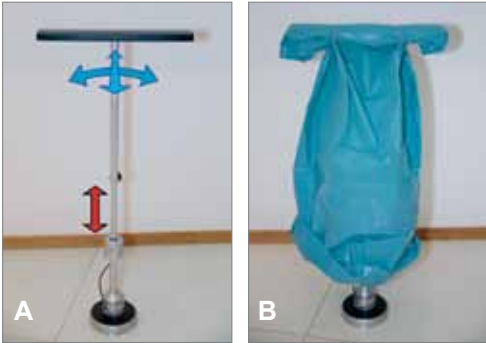


Figure 4-3. (a) Armrest with adjustable height and ball-and-socket joint at the base. (b) Armrest with sterile covering. (c, d) Properly adjusted armrest allows the arms to rest at neutral and relaxed position, while providing stability comparable to sitting position



4.4.4. 頭部の固定

ヘルシンキ流の顕微鏡下脳神経外科手術では、後方、側方からの頸椎手術と同じく、全ての開頭手術で頭蓋固定を行っている。1979年に杉田教授がヘルシンキを訪問してから、1980年代以後は杉田ヘッドフレームを使用しており、この装置は良好な皮膚や筋肉の牽引システムを備えている。脳の牽引システムも付随しており、ヘルシンキでは好んで用いられている。関節が1つ多いメイフィールド3点固定はより柔軟性が高い。我々はメイフィールド3点固定を座位手術、まれに側臥位（Janetta手術のみ）の線状皮膚切開の時に用いている。杉田フレームは強く皮膚を牽引したい時や、脳の牽引が必要な時に有用である。位置がずれば重大な脳損傷を引き起こしかねないので、我々は器具やリトラクターを術野の直上で固定しない。ピン固定位置は、杉田フレームのアーチやカウンターアーチと同様に、術野全域にアクセス出来て、術者の手や器具、顕微鏡の自由な動きを妨げない様にする。頸部での動静脈血流が悪くなる様な頭位にしてはならない。また挿管チューブはリボンを頸部に回して固定するのではなく、粘着テープで固定する。どの方向であれ、過度な頭部の回転や頸椎の屈曲伸展、気管の伸展や捻転をすべきではない。側頭葉、頭頂葉、そして外側後頭葉へのアプローチでは、パークベンチポジションが頸静脈を圧迫しにくい。頭部固定後になお患者の体位を調整する時は、手術台ごと動かすべきである。

4.5. 必要な器具、便利な器具

どんな脳神経外科手術のスタイルにも、それぞれ必須の器具がある。ここでは、最も重要な器具を列举するが、その中にはヘルシンキ流の顕微鏡下脳神経外科手術に不可欠なもの、極めて有用な補助用具が含まれる。

4.5.1. 手術用顕微鏡

現代の顕微鏡下手術では、可動性の高い手術用顕微鏡が最も重要なツールである。高倍率、強力な光源、立体視は手術用顕微鏡の本質的な利点である。倍率の変更は可変ズームシステムで調整できる。術野の奥深くまで焦点が合い、立体的に観察できることは不可欠であり、脳を牽引し続けなくても、深部での手術が容易になる。ミラーや内視鏡は顕微鏡の死角を観察する為に使う。おもりでバランスを取るタイプの顕微鏡はYaşargil教授により設計され、多くのメーカーが模倣した。こうして本質的に無荷重の光学顕微鏡用サスペンションが生み出された。

マウススイッチ (Figure 4-6) により、前後、左右、上下の3平面の並進運動が可能になる。焦点を合わせたり、位置の微調整をしたりするのに極めて有用である。マウススイッチのおかげで手術は非常に効率的になり、約30%早くなった。頻回に手を使わずに顕微鏡が調整でき、顕微鏡手術をスムーズに進めやすくなる。マウススイッチを使うには初めに練習が必要だが、一旦使いだすと手術に欠かせなくなる。また接眼レンズの周りを電氣的に温めるケーブルを装着すれば、接眼レンズの曇りを防げる。これはYaşargil教授によりヘルシンキに持ち込まれた、実に有用な装置である。マウススイッチを使う時、スイッチをそっと噛む前に、マスクを二重に装着する。二重のマスクは唾液がマスクにしみ込むのを防ぐのに有用である。初めは唾液の産生が極めて多く、クラリネットやサックス



Figure 4-6. Mouthpiece permits the movement of a balanced microscope in 3 planes while allowing both hands to use microinstruments continuously in the operative field.

を習う時のように不快である。時間が経ってマウススイッチに慣れるに従い、唾液の産生は劇的に減少して、快適に手術を行える。しかし我々は今でもマスクを二重で使っている。

硬膜切開から最後の皮膚縫合まで、手術のあらゆる段階で顕微鏡を頻繁に使用する。一般的なLateral supraorbital (LSO) アプローチや大脳縦裂アプローチ、Retrosigmoid approachの開頭では、硬膜に糸を通して翻転した時点から、全ての硬膜内操作で顕微鏡を用いる。またPresigmoid approachや、大孔外側からのアプローチなど、拡大したアプローチでは、顕微鏡下で開頭自体を行う事もある。近代的なトレーニングによって、脳神経外科医はより容易に、労無く顕微鏡手術を行う事ができる。閉創を顕微鏡下に行うのも重要なトレーニングの1つである。手と目の協調運動を発達させる事、高倍率下での繊細な動き

を習得する事、視線を術野から外さずに片手でズームやフォーカスを調整する事、口で位置とフォーカスを丁寧に調整する事、さらには強力な光源のもとで立体視に慣れる事（深さの感覚をつかむ事）には平素の練習が重要である。

T&T (Tricks and Tips

from Prof. Hernesniemi)

- 研究室で、さらには閉創時に顕微鏡を使って練習をすべきである。
- 顕微鏡を自分の体の一部の様に見えるように練習すべきである。

現在の顕微鏡には、イメージガイダンス、あるいは蛍光での血管撮影や切除範囲の決定等の支援機能が追加できる。これらの有用だが、高価な付加機能を維持し、調整するには、手術室での特殊技能が要求される。脳神経外科医は自分が使う顕微鏡の一般的な機械的、ないしは電氣的トラブルに対処できるようにしておくべきである。現在 Hernesniemi 教授が使用している顕微鏡は、Zeiss OPMI Pentero (Carl Zeiss AG, Oberkochen, Germany)で、マウススイッチ、ICG (indocyanine green angiography, 4.5.7 項参照)、外部にKarl Storz H3-M HDカメラ (Karl Storz GmbH and KG, Tuttlingen, Germany) が装着されている。

手術の録画システムは、手術の学習プロセスに不可欠である。多くのメーカーがこの機能を顕微鏡本体に組み込んでいる。他の選択肢は、イメージキャプチャー機能の付いたコンピューターや、デジタル録画機器等の外部記録装置を顕微鏡に取り付ける事である。自分自身の手術ビデオを後で見直せば、手術の進行を遅らせる不要なステップや、ミスにつながらない悪い癖を見つけ出せる。

T&T:

- 手術前には必ず、顕微鏡が自分の設定になっている事を確認をしなさい。
- 新しい顕微鏡を使いこなすには、少なくとも50件の手術を要する。

T&T:

- 自分の使う顕微鏡やその細かな欠点を把握しなさい。
- 顕微鏡の保守は重要である。
- 光源は定期的に交換するべきである。かつて術中破裂の際にライトが切れた事がある。

4.5.2. 腕置き

Yaşargil教授が、原則について質問をした熱心な学生に言った事がある。「本にサインを頼まれたら、きちんとサイン出来る様に、私は本を下に置いて書く。空中では書けないからだ。顕微鏡手術を行う場合も、手は何かの上に置いて固定した方が良い。」一般的には腕置きを使って立位で手術を行うか、アームレスト付きの椅子に座って手術を行う。

アームレストは、座位手術の際のベッドの端や、杉田フレームの端等で代用出来る。アームレストは起立した足台の形で、中にバネが入っており、根元にはソケットとボールジョイントを備えている。写真の様に、術者が高さや角度を変えられる (75ページ、Figure 4-3)。

4.5.3. バイポーラとモノポーラ

今日ではバイポーラとモノポーラはあらゆる手術で不可欠の器具である。使用するバイポーラの設定に充分慣れておく必要がある。ヘルシンキではMalis bipolar system (Codman, Raynham, MA, USA) を使っている。出力設定は通常、硬膜外は50で、硬膜内は30、小血管の凝固や動脈瘤の再形成では20~25である。極めて血管成分の多い腫瘍では通常50~70までの出力設定で、一般的な硬膜内操作より高い。高周波メスは止血しながら筋肉付着部を骨から剥離する時に非常に効率が良い。後頭蓋や、頸椎への側方、後方からのアプローチでは特に有用である。

T&T:

- アームレスト無しに上手く手術をこなせる脳神経外科医は稀である。
- Peerless教授はその1人だった。経験を積むにつれてアームレストを要する事が減り、精神的な支えにすぎなくなるだろう。この事はアームレスト無しの出張手術を幾つかこなしているうちに、私自身が実感して来た。

4.5.4. ハイスピードドリル

先進的な脳神経外科施設では、様々なドリルヘッドを備えた、100,000回転/分のハイスピードドリルがほぼ一般的になっている。早くてクリーンな開頭が一つのバーホールで行える。我々は電気式のドリルを好んで用いる。その理由は軽くて、使いやすく、速く、安全で、圧縮空気が不要であるからだ。経験上圧縮空気の供給は、病院内のネットワークで変わりやすい。当初は気動式ドリルの方が電気式よりトルクが強かったが、昨今ではほとんど違いはない。ハイスピードドリルでのドリリングは顕微鏡下に行う。ドリルはフットペダルを用い、利き腕で固有受容感覚や視覚をコントロールしながら正確に操作する。これらの相互作用は研究室で献体を用いて練習すべきである。扱いにくく、予想外に不安定なので、両手でドリルを持って安定させる事は勧められない。その代わり、左手の吸引管でドリルを正しい位置に誘導し、術野の端に右手を置くと、ドリルを安定させる事が出来る。術野を覆う物は、ドリルに巻き込まれたり、風車効果で周囲の組織を傷つけたりしないように取り除くべきである。

ヘルシンキでは我々は普段Stryker electric drills (Stryker Corp., Kalamazoo, MI, USA)を使用している。他のドリルと比べると重いが、非常にパワフルであり、我々のドリルの使い方に適している。各々の症例に対して、標準的なドリルのセットを組んでいる (Figure 4-7)。最初のドリルヘッド(トレフィン)でバーホールを作成する。次のフットプレート(硬膜ガード)を備えたドリルで開頭を行う。3番目のドリルヘッドは2番目と同じであるが、フットプレートの無いドリルガードを用いる。骨弁を持ち上げ、折り取る前に骨縁を薄くする為に用いている。さらに同じドリルヘッドで吊り上げ縫合用の小孔を作成する。4番目のドリルヘッドはカッティングボールドリル

(球状のいわゆるスチールバー)である。これを用いて開頭縁を削除したり、滑らかにして頭蓋底に向かう(主にLSOでの開頭の時に用いる)。最後のドリルヘッドはダイヤモンドドリルで、“ホットドリリング”に用いる。これは骨をドリリングする際に水を用いず、熱で骨からの出血を止められる。

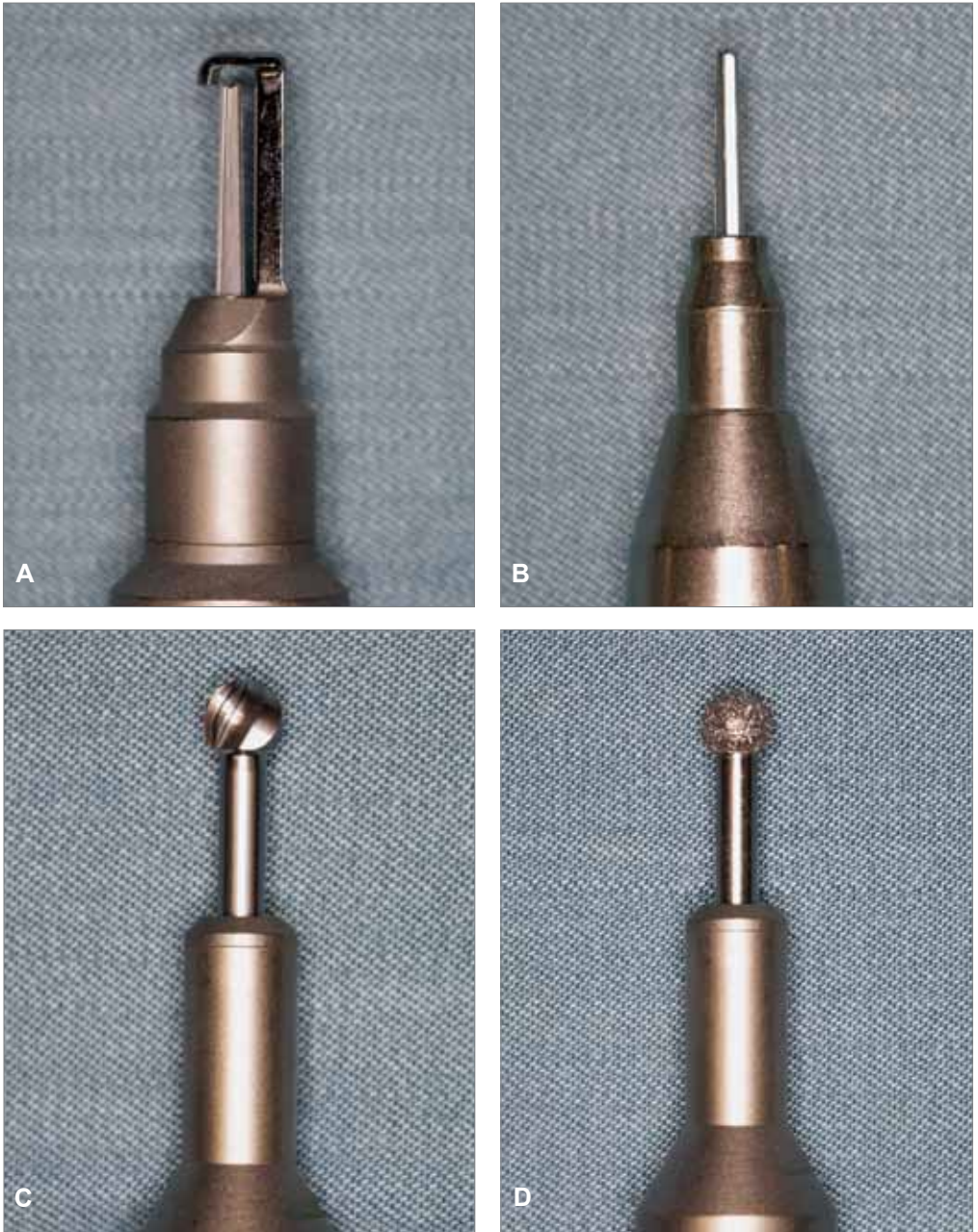


Figure 4-7. The standard drill tips used in Helsinki for craniotomy. (a) Craniotome blade with a footplate. (b) Same craniotome blade without a footplate, used for tack-up suture holes and thinning of bone near the skull base. (c) Cutting ball tip, 5.5 mm. (d) Diamond ball tip, 5.5 mm.

4.5.5. 超音波破碎吸引装置

超音波破碎吸引装置はさまざまな種類の製品が様々なメーカーで製造されている。ヘルシンキで我々が使用しているのはStryker Sonopet (Stryker Corp., Kalamazoo, MI, USA)である。柔らかい組織（腫瘍など）でも、硬い組織（骨など）でも振動チップを使い分ければ、病変組織を正確に破壊して除去出来る。柔らかい腫瘍なら（例えば第四脳室のような所でも）優しく削ぎ落として切除出来る。さらに便利な事に、ハイスピードドリルの様に跳ねたり、振動する事が無く正確に頭蓋底の骨削除が行える。回転するドリルヘッドの様に近くの綿片を巻き込む危険が無い。前床突起や後床突起を削除する時など、重要構造物で囲まれた狭い場所では極めて実用的である。この機械は出力や洗浄、吸引を種々に設定が出来るので、より簡単かつ安全に頭蓋底の骨削除が行える。しかしハイスピードドリルと同様に、適切な設定に慣れるために実験室でのトレーニングは不可欠である。

4.5.6. フィブリン糊

フィブリン糊は脳神経外科や心臓外科、耳鼻咽喉科、一般外科、整形外科等、様々な外科分野で長い間、広く使われて来た組織密封剤である。Hernesniemi教授は1980年代からフィブリン糊を頻繁に使い始めた。フィブリン糊は創治癒や、創閉鎖の際の生理学的過程と同様の働きをする。フィブリン糊には止血作用があり、組織が濡れておらず、著しい圧勾配や欠損部を通る液体の流れが無い限り、硬膜などの組織欠損の閉鎖に使用出来る(サージセルや筋肉、またはその他の素材があればさらに効果は上がる)。フィブリン糊は組織に定着して被覆する、粘性のある液体である。高濃度に濃縮されたフィブリノゲンアプロチニン溶液で(ヒトの血漿に対して30倍に濃縮されたフィブリノゲンで、ヒトの血漿に2~4mg/ml含まれているのに対し、75~115mg/ml含まれている)、他にも第13因子、トロンビン溶液、塩化カルシウムを含んでいる。第13因子はフィブリンの架橋結合を引き起こす。ヘルシンキではTissel (Baxter, Deerfield, IL, USA) を使用している。

ヘルシンキではフィブリン糊は広く使われ、既製品の形態で納入されている。これらは-10℃の冷凍庫で保管されている。その値段はおおよそ2mlの製品で100ユーロである。他の多くの国で手に入る代用品は、準備されていない5mlの製品で、準備するのに20分かかる。準備が面倒なので、フィブリン糊を使う事をためらってしまうこともある。既製品のフィブリン糊は高価ではあるが、間違いなく便利である。

フィブリン糊はヘルシンキでは次のような部位や状況で使用されている。

- 手術中の硬膜外からの出血を防ぐため、開頭開始時に使用する
- 骨からの出血
- 乳突蜂巣のシーリング
- 脊椎や頭蓋内の硬膜の小欠損のシーリング
- 接着力を利用して筋肉や脂肪片で欠損部を塞ぐ。あるいは組織の壁や血管を補強する
- 海綿静脈洞内
- 頭蓋底からの出血
- 海綿動静脈瘻の閉塞の際
- 腫瘍や脳動静脈奇形の血管を術中直接穿刺して塞栓術を行う
- 小さい硬膜動静脈瘻からの静脈性出血の止血

フィブリン糊を硬膜内の静脈叢に少量注入することにより、海綿静脈洞やテントからの出血を効果的に止血出来る。関心領域を越えて重篤な塞栓症が生じることは無い。上手くフィブリン糊を使えば、特に経海綿静脈洞アプローチの際や、硬膜外からの頭蓋底アプローチの際の海綿静脈洞からの出血を効果的に止血出来る。フィブリン糊は高価だが、手術時間と血液製剤の必要性を減らせる。様々な出血性合併症を防ぐという大きな見返りがある。

4.5.7. インドシアニングリーン (ICG) アンギオグラフィー

2005年より、ヘルシンキでは手術用顕微鏡に組み込んだ近赤外線インドシアニンググリーンビデオアンギオグラフィー (ICG) を使用している。このテクノロジーは、顕微鏡で拡大下に動脈相、静脈相での脈管構造を評価できる (Figure 4-8)。要請に応じて麻酔科医が ICG を静脈内投与する。推奨投与量は $0.2 \sim 0.5 \text{ mg/kg}$ である。投与後に関心領域が近赤外線照射される。そしてリアルタイムに動的血管画像が表示され、記録される。関心領域の動脈、毛細血管、静脈が描出される。必要に応じてプレイバック機能を使用できる。

より高度な血管外科手術にとって、このテクノロジーは不可欠に近い。動脈瘤手術に於いては、動脈瘤の完全閉塞を確認して記録できる。母動脈、主要な分枝、そして穿通枝も視覚化できる。より良い動脈瘤閉塞の為にクリップの位置の調整が必要な時や、さらに重要な事に閉塞した血管や穿通枝の血流を再開する時に、即座に施行できる。ICG は簡便かつ実用的で、検査を繰り返せる。ただし、どんなテクノロジーでも同じだが、感度と特異性は 100% ではない。壁の厚い動脈瘤の場合、クリッピング後の瘤内の血

流残存の評価には注意が必要である。

このような症例では、厚い壁を透過して血流を確認出来ないで、血流が残っている動脈瘤を穿刺すれば、不快な状況に陥るであろう。脳動静脈奇形の血流評価や、他の血管病変、例えば血管芽腫や海綿状血管腫でも、ICG を使って局在や解剖を分析出来る。

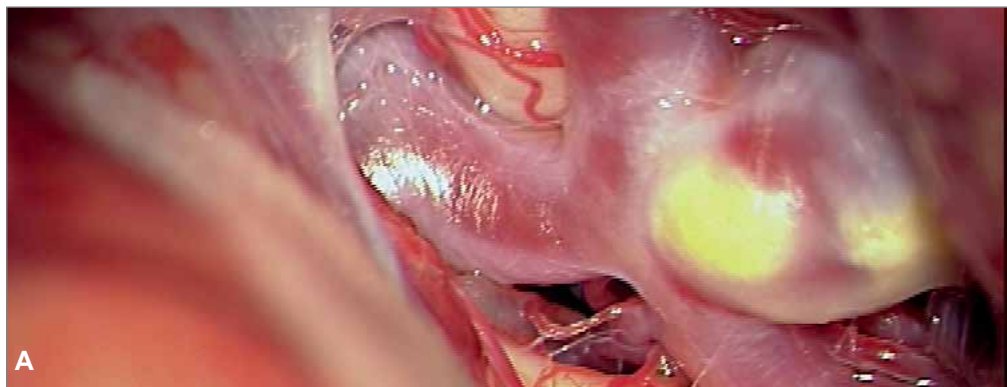


Figure 4-8. (a) Left MCA bifurcation aneurysm in visible light seen through the microscope.

4.5.8. マイクロドップラーと血流計

ドップラーでは脳血管や、動脈瘤の血流を定性的に評価出来る。調べたい小血管や動脈瘤の上にプローベの先端を置いて測定する。血流は拍動音として検出される。但し、結果の解釈は時に容易でない。拍動音の消失は血管の閉塞を意味するが、血管にプローベがきちんと接していない時や、血管に対する角度が不適切なだけの事もある。その一方で、音が必ずしも正常な血流を意味するとは限らず、動脈閉塞による停滞した脈動を意味する事もある。さらに進んだタイプの血流計では、血流を定性的に測定出来る。ヘルシンキでは、特にバイパス手術の際に使用している。血流量/時間の単位で、客観的に血流を測定する。しかしその有効性と用途はかなり術者に依存しており、結果の解釈には専門的な知識を必要とする。しかしそれでもマイクロドップラーと、血流計は神経血管外科医にとって有用な武器である。



(b) The same field seen with ICG. (c) The same view after perfect clipping of the aneurysm.

4.5.9. ニューロナビゲーター

多くのニューロナビゲーションは臨床の現場で日常的に使われており、将来は術中画像に取って代わるかもしれない。しかし術前に耳たぶや冠状縫合、ラムダ縫合、外後頭隆起、シルビウス裂、反転したΩ型をした手の領域から導く正中溝、静脈交会、直静脈洞、横静脈洞等の目印を同定するためには、画像を注意深く検討する事が重要である。ニューロナビゲーターが使えない事もあるだろうし、施設によっては高価過ぎるかもしれない。率直に言えば、神経解剖をしっかり勉強する方が、ナビゲーターを所有し、そして使用する事より遥かに重要である。目印や病変部位、計画した経路に基づいて慎重に計測すれば、十分正確に頭皮上に反映させる事が出来る。脳動脈瘤や脳実質外腫瘍の手術等、多くのアプローチでは解剖学的目印が密集しているので、ニューロナビゲーションではなく、

手術経験の方がはるかに必要とされる。ニューロナビゲーションが役立つ病変は確かに存在する。近くに明確な目印が無い小さな皮質下病変、例えば海綿状血管腫や深部の脳動静脈奇形等であろう。さらには中大脳動脈遠位部動脈瘤や遠位部前大脳動脈瘤でも、ナビゲーターを使えば動脈瘤を見つけやすい。傍矢状洞髄膜種、大脳鎌髄膜種や円蓋部髄膜種の手術でも、開頭の大きさや部位の計画にナビゲーターが有用である。ただし一旦硬膜を開けて髄液が流出すると脳が移動するので、ニューロナビゲーターを盲目的に信用してはならない。ナビゲーターを有効に使うには、その仕組みを熟知して定期的に使用し、システムの限界を知っておく必要がある。ナビゲーターが使えない時は定位的手術装置のフレームを使用するのも1つの方法ではあるが、一般的には煩雑である。



Figure 4-9. OR setup for intraoperative DSA; Dr. Riku Kivisaari performing the angiography.

4.5.10. 術中血管撮影

ICGによって術中血管撮影の頻度は著しく減少したが、今でも術中血管撮影が非常に有用なことがある。石灰化した複雑な大型動脈瘤や巨大動脈瘤、バイパス手術、脳動静脈奇形、硬膜動静脈瘻の手術等である。術中血管撮影を行うにはサブトラクションアンギオグラフィーの行えるCアームが必要である(Figure 4-9)。最新のCアームには標準的に装備されている。ただし、実効性を発揮するためには、神経放射線科医とCアームを動かす手術室の技師、手術台を動かす麻酔看護師の良好な協力関係が必要である。多くの手術台やヘッドフレームは放射線を透過できず、多くの金属類があるため、通常のような照射は不可能に近い。大抵1つないし2つの次善の撮像法に頼らざるを得ない。この様な状況での読影には、特に時間や周囲の圧力があるので、神経放射線科医に豊富な経験が必要である。しかしそれでも得られた情報は、手術を継続したり終了させるのに大変役立つ。カテーテルは手術前に血管撮影室で留置できる。技術的には容易であるが、時間がかかる。このような場合は、手術の間イリゲーションポンプにつなげたカテーテルを適切な位置に留置する。この方法は術前から術中血管撮影の必要性が見込まれた症例に使用している。椎骨動脈にはカテーテルを留置せず、内頸動脈のみとしている。椎骨動脈は血管壁のダメージや、血栓性合併症のリスクが高いからである。術中にカテーテルを挿入する方法もあるが、パークベンチポジションなど、仰臥位でない場合には技術的にきわめて難しい。カーボン製の放射線透過性のヘッドフレームも試してみたが、高価な割には、日常的な使用には耐えられず、壊れ易い欠点がある。

T&T:

経験を積めば正しい到達経路がわかる。しかし最高の名手でも失敗する事はある。困難な症例、特に皮質下病変にはナビゲーションを使いなさい。

T&T:

複雑な動脈瘤や、大型脳動静脈奇形では術中血管撮影を行うべきだ。大型内頸動脈瘤の手術では吸引の有無はともかく、バルーンによる間欠的な内頸動脈閉塞が生命を救って来た。

4.6. マイクロ器具

顕微鏡下脳神経外科手術の器具には、吸引管やマイクロ剥離子の様にシャフトが1本のものや、バイポーラやマイクロ剪刀、クリップ鉗子の様にシャフトが2本のものがある。これらの器具はペンを持つように、指先で把持する。ほとんどの作業は遠位関節の繊細な動きが担う。こうすることで微細な動きも大きな動きも、上手く制御や調整が出来る。器具はシャフトの適切な位置を握り、腕はT字型の調節可能なアームレストに置く。尺側の指はできる限り安定するように杉田フレーム、あるいは開頭縁に置く。マイクロ器具、特に2本のシャフトの器具は、様々な長さのもの、短いものや中程度のもの、長いもの、さらに長いもの等、を揃えておけば、所定の位置に手を置ける。生理的振戦を最小限にするため、その状況で使える最も短い器具を選ぶ。器具の先端はしっかりと視認する。レジデントやトレーニングを開始したばかりの術者には、顕微鏡の視野を自分の手で遮らないようにする事がなかなか難しい。

T&T:

適切な長さの器具を使う。一般的には最短の器具が扱いやすく、手が震えにくい。

T&T:

器具を直接介助看護師に頼む時は、手や指を同じ体勢に保つ。そうすることで看護師が次の動きを予測し、術者の手に同じルートで器具を渡しやすくなる。

マイクロ器具には、YaşargilやRhoton、Perneczky等、多くのセットがあるが、とくにYaşargil教授のバイポーラセットは数が多い。その全部が素晴らしい、有用である。何であれ術者は好みの物を使うべきであり、営利的な選択は奨められない。ヘルシンキ流の顕微鏡手術には、頻繁に使用する11の基本的な器具がある(Figure 4-10)。4種類のバイポーラ(長いもの、短いもの、鋭いもの、尖っていないもの)、マイクロ剥離子、直剪刀、クリップ鉗子、真っ直ぐのイリゲーション用鈍針、3種類の吸引管(長、中、短)(3つの小穴の上で指をずらして吸引力の調整が出来る。小穴の1つは既製で、2つは自作)である。標準セットに必要な器具だけに限っておけば、時間を節約できる。セットに多数のマイクロ手術器具があると、以下の過程で時間が無駄になる。a) 頭の中で器具を選択する。b) 器具を依頼する。c) 多数の類似した器具から特定の器具を探す。d) 術者の手に器具を渡す。e) 最後に術野に器具を持って行く。このような過程が手術中に何百回も繰り返される事を考えれば、出来る限り簡略化する事は合理的である。もちろん必要に応じて使用頻度の少ない特別な器具もすぐに使えるようにすべきである。

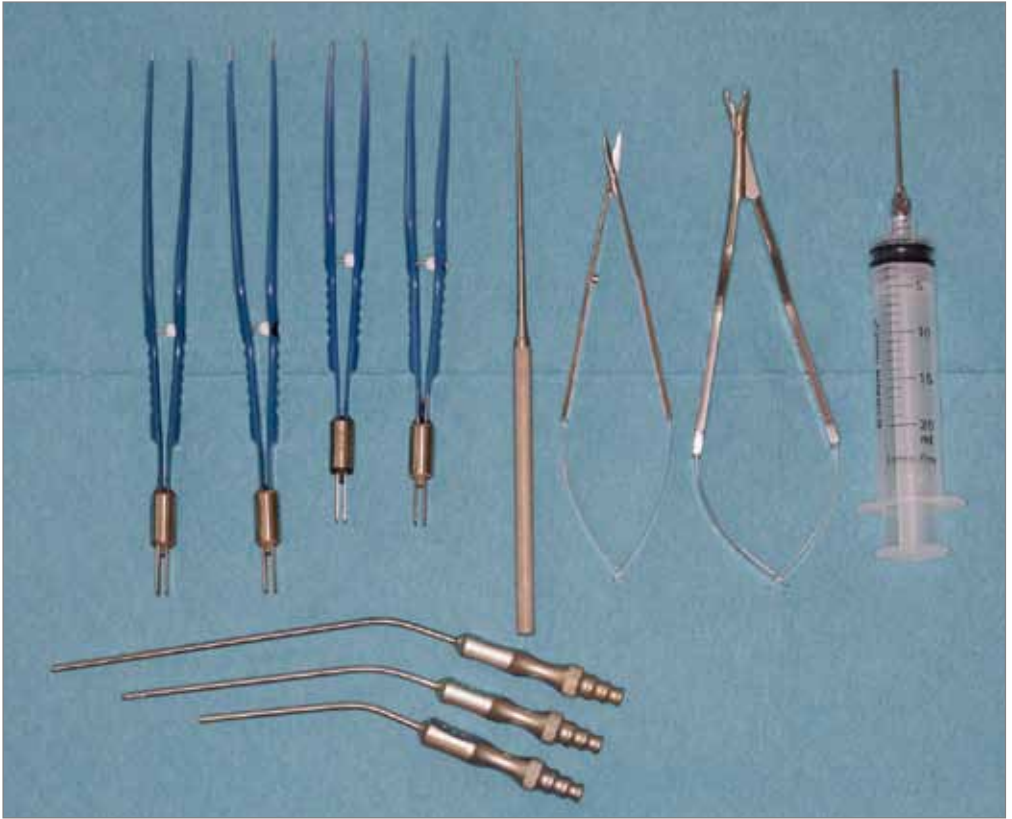


Figure 4-10. The basic set of 11 instruments. Four bipolar forceps (longer and short, sharp and blunt tipped), microdissector, straight microscissors, aneurysm clip applicator, straight blunt steel needle for irrigation, and three suction tubes (long, medium size, and short).

4.7. 準備やドレーピングにおける習慣

“習慣”より “一貫性”という言葉がふさわしい。“一貫性”と言うと、想像力に欠けるとか、退屈なだけだなどの批判はある。ヘルシンキでは、より良い方法が見つかるまでは、現在の方法を変えないのが基本方針である。良い方法を見つけたら、それを貫き通すべきである。ヘルシンキの手術スタッフは、“一貫性”を評価している。“一貫性”の欠如は周囲の者に不安と心配をもたらす。“一貫性”は系統的なアプローチに繋がる。慣習や伝統と混同すべきではない。“一貫性”は論理と理由と経験に裏打ちされている。“一貫性”によって、周囲のスタッフは術者のために次に何を準備すべきか、どのように術者をサポートすべきか、何を予測すべきかを判断できる。術者が次にどの器具や技術を用いるかを予測するだけではない。術者の考え方、話し方、そして動き方に慣れるだけでも術者を理解し、より上手くアシスト出来る様になるだろう。

T&T:

手術では、変更は1つだけにしなさい。想像性はあって良いが、性急は良くない。

Hernesniemi教授がいつもの手順で、どのように体位を設定し、どのようにドレープをかけ、そしてどのように開頭を行うかを示している事が最良の例であろう。その手順は次の通りである。

1. 教授は手術室に着くと顕微鏡の光学系、バランス、マウススイッチをチェックする。
2. 顕微鏡のチェックの前後に病変の左右を再確認するだけでなく、画像をもう一度見直す。術者や直接介助看護師、顕微鏡、そして助手の位置を決めるのに重要である。
3. 仰臥位での手術では、肩の下に硬い丸いクッションを入れて上体を上げ、頭部を心臓より高くする。それぞれのアプローチの体位については5章で詳述する。
4. 4本のピンで頭部を杉田フレームに固定する。次に全てのジョイントを緩めて、手術のアプローチや、接近角度、病変部位を勘案して最終的な頭位を決める。
5. 皮膚切開部位を電気バリカンで剃髪する。
6. さらにカミソリで剃毛する。そして液体石鹼(Mäntysuopa: フィンランドで伝統的に使われている石鹼)で剃毛部位をクリーンにして、毛髪を皮膚切開部より後方に整髪する。
7. Hernesniemi教授は手術室から出て、手についた石鹼を洗い流し、戻って来たら80% アルコールで皮膚切開部を消毒する。皮膚切開部は何度も消毒して、ホコリや皮脂、垢が除去された事を確認する。
8. 皮膚切開線は使い捨ての滅菌ペン(いわゆる皮膚ペン)で描く。

9. 皮膚切開部には、通常0.75%ロピバカインと1%リドカインの1：1混合液に1/100 000アドレナリンを配合した溶液を約20ml注入する。
10. 大きめの腹部手術用ガーゼを皮膚切開部を取り囲むように置き、全体を大きめのオブサイトで覆う。オブサイトはドレープ自体を固定するため、杉田フレームとそのピンに貼付けるように覆う。ドレープで覆った術野の下は床はHernesniemi教授が自分できれいに拭く。これは70年代、定位手術の最中に滑りやすい床の上で転倒した経験があるからだ。直接介助看護師が残りの部位にドレーピングを行う。

T&T:

体位や手術の準備をしながら、脳神経外科医の脳裏にはこれからの手術の手順が浮かんでくる。いつもの慣れた手順を繰り返すことで、集中して落ち着く事ができる。直接介助看護師や他のスタッフに二言三言優しい言葉をかければ、手術への準備を確認でき、雰囲気や和む。

4.8. 開頭の基本方針

最小限の剃毛で頭皮を消毒し、皮膚切開線に沿って麻酔薬と血管収縮薬を注入する。前頭蓋底、中頭蓋底へのアプローチで、皮膚と側頭筋を切開して一層に翻転する方法は、この25年間で安全性が証明されている。側頭筋の萎縮や、顔面神経上枝の損傷は生じない。杉田フレームのフックによる牽引は強力なので、広範囲に頭蓋底を削除しなくてもシルビウス裂や頭蓋底を広く展開でき、皮膚や筋肉からの出血もバイポーラで速やかに止められる。クラニオトームを使用して、ほとんどはバーホール1つで開頭できる。年齢とともに硬膜と頭蓋骨の癒着が強くなるので、バーホールの追加が必要となるかもしれない。Kuopio出身の技師が考案した特製の曲剥離子(“Jones”, Figure 4-11a)は彼の名前が付いていて、剥離に有用である。大きな骨弁を作成する時には、Yaşargilタイプの柔軟な剥離子が有用である。(Figure 4-11b) 大きな静脈洞は、バーホールを外側よりも直上に設けた方が骨からはがしやすい。分厚い骨を切る時や、静脈洞の上の骨を切る時は、L型型のフットプレート(硬膜ガード)を使わずにクラニオトームで骨を薄く削る。薄くした部位に沿って骨を折る事ができる。閉頭時の硬膜の吊り上げ用の穴を、クラニオトームで開頭縁に作成する。次にハイスピードドリルで

目的の方向に向かって骨削除を行う。骨からの少量の出血は、水をかけずにダイヤモンドドリルでドリリングすると止血できる。これがいわゆる“ホットドリリング”である。

見学者からは、術中の頭皮からの出血が少ないことをよく言われる。麻酔科医が血圧を上手く調節している事もあるが、多めの(20ml近い)0.75%ロピバカインと1%リドカイン、そして100 000倍アドレナリンの局所注入が良く効いている。また皮膚切開部に使い捨てのレイニー頭皮クリップ(Mizuho Medical Inc. Tokyo, Japan)を使ったり、皮弁を強くスプリングフックで牽引したり、開創器で十分な力で開創したりして、頭皮からの出血に対処している。どのような出血でも確実に処置する。しっかり止血しておけば、手術の重要な場面だけでなく、閉頭の際にも時間が節約でき、気が散らない。頭皮などからの出血がコントロール出来ないうちに開頭すべきではない。

注意深く止血してから硬膜を切開する。これは先に進む前に、終えておくべき手順である。硬膜外からの静脈性出血はサージセル、フィブリン糊、硬膜吊り上げを組み合わせて止血出来る。恒久的な硬膜の吊り上げ縫合は硬膜を閉じてか



Figure 4-11. (a) The curved „Jones“ dissector, used to separate the dura from the inside surface of the skull. (b) The Yaşargil-type flexible dissector useful for larger bone flaps.

ら手術の最終段階に行う。閉頭の際、硬膜の伸展を妨げ、硬膜の間隙が埋めにくくなるからである。硬膜外からの出血が多い場合は、切開に先立って恒久的な吊り上げ縫合を行う。硬膜外に生理食塩水を注入してサージセルを膨らませる方が、単にサージセルを詰め込むより効果的に止血出来る。開頭部周囲を過酸化水素水に浸したガーゼで覆い、緑色の布を開頭縁にステープラーで止める。緑色の布によって、術野の色のバランスが良くなり、顕微鏡のビデオカメラ映像が見やすくなる。率直に言うと、術野がよりクリーンできれいに見える。術野には一般的に赤い物が多く、特に古い顕微鏡では映像のクオリティーに深刻な影響を与える。顕微鏡の強い光が反射すれば何も見えなくなる事があるので、白いガーゼからの反射光を減らすという理由もある。硬膜は基部を広くして、1つないしは複数の曲線状に切開する。硬膜外からの出血を防ぐために、切開線に沿ってテントの峰の形になるように多くの糸でがっちりと吊り上げる。これらの吊り上げの糸は、緑の布が動かないように保持し、止血も兼ねて周囲のドレープに固定される(Crile, Dandy など)。

T&T:

止血が終わらないうちに手術を続けるべきではない。

T&T:

可能な限り術野をクリーンに保つこと。解剖学的構築を視認しやすく、手術がより良く、より早くなる。

4.9. ヘルシンキ流顕微鏡下 脳神経外科手術の基本コンセプト

4.9.1. シンプル、クリーン、迅速かつ 正常解剖を維持すること

ヘルシンキ流の顕微鏡下手術の基本コンセプトは「シンプル、クリーン、迅速で正常解剖を維持する」ということに要約出来る。

“シンプル”とは、本当に必要なことだけを行い、出来る限り少ない労力で目的を達成することである。器具の交換は最小限とし、その種類も標準的なものに限る。脳神経外科医も直接介助看護師も器具に早く慣れ、手術手順を標準化出来る。付言すれば、同じ手術器具を複数の異なった用途に使う。

“クリーン”、すなわち術野が血液で汚れていないことは、顕微鏡下手術を成功させる鍵である。高倍率下での手術では、極少量の血液でも術野全域に広がって、オリエンテーションがつきにくい。手術全体を通じての止血は最重要だが、それに加えて術者は出血の少ない手術戦略を選ぶべきである。正しいアプローチを選択すること、組織本来の断面や境界を維持することである。出血を見つけ次第、先に進む前に止血すべきである。さらに、術野から血液やその他の異物を洗い流すために、洗浄は自在に行って良い。

組織本来の境界や断面を大事に扱えば、“正常解剖を保つ”事が出来る。解剖構造に沿って、それらが無傷に保って剥離すれば、高倍率下でのオリエンテーションがより容易になる。解剖学的構築を侵すのは、手術手技上どうしても必要なときに限るべきである。術後の新たな脱落症状のリスクを最小限にするためには、術者は最も侵襲が少なく、正常解剖を保てるアプローチを選ぶべきである。

“迅速”とは、手術を急ぐ事ではなく、むしろ前記の3要素の効果である。手術時間の大半は、まずい手術計画や、間違った不適切なアプローチ、そして出血等の好ましくない状況と格闘する事で失われる。経験に基づいた正しい手術戦略と、トラブルを前もって回避することで、手術は次第に速くなる。短時間の手術であれば術者は集中力を保ちやすく、間違いも犯しにくい。その上、一定時間内に多くの手術をこなせるので、費用対効果が高くなる。もちろん特に手術を始めたばかりの術者は、速さよりも手術の質に集中すべきである。速さは経験に伴って得られる。

T&T:

水は術野も気分もクリーンにして、術中に一息つかせてくれる。
手術の進め方を考えたい時は洗浄しなさい。

T&T:

いわゆる“壮絶な長時間”の手術の多くでは、実際にはほとんどの時間が術者の間違いの修正に費やされる。特に術者が自分で引き起こした出血を止める時間である。



Figure 4-12. The right hand waiting for an instrument, while keeping the eyes on the microscope.

4.9.2. 顕微鏡下での操作

マイクロサージェリーの器具を顕微鏡下に限って使うことを至上とする術者もいる。彼らは術野から目を離している間は、すべての器具を術野から取り除き、重要構造物から離しておく。術野から目を離している間に手や器具がどう動くか分からないと心配するからだ。ただし、それでは器具を術野に繰り返し運ばなければならず、手術時間が長くなる。手術を円滑、かつ効果的に進めるために、術者はいわゆる“ブラインドハンド”の技術を習得する必要がある。それは直視にこだわらない動きである。脳神経外科医が容易に習得出来る最初のブラインドハンド技術は、右手での器具交換である。直接介助看護師が術者の右手の器具を受け取り、術者が顕微鏡を見ている間に次の器具を手渡す(Figure 4-12)。これは比較的容易である。術野で決定的な役割を果たす手や器具に視覚を維持出来るからである。さらに難しいが有用なブラインド

ハンドテクニックは、脳神経外科医が顕微鏡から目を離して他を見ている間、術野を直視せずに器具を把持する状況である。例えば綿片を取る時や、顕微鏡を調整する時である(Figure 4-13)。通常は短時間に限られるが、残った手と器具を全く同じ位置に維持しなければならない。Hernesniemi教授の手術スタイルは、術野で左手ないしは右手をブラインドで使うので、非常に速く流麗である。この技術を定期的かつ完璧に使いこなす事は、自信と流暢さの表れである。このテクニックは無意識に行われている。ちょうどギタリストが自分の指を見ずに、複雑な音階を速く演奏する様なものだ。能力は膨大な練習と経験から身につくものである。この様な感覚と能力に精通すれば手術は速くなる。器具を確実に保持していれば、その位置をいちいち視認する必要はない。視覚以外の感覚で確信が持てる。左手（時として右手）を確実に

働かせる事により、血流遮断時間を大幅に短縮し、組織をもう一度露出する必要性や、切開や牽引の繰り返しを減らす事が出来る。顕微鏡や腕置きを位置を調整し、直視下に綿片やサージセルを取ったり、最良のクリップを選べる。重要構造物の近くで左手を完全に静止して維持する間、あるいは左手の器具を中心に体を回転させる間の事である。

右手と左手を入れ替えながら、開創器の役割をさせる事は有効である。例えば前頭葉底面を剥離して終板を開放する時には極めて効果的である。出血や水頭症で膨れ上がった脳を扱う場合は手早くした方が良い。手術を前に進める為には、止まっている時間をなくすことだ。もちろん性急は良くない。安全かつ容易な作業があるならば、それを遂行すべきである。急ぐのではなく、不要な動きをせず、問題を未然に避ける事で結果的にスピードが上がる。

この様な手術スタイルには強さ、安定性、術野の理解、深さの感覚、組織の感覚、そして関節の位置覚が必要である。脳神経外科医は吸引管で吸引し、牽引し、組織面を保持する事が出来る。ブラインドで右手の器具を交換すれば、その吸引管は直視下で、常に術野における基準点になる。練習を積み重ねて慣れてくると、脳神経外科医は視覚を使い、組織を感じながら、術野での距離感や深さ、器具と重要構造物の関連を知る高度な感覚を体得する事が出来る。ヘルシンキ流に教育された迅速かつ優秀な脳神経外科医は、重要構造物を傷つけたり、同じ器具を繰り返し出し入れしたり、何も

しない空白の時間を過ごすことなく、小さい術野に吸引管やマイクロ剪刀、バイポーラを組み合わせ持ち込み、切開、凝固、閉塞、さらには深部縫合をしながら、細かい重要な神経や血管の周囲を正確かつ滑らかに動く事が出来る。この様な技術を意識する事はトレーニングに役立つ。その姿勢や、体の動き、手の動き、顕微鏡下での実際の手術テクニックに注目しながら、手術室で多くの熟練した脳神経外科医をライブで観察する事が最良のトレーニングと考える。



Figure 4-13. Looking away from the microscope, while the left hand (holding a suction) remains in the operative field.



Figure 4-14. Adjusting the microscope with only the right hand.
This can be done even with the right hand still holding an instrument.

4.9.3. 顕微鏡を動かす

ヘルシンキ流手術の歴然たるスタイルの1つは顕微鏡が常に動いている事である。マウススイッチを使えば顕微鏡を水平や上下に動かせる（ページ77、Figure 4-6）。垂直の動きは焦点を合わせるのに特に重要である。固定焦点距離でもマウススイッチを使った小さな垂直の動きで、深い術野での焦点を合わせる。わずかな平面内の動きもマウススイッチで調整する。このような動きは、特に高倍率下での手術に必要である。オートフォーカスはマウススイッチには不要で、かえって顕微鏡の焦点が合いにくくなる。マウススイッチで顕微鏡を固定している間に、親指で右ハンドルの倍率と焦点距離をブラインドで変える事が出来る。顕微鏡を傾け、視野の角度を変える場合にも右手を使う。ただしこの時でも左手で吸引管を術野で維持して回転の中心としながら、マウススイッチを右手に次ぐ2

番目の支点として、顕微鏡を右手だけで動かす事が出来る（Figure 4-14）。立位での手術なら、相当極端な、素早い角度の変更でも自由に行える。このような技術を習得した脳神経外科医を見ていると、顕微鏡が動いている間、まるで患者の周りで踊っている様に見える。

T&T:

マウススイッチは Yaşargil 教授により導入された偉大なものの1つだ。これを用いない脳神経外科医がいる事は驚きである。



Figure 4-15. For a right-handed neurosurgeon, left hand is mainly used for controlling the suction, the left hand for the other instruments.

4.9.4. 左手の吸引

右利きの脳神経外科医は吸引管を左手に持つ (Figure 4-15)。吸引管は適切に使用しないと、最も危険な器具と成り得る。熟練した脳神経外科医は、ただ吸引するだけではなく、組織を丁寧に調べ、開創し、切り開く事も出来る。吸引中の音によって、術者、助手、直接介助看護師は吸引管の先端の液体や組織の状態、粘度、性質、特徴などの情報を得る。吸引力は、吸引管の手元にある3つの穴を親指で押さえて調整する (Figure 4-16)。手術室スタッフは素早く吸引の強さを調整できる様に準備しておく。金属の吸引管に接続するチューブは、重くて左手の動きを妨げない良質のもの (例えばシリコンラバー製) で、軽く柔軟であるべきである。

我々は主に2~3種類の違った太さで、それぞれ3種類の長さの吸引管を使って

いる。吸引管が乾いていたり、凝固した血液で汚れていると、周囲の脳にくっつきかねない。吸引管を優しく有用な開創器として使う為には、吸引管はクリーンにして濡らしておくべきだ。吸引管の先端にハイスピードドリル等で出来た尖った部位が無いかどうか常に確認しておくべきである。注射器を用いて、定期的に生理食塩水で洗浄する事は大切である。頻回の洗浄により、器具が組織にくっつく事を防ぎ、術野から様々な小片を取り除いて、外科医の心の中の映像をクリーンにする。洗浄については後の 4.9.10項で述べる。



Figure 4-16. Three holes at the base of the suction tube enable controlling the suction force by sliding the thumb.

4.9.5. 右手

通常は右手でバイポーラを扱う。マイクロ剥離子、マイクロ剪刀、クリップ鉗子、ドリル、超音波破碎吸引装置、ソノペットもやはり右手で扱う。さまざまな施設の脳神経外科医を見学して、顕微鏡下手術での右手の使い方には種々のスタイルと方法がある事に気づいた。バイポーラをあまり剥離に使わず、剥離子や、2本のマイクロ鑷子を使う術者もいる。右手は顕微鏡の調整をしたり、動かしたりする。こういう調整は、初めは空いている右手であるのが容易である。しかし時とともに右手でバイポーラを持ったまま顕微鏡のハンドルを握る事を学習する。

4.9.6. バイポーラ

ヘルシンキ流の顕微鏡下脳神経外科手術では、バイポーラは解剖学的構造や剥離面を探索したり、切開したりする為に、頻繁かつ効果的に使われる。バイポーラは自然に開く。開く力が適切である限り、くも膜面を開放したり、膜を分けたり、腫瘍組織の減量に備えて組織を柔らかくさせたり、神経膠腫を凝固機能を用いて鋭的に切開したり、単に組織を凝固するのに使用される。

Hernesniemi教授は多くの場合、2種類の長さのバイポーラを使う。それぞれの長さに、先端が鋭な物と鈍な物が準備されている。必要なら他の長さの物も利用できる。しかしほとんどの場合は、これらの2種類の長さで十分である。神経膠腫や脳動静脈奇形の手術など凝固を繰り返す場合には、直接介助看護師が、2本ないしはそれ以上の同種のバイポーラを交換しながら綺麗にして、時間を節約する。バイポーラは様々な役割を果たす。先端を用いて剥離子として使えるし、腫瘍組織を凝固して縮小させたり、その軸を開創器としても機能させる事が出来る。高倍率下での手術では、自然な剥離面を切り開くには綺麗な先端であることが重要である。角度のついた、または曲がったバイポーラは、嗅神経溝など到達しにくい部位の背面で役立つ。

鈍的切開でのバイポーラの使用は、動脈瘤や腫瘍へ到達する顕微鏡下手術のビデオで一貫して示されている。シルビウス裂を開放するときや、小脳橋角部を切開するとき、経大脳縦裂アプローチの際に、最もよく使われる。バイポーラは自然に開く様に出来ており、組織面を丁寧に分けるのに効果的である。例えばくも膜の層や、腫瘍と脳の界面の間で、先が鈍なバイポーラを鈍的切開に用いる。先端が鋭なバイポーラは、終板を開放するなど組織面を横切る鋭的な切開に用いる。またバイポーラでそっと血管を挟ん

で、その弾力を評価したり、計測したりするのに用いられるし、また動脈瘤やその他の病変の上にバイポーラを乗せて、その弾力を評価する。

凝固する時は、バイポーラの先端に少し隙間を作る事が重要である。バイポーラの先端を覆う黒こげを少なくする為に、短時間に通電する事が望ましい。この"開 -- 閉"または"あちこち"、または"振動"凝固テクニックは、凝固に必要な場所を血管の縦方向に沿って"動き回る"事と同様に、少量の洗浄の水を必要とするが、基本的に有用である。良い凝固が可能となり、バイポーラの先端がくつつくのを防ぐ。"Dirty coagulation"とは、脳動静脈奇形や血管の多い腫瘍の手術で用いられる特別な技術であるが、これは血管壁を持たない細い血管を凝固する為の技術である。バイポーラの先端の間に周囲の脳組織を挟み、そして血管をこれらの組織と共に凝固する。

4.9.7. マイクロ剪刀

マイクロ剪刀を繊細かつ迅速に使って、くも膜や脳そうを切開する。刃で切開するだけでなく、先端を閉じた状態でその側面も使う。マイクロ剪刀の先端で、大小の血管や脳神経を慎重に圧排したり、動脈瘤を調べたりする。この様に一般的な器具を丁寧かつ正確に多くの用途に使えば、マイクロ器具の不必要な交換を避ける事が出来る。看護師の手術・器具台が乱れず、手術時間が短縮される。

4.9.8. 綿片

様々なサイズの綿片を術野の近くで使い易くしておくべきである。通常は糸の付いていない綿片を好んでいる。糸はよじれやすく、絡み合って、誤って引きずり出されやすいからだ (Figure 4-17)。深い術野では糸が術野を遮りやすい。その一方で、組織が視野を覆う大きな摘出腔で、糸のない綿片を使う時は、小さい綿片が後ろ側に残っていないか、常に入念に術野全域を調べる必要がある。

綿片は様々な目的で使用する。



Figure 4-17. Cottonoids and pieces of Surgicel fibrillar placed on a pad situated next to the operative field; continuously replenished by a scrub nurse during the operation.

4.9.9. 鋭的剥離、鈍的剥離

- 神経組織の上や脳血管の近くで、これらを傷つけずに容易に吸引が行える。
- 剥離やアプローチの際に重要な神経や血管構造を保護する。例えば硬膜切開時に脳実質を保護する。
- 神経組織を開創器や吸引管、バイポーラ等の鋭利な器具から保護する。
- ソノペットやキューサを使う部位の周囲を覆い、骨屑などの残骸が詰ったり、くっついたりするのを防ぐ。
- タンポンとして挿入し、止血効果を得る。
- 腫瘍と周囲組織において、剥離の際に傷をつけないように保護する。
- 小血管を周辺の神経から丁寧に剥離する。
- 大きな腫瘍の手術では、少量の静脈性出血に対するタンポナーデ効果とともに、摘出腔の壁が崩れるのを防ぐ。
- シルビウス裂の剥離の際の静脈性出血に対処する。
- 中大脳動脈瘤の手術や、経大脳縦裂アプローチ等で、開いた脳裂を保持する為、拡張性のある固まりとして使う。
- テンポラリークリップを傍らに避けたり、最終的なクリッピングの時に動脈瘤を適切な方向に向けたりする。

ハイスピードドリルを使う場所の近くに綿片を置いてはいけない。ドリルに巻き取られて回転し、周囲の組織を損傷する事が多い。

鋭的切開とは組織面を横切って切開する事であり、鈍的切開とは解剖学的境界面の間を進むことである。くも膜や癒着面をマイクロ剪刀で正確に切る事が鋭的切開の古典的な実例である。しかし鋭的なバイポーラで穿刺したり、特別なくも膜メスで切ったり、短いマイクロ鑷子を使ってくも膜を引き裂いても、くも膜を開放出来る。くも膜メスの代わりとなる安価な器具として、使い捨ての鋭利な注射針を1mlの注射筒に取り付けて持ち手としたものが使える。鈍的切開は通常、自然の剥離面に入り、その面をたどって延ばしていく。バイポーラやマイクロ剥離子、小さい綿片を使うのが一般的だが、“Water dissection（水を使った剥離）”はきわめて重要である（下記参照）。

4.9.10. 洗浄と“Water dissection（水を使った剥離）”

洗浄は手術全体を通して、自由にかつ大量に行う。その主な目的は、a) 術野全体をクリーンに保つ、b) 出血点を見つける、c) 組織が乾いたり、器具にくっついていたりするのを防ぐ、d) 水を用いて剥離する。洗浄には温めた生理食塩水を使う。普通は20mlの注射筒に、直の太めの鈍針をつけて用いる。

ヘルシンキでよく用いる独特な剥離方法は“Water dissection”である。これはブタペストのToth医師が発表して、普及した。この方法の有効性はあまり認められていないが、効果的で危険性が少なく、安価な剥離方法である。“Water dissection”は組織の自然な面を分離するのに使う。まず最初に、剥離の起点を確認し、握った注射筒の生理食塩水を剥離面に注入する。押し広げられた更なる“面”や構造を同定し、更なる鋭的切開が容易になる。同じ技術はあらゆる境界や“面”を広げるのに使われる。例えば実質

外腫瘍の剥離や、シルビウス裂の開放、脳動静脈奇形の摘出の時などである。

4.9.11. 牽引は最小限に

ヘルシンキ流の顕微鏡下手術は、脳の圧排器具を使わずに遂行出来る。多少の例外はある。前交通動脈瘤や、脳室内髄膜種や第三脳室コロイド嚢胞等の深部の病変の手術では、先の細い杉田リトラクターを用いる。必ずリトラクターを用いるアプローチもある。脳底動脈先端部の動脈瘤に対する側頭下アプローチ等は、たとえスパイナルドレナージで髄液を排除したとしても、幅の広いセルフリトラクターが無いと難しい。

適切な吸引管とバイポーラを、綿片と組み合わせると、脳を優しく圧排できるが、多くの場合は獲得した術野をこれらの器具で保持する。例えば前頭下から動脈瘤に向かってくも膜を切開する時や、終板を開放する時である。まずバイポーラで脳の牽引を行い、吸引管で髄液を排除する。バイポーラを使っている間は、吸引管をそのスペースを維持する為に使う。特に終板を開放する際にこの手技は大切であり、ビデオを見ていれば良くわかる。熟練者の手術では、吸引管とバイポーラがマイクロリトラクターとして絶えず、無意識に交代しながら働いている。こうして術者は、例えば前頭葉下の剥離等で、自然の境界面に沿って言うように進む事が出来る。

4.10. 閉頭

ヘルシンキでは閉頭を、皮膚縫合も含めて手術用顕微鏡下に行く。これは顕微鏡手術のすばらしい練習方法である。しかも拡大と良好な光源のおかげで、肉眼視よりも止血しやすい。手術はいつも確信を持って終えなければならない。その為には、複雑な手技を習得するよりも、きちんとした閉頭を学ぶべきである。

閉頭は層々に行く。脳脊髄液が漏れないよう、硬膜は出来れば3-0ないしは4-0丸針を用いて連続縫合で閉鎖する。硬膜の小さな欠損はフィブリン糊で閉鎖する。硬膜の大きな欠損は、骨膜を有茎で折り返したり、商品化された移植用硬膜を使用する。幾つかの製品が種々の企業から販売されて普及している。硬膜を開頭縁にドリルで開けた小穴につり上げて縫合すれば、硬膜外からの出血を止められる。サージセルを充填すればさらに効果的である。骨弁を戻す前に、硬膜上にサージセルを敷き詰める。骨弁はエースクラップ社のクラニオフィックスを2個以上用いて固定する。大きい骨弁の時だけは、中心に数カ所の吊り上げ縫合を設ける。筋肉は2-0吸収糸を用いて1層または2層に、連続ないしは単結節縫合を行う。出来れば筋膜も連続縫合すべきである。次の層である帽状腱膜も3-0吸収糸で連続ないしは単結節縫合する。整容上の問題があるので、創の辺縁は同じ高さに揃える様に注意する。皮膚の閉鎖にはステープラーを用い、5~7日で除去する。ドレーンは用いない。それよりもむしろ丁寧に止血を行う。外傷や脳梗塞患者に対する大きな外減圧術や、頭蓋形成術の場合だけは例外的にドレーンを使用する。

4.11. ヘルシンキ流の顕微鏡下脳神経外科手術の鍵となる要素

手術をより円滑かつ迅速に行うヘルシンキ流顕微鏡手術の鍵となる要素と成因を下記に示す。

- ・ 「準備の一貫性」。堅実で安全な方法をとる。確認と確固たる医学的根拠、原則に則った手順が必要である。トラブルを回避する手順と確認を習慣化する。手術の全段階に一貫性を持つこと。手術に関わる全ての人が、術者が何を求め、何を必要とし、何を期待しているかを知るべきである。
- ・ 「迅速な手術」。遅い手術より良い。ただし急ぐという事ではない！もし1つの動作で2つの仕事が出来たら、そうすべきである。効率的であれ！
- ・ 「練習の継続」。顕微鏡手術を迅速に手際よくこなすには膨大な練習が必要である。
- ・ 「冷静と熟慮」。ただし的確な行動と状況に応じた適応能力が求められる。
- ・ 「チームワークを大事にする」。全てのスタッフ、チームに対して親切で、ものわかりがよく、明朗で敬意を表すべきだ。ただし、患者の治療水準については断固として妥協してはならない。
- ・ 「一生懸命働く」。献身的に一生懸命働く事に代わる物は無い。

Hernesniemi教授の手術技術やスタイルの詳細な特色は下記の通りである。

- ・ 「両手の器具を協調して働かせる」。両手は同じ目標に向かって働く。どんな時でも完全にコントロールして、可能な限り無侵襲に動かす。脳が腫れ上がった状況で、終板を開放

する時などでは、迅速かつ円滑な作業が行える。

- ・ 「固定式脳ベラの使用を最小限にする」。顕微鏡を高倍率で使用し、主に左手の器具を脳ベラとして丁寧に使う方が遥かに安全である。
- ・ 「少数の最良の器具を、最大限かつ効果的に用いる」。一般的な器具を“手のサイン”で示す事で、直接介助看護師が術者の次の動きを予測出来る。特殊な器具も使えるようにしておくべきだが、その使用は短時間に限る。
- ・ 「右手で非直視下に器具を交換し、顕微鏡から目を離す時には左手を安定した回転軸とする」。こうして左手をリトラクターとして使い、それまでに確保したスペースや、手術面を維持する。付け加えるなら、左手の器具を繰り返し術野に出し入れする必要が無くなる。
- ・ 「不必要な空白、中断、遅延を避ける」。安全であれば休憩をとって良いが、全体的に動きはゴールに焦点を合わせて、各々の動きによってゴールに近づく。
- ・ 「直接介助看護師とのチームワーク」。直接介助看護師はいつ、何を、何故それが必要なのかを知るべきである。それによって一貫性が得られ、仕事を迅速、安全かつシンプルに進めやすくなる。
- ・ 「手術の成功に対する妥協なきアプローチ」。注意深く計画を立て、先回りして問題点を回避する事により、手術を円滑に遂行する。
- ・ 「手術室では穏やかで控えめな音楽がチームを落ち着かせる」。

4.12. Hernesniemi教授の習慣と器具のリスト

看護師が記録したHernesniemi教授の習慣。このリストは定期的に更新され、覚え書きとしても、新人看護師のトレーニング教材としても使用されている。

- 手術の間はずっと立位である（バイパス術を除く）。
- 杉田ヘッドフレームと成人用のピンを用いる。小児に対しても成人用を用いる。
- 術野を覆う前に、腹部用のガーゼと大きめのオブサイトフィルムを術野の周囲に置く。
- マイクロファイバー製のLサイズの手術ガウンを着用する。
- 腕置き台
- メイヨースタンド用のカバーを腕置きに使用する。
- Medena吸引管
- #23皮膚用メス
- #15硬膜切開用メス
- 糸なしの綿片
- サージセル
- 骨蠟
- 大きめの骨窓作成器
- 小孔を作成するのに、開頭用のドリルをガードを外して使用する。
- フィブリン糊（Tisseel Duo Quick）は直の鈍針をつけて、常に使える様にしておく。
- モノポーラの出力は5。バイポーラ（Malis）は最初50で、硬膜開放後は30、動脈瘤に対しては25、先端が尖ったバイポーラの時は20である。
- 開頭縁の周囲にオキシドールに浸したガーゼを敷き、緑色の布をステープラーで固定する。
- 最初は#12の短い吸引管を用いて、開頭後は#8を用いる。吸引管の長さは深さで変わる（3種類の長さの吸引管がある）
- 動脈瘤の手術と、血管に富んだ腫瘍の手術の際にはパパペリンを準備しておく。
- 吊り上げ縫合は3-0 Safil(hrt22)
- 硬膜縫合は4-0 Safil(hrt22)
- 脊髄手術での吊り上げ縫合は4-0 Prolene
- 洗浄用の先端は再利用できる金属製の鈍針を使用する。
- “Needle-knife”は1mlの注射筒に18Gピンク針をつける
- 脳動静脈奇形と硬膜海綿動静脈瘻の手術においては大量にフィブリン糊を使用する。
- 全ての再開頭手術では、骨弁を抗生剤（cloxacillin）に浸す。その後骨弁を戻す前に生理食塩水に浸す。
- 側頭下アプローチで、小脳テントを吊り上げる際、小さい動脈瘤クリップを用いる。
- 小さい開頭：小さなSnoeden-Spencer持針器とAdson鑷子ないしはバイオネット型マイクロ鑷子を用いる。
- 長くて細い持針器を用いる。
- 細い脳室カテーテルとして、バリウム入りカテーテルとgreen IVカニューレを用いる。
- “Children glue”とはヒストアクリルである（例えば動脈瘤をコーティングするのに使用する）。
- 脊髄手術におけるドリリングでは、先端が長いドリルを用いる。延長した物は使用しない。

- 2-0 Safilの針付き糸を、筋層と皮下縫合に用いる。皮膚の閉創はステープラーを用いる。
- 2個のクラニオフィックスを用いる。

開頭器具

- Stryker社製ドリル
- 丸い縦溝の入ったドリルの先端 size 5.5mm
- ダイヤモンドドリル size 5.5mm

教授の標準的なマイクロ器具

- バイポーラ
 - ☐ バイポーラ、“アイスホッケー”
 - ☐ バイポーラ、19.5cm 普通
 - ☐ バイポーラ、16cm 先端が鈍
 - ☐ バイポーラ、16cm 先端が鋭×2
 - ☐ バイポーラ、19.5cm 先端が鋭×2

• 吸引管

- ☐ no.5 長
- ☐ no.7 長
- ☐ no.6 中
- ☐ no.7 中
- ☐ no.8 中
- ☐ no.12 中
- ☐ no.8 短
- ☐ no.12 短

洗浄用金属製鈍針

短いもの
8cm

• モスキート

• 剥離子 ff222 エースクラップ社製

• クリップ鉗子

- ☐ エースクラップ社製 長 直 小 s71163
- ☐ エースクラップ社製 長 曲 小 s71164
- ☐ エースクラップ社製 短 曲 小 s74320
- ☐ エースクラップ社製 標準 fe 582

• マイクロ剪刀

- ☐ 短 マイクロ剪刀 fd 103r
- ☐ マイクロ剪刀 12-17329
- ☐ “Luukkaset” 大 直 Lawton
- ☐ “Luukkaset” 大 曲 Lawton 57-1015
- ☐ 上山式マイクロ剪刀

• マイクロ剥離子／マイクロフック

- ☐ マイクロ剥離子 ff310
- ☐ マイクロフック、鋭 fd375
- ☐ マイクロフック fd398r

• マイクロ鑷子

- ☐ リング鑷子 大 bd766r
- ☐ リング鑷子 小 bd768
- ☐ マイクロ鑷子 短 bd330r×2
- ☐ 鈎付きバイオネット鑷子 bd886r

後頭蓋窩手術

- 正中の開頭は座位で行う。高齢者や小児の症例は腹臥位で行う。緊急手術の場合は技師が居ないため、腹臥位で行う
- 外側後頭下開頭はパークベンチポジショ

ンで行う。術者は各々の側に立ち、直接
介助看護師は頭側の端に立つ

- 時に脊椎ドレナージを行なう
- 曲がった開創器（Mastoid retractor）を
Raneyクリップや杉田フレームのフック
の代わりに使う
- 開頭器具
- 小さな綿球をコッヘルで挟む
- 針付きバイクリルで深部筋層を縫合する

May need:

- Nicola Tumor clamp
- Kerrison bone punch, noir, detachable,
2mm
- Micro Scissors curved right
- Long DIADUST micro needle holder
- His own long micro instruments
- Long suction cannulae
- Long irrigation tips
- "Black Rudolf" tumor clamp 23 - 01049
- Large long ring forceps
- Small long ring forceps
- Long micro hook, semi-sharp, 23 cm
- Long micro hook, blunt, 23 cm
- Yaşargil Coagulation Forceps 21.5 cm
- Yaşargil Coagulation Forceps 23.5 cm
- Yaşargil Micro Scissors straight
- Yaşargil Micro Scissors curved

動脈瘤手術

- 教授自身のミニクリップセット（主にエ
ースクラップミニクリップであるが、も
ちろん標準クリップもある。そして3種類

のサイズの杉田クリップもある。）

- パパベリン
- ロックなしのクリップ鉗子（主に曲がっ
たミニクリップ鉗子を用いる）

May need:

- Second suction
- Own set of Sugita Clips
- Fenestrated Clips (Sugita/Aesculap)
- Sundt slim-line graft clips (Codman)
Might lift tentorium with a mini clip or
Weck's ligacip in basilar aneurysms
Histoacryl Blue (B.Braun1050044)
"childrens glue" for wrap-ping
- If aneurysm cannot be fully clipped
→ 7-0 or 8-0 suture and micro
needleholders
MCA aneurysms → short clip holder

脳動静脈奇形の手術

- 動脈瘤と同じ準備である
- それ以外に余分に一時遮断用のミニ
クリップ
- バイパス術用の器具
- 多量のフィブリン糊



5. 一般的なアプローチ

記載されているそれぞれのアプローチはDVDにも収録されている。付録2を参照されたい。

5.1. LATERAL SUPRAORBITAL APPROACH (LSO)

ヘルシンキでHernesniemi教授が最もよく使うアプローチは、Lateral Supraorbital Approach (LSO)である。現在までにLSOはWillis 動脈輪前半部の血管病変、前頭蓋窩や前頭葉頭蓋底部の実質内外の腫瘍性病変4,000例以上に対して使われて来た。LSOはYaşargilの古典的なPterional approachをより前頭葉下側に、より非侵襲的に、より簡便かつ迅速に改良したアプローチである。LSOはより小さな皮膚切開で行われ、皮下の面倒な剥離は少なく、Pterional approachと比べて側頭葉方向へ広げる必要がない分、骨弁は小さい。

LSOでは、皮膚筋肉弁は一塊として展開し、側頭筋前部だけを切開する。側頭筋を部分的に分離すると、顎関節の問題や咀嚼、開口の問題、また後々側頭筋萎縮によって審美的な問題が生じる可能性が小さくなる。前頭筋への顔面神経分枝は開頭時に露出したり、剥離したり、切断しないので損傷することはない。皮膚切開は比較的短く、骨弁も小さいので閉創も簡単である。フィンランド人の眉毛は薄く、眉毛部の皮膚切開を使うことは少ない。

5.1.1. 適応

LSOは、遠位部前大脳動脈瘤を除く、前方循環のすべての動脈瘤に用いる。高位の脳底動脈瘤、脳底動脈 – 上小脳動脈分岐部動脈瘤にも用いる。動脈瘤以外にもトルコ鞍やトルコ鞍上部を含むほとんどの病変や、前頭蓋窩、蝶形骨縁のほとんどの腫瘍にも用いる。LSOはシルビウス裂を開放したり、シルビウス裂を経て到達しうる病変に我々が最も好んで用いるアプローチである。LSOではシルビウス裂の前方に到達しやすい上に、後方、側頭葉方向へ開頭を追加すれば、シルビウス裂の遠位部にも到達できる。開頭部位が正確なら、前頭葉や側頭葉も露出できる。頭位を正しく設定すれば、上記のほぼすべての病変に容易にアプローチできる。

5.1.2. 体位

仰臥位で、肩および頭部を心臓より高くする。頭部は3点ないしは4点ピンで固定し、(a)心臓より上位にする。(b)対側に15~30度回転する。(c)やや側方に傾げる。(d)伸展あるいは最小限に屈曲する (Figure 5-1a, b)。我々は、杉田式4点固定フレームを好んで使用している。スプリングフックによって十分な開創力が得られる上に、術者が顕微鏡を使用しているときでも頭部を回転できる。この方法が使えない状況なら、手術台を必要に応じて回転すればよい。頭部は適切な角度になるよう下方や前方に動かすこともできる。必要に応じて手術中に頭位、体位を変化させることは最も大切である。的確な頭位は、到達したい病変に応じて決める。基本的には症例ごとに調整する。術者は最適な位置を決める為に、正確な病変の位置、方向を3次元的に把握しておくべきである。一般に従

来のPterional approachほど対側へ頭部を回転させることはない。回転させすぎると、側頭葉が邪魔をしてシルビウス裂にアプローチがしにくくなる。前頭蓋底から病変までの頭—尾側方向の距離に応じて、頭部を伸展させる。病変が高いほど、頭部をより伸展させる必要がある。到達できる上限は、視交叉の位置で前頭蓋底から15mmである。一方、病変が頭蓋底から近い位置にある場合は頭部を少し屈曲させる必要がある。頭部を左右に傾けて、シルビウス裂の近位部がほぼ垂直になるようにすれば、中大脳動脈、内頸動脈が露出しやすくなる。



Figure 5-1 (a). Lateral supraorbital approach. See text for details

5.1.3. 皮膚切開と開頭

剃毛は最小限に留める。前頭部より側頭部まで、生え際の後方に斜めの皮膚切開を行う (Figure 5-1 a,b)。皮膚を頬骨の上方2~3cmまで切開し、一部をスプリングフックを用いて前方に牽引して開創する。創の後縁端をレイニークリップで挟む (Figure 5-1 c)。側頭筋に垂直に小切開を加え、スプリングフックで側頭筋を頬骨弓の方向に牽引する。一層に展開した皮膚筋弁はスプリングフックを用いて、上眼窩縁、頬骨弓前部が露出されるよう前方へ牽引する (Figure 5-1 d, 矢印)。術者の経験と好みに基づいて、開頭範囲を決定する。通常は小さいLSO開頭で十分である (Key hole principle)。

側頭線の直下で、側頭筋付着部の上端にバーホールを1つ設ける (Figure 5-1 e)。曲がりの剥離子"Jone"を用いて、硬膜を骨より剥離する (92ページ、

Figure 4-11 a)。この剥離子の両端は丈夫で曲がっており、先端が鈍なのでこの目的には理想的な器具である。5×3cmの骨弁をサイドカッティングドリルで切り取る。まずバーホールから前頭骨の頬骨突起に向けて曲線状に切る。次にバーホールから側頭骨にむけてほぼ直線状に骨切りする。2つの骨切り線の間に蝶形骨縁が残る (Figure 5-1 f)。最後に硬膜ガードなしの骨切り用ドリルで残った部分の骨を薄くするように溝を作り、2つの骨切り線をつなぐ。バーホールの位置から、丈夫な剥離子を用いて、てこの原理で骨弁を持ち上げ、この線で骨を割ると骨弁を切り取れる (Figure 5-1 g)。骨を割る前に、硬膜の吊り上げ縫合のための小孔をいくつかドリルで開けておく。蝶形骨縁外側は頭蓋底にアプローチできるよう、ドリルで削っておく (矢印; Figure 5-1 h)。ドリリングはスチールバーで始め、その後ダイヤモンドバーに変える。骨



Figure 5-1 (b). Lateral supraorbital approach. See text for details

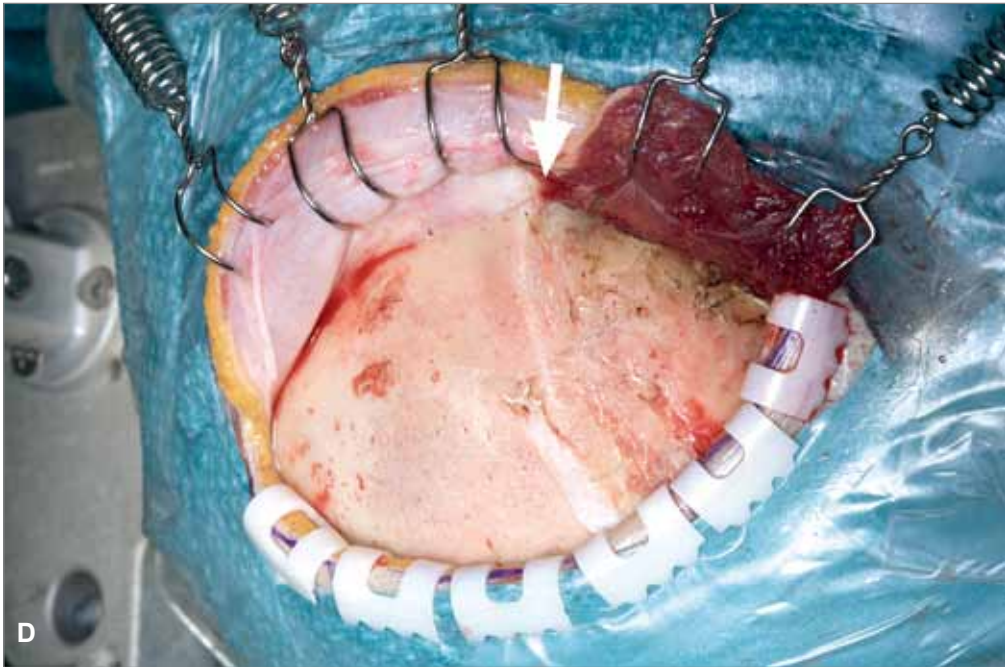
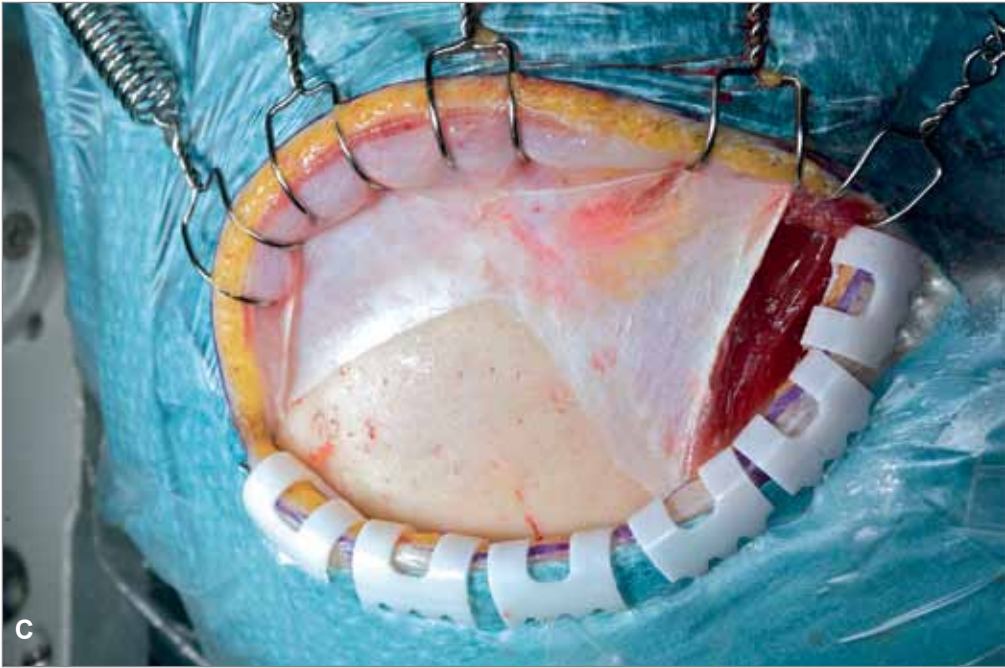


Figure 5-1 (c - d). Lateral supraorbital approach. See text for details

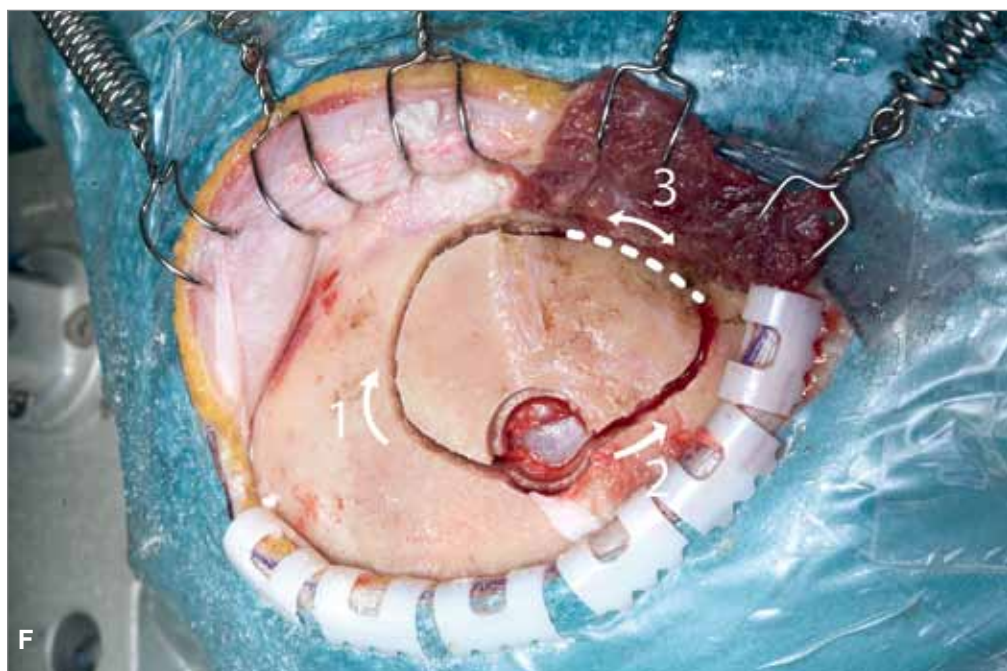
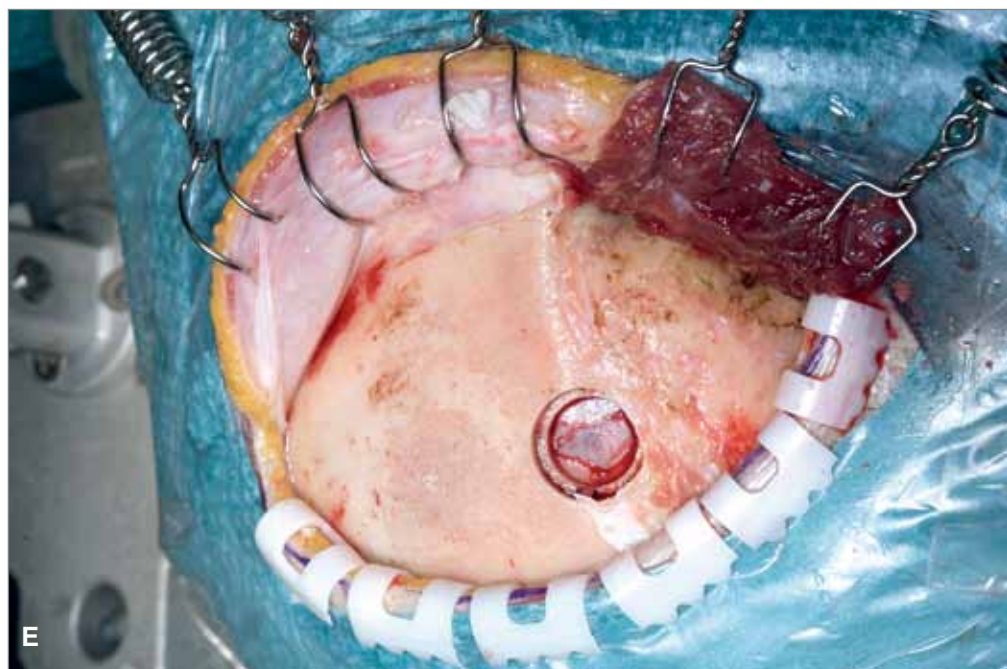


Figure 5-1 (e - f). Lateral supraorbital approach. See text for details

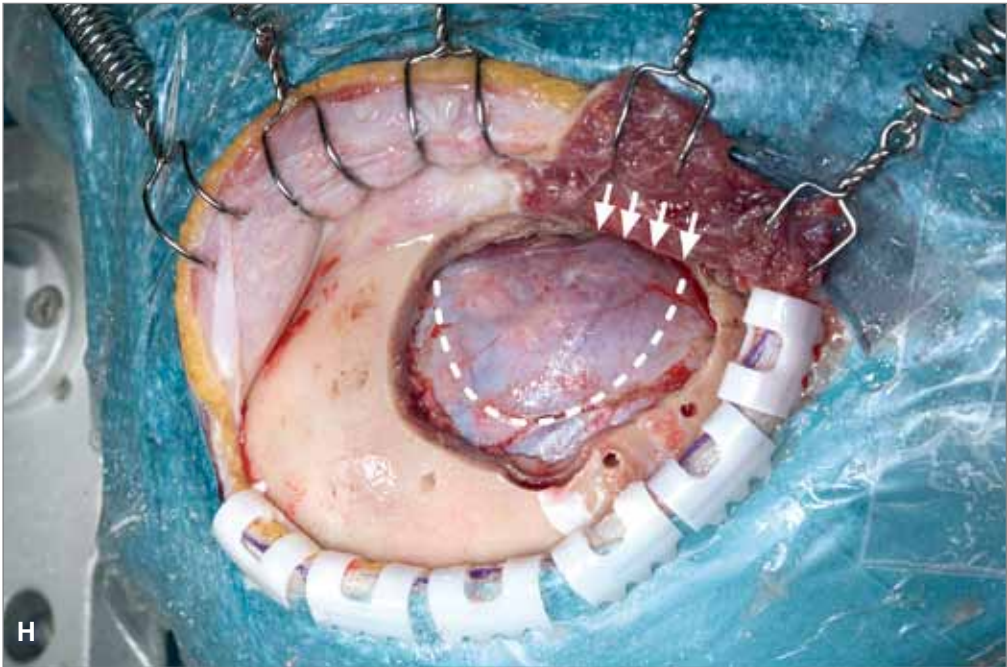
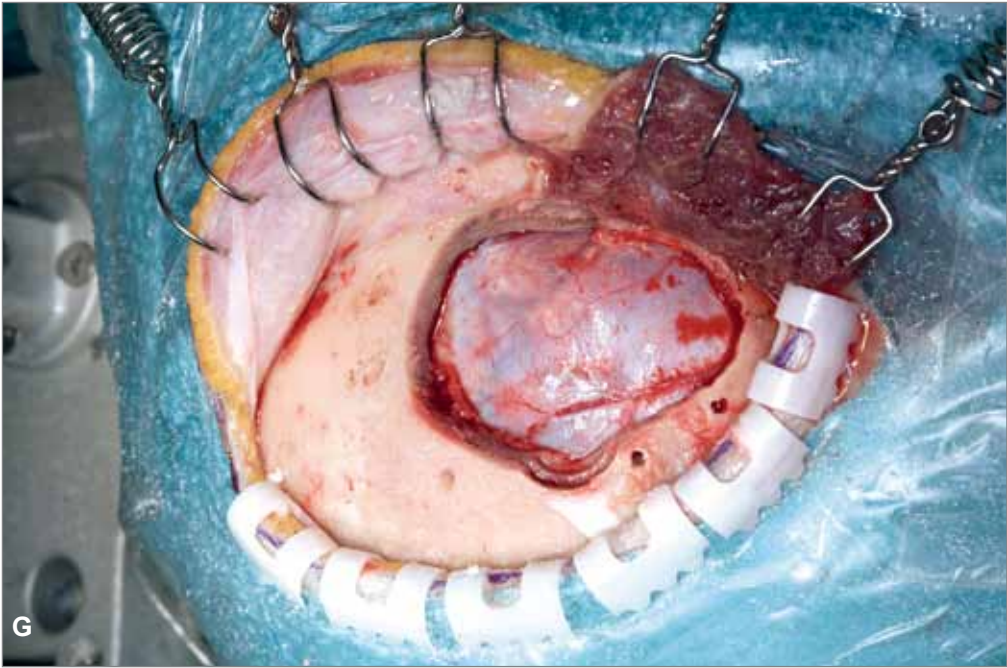


Figure 5-1 (g - h). Lateral supraorbital approach. See text for details

の静脈性の出血は最終的には“ホットドリリング”により制御できる。すなわちダイヤモンドドリルを洗浄せずに使えば、骨を熱で止血できる。創を洗浄し、バイポーラ、サージセル、綿片で止血を完成する。

前側頭方向に曲線状に硬膜を開き、展開する(点線; Figure 5-1h)。硬膜の周囲を数カ所、開頭周囲のドレッシングを超えて張った糸で引き上げる(Figure 5-1i)。これにより、硬膜外からの出血の垂れ込みを防止できる。ここでようやく、閉創も含めたすべての顕微鏡下手術を開始できる。

一般的に硬膜内操作の最初の目標は、髄液を排出して脳の減圧を行い、脳底槽に到達する事である。シルビウス裂の近位部からやや内側に、前頭葉下面に沿って剥離を進める。最初の目標は、視神経と視神経管の入口に達することである。次に視交叉槽のクモ膜を開き髄液を排

出する。さらに髄液を排出するため視神経外側の内頸動脈槽に入る。脳の減圧ができれば、あとは病態に応じて剥離を進めていく。脳に十分な隙間が無かったり、脳底槽に少ししか髄液がない場合(たとえばクモ膜下出血の時など)は終板を開放してさらなる髄液の排出を試みる。視交叉に向けて同側の視神経をたどって、前頭葉下面の剥離を進めて終板に達する。この剥離操作はスペースがなければしばしば難しく、高倍率下での操作を要する。バイポーラと吸引管を交互に使って愛護的に前頭葉の剥離を進めれば、視交叉後方の灰色の青みを帯びた終板に達する。その半透明の膜を、尖ったバイポーラの先端かマイクロ剪刀の先端で穿刺し、第三脳室から髄液を排出する。その後、計画通りに剥離を進める。

T&T:

- 正確に頭位を定め、病変が頭蓋内にもどのように存在するのか予想する。
- 頭蓋眼窩接合部を中心とした短い皮膚切開を行う。
- 皮膚筋肉を一塊として翻転し、牽引のフックの1つは筋肉を下向きに引く。
- 側頭線上にバーホールを1つ設ける。
- 牽引を最小限にするために、頭蓋底部の骨削除を行う。ダイヤモンドドリルで骨からの出血を止める。
- 脳の緊張を下げるために脳底槽から、さらには終板を穿破して髄液を排除する

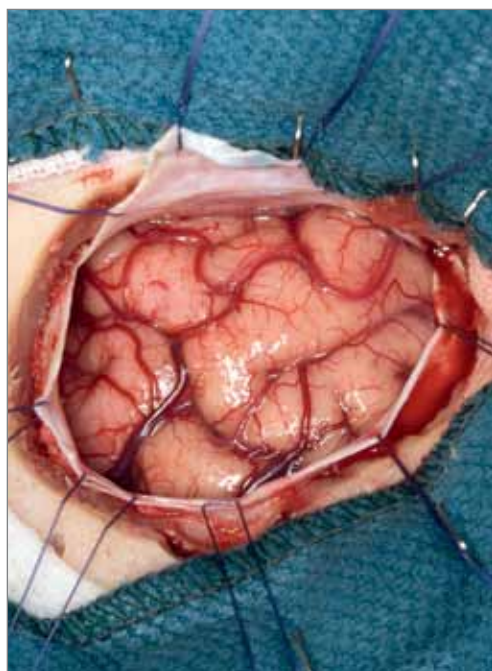


Figure 5-1 (i). Lateral supraorbital approach. See text for details

5.2. PTERIONAL APPROACH

我々が行っているPterional approachはYaşargilが提唱した古典的なPterional approachに少々変更を加えている。最も大きな相違点は、(a) 皮膚切開が少し異なって、正中により近い位置から切開する。(b) いくつかの層に分けず、皮膚筋弁を一層に翻転する。(c) バーホールを側頭筋上縁に1つだけ設ける。(d) 前床突起まで骨削除を伸ばさず、通常は硬膜外から前床突起を切除しない。

5.2.1. 適応

古典的なPterional approachを用いる病変のほとんどは、当院ではLSO approachで手術している。Pterional approachは、島回や前頭葉、側頭葉の両方を広く展開する必要がある場合、あるいは広い術野を要すると予想される場合に限られる。たとえば、前方循環の巨大動脈瘤、特に中大脳動脈瘤、シルビウス裂に近接する脳動静脈奇形、島回の腫瘍などである。



Figure 5-2 (a). Pterional approach. See text for details.

5.2.2. 体位

Pterional approachの体位は、LSO approachとほとんど同じである(5.1.2.項参照) (Figure 5-2 a.b.)。アプローチの角度は同じだが、唯一の違いはPterional approachの方が開頭範囲が広いことである。

5.2.3. 皮膚切開と開頭

毛髪の生え際に沿って、約2cm剃毛する。正中の生え際より後方から切開を始め、やや斜めの皮膚切開を延長して頬骨弓の高さの耳介前部で終える(Figure 5-2 a, b)。LSOに比べ、皮膚切開は (a) 長く、(b) やや後方に曲がり、(c) 約数cm 頬骨弓の近くまで伸ばす。

LSOと同様に、皮膚 -- 筋肉を一層に展

開する。側頭筋は筋線維に沿って、皮膚筋弁を前頭蓋底の方向にスプリングフックで牽引する(Figure 5-2c)。創の後縁にレイニークリップをかける。電気メスを用いて側頭筋を頭蓋骨から剥離する。牽引するフックを増やし、最終的に眼窩上縁、頬骨弓前半部を露出させる(矢印；Figure 5-2c)。骨表の溝を見れば、シルビウス裂や前頭葉と側頭葉の境界を予測出来る(青点線；Figure 5-2c)。

側頭線の直下にバーホールを1つ穿つ(Figure 5-2d)。硬膜を最初、曲がりの剥離子と柔軟な剥離子(Yaşargil type)を用いて慎重に剥離する。骨弁はLSOより大きいので、硬膜はより広く、特に側頭方向に剥離する。クラニオトームを用い、2段階に分けて骨切りを行う。初めに正中方向から前頭蓋底に向かって曲線を



Figure 5-2 (b). Pterional approach. See text for details.

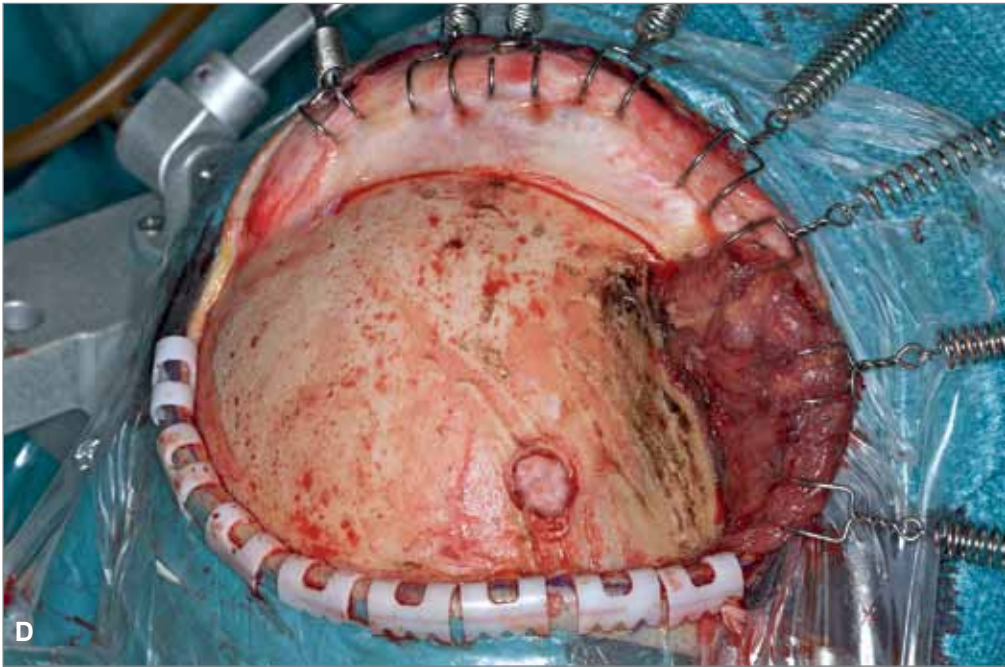
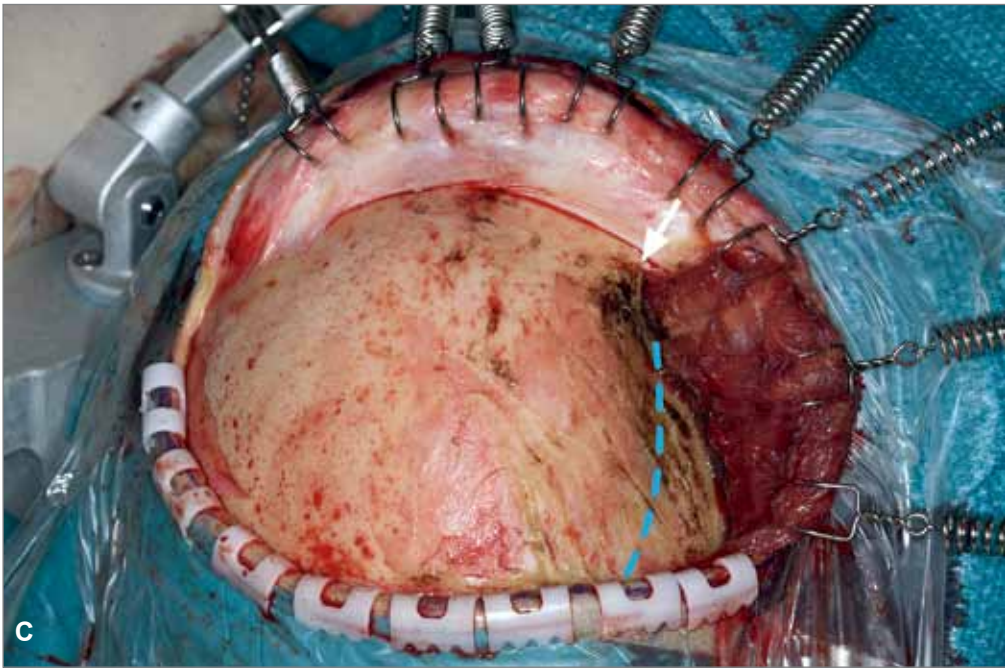


Figure 5-2 (c - d). Pterional approach. See text for details.

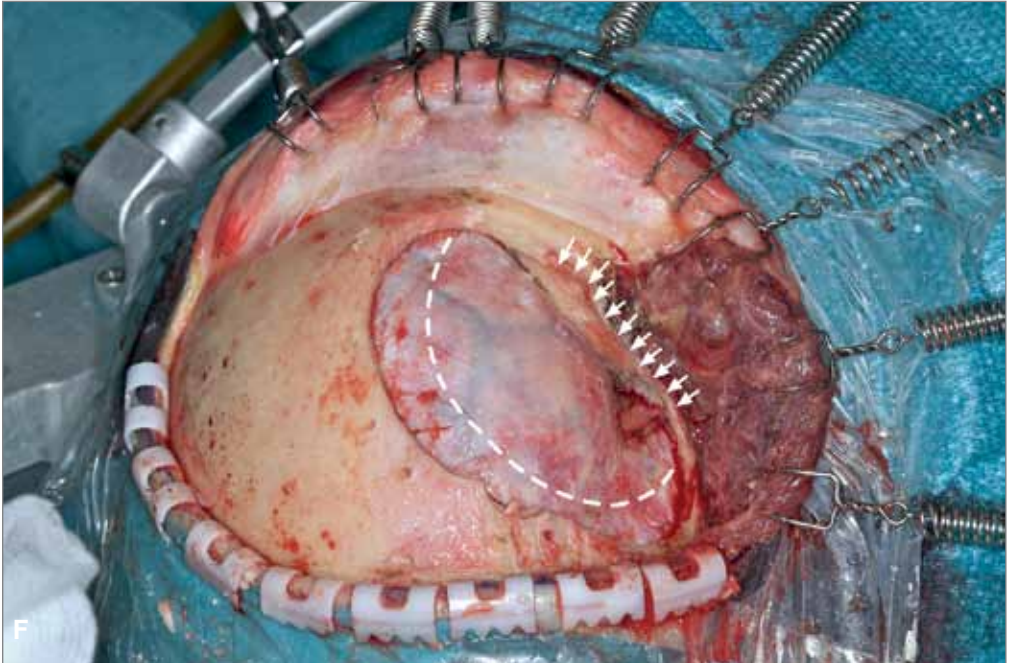


Figure 5-2 (e - f). Pterional approach. See text for details.

描き、次に蝶形骨縁のちょうど頬骨弓の付け根を過ぎるあたりに向かって骨切りを行う。次に、中頭蓋底方向の頬骨に向かいほぼ直線状に、かつ最後に少し側頭葉底部に曲がるように骨切りを行う (Figure 5-2e)。最後に蝶形骨縁をまたぐように頭蓋底側の部分の骨を薄くし、2つの切開をつなげる。これは硬膜ガードなしのクラニオトームで行う。骨弁を折り取る前に、硬膜吊り上げ縫合用の小孔をいくつか開けておく。骨弁を取った後、硬膜を蝶形骨縁の両側から頭蓋底に向かって剥がして行く。蝶形骨縁はハイスピードドリルで削る(矢印; Figure 5-2f)。ダイヤモンドドリルを用いた“ホットドリリング”で骨の出血を止血する。前床突起は除去しない。

硬膜は曲線状に切開し前頭蓋底方向に翻転させる (Figure 5-2f)。硬膜縁は糸をかけて開頭縁を超えるように吊り上げて、硬膜外からの出血を防ぐ (Figure

5-2g)。LSOと比較して側頭葉が広く見え、開頭が少し後方に広がる。

顕微鏡下で最初の目的はLSOと同様に脳底槽から、あるいは必要があれば終板を解放して第三脳室から髄液を排出し、脳の緊張を低下させることである。剥離は病変によって進めていくが、多くの場合シルビウス裂を開放する (6.1.6.項参照)。

閉頭はLSOのときと同じく、通常層々に閉創する。

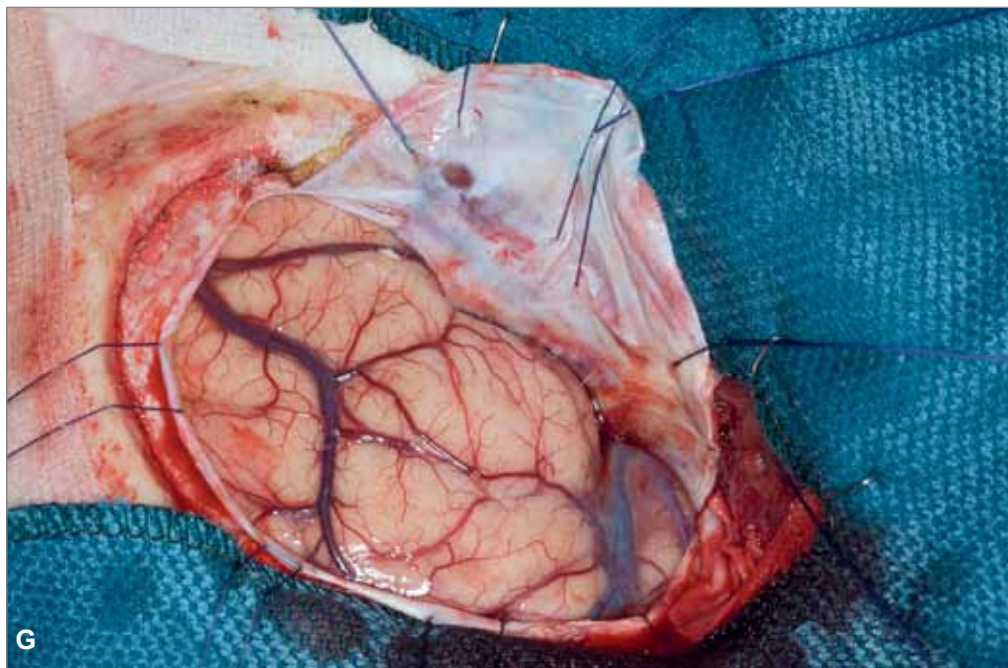


Figure 5-2 (g). Pterional approach. See text for details.

T&T:

- 頭位は病変により決定する。
- 皮膚切開は生え際の後方に行う。
- 皮膚と筋肉を一塊として翻転する。
- バーホールは1つで十分である。
- 硬膜は開頭前に注意深く骨から剥がしておく。
- 全例で前床突起を削除する訳ではない。

5.3. 大脳縦裂アプローチ

大脳縦裂アプローチは、左右の大脳半球間の大脳鎌の左右どちらのスペースにも到達する事が出来るし、場合によっては、脳梁を経て側脳室、第三脳室に到達出来る。大脳縦裂アプローチについて重要な点は、一旦半球間へ入ってしまうと、よい解剖学的な目印がないということである。大脳鎌、帯状回間の平面は、正中を知る指標ではあるものの、前後方向を推定することは非常に困難であり、ともすれば簡単に方向を見失う。頭の向きを正確に把握すること、そして適切なアプローチの角度をはかるべく顕微鏡の角度を確認することが重要である。ナビゲーターは、手術の方向を確認するのに非常に有用である。

5.3.1. 適応

大脳縦裂アプローチで手術する病変としては、遠位部前大脳動脈の動脈瘤、第三脳室のコロイド嚢胞が最も多い。稀ではあるが、非常に高位の頭蓋咽頭腫や側脳室、第三脳室の病変も同様の術式で到達し得る。大脳鎌髄膜腫や傍矢状部の髄膜腫もこの方法でアプローチできるが、通常開頭を大きくする必要があり、硬膜切開や切除範囲をあらかじめ計画しなければならない。加えて、上矢状静脈洞浸潤の可能性がある腫瘍等ではこの術式が重要な役割を果たす。



Figure 5-3 (a). Interhemispheric approach. See text for details.

5.3.2. 体位

前方からの大脳半球間裂アプローチでは、患者を仰臥位とし、肩の下に硬い枕を入れ、ヘッドフレームで固定した頭部を心臓より約20度拳上する。鼻が正確に真上に向くようにして頭位を正中位とする(Figure 5-3 a,b)。頭部がどちらかに傾くと骨弁が正中から側方にずれやすい。こうなると半球間裂に入ることも、その中で正確に病変に近づくことも難しくなる。病変の正確な部位に応じて頸部を少し屈曲または伸展させる(Figure 5-3a)。最適な体位ではアプローチの方向はほぼ垂直となる。

5.3.3. 皮膚切開と開頭

最小限の剃毛に続き、前頭部を基部として、生え際のすぐ後方に正中をまたぎ、予定の開頭範囲を超えるやや曲がった皮膚切開を行う(矢印; Figure 5-3)。通常の脳梁周囲の動脈瘤や脳室内の嚢胞性病変に対しては、この皮膚切開を用いる。冠状縫合より後方でアプローチする場合は、正中に沿った皮膚切開を用いる。皮膚切開をどの位置にどの程度曲げて、どこまで広げるかは、生え際や前頭洞の位置、病変の位置による。一層の皮弁を前方にスプリングフックで翻転する(Figure 5-3 c)。両側冠状切開は必要ではない。フックでの強力な牽引により前頭骨が充分に露出されるからだ。大脳鎌を正中方向に十分引けるように、開頭範囲は正中を少し超えるように設定する。上矢状静脈洞は矢状縫合から11mm程度外側に偏位していることがある。開頭の大きさは術者の経験と病変の大きさによ

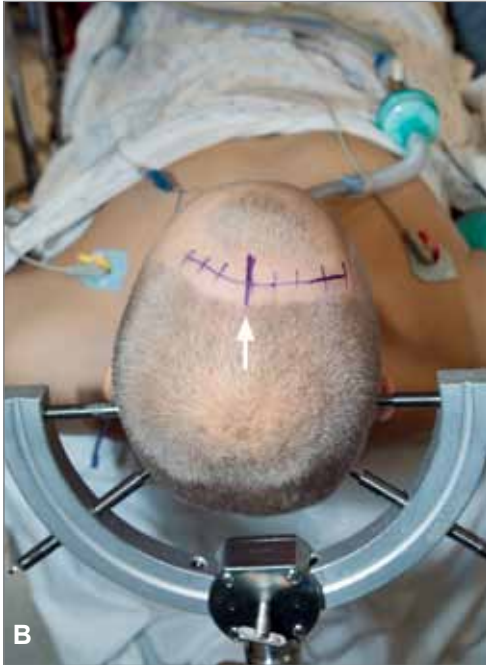


Figure 5-3 (b). Interhemispheric approach. See text for details.

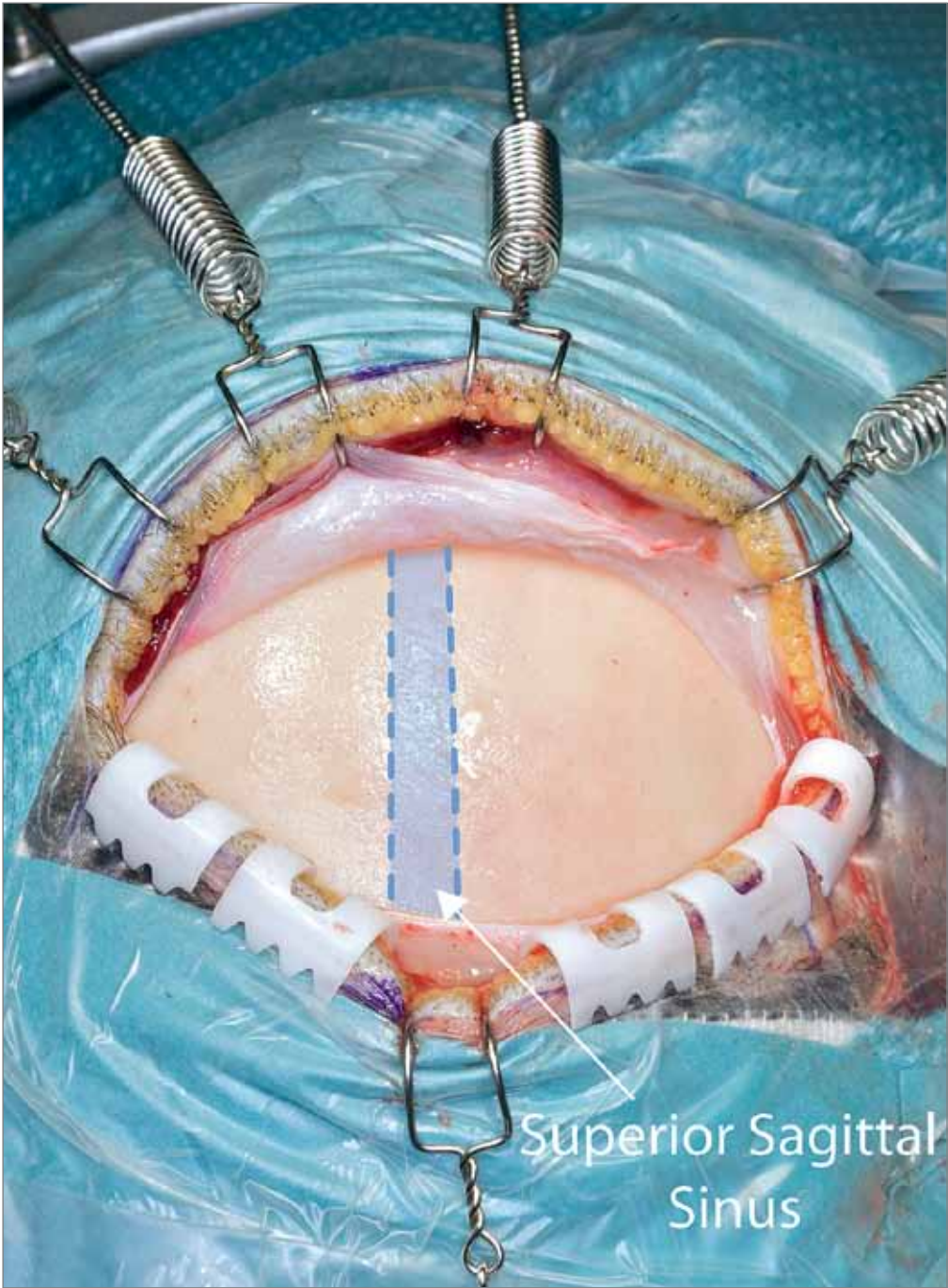


Figure 5-3 (c). Interhemispheric approach. See text for details.

る。我々は通常直径3~4cmの開頭を行っている。開頭範囲が小さすぎると、架橋静脈の間に操作スペースがなくなってしまう。大抵の症例では、バーホールは上矢状静脈洞の上の正中、骨弁の後縁に1カ所設けるだけで充分である (Figure 5-3d)。このバーホールから、その下の硬膜を剥離する。特に高齢者の症例では硬膜と頭蓋骨の癒着が強いため、直下の上矢状静脈洞に注意する必要がある。近代的な開頭道具を用いて、誤って上矢状静脈洞を損傷したことは一度もない。骨弁をサイドカッティングドリルで切り取る (Figure 5-3e)。ハイスピードドリルは骨縁を滑らかにするため、あるいは開頭を広げるために用いる。もし開頭の際に前頭洞が開いた場合は、副鼻腔内の粘膜を剥がし脂肪片や筋肉片を詰めて交通を遮断し、さらに骨膜で覆う。

正中線を底面とするC型に、硬膜を顕微鏡下に切開する (Figure 5-3f)。まず切開を側方に行い、次に前方、後方、そして正中方向へ向かって上矢状静脈洞を損傷ないように切開を広げる。硬膜の開放は、硬膜静脈洞や外側裂孔を損傷しないよう計画すべきである。架橋静脈は正中線に沿って数cmにわたって硬膜と癒着していることがある。これらの静脈を慎重に剥離して可動性を上げる必要がある。架橋静脈の偶発的な損傷は、大抵硬膜切開の過程で起こる。硬膜縁に複数の糸をかけ、開頭縁を超えるように吊り上げて、硬膜外からの静脈性出血が術野に垂れ込まないようにする (Figure 5-3g)。

ニューロナビゲーションシステムを使う時には、皮膚切開を計画すると同時に正確な病変への正確な侵入角も検証すべきである。骨弁をはずし、硬膜の損傷がなければ、顕微鏡の角度を正確に調整するためにもう一度侵入角をチェックするべきである。硬膜を開けて髄液を排出す

ると、脳はシフトしてニューロナビゲーションの信頼性が下がる。その場合は目視できる解剖学的指標を手掛かりにせざるをえない。

T&T:

- 頭部は挙上し、必要に応じて屈曲ないしは伸展する。ただし回転させたり、傾けたりはしない。
- ドレープを掛ける前に頭の位置と顕微鏡の角度を調整する。
- ニューロナビゲーターは正確な侵入角度を計画するのに有用である。
- 前方の病変には曲線状の皮膚切開を前頭部に行い、頭頂葉、後頭葉の病変には正中に直線上の皮膚切開を行う。
- 上矢状静脈洞上の正中にバーホールを1つ設ける。
- 架橋静脈を損傷してはいけない。重要な静脈のどちら側からでもアプローチできるように充分大きく硬膜を翻転する。
- 上矢状静脈洞を牽引できるように開頭はやや正中を超えるように行う。
- 脳梁は白色で縦に長く、繊維が横走している事より同定できる。
- 脳梁周囲動脈は通常脳梁に沿って走行するが、大脳鎌のどちらの側にあるのかわからない。

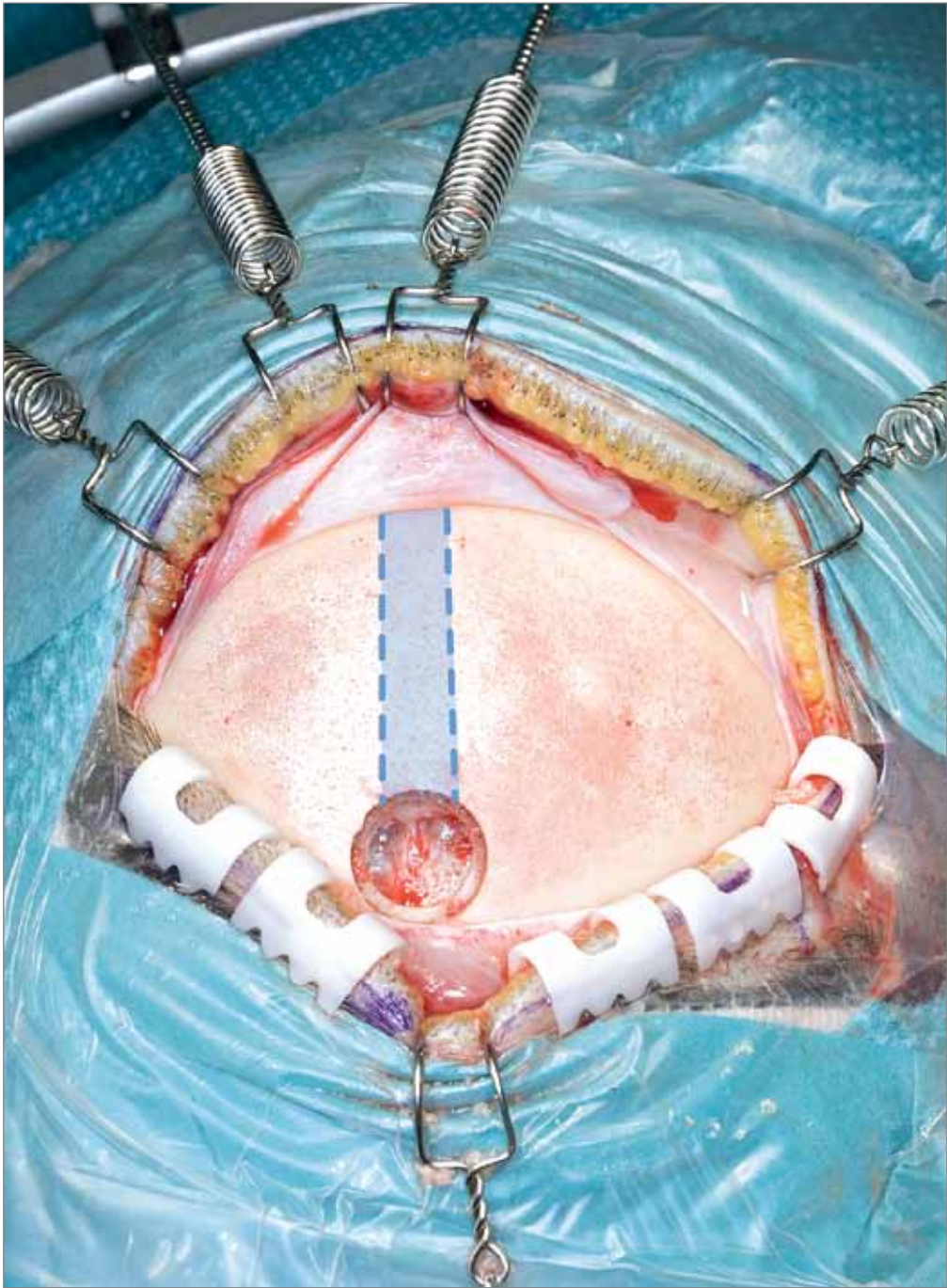


Figure 5-3 (d). Interhemispheric approach. See text for details.

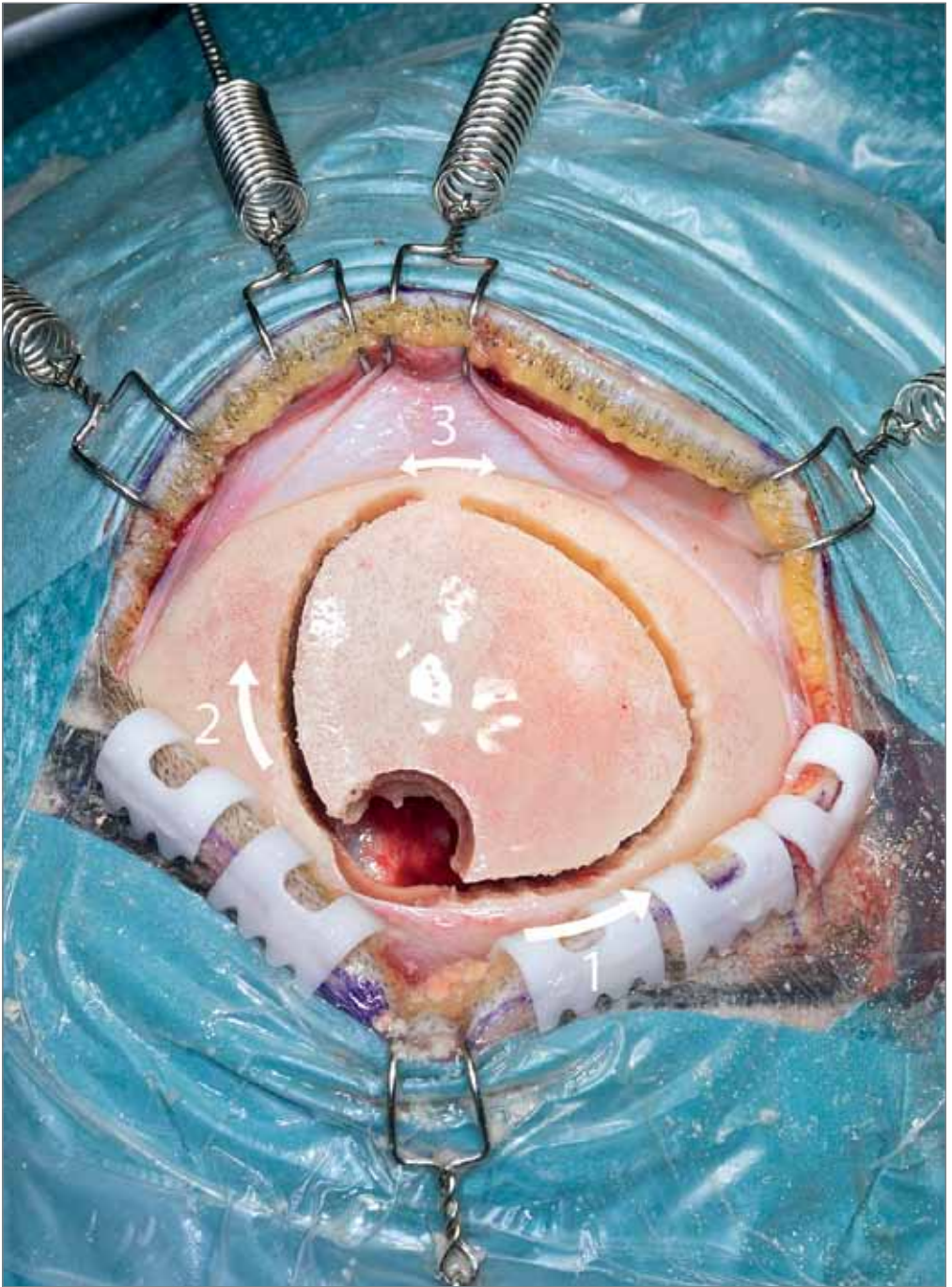


Figure 5-3 (e). Interhemispheric approach. See text for details.

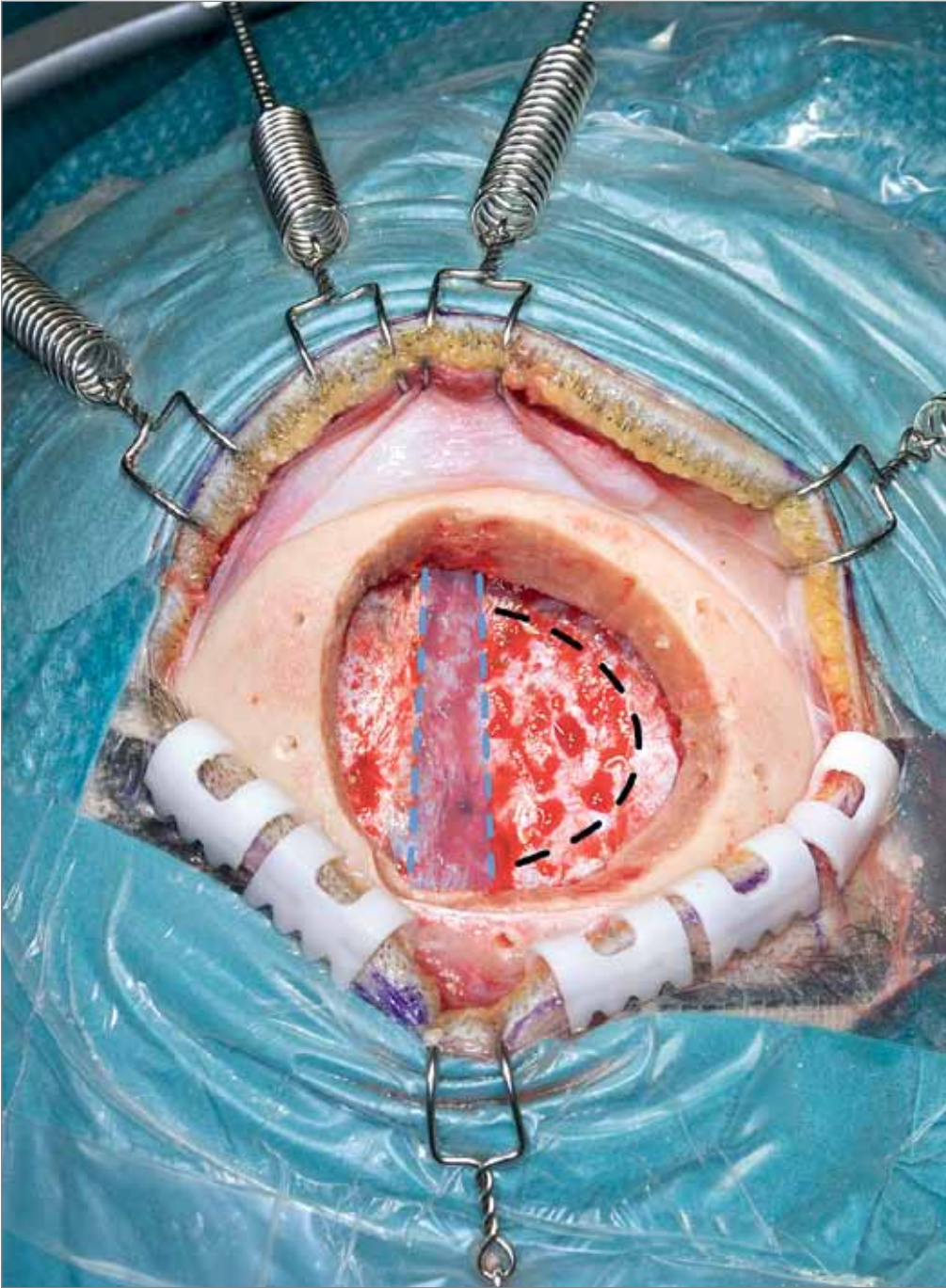


Figure 5-3 (f). Interhemispheric approach. See text for details.

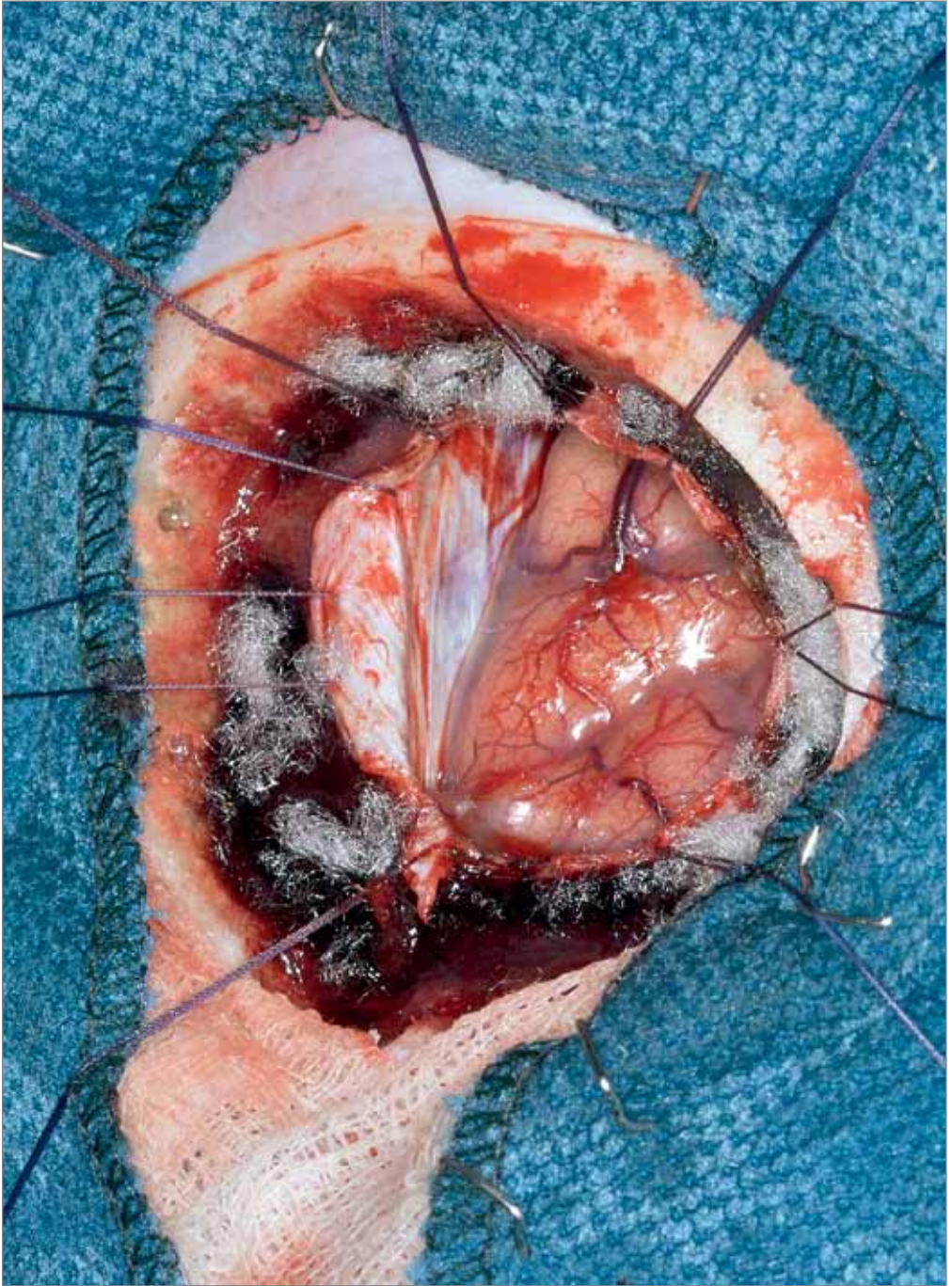


Figure 5-3 (g). Interhemispheric approach. See text for details.

5.4. SUBTEMPORAL APPROACH

Subtemporal approachは主に脳底動脈先端部（脳底動脈分岐部）、脳底動脈-上小脳動脈(SCA)および後大脳動脈(PCA)の動脈瘤へのアプローチとして用いられる。脚間槽や中頭蓋底で良好な視野が得られ、また後大脳動脈のP1や、P2の一部にも到達可能である。利点は、複雑な頭蓋底アプローチの様に広範囲な骨削除を行う事無く、比較的簡単で、短時間で病変に到達可能である点である。

5.4.1. 適応

後床突起より低い大部分の脳底動脈先端部動脈瘤や、後床突起直上ないしはその上10mm以内であれば、このアプローチで手術を行っている。Hernesniemi教授は1980年代からこの方法を用い、Drake教授とPeerless教授の下で1989年と、1992年から1993年の研修期間に洗練させた。彼らは1959年から1992年の間、1,234例の脳底動脈先端部動脈瘤症例の80%にこの方法を用いた。利点は、脳底動脈外側の視野が得られ、脳底動脈先端部の穿通枝起始部の確認が容易な点である。シルビウス裂經由ではこれらの穿通枝は脳底動脈分岐部の為に確認しにくい。



Figure 5-4 (a). Subtemporal approach. See text for details.

5.4.2. 体位

体位はパークベンチポジションとし、杉田式フレームで頭部を固定する。(1) 心臓より高く頭部を拳上し；(2) 上側の肩を牽引；(3) そして内頸静脈の圧迫に注意し、頭部を床方向に傾ける (Figure 5-4a)。アプローチの向きは右側が好んで用いられる。動脈瘤の向きや形状によって、もしくは、右側の手術歴、左動眼神経麻痺、左側半盲、右片麻痺のある患者では左側からのアプローチを選択する。体位をとる際は、圧迫部位を枕やクッションで保護し、肩だけで支えて腕神経叢を損傷させないように胸郭面をクッションで支えることが重要である。上側の肩は手術台に張り付けたテープで尾側やや背面に牽引する。テープを強く引き過ぎて腕神経叢を損傷しないように注意する。上方の腕は枕に乗せて優しく固定する。下方の腕は手術台上端で垂らし、ベッドシートで包んでそのまま

シートに布鉗子で固定する (Figure 5-4b)。全ての圧迫部位を再度枕で保護し、最後に膝の間に枕を入れて下肢を保持する。

Subtemporal approachではスパイナルドレナージもしくは脳室ドレナージが必須である。髄液を十分排出させて、最小限の側頭葉圧排でテント縁に到達できるように、通常はスパイナルドレナージを行なう。このアプローチではドレナージは不可欠かつ重要である。側頭葉下の手術操作中、吸引で徐々に髄液が排出されたとしても、脳を損傷する危険がある。開頭までに50~100mlの髄液排出が必要である。



Figure 5-4 (b). Subtemporal approach. See text for details.



Figure 5-4 (c). Subtemporal approach. See text for details.

5.4.3. 皮膚切開と開頭

皮膚切開は直線状もしくは後方に曲線を描く小さな馬蹄状に行う (Figure 5-4c)。直線状の皮膚切開の場合は耳珠の1cm前方の頬骨弓直上より始め、7~8cm頭頂側まで切開する。曲線状の皮膚切開の場合も同じく頬骨弓上から、耳介上部を通り後方に延ばす (Figure 5-4d)。曲線状切開では、開頭を後方に拡大することで小脳テントや脚間窩まで視野が広がる。滑車神経のテント縁貫通部が確認しやすく、テントの切断や拳上が容易となる。また、やや後方からテント縁へ到達する事により、側頭極に近い場所と比べ中頭蓋底の傾斜が少ないため、側頭葉の拳上がより少なく済む。後向きの脳底動脈先端部動脈瘤やP1-P2 動脈瘤の場合は通常このように拡大したアプローチが必要となる。低位脳底動脈瘤の場合も同様である。近年は大抵曲線状の皮膚切開を使用している。

皮弁を側頭筋と一塊にして尾側に翻転し (Figure 5-4e)、杉田フレームとスプリングフックを用いて強く牽引する。側頭筋は頬骨弓起始部がしっかり露出されるまで牽引する。側頭筋の牽引の為に頬骨弓の削除は不要で、フックによる強い牽引で十分である。その際外耳孔を損傷しないよう注意する。この部位の皮膚が非常に薄いことを念頭に置く必要がある。

開頭範囲の頭頂縁にバーホールをまず設け、次に頬骨弓起始部近くに次のバーホールを作成する (Figure 5-4f)。起始部近くにバーホールを設けるのは、この部位では硬膜の癒着が強く、頭頂側のバーホールのみでは硬膜の損傷を招く危険が高いからである。先端が鈍で曲がりの剥

離子 (“Jones”)を用いて硬膜との癒着を慎重に剥離する。硬膜をしっかり牽引して側頭下のスペースを確保する為にも、硬膜の損傷を避けることは非常に重要である。直径3~4cmの開頭を行う。まず2カ所に設けたバーホールの間で前方部分を切断する。続いて頭頂側のバーホールから後方に向かって中頭蓋底まで切断する (Figure 5-4g)。最後に側頭骨の下縁に沿って、両方の切断線の間で骨に溝を作り、切れ目を入れて骨弁を取り外す。硬膜吊り上げ用の穴を開頭の頭頂側に作成する。高速ドリルを用いて側頭底部の骨削除を行って開頭を拡大する (矢印; Figure 5-4h)。この時止血のために大きめのダイヤモンドドリルを使用して“ホットドリリング”を行う。側頭葉下部のスペースに入るのを妨げる隆起がなくなり、中頭蓋底が露出できるまで削除を進める。よくある間違いは、より頭頂側に開頭することで、こうなると側頭葉をさらに持ち上げなければならず、不必要な損傷を来しやすくなる。側頭骨削除の際、乳突蜂巣が解放されることがよくある (矢印; Figure 5-4i)。この場合は術後の髄液漏を防ぐため、注意深く閉頭する必要がある。側頭筋の一部を反転させ硬膜に縫い付けて、乳突蜂巣を閉鎖するのは一つの方法である (“Chinese-Turkish trick”)。その他脂肪やフィブリン糊、骨蠟を用いる方法もある。

スパイナルドレナージが適切に機能していれば、この時点で硬膜は柔らかい。反対に、硬膜が硬ければ、頭蓋内圧を下げるために、あらゆる麻酔方法を講じる必要がある。硬膜は頭蓋底を基部に曲線状に切開し、硬膜縁を開頭周囲の敷布を超えて吊り上げる (Figure 5-4i, j)。

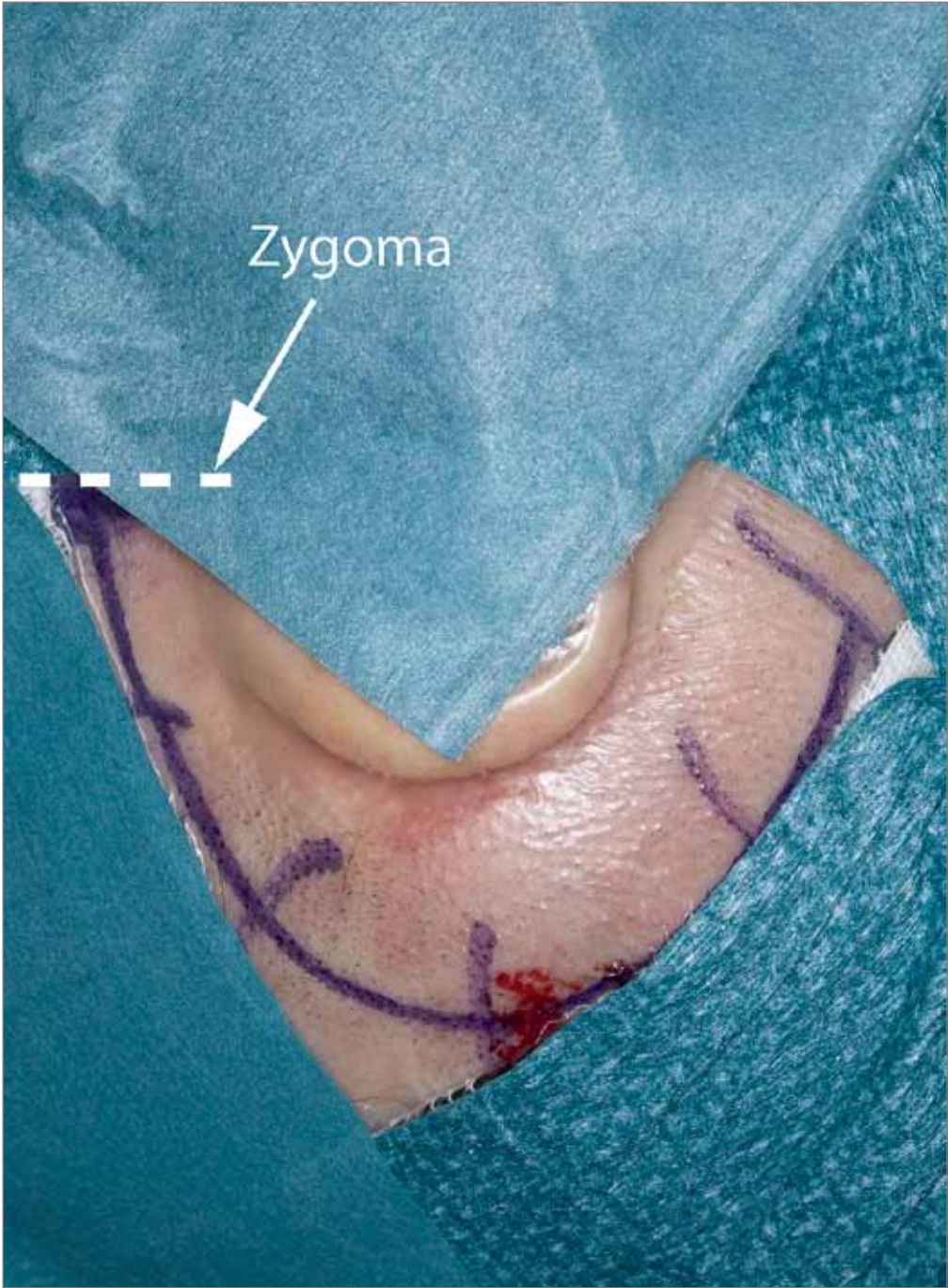


Figure 5-4 (d). Subtemporal approach. See text for details.

Subtemporal approachで重要な点は側頭葉を強く拳上することではなく、素早くテント縁に近づき、脳槽を開放して髄液を排出させ、脳の緊張を低下させることである。この時点でスパイナルドレナージは不要となる。側頭葉の拳上は側頭極側から開始し、架橋静脈をあまり強く引き延ばさないように注意しながら尾側に沿って後方に剥離を進める。側頭葉の拳上は徐々に増やしていく。側頭葉を急激に拳上させるとLabbe静脈を損傷させ、側頭葉の腫脹や静脈性梗塞を来す恐れがある。側頭葉を拳上しテント縁が見えれば、脳ベラをかけてスペースを確保し、脳底動脈先端部の方向にさらに進む。我々は比較的表面積が大きく、圧力が限局しない幅広の脳ベラを好んで使用する。

側頭葉鉤部を拳上すると、脚間槽の開口部と動眼神経が露出される。動眼神経は周囲のくも膜を剥離して可動性を得ることができるが、最小限の操作でも動眼神経麻痺を来す恐れがある。一方、動眼神経を牽引しても術後麻痺が生じなかったケースもある。動眼神経を剥離し鉤部を拳上しても、脚間槽の開口部は狭い。滑車神経のテント貫通部の前方でテント縁に糸をかけて、上方へ拳上させることで開口部の視野は広がる。最近では、糸をかける代わりにエースクラップのミニクリップを用いることで、狭い術野での操作が容易となった。もしテントを拳上させても広いスペースが得られない場合は、テントを一部切断してより良好な視野を確保している。滑車神経貫通部より後方で、テント縁に垂直方向に10mmほど切断し、エースクラップのミニクリップでテントを固定することにより、脳底動脈の上方まで良好な視野が得られる。低位脳底動脈瘤の場合、テントの切断は必須であり、より後方から接近するべく、さらに大きな開頭を考慮すべきである。この場合後床突起の削除は必ずしも必要としない。

T&T:

- 体位はパークベンチとし、スパイナルドレナージを行って髄液を50~100ml排出する
- より後方からアプローチする為に、馬蹄形の皮膚切開を行っている。
- 側頭葉の拳上は少しずつ行う
- 手術用手袋をカットして作ったゴムを側頭葉に敷き、圧排中に綿が脳表に癒着するのを防ぐ
- 側頭葉の拳上に広めの脳ベラを使用する
- 動眼神経は通常P1とSCAの間を走行する
- 脳底動脈瘤や、可能であれば後交通動脈瘤のネッククリッピングには、通常テンポラリークリッピングもしくはアデノシンを使った心停止を行う。

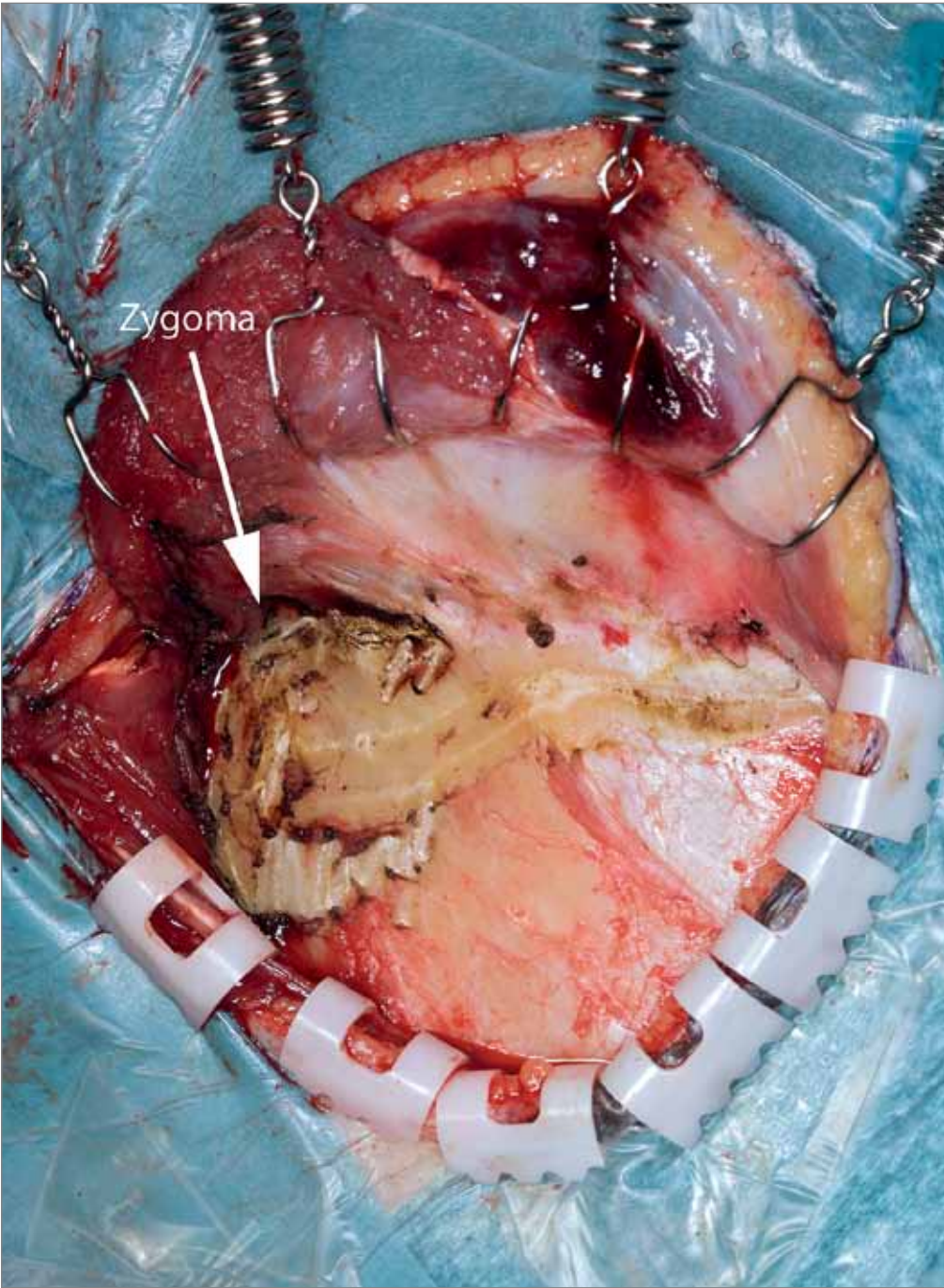


Figure 5-4 (e). Subtemporal approach. See text for details.

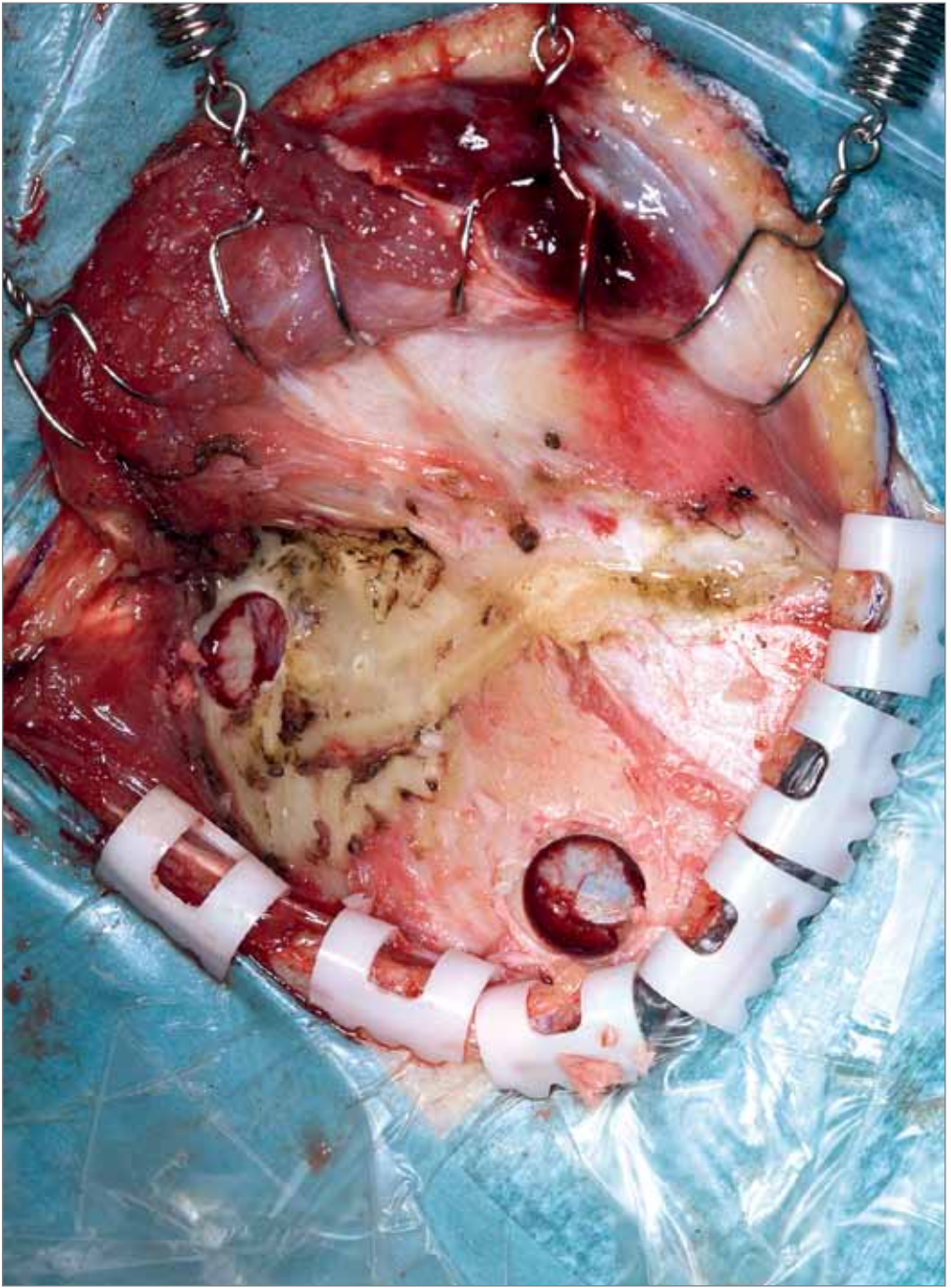


Figure 5-4 (f). Subtemporal approach. See text for details.

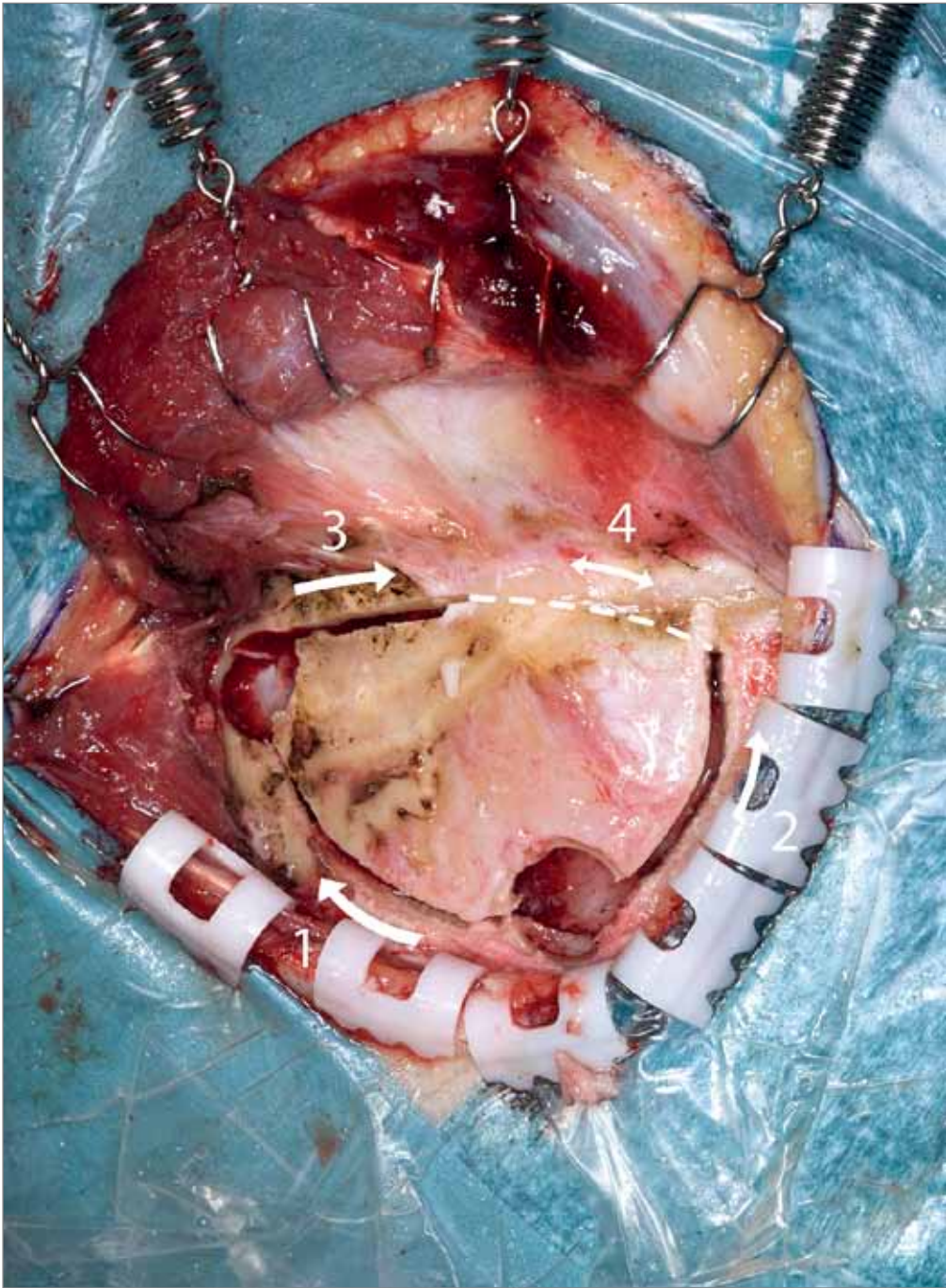


Figure 5-4 (g). Subtemporal approach. See text for details.

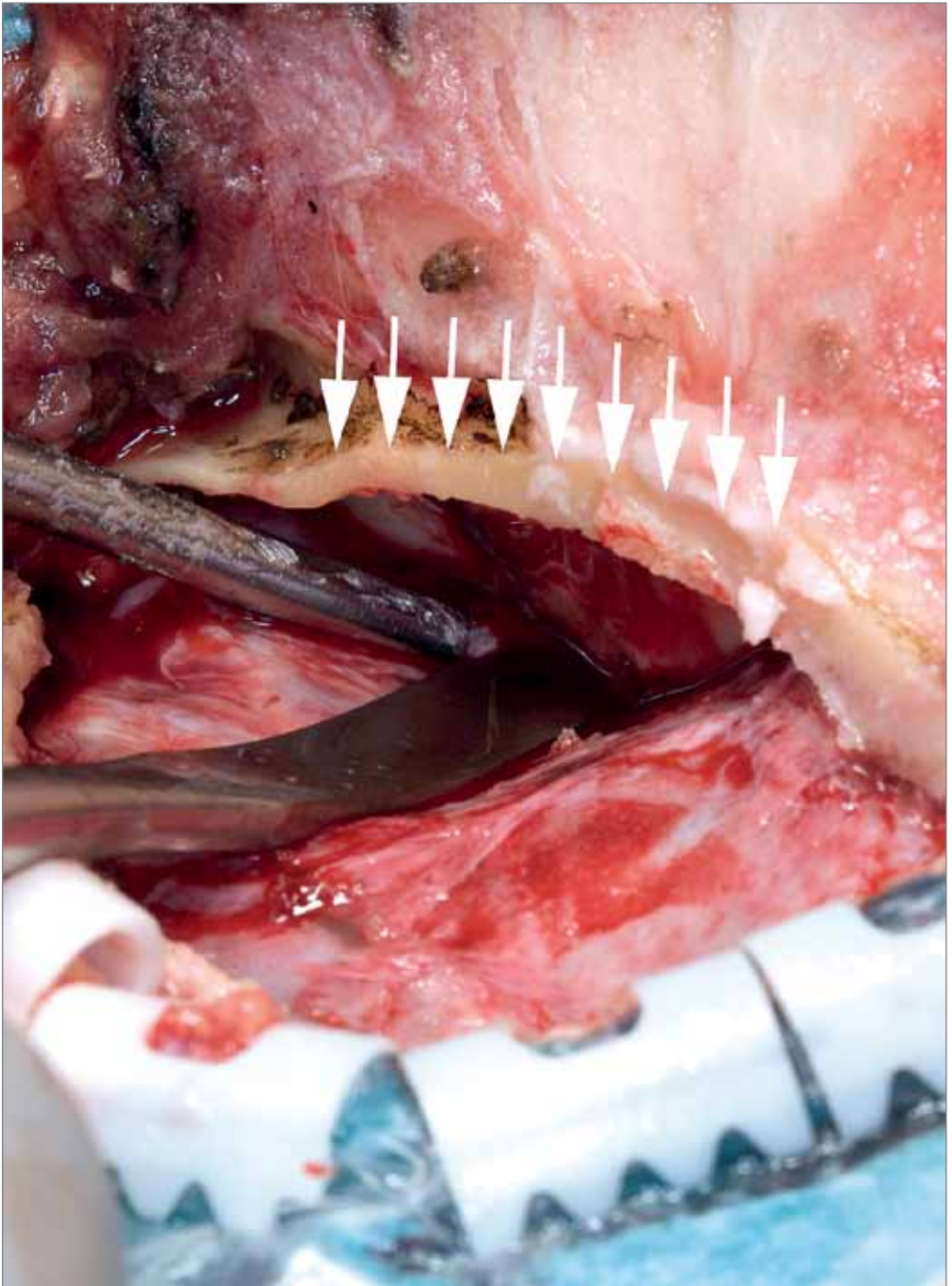


Figure 5-4 (h). Subtemporal approach. See text for details.

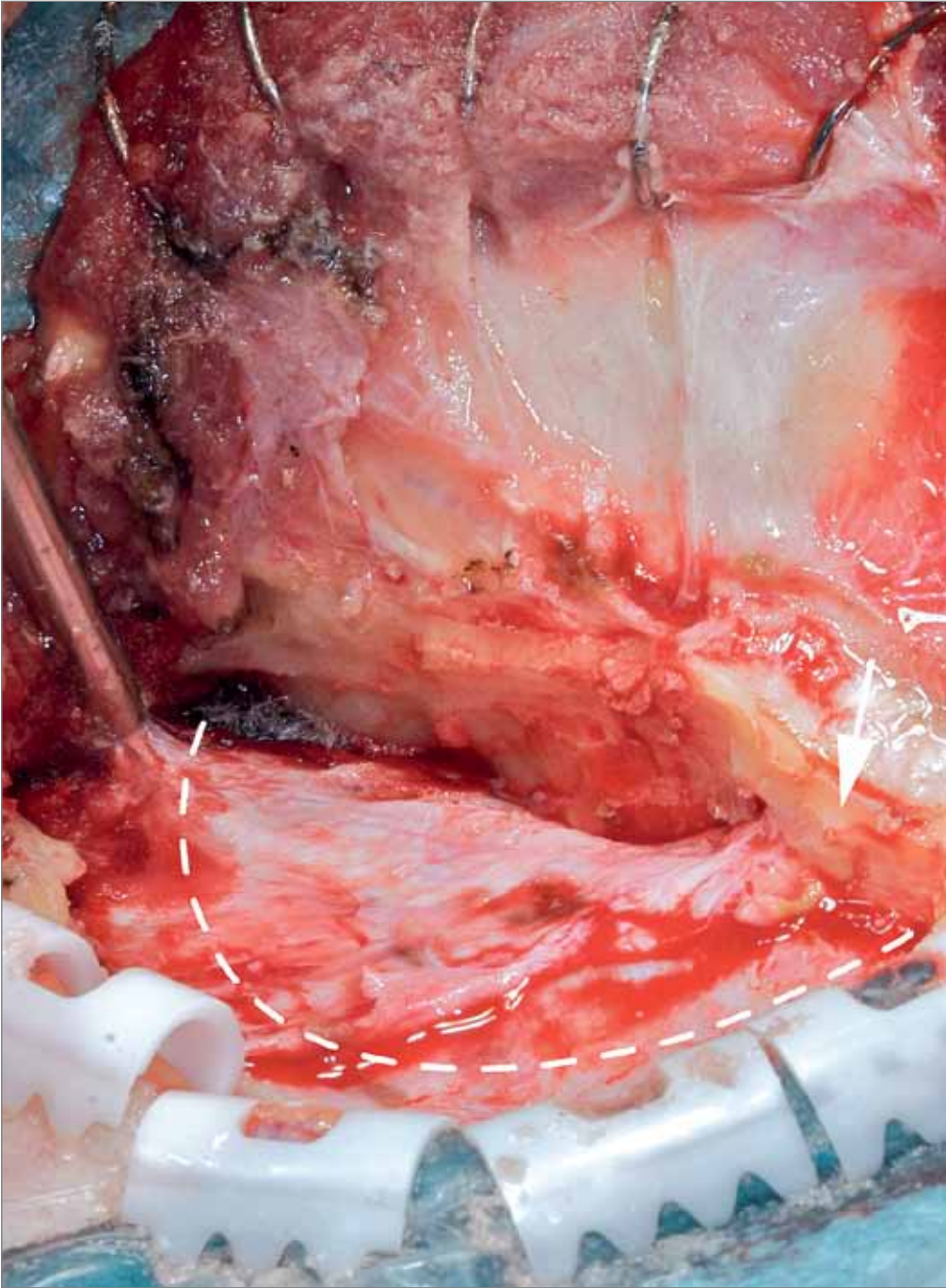


Figure 5-4 (i). Subtemporal approach. See text for details.

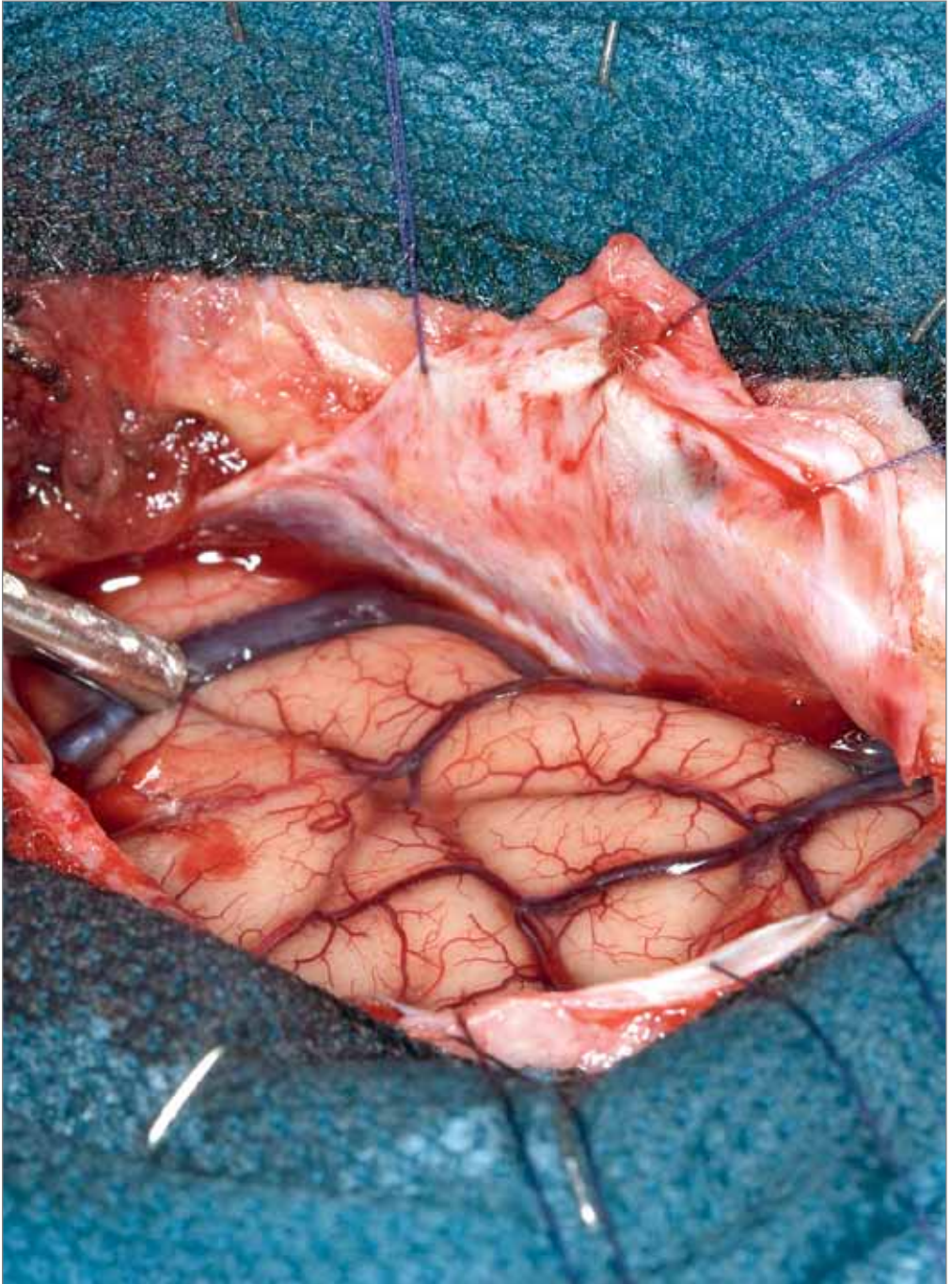


Figure 5-4 (j). Subtemporal approach. See text for details.

5.5. RETROSIGMOID APPROACH

Retrosigmoid approachは小脳橋角部の病変に対して用いられる。この方法は他の外側後頭蓋窩アプローチに比べ開頭範囲が少なく、よりシンプルで時間を要さない利点がある。開頭は小さく、どれだけ頭側に、あるいはどれだけ尾側におくかによって、到達可能な神経や血管が異なる。このアプローチは伝統的に前庭神経鞘腫の手術に多用されてきたが、他に微小血管神経減圧術や動脈瘤、外側後頭蓋窩腫瘍などにも用いられる。このアプローチを適切に行う為に重要な点は、切り立った後頭蓋窩において最適な手術の為に正しい体位を選択すること、小脳の圧排が最小限ですむよう開頭を十分外側まで行うこと、さらにテント上と比べ操作範囲の狭い後頭蓋窩の微小解剖をよく理解しておくことである。



Figure 5-5 (a). Retrosigmoid approach. See text for details.

5.5.1. 適応

前庭神経鞘腫に対してよく用いられている。その他椎骨動脈 – 後下小脳動脈分岐部動脈瘤や三叉神経、顔面神経の微小血管神経減圧術、外側後頭蓋窩髄膜腫などに用いられる。通常、大孔より少なくとも10mm以上頭頂側に位置する病変に対しては、このアプローチで“小”開頭で手術を行う事が出来る。低位椎骨動脈瘤のようなさらに尾側病変の場合には、より外側に向かい、そして大孔まで開頭を拡大し、頭蓋外椎骨動脈の剥離などが必要となる。しかし大孔より頭頂側の大抵の病変では、直線状切開と小開頭で到達可能である。開頭を頭頂側ないしは尾側のどの位置に行うかは対象病変の位置次第である。最も頭側寄りでは、横静脈洞、ないしはその上端までの開頭は通常、三叉神経の微小血管減圧術でよく用いられる。前庭神経鞘腫ではやや尾側に開頭

し、椎骨動脈 – 後下小脳動脈分岐部動脈瘤では最も尾側に開頭を行う。腫瘍や脳内出血、脳梗塞などの小脳半球内病変に対しても、このアプローチを一部変更して行う。このような場合は、S状静脈洞まで外側に開頭する必要はなく、皮膚切開、開頭もより内側に行い、乳突蜂巣の解放を防ぐ。

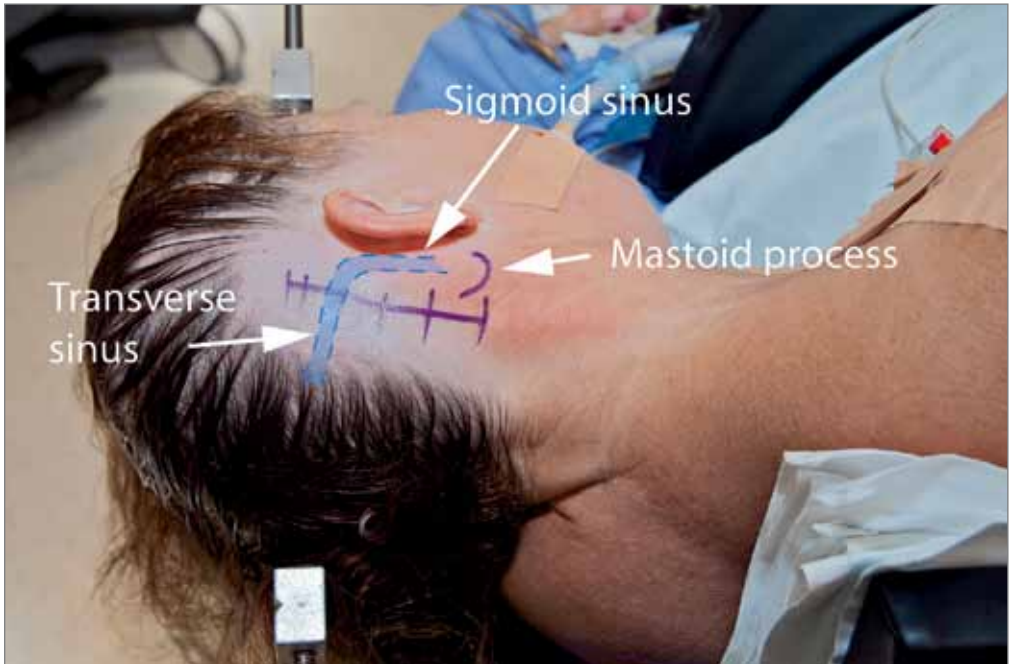


Figure 5-5 (b). Retrosigmoid approach. See text for details.

5.5.2. 体位

体位はパークベンチポジションとし、心臓より約20cm上方まで上体を拳上する(Figure 5-5a)。肩と骨盤の位置にそれぞれ1カ所ずつ計2カ所で背面の保持を行う。肩の保持は牽引している肩より頭側過ぎると手術の妨げになるため注意が必要である。腹側は同様に大きな枕と一緒に1カ所で胸腹部を保持する。上部の腕はこの枕にゆったりと乗せておく。術中に手術台を傾けても患者が滑り落ちないようにしっかりと、かつ十分な高さで横側の保持を行う。上体は5~10度程後方に傾けて、上側の肩を尾側後方に牽引しやすくしておく(前項 Figure 5-4c)。頭部の固定は、(a) やや前屈させ、(b) 外側に傾け、必要であれば(c) 床方向に少し傾ける。外側に傾け過ぎて頸静脈を圧迫しないようにする。このアプローチにおいて最も重要な点は、上側の肩が手術の

妨げにならないようにすることである。

後頭蓋底は大孔に向かって傾きが強くなるため、実際の進入角度はさらに尾側寄りになる。このため上側の肩と頭部の間をできるだけ開く必要がある。要するに (a) 正しい頭位をとる (屈曲し外側に傾ける；(b) 上体をやや反対に回転させる；(c) 腕神経叢を痛めないように注意して、上側の肩をテープで尾側に牽引する。体位をとる際に最も重要な点は、この肩の牽引である。下側の腕はシーツで包んで体の下で支え、シーツ鉗子で固定する。さらに肘関節や尺骨神経、手、肩、腕神経叢など圧迫に弱い部位はジェルパッドで保護しておく。体位がとれたらスパイナルドレナージを行い、硬膜切開までに50~100mlの髄液を排出させる。

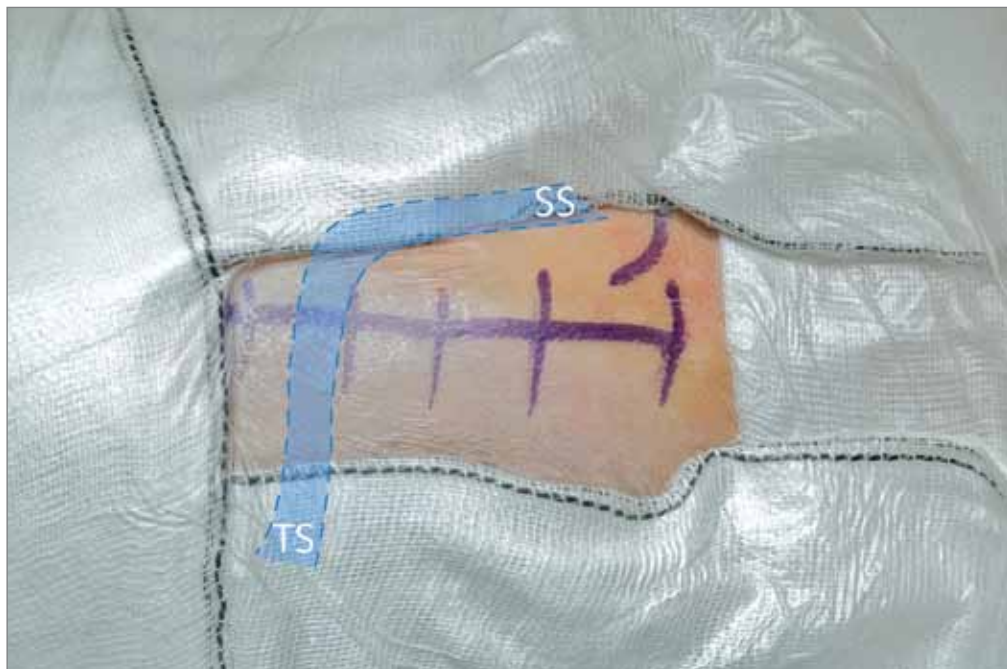


Figure 5-5 (c). Retrosigmoid approach. See text for details.

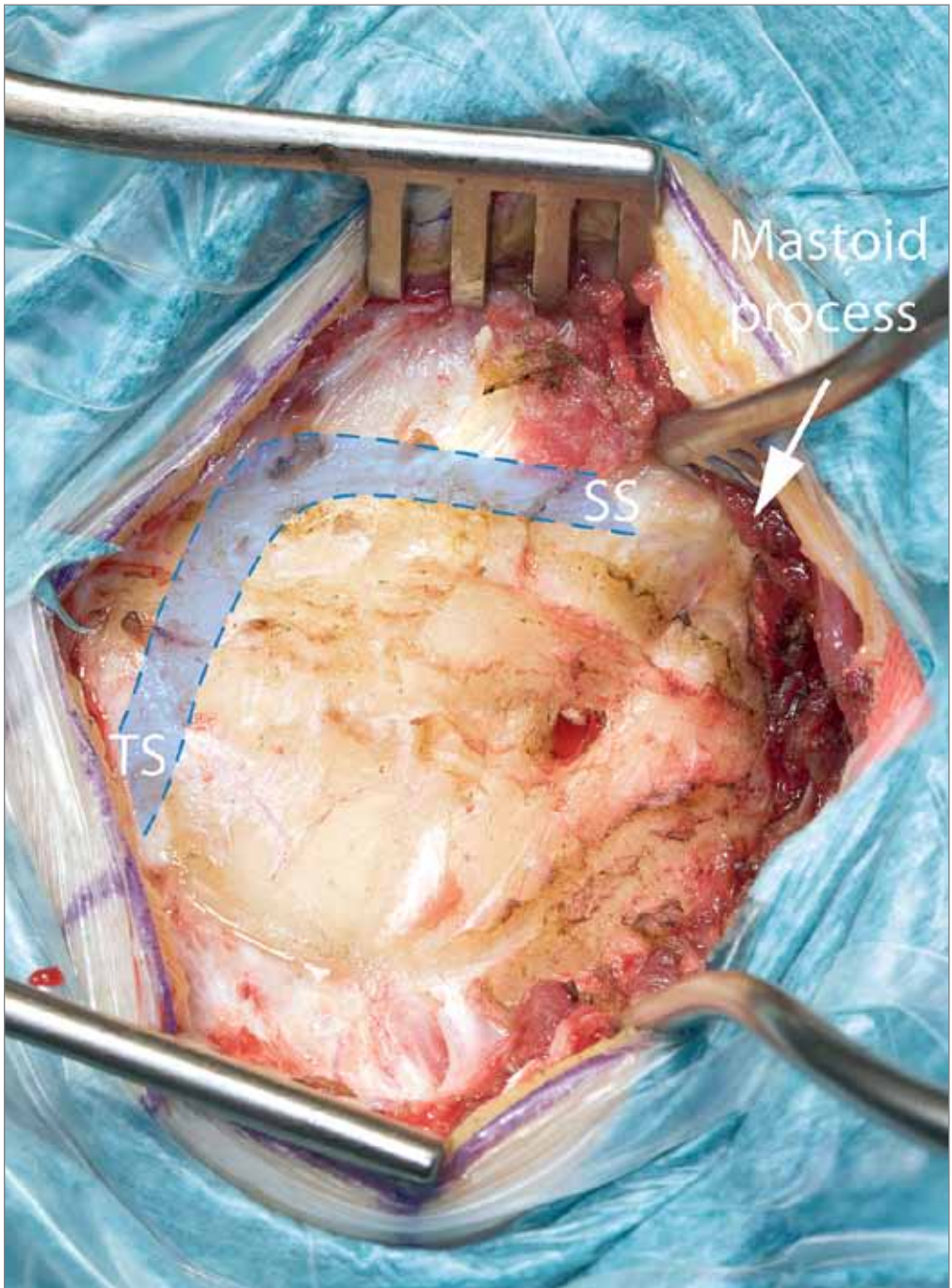


Figure 5-5 (d). Retrosigmoid approach. See text for details.



Figure 5-5 (e). Retrosigmoid approach. See text for details.

5.5.3. 皮膚切開と開頭

乳様突起から約1インチ後方に直線状の皮膚切開を行う(Figure 5-5b)。皮膚切開を頭側あるいは尾側のどの位置に行うかは、病変が大孔からどれだけの高さにあるかによる。外側後頭蓋窩の最高位にある病変(例えば三叉神経微小血管減圧術や高位髄膜腫など)では、横静脈洞とS状静脈洞の合流部を露出する必要がある、一方大孔付近の病変ではより尾側まで切開する必要がある。横静脈洞とS状静脈洞の合流部は大抵頬骨ライン(頬骨弓起始部から外後頭隆起を結んだ線)のすぐ尾側で、また乳様突起ライン(乳様突起の先端を頭頂 -- 尾側の方向に走る線)の後方に位置する。皮膚切開線を決める際には尾側まで十分かどうかを確認する必要がある(Figure 5-5c)。皮膚切開があまりにも短く、頭側寄りだと、牽引している筋肉や頭皮が後頭蓋窩への視野や、ドリルの使用の妨げとなり、予定より外側への開頭が足りなくなる。したがって皮膚切開は計画している開頭の尾側縁より数cm延ばす必要がある。

まず頭側から、大きめの曲の開創器(乳様突起開創器とも呼ばれる)を強い力で設置する。必要であれば、小さめの曲の開創器を尾側に追加する(Figure 5-5d)。皮下脂肪および筋肉は皮膚切開線に沿って電気メスで切開する。しばしば後頭動脈が横切るが、この場合焼灼切断することが多い。後頭骨が露出されると、筋肉付着部を剥離し、より尾側へ展開する。大孔の位置は指で触知しながら探る。深く大孔部に向かって近づくとつれて、黄色の脂肪層に到達する。ここは第1頸椎の椎弓の頭側端を走る頭蓋外椎骨動脈が走行しているので注意すべきである。この小さな開頭では基本的に大孔自体を露出する必要はない。開頭を拡大

する場合のみ、第1頸椎を露出し頭蓋外椎骨動脈の走行を確認する。すべての筋肉付着部を剥離して3~4cmの骨表を露出する。そして曲の開創器をかけ直して骨表を最大限露出させる。皮膚切開の後縁にバーホールを1つ穿ち、横静脈洞やS状静脈洞を損傷しないように硬膜を慎重に剥がす(Figure 5-5e)。乳様突起に向けてそれぞれ頭側、尾側から曲線状に骨を切断する(Figure 5-5f)。最後に乳突蜂巣の位置で、開頭の前縁に沿う様に直線状に溝を掘る様に骨を薄くし、骨弁を折り取る様に外す(Figure 5-5g)。大抵2~3cmの開頭で十分である。ハイスピードドリルで側頭骨方向に開頭を拡大したり、開頭縁を平らにしたりする(矢印; Figure 5-5g)。乳突蜂巣が解放された時は、髄液漏を防ぐため骨蠟を塗り、脂肪や筋肉で覆う。静脈洞や大きな静脈を損傷した時は、まず頭位を逆トレンデレンブルグ体位まで拳上し、サージセルやタコシルを用いて、綿片で圧迫する。直線状の切断面であれば直接縫合して修復することも可能である。

硬膜は乳様突起を基部に曲線状に切開する(Figure 5-5g)。硬膜縁は糸で開頭縁の敷布を超えて吊り上げておく(Figure 5-5h)。横静脈洞とS状静脈洞の移行部に近い場合は、硬膜を三つ葉状に切開し、1片を移行部の方向に反転させ視野を広げる。少しでも静脈洞をハサミで切った場合は直ちに縫合して修復する。バイポーラによる焼灼は小孔を広げる恐れがある。結紮用クリップはかけやすいが、大抵は何も役立たないうちに操作中にすぐに外れてしまう。

スパイナルドレナージを行い、50~100mlの髄液が排出されていれば、硬膜

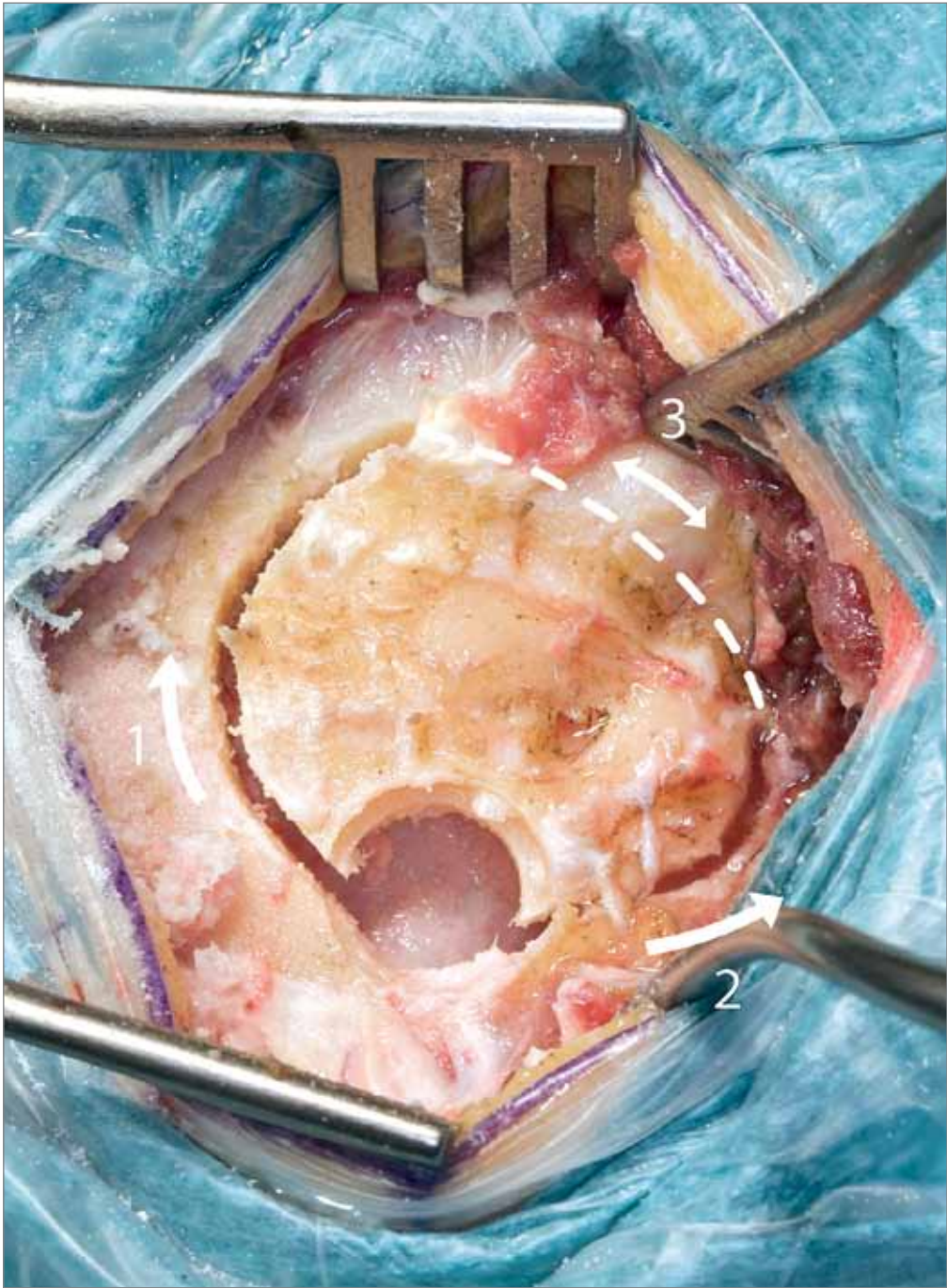


Figure 5-5 (f). Retrosigmoid approach. See text for details.

切開時には十分減圧できており、ドレーンを閉じても構わない。脳の緊張が高いままなら、髄液をさらに排出させる他の手段を講じる必要がある。顕微鏡を傾けて尾側に術野に向けると、小脳延髄槽（大槽）を開放し、髄液を排出させることが出来るだろう。他に小脳橋角槽を開放し、髄液を排出させる方法もあるが、小脳をさらに圧迫する必要があり、狭い術野で脳神経を損傷する恐れがある。

小脳橋角槽に侵入するため、髄液を吸引しながら小脳を徐々に圧排する。最適な視野を得るのに、手術台を術者から離れる方向に傾ける必要があるかも知れない。脳槽を隔てるくも膜をマイクロ剪刀で切開して行くと、脳神経が露出され、病変が確認できる。脳神経を把握するのに小脳テントは非常によい目印となる。通常小脳橋角部の入り口で、剥離操作の開始時に架橋静脈を探すべきである。可能であればこの静脈は温存するが、どうしても操作の妨げになるようなら焼灼切断する。錐体静脈は議論の余地はあるが、小脳テントや上位脳神経に接近する際に最も重要な血管である。閉塞後の合併症が報告されているので、この血管は温存した方が安全である。

閉創時、硬膜縫合後に乳突蜂巢にボーンワックスを充填する。硬膜が完全に閉鎖できない場合は、少量のフィブリン糊を用いて、人工硬膜で欠損部分を閉鎖する。さらに重要なのは術後の髄液漏を防ぐため、乳突蜂巢を小さな筋肉片や脂肪、フィブリン糊を用いてしっかり閉鎖することである。髄液漏を防ぐために、三層（筋肉、皮下、頭皮）を密に縫合する必要がある。後頭下アプローチあるいは正中からの小脳へのアプローチの際、頭蓋骨を開頭するか削除するかは意見の分かれる所であるが、ヘルシンキでは開

頭を選択する！開頭の方が、偽性髄膜瘤や慢性頭痛の頻度が減り、後に再手術が必要になった時に操作がより簡単で安全である。もちろん開頭後の欠損部分は自家骨もしくは人工骨で補填するので、患者は快適で安心感がある。

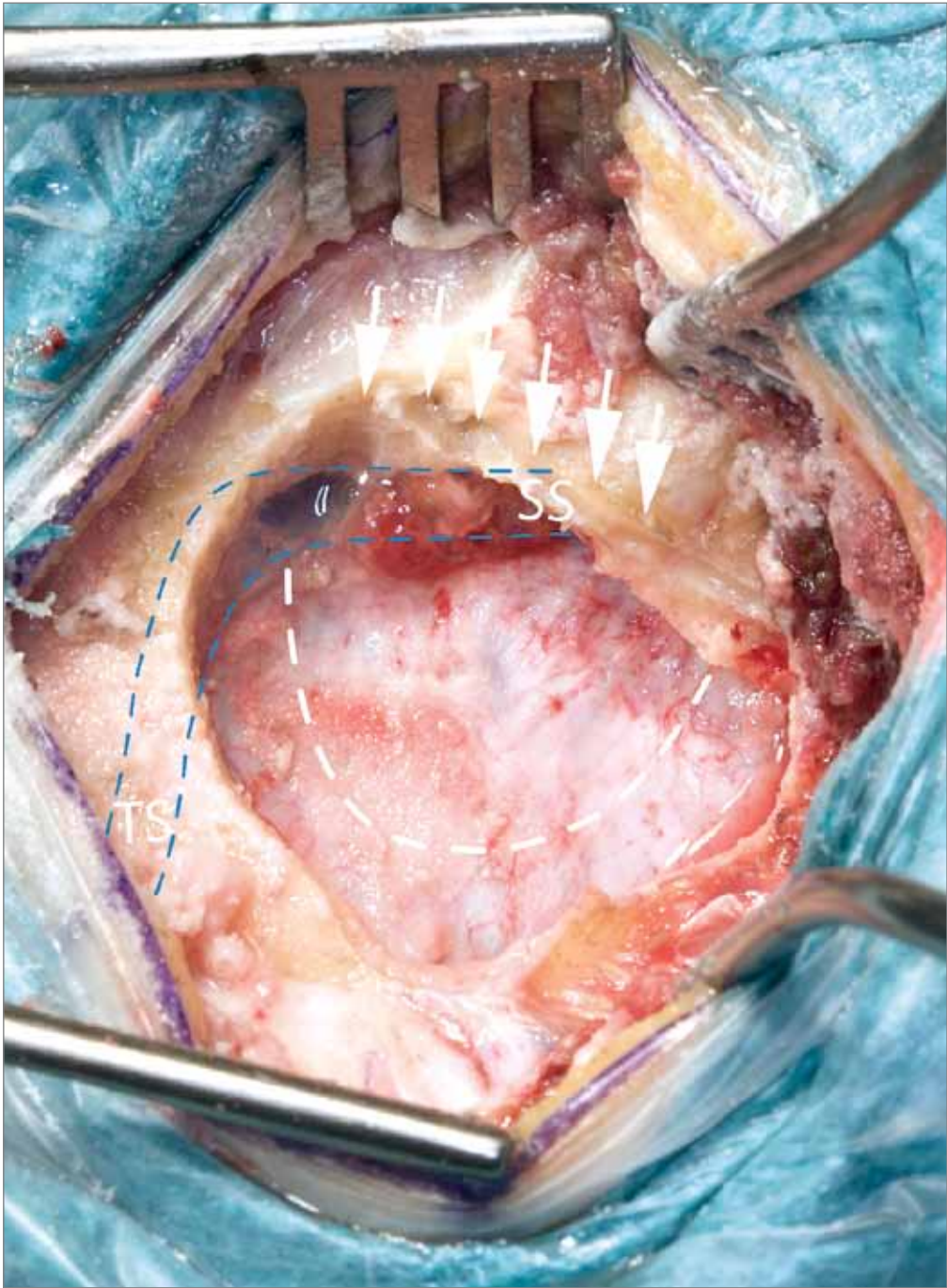


Figure 5-5 (g). Retrosigmoid approach. See text for details.

T&T:

- 体位はパークベンチとし、極めて大きな占拠性病変の場合以外はスパイナルドレナージをおく
- 上側の肩を背側下方に牽引する
- 短めの直線状切開とする
- 硬膜切開後、まだ脳の緊張があれば大槽を開放し髄液を排出する
- 小脳および扁桃を内側やや上方に圧排する
- 椎骨動脈、後下小脳動脈および下位脳神経が確認できる -- これらの構造物と病変との位置関係が正確な侵入経路を決定する
- あらゆる脳神経の中で舌咽神経と迷走神経は最も重要で、損傷しない様に扱う。たとえ一時的な障害でも危険である
- 大孔から10mm以上高位の病変であれば、単純な開頭で可能である

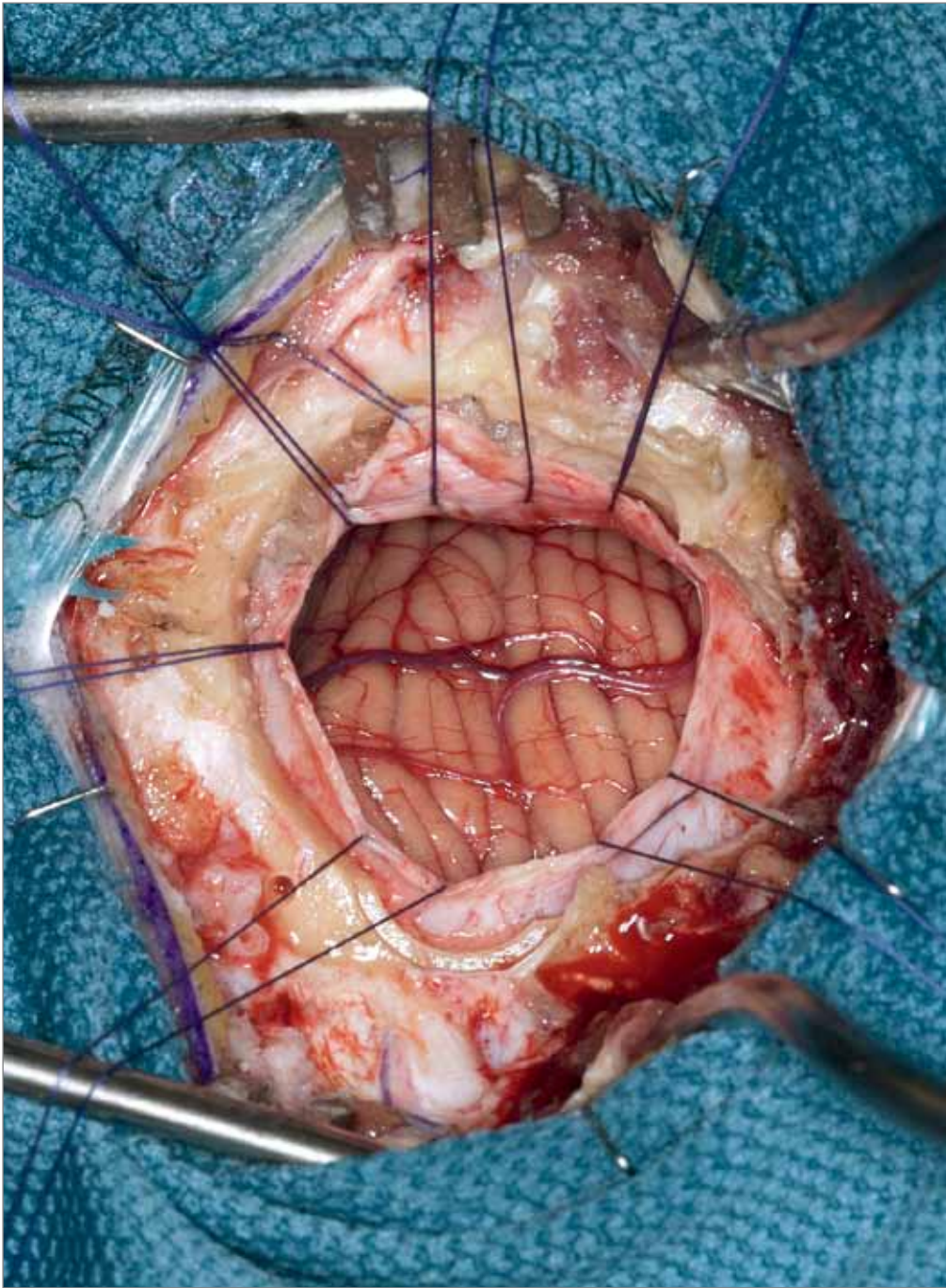


Figure 5-5 (h). Retrosigmoid approach. See text for details.

5.6. 大孔病変に対する Lateral approach

小開頭で行う Retrosigmoid approach は、大孔付近(10mm以内)の病変には適していない。このような病変に到達するには通常の Retrosigmoid approach を尾側に拡大する必要があり "Far lateral approach" とも呼ばれる。我々は従来言われている Far lateral approach をあまり用いない。代わりに、大孔外側部分に到達する必要がある場合は、"Enough lateral approach" と呼ぶ方法を選ぶ。この方法は Far lateral approach をさらに迅速かつ簡便に修正したものである。最大の違いは、後頭顆をすべて残すか、ほんのわずかししか削除しない点である。椎骨動脈を移動したり、S 状静脈洞を完全にむき出しにすることはなく、また頭蓋外、頭蓋内の下位脳神経を露出することもない。開頭を拡大し後頭顆の削除を行う古典的な Far lateral approach では、後頭部頭蓋骨 -- 頸椎の固定を必要とし、これによって頸部の運動はかなり制限されてしまう。患者の苦痛を考えると、どうしても必要な状況以外、この方法は勧められない。我々のこのアプローチでさらに尾側への展開が必要なときは C1 の半側椎弓切除を組み合わせる。最も難しいのは、椎骨動脈を C1 椎弓頭側端で見つけ、これを損傷せずに開頭半側椎弓切除を行う点である。また大孔レベルの静脈叢を損傷させると大量に出血する。

5.6.1. 適応

低位椎骨動脈瘤や大孔部髄膜腫、下位脳幹部の海綿状血管腫や脳腫瘍などが主な対象となる。頭側 -- 尾側方向の長さや病変の位置によって、C1 椎弓切除を追加するかを判断する。頭蓋頸椎移行部の安定性を考えて、我々はあるべく椎弓切除を行わない。たとえ C1 半側椎弓切除を行っても、切除範囲は比較的小さく、後頭顆を残すので、頭蓋頸椎移行部の固定は行わない。低位病変では下位脳神経に対する操作による嚥下障害のリスクが非常に高く、誤嚥を防ぐためほとんどの症例で気管切開が必要となる。気管切開は、大抵術後翌日に嚥下機能を評価した後で行う。嚥下機能は、多くの場合術後数カ月で回復する。

5.6.2 体位

体位は Retrosigmoid approach とほぼ同様である(5.5.2 項参照)。大孔がより観察できるように、頭部を外側にやや大きく回旋させる。

5.6.3 皮膚切開と開頭

皮膚切開はRetrosigmoid approachと同様である。乳様突起の約1インチ後方に皮膚切開を行う。頬骨線の下方から始め、より尾側に延長する。通常乳突蜂巣先端から4~5cm尾側に延ばす。以降もRetrosigmoid approachと同様に行い、皮下脂肪と筋肉を直線上に切開し、大きい曲の開創器を用いて創を展開する。後頭骨を露出し、大孔とC1椎弓の位置を指で触診して探る。さらなる大孔と椎骨動脈の露出は手術用顕微鏡下に行う必要がある。

次の手順は頭蓋外椎骨動脈の走行を確認することである。ここではマイクロドップラーを使用する。まず止血鉗子で保持した綿球でC1椎弓を鈍的に剥離して露出する。椎弓はC1横突起のすぐ近くにある。C1横突孔を通った椎骨動脈はC1椎弓の頭側に沿って正中方向に走行し、大孔のレベルで硬膜内に入る。硬膜外椎骨動脈を同定することは、硬膜貫通部と同様に非常に重要である。椎骨動脈が露出されれば、後頭蓋窩の頭蓋骨から全ての付着筋を安全に取りはずすことが可能となり、大孔をしっかりと露出できる。術野の前縁部分を露出する際、後頭顆管の近くで大抵激しい静脈性出血に出くわす。この管の中を後頭導出静脈が走行し、後頭下静脈叢と繋がる。出血は骨蠟とダイヤモンドドリルを用いた“ホットドリリング”で止血できる。続いて中型から大型の曲の開創器を尾側におき、できるかぎり視野を展開する。

露出された後頭骨の後縁にバーホールを1つ穿ち、硬膜を曲がりの剥離子で慎重に剥離する。曲がりの剥離子を大孔を通して尾側方向からも挿入する事が出来るが、その際は力を入れすぎないように注意して正中側のみを剥離する。開頭はまずバーホール部からやや上方で乳様突起に向けて、ドリルが容易に進む限り切断

する。続いてバーホール部から尾側の大孔部に向けて、椎骨動脈が硬膜内に入る地点より後方まで切断する。大孔近くの骨はかなり分厚いため、直接切断できない場合はドリル等で薄くして削除する。2つの切断面ができれば、予定の開頭の前縁を開頭器かドリルで薄く削除し、そして後頭骨を折り取る。開頭の前縁は、椎骨動脈の硬膜貫通部より前方とする。大孔部の靱帯は強く付着していることが多いので、骨を持ち上げる前に切断しておく必要がある。開頭を終えると大抵、椎骨動脈周辺の静脈叢が大孔周辺の硬膜静脈洞からの激しい出血を認める。頭位を拳上して、サージセルを充填し、フィブリン糊を注入して止血する。

後頭骨を外した後さらに前方方向に開頭を拡大する必要がある。テーブルを高くして後頭顆の方を見やすくしてから高速ドリルでこの方向の骨を削除していく。骨からの出血も止血出来るので、我々はダイヤモンドドリルを好んで使用する。後頭顆の削除やS状静脈洞の露出は行わない。また舌下神経管も残す。乳突蜂巣が解放された場合は、しっかりと骨蠟を塗込み、筋肉や脂肪をフィブリン糊で閉鎖し、術後髄液漏を防ぐ必要がある。C1への拡大が必要な場合は、C1の半側椎弓切除を行う。あらかじめ露出させた椎弓を高速ドリルで削除する。正中側から切除を始め、横突孔に向けて進める。通常、椎骨動脈を移動させることはほとんど無いので、横突孔内の椎骨動脈を覆う全ての骨を削除する必要は無い。骨が除去できたら、靱帯を取り除き、外側脊柱管の硬膜を露出する。この際C2神経根を損傷しない様に注意する。

硬膜は椎骨動脈硬膜貫通部より後方で直線状に切開し、開頭の最も頭側で前方にカーブさせる。硬膜を糸で開頭縁の敷布を越える様に吊り上げ、硬膜外か

ら血液の流入を防ぐ。髄液は大槽部で解放する。このアプローチではそれは容易である。この先の剥離操作では特に下位脳神経を痛めない様に、最大限に注意を払うことが重要である。脳幹側面の構造物に到達するには、小脳扁桃を少し持ち上げる必要がある。

閉頭操作は、Retrosigmoid approachと同様である。硬膜は出来るだけ密に縫合し、骨弁を戻し、乳突蜂巣を筋肉や脂肪を用いてしっかり閉鎖し、層々に閉創する。C1半側椎弓切除はそのままにしておく。

T&T:

- 体位はパークベンチとし、スパイナルドレナージが有用である。
- 直線状切開をさらに低い位置におく。
- 外側に必要な分だけ開頭し、過度の骨削除は避ける。
- 後頭顆を残すので、後頭骨頸椎固定は必要としない。
- 1-2歯状靱帯の切断は、延髄の緊張の開放に有効である。
- 頭蓋外で椎骨動脈を一時遮断することが可能である。
- 椎骨動脈、後下小脳動脈および下位脳神経を同定する。一病変との位置関係が到達方法を決定する
- 第9、10 神経に十分注意する。一過性の障害でも危険である。



5.7. PRESIGMOID APPROCH

我々の施設では、純粋な後頭蓋窩病変にはRetrosigmoid approachを好んで用い、中頭蓋窩のみの病変にはSubtemporal approachを用いる。しかし中頭蓋窩から後頭蓋窩まで進展する病変に対しては、2つのアプローチを組み合わせた方法：錐体の部分削除を行う Presigmoid-transpetrosal approachを使う。我々はこの方法を、その簡便さ故に単に“Presigmoid approach”と呼ぶ。Presigmoid approachは伝統的に、経乳様突起アプローチによりS状静脈洞より前方の後頭蓋窩へ到達する方法として紹介される。中頭蓋窩に対しては極めて限定的な視野しか得られず、我々がPresigmoid approachと呼ぶ方法は広い視野を得る事が出来るが、乳様突起の削除を少なくした方法であり、両者を混同すべきではない。

5.7.1. 適応

我々はこの方法を主に2つのタイプ、(a) 低位脳底動脈分岐部動脈瘤あるいは脳底動脈本幹部動脈瘤、(b) 錐体斜台部腫瘍、主に髄膜腫に用いる。大部分の脳底動脈先端部動脈瘤は(a) 後床突起より高位であればシルビウス裂経由で、(b) 後床突起レベルもしくはその直下であれば側頭下経由のいずれかで到達可能である。稀に脳底動脈先端が後床突起よりかなり低い場合があり、動脈瘤自体には側頭下経由で到達可能であるが、脳底動脈にテンポラリークリップをおくことが難しくなる。このような動脈瘤に対して、我々は中頭蓋窩と後頭蓋窩経路を組み合わせたPresigmoid approachを用いる。また、脳底動脈本幹部の動脈瘤に対してもこの方法を用いる。Presigmoid approachは、中頭蓋窩後半部分や錐体骨部と同様、脳底動脈中間部に対しても良好な視野が得られる。



Figure 5-6 (a). Presigmoid approach. See text for details.

さらにはバイパス術を行う際、後大脳動脈P2部分に到達する場合にも有効である。一方、この方法は時間を要し（熟練者でも最低1時間はかかる）、横静脈洞やS状静脈洞を傷つける恐れもある。また単純なSubtemporal approachや、Retrosigmoid approachと比べて術後髄液漏のリスクが高いという問題もある。よってPresigmoid approachは慎重に選択し、本当に必要な時以外は用いない。乳突蜂巣は常に解放されるため、側

頭筋や脂肪を用いて確実に閉鎖する必要がある。

5.7.2. 体位

Subtemporal approachと同様にパークベンチポジションとする(5.4.2.項参照)(Figure 5-6a)。スパイナルドレナージもしくは脳室ドレナージを要する点も同様である。脳圧が下がっていないと、この

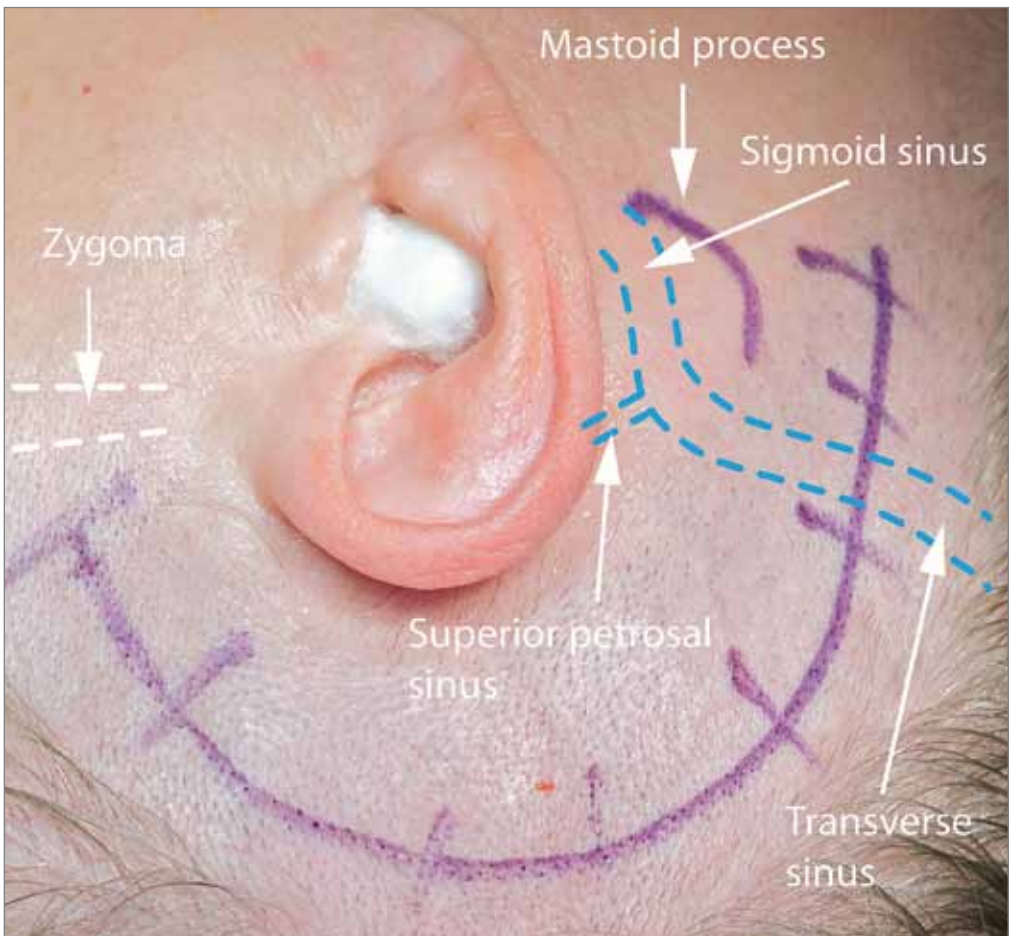


Figure 5-6 (b). Presigmoid approach. See text for details.

アプローチは行えず、圧排により不注意な脳損傷を招く恐れがある。

5.7.3. 皮膚切開と開頭

皮膚切開はSubtemporal approachと同様に、耳介の前から始めて後方に曲げる(Figure 5-6b)。違いはRetrosigmoid approachと同様に、皮膚切開を尾側に向かって乳突線の1インチ後方に延ばす点である。皮弁は一塊にしてスプリングフックを用いて前方尾側に強く牽引する

(Figure 5-6c)。筋肉は外耳孔まですべて下方に剥がして、頬骨基部や乳様突起を含めて側頭骨を露出させる。外耳孔部の頭皮は極めて薄いため、突き破らないように注意する。

通常3~4個のバーホールを作製する(Figure 5-6d)。最初のバーホールを頬骨基部近くの術野の側頭骨前縁に設ける。続いて術野の側頭骨の最も頭頂側に2つ目のバーホールを穿つ。3つ目は開頭後縁として横静脈洞の下に、また硬膜との癒着が強く静脈洞損傷の危険が高い時な

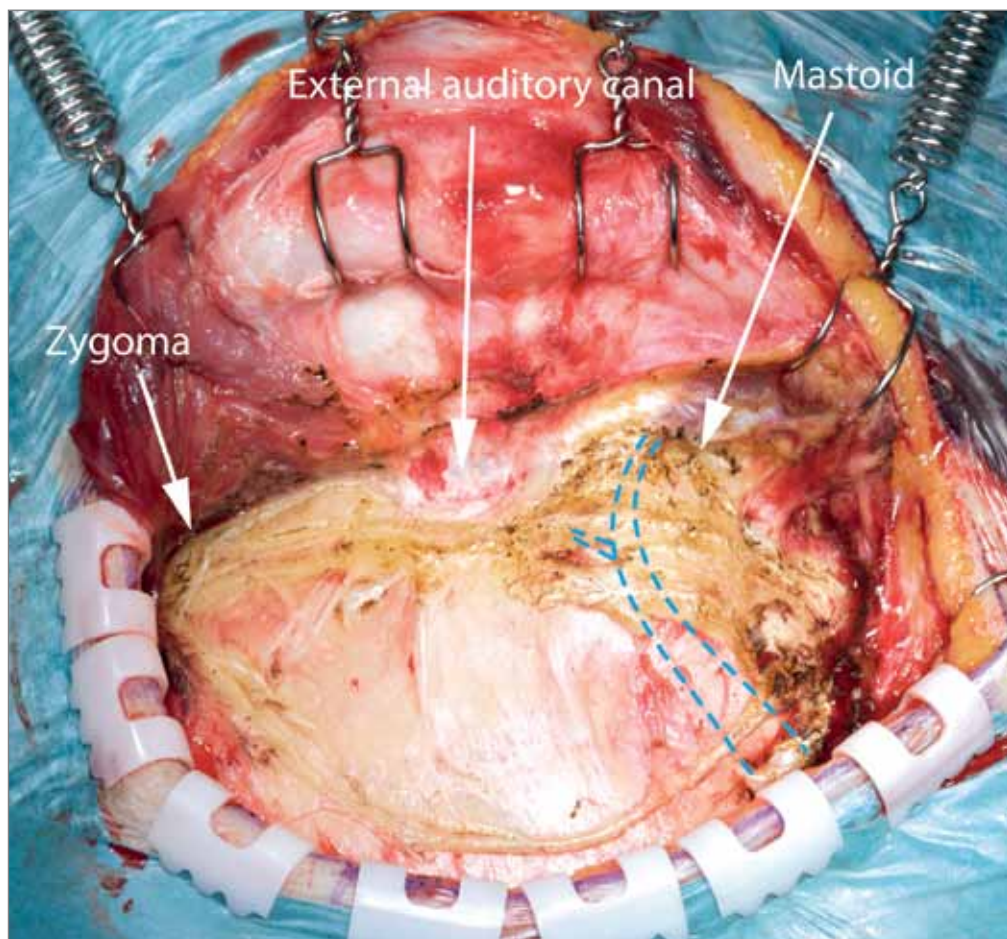


Figure 5-6 (c). Presigmoid approach. See text for details.

どは、横静脈洞の走行の上方にバーホールを追加する。硬膜は曲りの剥離子やYaşargilタイプの柔軟な剥離子を用いて慎重に剥離する。後頭蓋窩側では出来るだけS状静脈洞近くまで剥離する。クラニオトームを用いてバーホールをつなげる(Figure 5-6e)。続いて、頬骨弓近くのバーホールから錐体骨前方に向けて尾側やや後方に切断を加える。さらに後頭蓋窩のバーホールからまず尾側に向けて、そして前方に曲げて乳様突起に向かって切断する。最後に残った骨の尾根をクラニオトームかハイスピードドリルを用い

て曲線を描く様に薄く削って骨を折り取る。この際S状静脈洞を損傷しないように十分に注意する。時には導出静脈が骨の中を走行して、横静脈洞とS状静脈洞の移行部と繋り、骨弁を外す際に大出血することがある。この場合は頭位を拳上しあて、サージセルを充填し、バイポーラによる凝固で止血を行う。

開頭を終えると、通常横静脈洞、後頭蓋硬膜および中頭蓋硬膜が確認できる。横静脈洞とS状静脈洞の移行部が一部露出する。硬膜はスパイナルドレナージに

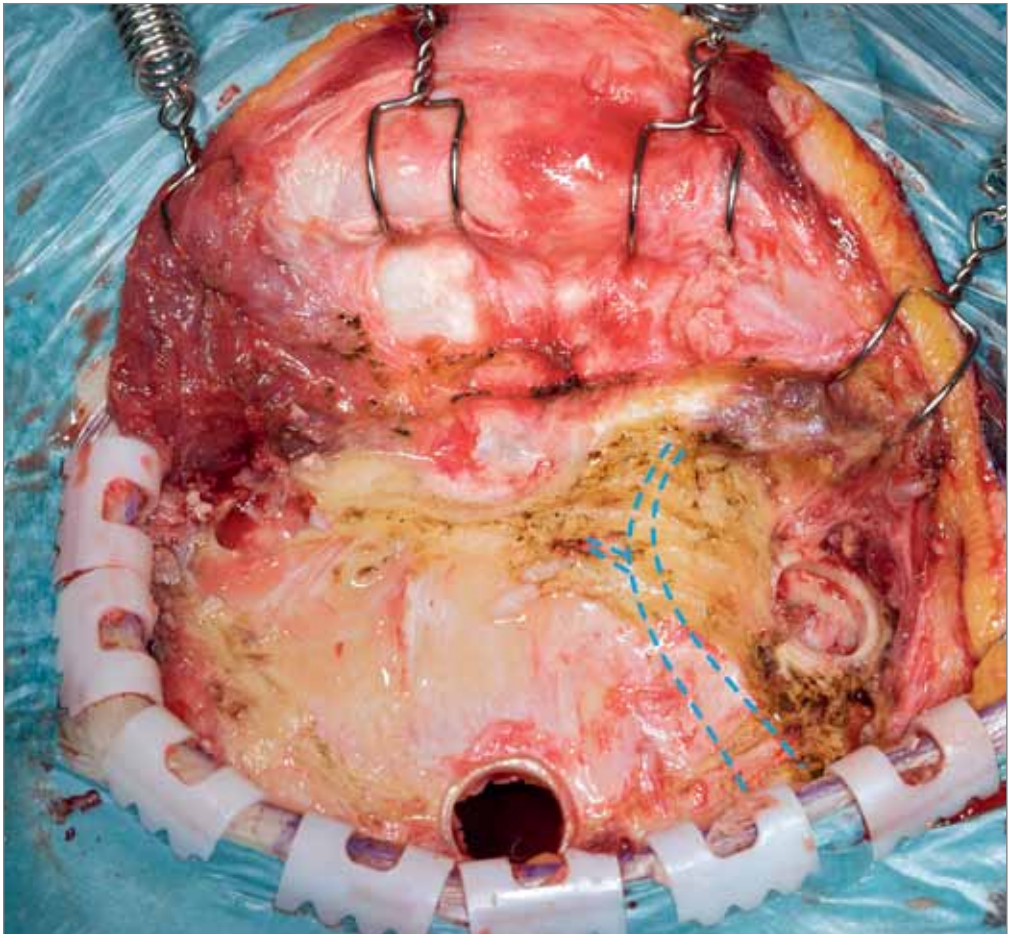


Figure 5-6 (d). Presigmoid approach. See text for details.

よりすでに緊張のとれた状態でなければならない。S状静脈洞前方の硬膜は、すでに露出済みの硬膜や静脈洞を少し圧迫しないと、露出が難しい。真っすぐに先端が鈍の剥離子や拳上器具を用いて、硬膜を側頭骨から鈍的に剥離する。S状静脈洞を損傷しないよう特に注意する。この剥離操作は、中頭蓋窩側からだけでなく、後頭蓋窩側からも同様に行う。ドリルで安全に削るスペースを確保するために、硬膜を乳様突起と錐体骨から下方に引き離す様に牽引しておく。

乳様突起と錐体骨の削除は、このア

プローチにおいて最も時間のかかる操作である(側頭骨の削除範囲は図に示す；Figure 5-6f)。この操作は顕微鏡下に行う。最も凹凸の多い錐体骨縁の削除には、まずボール型のハイスピードドリル（いわゆるスチールバー）を用いるが、我々はすぐに大きめのダイヤモンドドリルに変える。古典的な経乳様突起アプローチは行わず、まず側頭骨の後縁、および上縁から削除を開始し深層に進める。乳様突起は完全に削除せず、三半規管にも近づかない。必要なのはS状静脈洞前方の硬膜や上錐体静脈洞および中頭蓋底の硬膜を露出することであり、そ

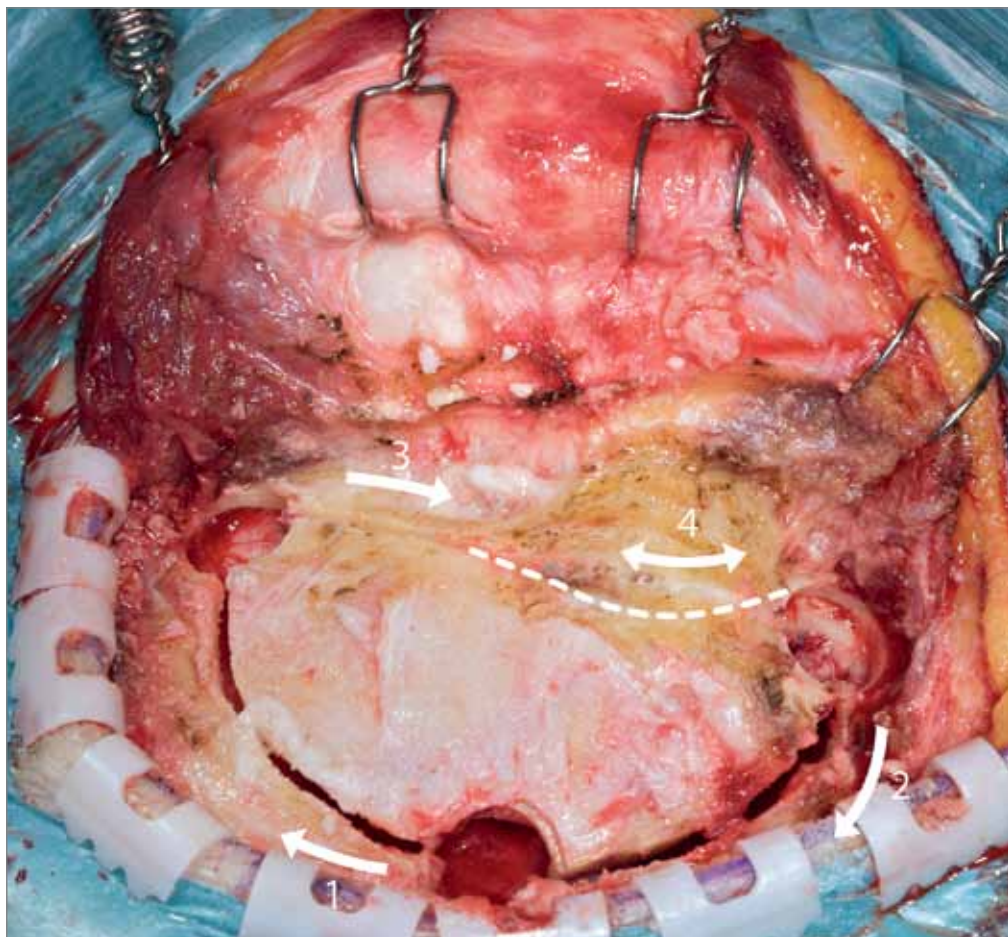


Figure 5-6 (e). Presigmoid approach. See text for details.

のための骨削除をしっかりと行う。深層での骨削除は顕微鏡を高倍率にして行う方が安全である。開頭をS状静脈洞後方までしっかりと行っておく事により、S状静脈洞をドリリングして露出する際に角度が十分にとれ、乳様突起前半部分の削除も少なく済む。またこの方が三半規管に侵入する危険も少ない。含気の多い乳突蜂巣部を除き、通常側頭骨は非常に硬い。硬膜を少しはがしては骨削除を行うやり方で段階的に進める。剥離子の代わりに、ボール型のダイヤモンドドリル先端部分を回転させず硬膜剥離に用いることも可能である。

最終的には錐体骨部分切除後、S状に下方へ走行するS状静脈洞が完全に確認でき、静脈洞前方の硬膜及び上錐体静脈洞が露出され、中頭蓋窩の後外側部分に到達できる(Figure 5-6g)。後頭蓋窩硬膜の切開は、顕微鏡下にS状静脈洞の数ミリ前方から上錐体静脈洞手前まで切開する(Figure 5-6g)。もし必要であれば、小脳橋角槽を開放して髄液をさらに排出させる。中頭蓋窩硬膜は曲線状に切開し、基部に翻転する。そして上錐体静脈洞に向かって切開を延ばす。錐体静脈洞(矢印；Figure 5-6h)を切断し、2つの切開を繋げる。上錐体静脈洞の切断の際、我々

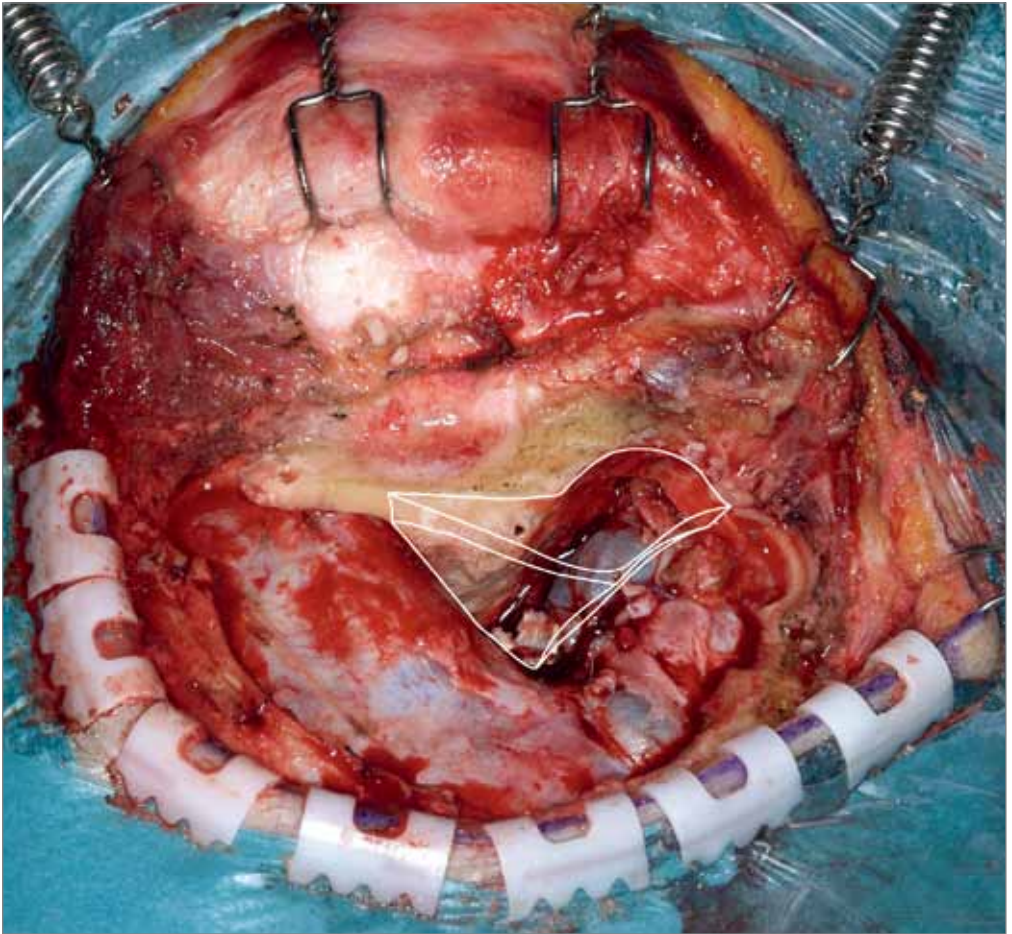


Figure 5-6 (f). Presigmoid approach. See text for details.

は糸を多用する。その糸で硬膜を吊り上げる事が出来るからだ。テントを走行する静脈洞をそれぞれ二重に結紮縫合し、この間で静脈洞を切断する。止血クリップは簡単に外れて出血をしやすい。

硬膜切開後(Figure 5-6h)にもう1つの操作が残っている。テント切開である。テント切開前に、側頭下に進んで滑車神経の走行を確認する。小脳テントはLabbe静脈の前方で、滑車神経貫通部の後方で切断する必要がある。通常この部位ではテント内の静脈洞は少ないので、テント切開を行いやすい。外側方向(皮質方向)から段階的にテント切開を進める。テント上下それぞれから確認しながら、先端が鈍のバイポーラで焼灼を

行い、少しずつ切開する。この操作をテント縁まで繰り返し、再度テント下から滑車神経の走行を確認した後、最後の切開を行う。滑車神経を保護するために小さい綿片を用いる。自由になったテント前半部分は折り畳み、側頭葉の下にしまい込む事が出来る。必要なら、Subtemporal approachと同じように動脈瘤用の小型クリップで折り畳んだテントを中頭蓋窩の硬膜に固定して、テント前半部分の牽引を増すことが可能である。硬膜切開および側頭葉牽引時は、Labbe静脈を引き延ばしたり、損傷しないよう常に注意する。

閉頭時は術後の髄液漏を起こさないことを徹底する。硬膜はできるだけ密に縫

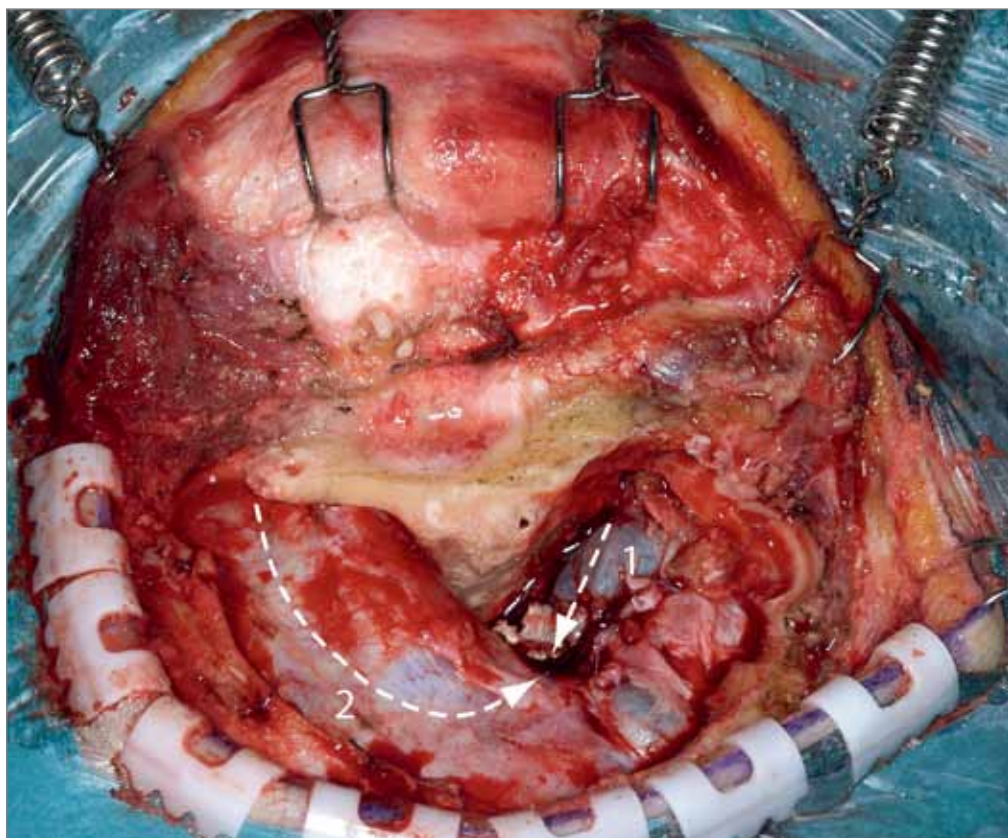


Figure 5-6 (g). Presigmoid approach. See text for details.

合し、乳突蜂巣はすべて覆う。大抵脂肪片を用い、さらに側頭筋内層を翻転させて乳突蜂巣を覆い硬膜に縫い付け、骨蝟およびフィブリン糊を使用する。テント切開部分は修復しないが、テント自体は元の位置に戻しておく。

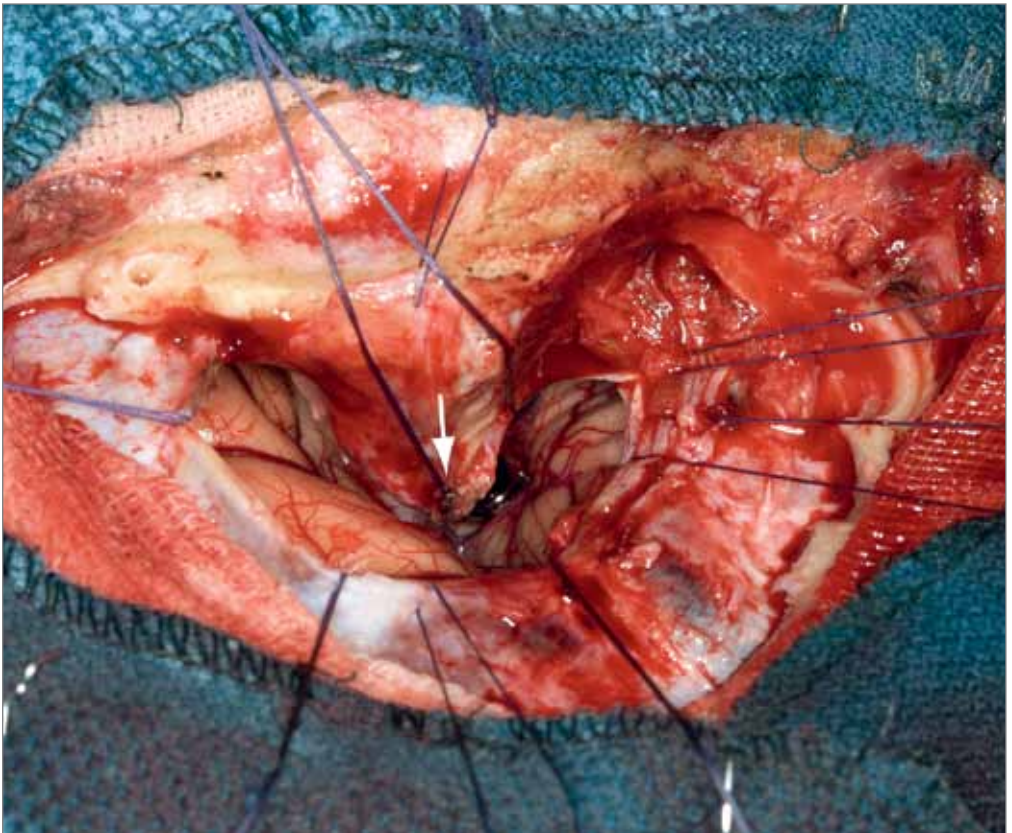


Figure 5-6 (h). Presigmoid approach. See text for details.

T&T:

- 体位はパークベンチとし、常にスパイナルドレナージを行う
- 耳の前方から始まり乳様突起後方に終わる、反転したJ字型の皮膚切開をおく
- 一層の皮弁を外耳孔レベルまで強く牽引する
- 3~4個のバーホールをおき、横静脈洞およびS状静脈洞の上を部分的にドリルで削除して基部から骨を折り取る
- 球形嚢および内耳道付近まで顕微鏡下に骨削除を追加する
- S状静脈洞前方の硬膜切開は、上錐体静脈洞を結紮して、側頭側および後頭蓋側両方から行う
- 静脈を温存させる(特にLabbe静脈)
- 小脳テントは顕微鏡下に、滑車神経の後方およびLabbe静脈の前方で切開する



5.8. 坐位 - 小脳上テント下アプローチ

後頭蓋窩正中アプローチには、(a) 小脳上テント下アプローチと(b) 第四脳室および大孔病変に対するアプローチの2種類がある。この2つに共通するのは、坐位で手術することだ。このポジションは、腹臥位と比べて、重力の作用により出血や髄液を容易に排出させ、静脈うっ血を減らし、良好な解剖学的視野を得やすいという利点がある。一方、空気塞栓や頸椎脊髄症、低血圧の危険がある。この方法を用いるかどうかは、患者の年齢、全身状態や基礎疾患の有無により決定される。特に心疾患を有する高齢者は坐位の手術に耐えられないであろう。また患者が卵円孔開存など中隔欠損を有し、この欠損を通る血流が多い場合は、空気塞栓のリスクが高いため、別のアプローチを考慮すべきである。また重大な

頸椎疾患を有する患者では、脊髄の圧迫によるダメージを避けるよう、特に注意を要する。坐位手術における麻酔リスクや特別な措置については 3.7.3 項に詳細を記す。

この方法では、普段以上に脳神経外科医と麻酔科医の協力が不可欠である。麻酔科医は、どんな些細な事であれ空気塞栓の危険を察知したら、ただちに脳神経外科医に知らせるべきであり、脳神経外科医はその警告に対して躊躇なく対応策を講じなければならない (Table 5-1)。以前は多くの施設で坐位手術が行われていたが、最近では合併症を恐れて徐々に少なくなっている。ヘルシンキでは、他の体位と比べて確実に有効と判断した症例に対して、現在も定期的に坐位によ



5.8.1. 適応

る手術を行っており、安全かつ効果的といえる。単純化して、煩雑な術前検査を最小限にする。合併症を出来る限り防ぐには、熟練した献身的なチームが必要である。

小脳上テント下アプローチは、松果体や中脳蓋の病変に用いられる。我々はこの方法を松果体病変に最も多用している。その理由は、到達方向の上方に位置する、松果体病変の発達した流出静脈を避けることができるからである。坐位では、小脳が重力で下垂するため、松果体が容易に露出される。また小脳テント髄膜腫や動静脈奇形、動脈瘤、小脳上面の実質内腫瘍などにもこの方法を用いる。横静脈洞や静脈洞交会部の病変においては最大限の注意を払う必要がある。開頭時やテント付着部や静脈洞付近の操作では全ての段階で常に用心と注意が必要である。静脈洞には小孔が開きやすいが、座位の手術では静脈圧が低いために気づきにくい。

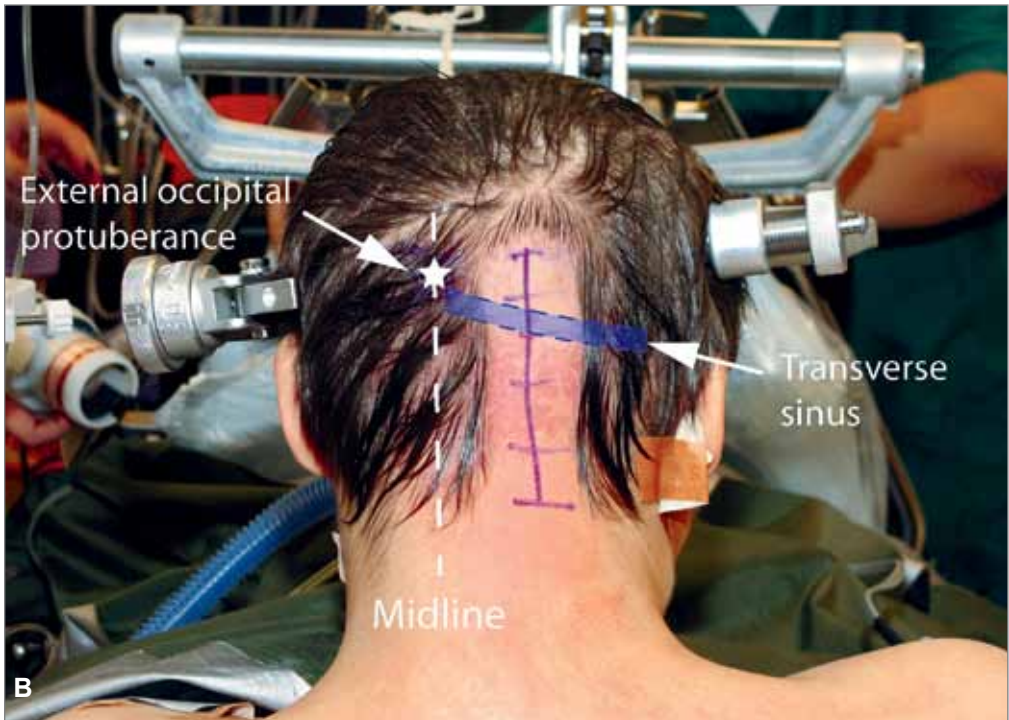


Figure 5-7 (a-b). Supracerebellar infratentorial approach. See text for details.

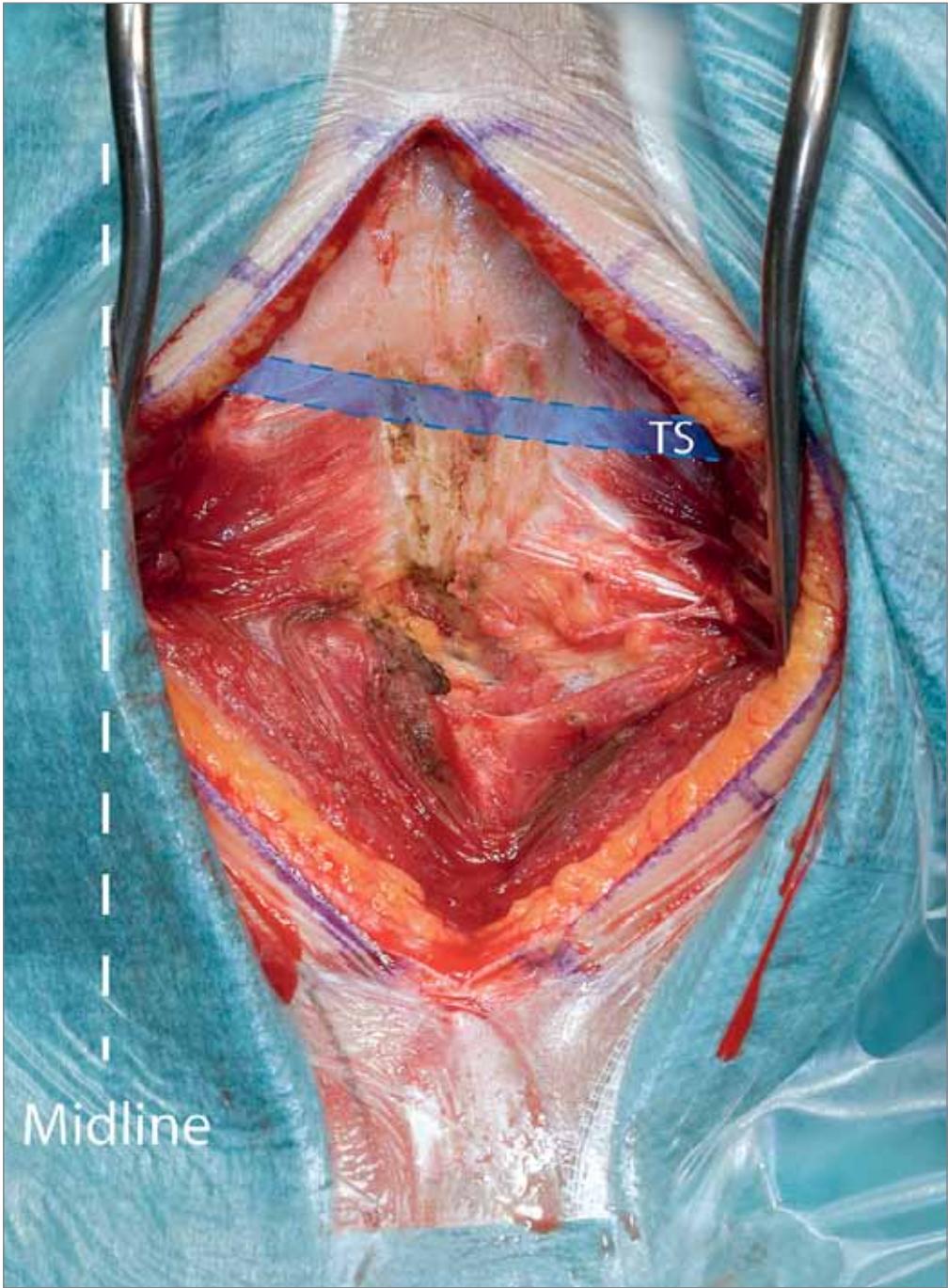


Figure 5-7 (c). Supracerebellar infratentorial approach. See text for details.

本法は正中もしくは傍正中経路で行う。我々は当初正中から行っていたが、最近ではもっぱら傍正中で行うようにしている。傍正中アプローチでは、正中経路よりいくつかの利点がある。術野に静脈が少ない点に加え、テントの上方への傾斜が正中と比べて少なく、小脳の牽引や圧排が少なくすむ。また傍正中では、開頭を静脈洞交会を越えて延長する必要がなく、静脈損傷や空気塞栓のリスクが減少する。欠点は、解剖の把握が難しく、四丘体槽の中心や松果体への正確な方向を見失う恐れがある事である。

5.8.2. 体位

坐位手術は多くのことが要求され、経験あるチームが必要である。忘れてはいけない重要なポイントがいくつかある (Table 5-1)。実際の方法は施設によって異なる。ヘルシンキでどのように坐位手術を行っているかを示す。坐位をとるには特殊な装置と、可動性のある手術台が必要となる。

坐位と我々が呼ぶこの体位は、上半身と頭部を前下方に屈曲させるため、祈りの体位もしくは前方への宙返り体位とも表現される (Figure 5-7a)。術中、テント縁に沿って後頭蓋内を見やすくするため、手術台をさらに前方に傾けることが多い。小脳上テント下アプローチを予定する際に、きわめて重要なのは、小脳テントが実際のテントのような形をしており、正中に近づくほど傾斜がきつくなることを忘れないことである。頭位を約30度前方に傾けると、テントはほぼ水平となり、後頭蓋窩の最も頭側においても良好な視野が得られる。また、術者は患者の肩や背中をアームサポートとして腕を置く事が出来る。こうすることで角度がもっと立った状態より、手術中に疲れにくい。

患者を手術台に乗せる際、上体を保持するための2つのポイントがある。90度まで屈曲可能な手術台の関節部に骨盤を置く。上半身と骨盤は吸引マットレスの上に置く。さらに40mmHgまで加圧したGスーツのズボンを装着する。小児の

Table 5-1. ヘルシンキでの坐位手術における一般的な準備

- 可動性のある手術台
- メイフィールド固定器
- 頭部フレームを手術台に固定するための専用の装置 (トラピーズ)
- Gスーツパンツ (40mmHgまで加圧) もしくは緩く巻く弾性包帯
- Gスーツ下でもよじれにくい尿道カテーテル
- 患者の肩を手術台の最も頭側の位置から少なくとも10~15cm上に保持
- 上半身と腕を包みこみ、動かないようにするための大きな吸引マットレス
- 膝を30度に屈曲し、かつ直線状に保つ枕
- 足が尾側に滑り落ちるのを防ぐための平板
- 両腕を保持するための大きな枕
- すべての圧迫される部位を保護
- 前に倒れこむのを防ぐため肩をテープで手術台に固定する
- 骨盤に巻く安全ベルト
- 顎と胸骨の間を少なくとも2横指空ける
- 挿管チューブを固定システムに固定する
- 麻酔科医は挿管チューブと両側頸静脈に触れるようにしておく
- 右心房上の前胸部ドップラー

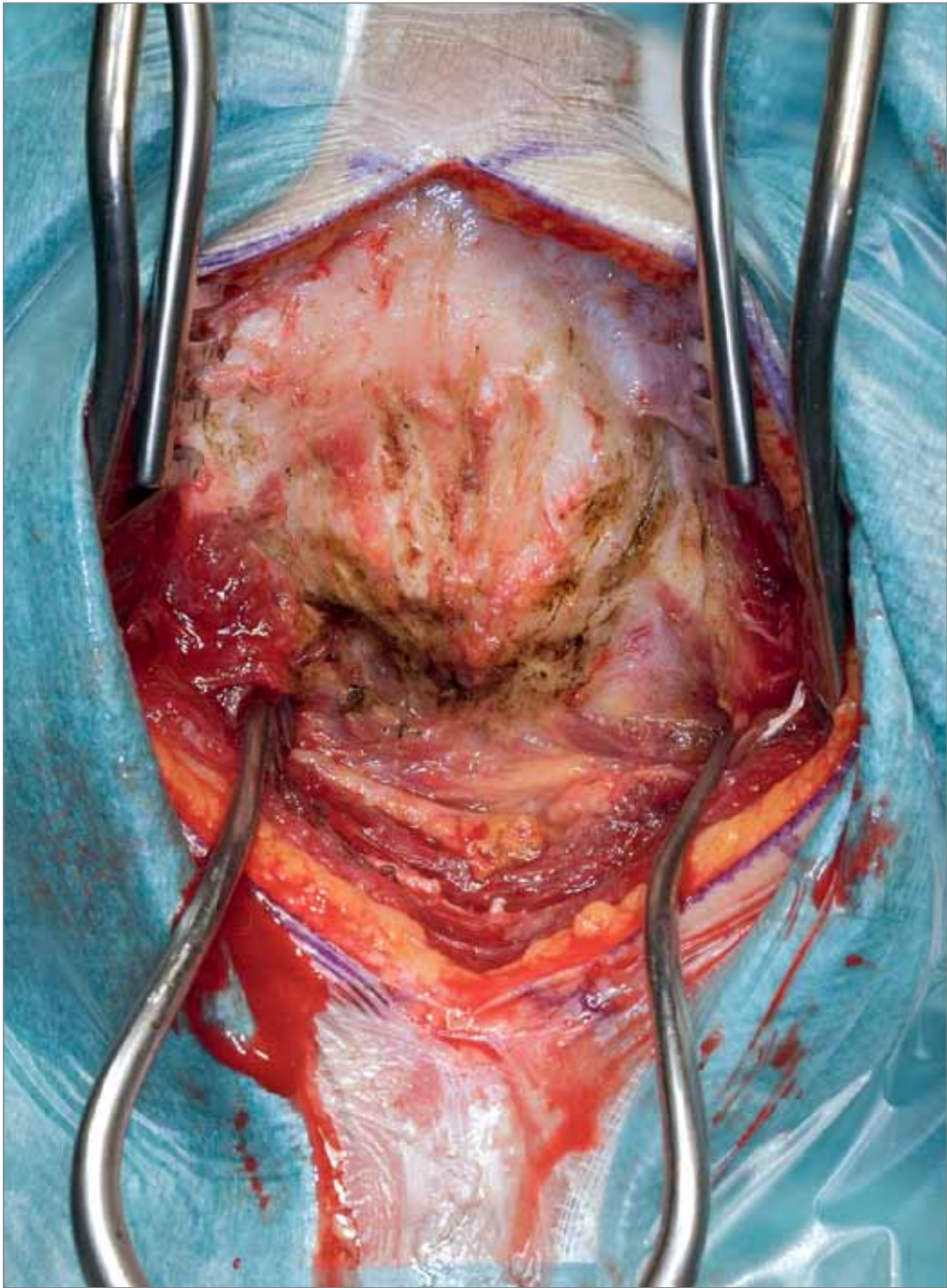


Figure 5-7 (d). Supracerebellar infratentorial approach. See text for details.

ようにGスーツが適さない場合は、踵から脚の付け根まで弾性包帯をゆるく巻く必要がある。坐位手術は唯一、我々が杉田式フレームに代わりメイフィールド固定器を好んで用いる肢位である。メイフィールド固定器は関節が1つ多いため、坐位手術に適した頭位をとるのに都合が良い。実際に体位をとり始める前に、メイフィールド3点固定器を頭部に装着しておく。体位をとり、頭部フレームをトラピーズ（空中ブランコ型）固定システムに装着するまで、脳神経外科医は頭部を保持しておく。

上体を拳上させると同時に、逆トレネンブルグ体位をとるべくベッドを折り畳む様に体位をとり始める。最近の手術台は大抵一つの関節が90度まで屈曲可能である。これらが終わると、次は患者の肩が手術台の最も頭側の位置から少なくとも10~15cm上にあることを確認する必要がある。子供の場合に多いが、もし足りなければ臀部の下にさらに幾つかのクッションを入れて拳上する必要がある。この肩の余裕が無いと、術中に尾側からの最適な術野が得られにくい。肩の高さを適切な高さにして、手術台の最も頭側部分を手動で30~40度ほど前方に傾ける。こうして上体と肩を前に押す。メイフィールド固定器をトラピーズ（空中ブランコ型）固定システムに装着し、各関節を固く締め、頭位フレームをしっかり固定する。膝の下に枕を入れて少し屈曲させる。手術台の手すりに平板を取り付けて、足首を自然な角度に保ち、患者が下に滑り落ちるのを防ぐ。腹部にあてがった大きな枕の上に腕を乗せておく。最後に上体の下に敷いた大きな吸引マットレスで上半身と腕を包み、貝の形になるようにしぼませ、上半身全体を保護し、滑り落ちるのを防ぐ。加えて、両肩を分厚いテープで手術台に固定して、手術台を極端に前方に傾けた際にも倒れないよ

うにしておく。

頭位は計画するアプローチによって少々変わってくる。アプローチに関係なく頭部は常に前屈させる。やり過ぎて気道を圧迫したり、脊髄を損傷させてはいけない。顎と胸骨の間に少なくとも2本の指が入るようにしておく。正中切開を行う場合は、頭位を回転させたり、外側に傾けたりする必要はない。鼻がちょうど前を向くように屈曲させるのみである。しかし傍正中切開の場合は、頭部を少し回転させる必要がある。外側に傾げる必要は無いが、アプローチする側に5~10度回転させる。

正しい体位が取れたら、前胸部用ドゥンプラップローブを右心房の上に装着し、再度全ての関節部がしっかり締め上げられていることを確認する。圧迫がかかる部分はすべて枕で保護する。特に膝が外側にずれ落ちた場合に容易に圧迫されやすい膝の外側の腓骨神経に注意を払う。安全ベルトを骨盤部分に巻く。

5.8.3. 皮膚切開と開頭

正中から2~3cm外側に直線状の皮膚切開を行う(Figure 5-7b)。皮膚切開は外後頭隆起(イニオン)より1インチ程頭側から始め、頭蓋頸椎移行部まで延ばす。右利きの術者の場合、病変が正中もしくは右寄りであれば、右側からアプローチした方がやりやすい。筋肉は後頭骨下方まで垂直方向に切離する(Figure 5-7c)。曲の開創器を頭側におく。筋肉付着部を焼灼切離し、後頭骨を露出する(Figure 5-7d)。内側縁はほぼ正中に位置する。さらに術野を露出拡大するように2つ目の曲りの開創器をおき、3つ目の小型の曲りの開創器を尾側におく。横静脈洞の3~4cm下方まで露出できれば十分であ

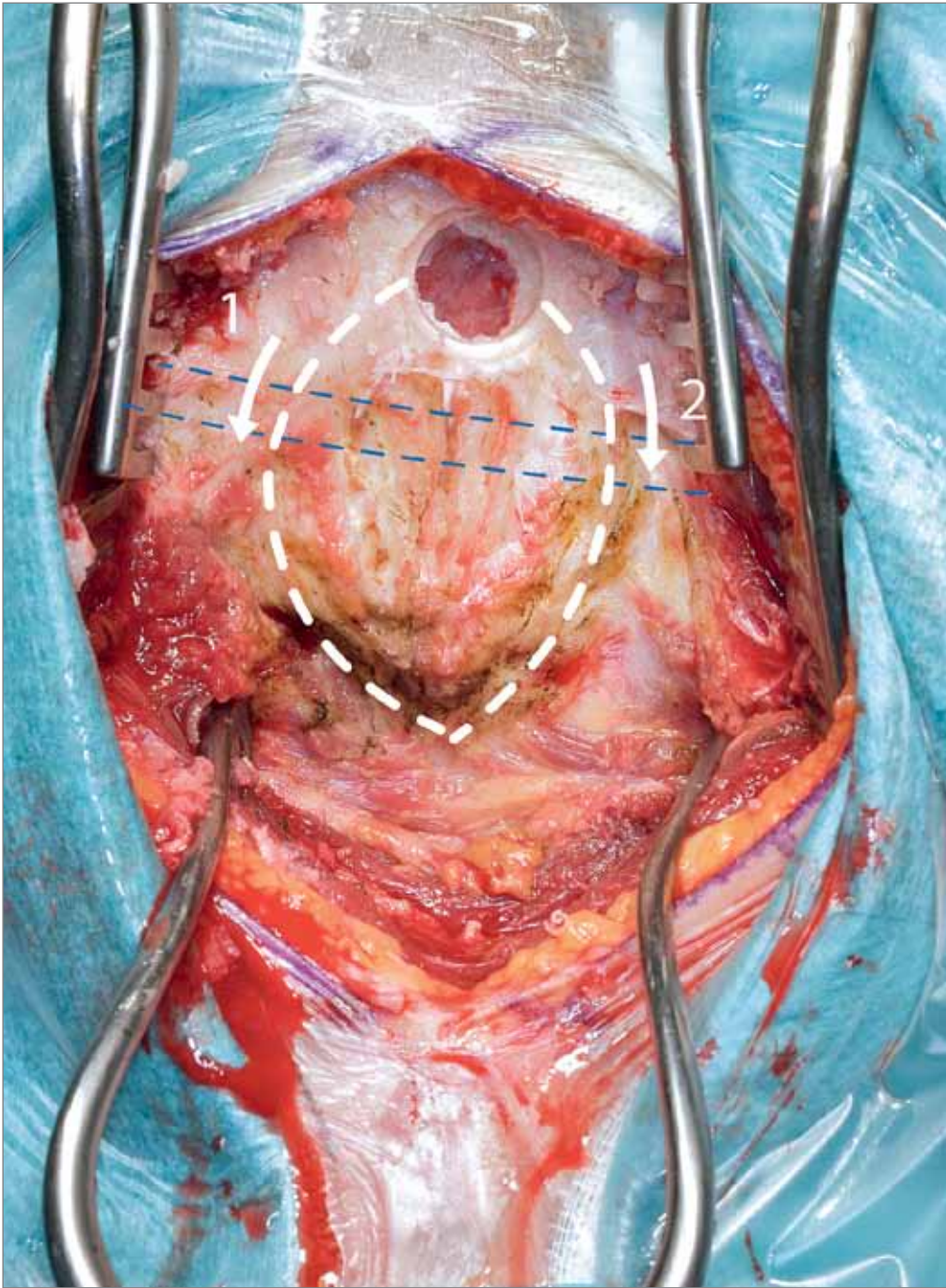


Figure 5-7 (e). Supracerebellar infratentorial approach. See text for details.

り、大孔付近まで拡大する必要はない。

バーホールを横静脈洞の上、正中から3cm外側部分に設ける(Figure 5-7e)。硬膜との癒着が強い場合は横静脈洞の下にバーホールを追加する。横静脈洞付近には特に注意して、曲りの剥離子で硬膜を慎重に剥離する。続いて2方向から骨を切断し、直径3~4cmの開頭を行う(Figure 5-7e)。いずれもバーホールから切断を開始し、曲線を描き、尾側で合流させて、横静脈洞下に硬膜を2cm程露出させる。静脈洞を上方に牽引するため、開頭の上縁は横静脈洞より上におく必要がある。開頭後硬膜吊り上げ用の小穴を設ける。

硬膜の剥離や開頭時に最も重要なのは静脈洞合流部である。ここは致死的な合併症をもたらす恐れがあり、あらゆる手段で静脈洞同様に保護しなければならない。開頭内側縁は正中から10mmほど離す必要がある。静脈洞合流部付近では大抵板間静脈が発達しているためである。開頭は外側にいく程、板間静脈の開放や空気塞栓のリスクは減少する。予防策として、呼吸終末期二酸化炭素分圧の突然の低下や、前胸部ドップラーの音で空気塞栓を感知する。もしそのような状況になれば、直ちに頭蓋骨を外し、損傷した静脈を密封する。麻酔科医に頸静脈を圧迫してもらうことは、出血点を同定するのに非常に助けになる。出血部位と思われる個所を密閉しながら、残りの傷を湿らせたガーゼで覆う必要がある。板間静脈近くでは開頭縁に細部まで骨蠟を塗る。空気塞栓に対しては、常に迅速に対応し、脳神経外科医と麻酔科医の両者があらゆる対策に精通している必要がある(Table 5-2)。我々の施設ではこれまで空気塞栓による重度の合併症は経験していない。適切な状況下なら、手術を中断する事態にはならない。

硬膜切開は静脈洞の損傷を避けるため大抵顕微鏡下に行く。横静脈洞側を基部にV字の切開をおく(Figure 5-7f)。頭側に折り返し、糸で牽引する。他の硬膜縁も同様に糸で吊り上げ、硬膜外からの出血や、小脳表面の静脈圧迫を防ぐ(Figure 5-7g)。後頭静脈洞を避けるため、硬膜切開を正中まで延ばさないようにする。もし静脈洞を損傷した場合、座位では腹臥位の時のような大量出血は認めない。損傷部位を直ちに保護し、縫合閉鎖する。縫合はヘモクリップのように横滑りしない。

傍正中からアプローチする際、架橋静脈はあまり邪魔にならない。上小脳静脈や小脳表面からの流出静脈は正中近傍に存在するため、避けられる。松果体へアプローチする際には、邪魔になる静脈を焼灼切断することもあるが、その場合はテント寄りではなく、なるべく小脳寄りで切断の方がよい。剥離の重要な局面で処理するのが困難と想定される場合は、時には何本かの静脈を予防的に切断することもある。小脳の静脈性梗塞を防ぐためには、できるだけ流出静脈は温存した方がよい。

くも膜を剥離し、小脳とテント間の架橋静脈を焼灼切断すると、小脳は下垂し、圧排する事無く良好な術野が得られる。背側の中脳槽を開放し、髄液を排出させ、さらに良好な術野と剥離の為の空間が得られる。手術台を前方に倒すことでテントも観察しやすくなる。

くも膜が分厚く不透明な場合、正常解剖の把握が困難となる。この場合、重要なのは、暗青色の脳槽内を走行する深部静脈の存在で判断することである。前中心小脳静脈を露出し、必要であれば焼灼切断して、ガレン大静脈や周囲構造物を確認する。この操作は、手術において最

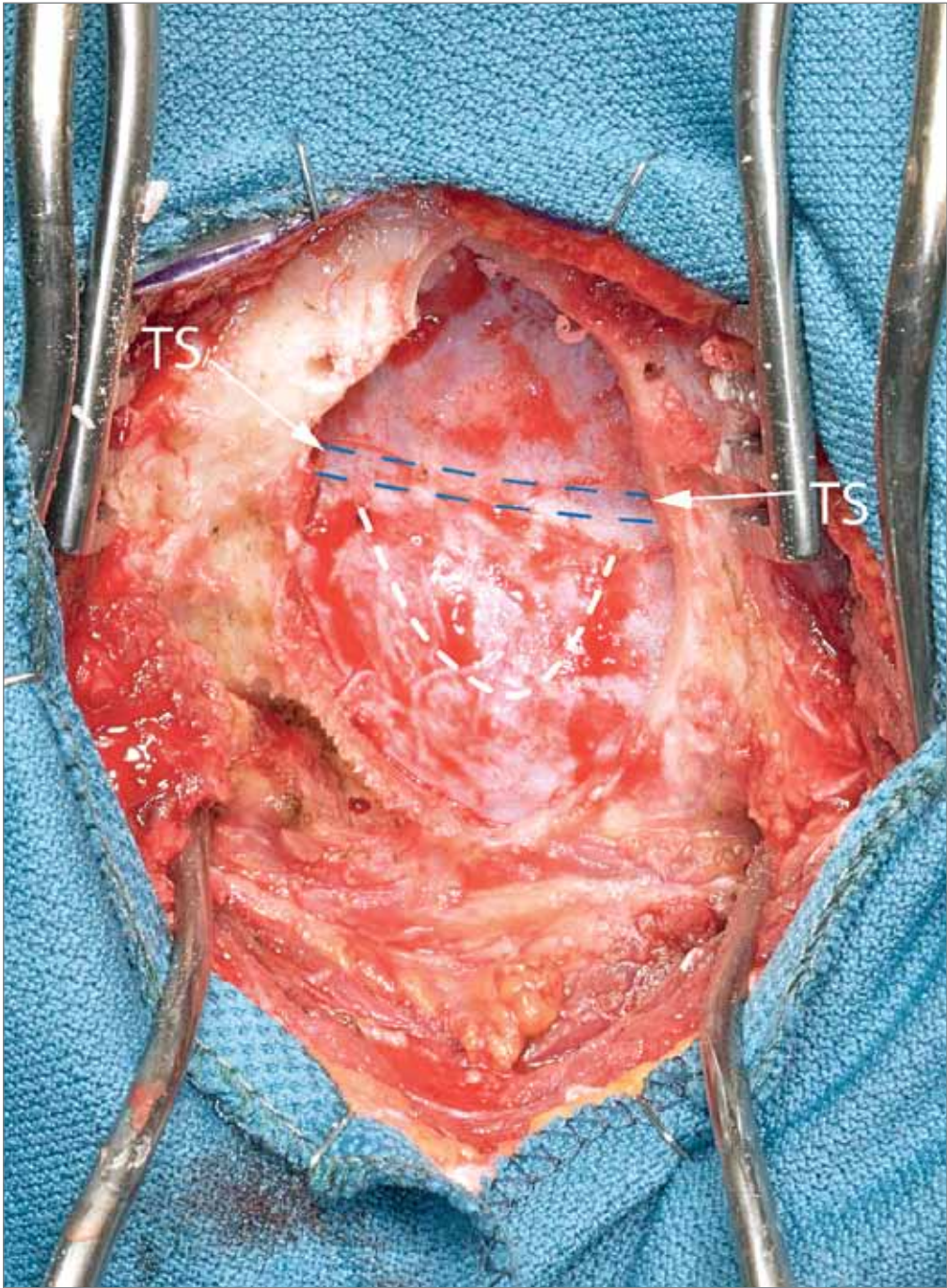


Figure 5-7 (f). Supracerebellar infratentorial approach. See text for details.

も重要な局面であるが、腫瘍による慢性的な刺激によりくも膜が強く癒着していることがあり、剥離に難渋することがある。通常、外側から剥離を始める。まず後脈絡叢動脈の穿通枝と前中心小脳静脈をとらえることで、解剖の把握が容易となる。剥離をさらに進める際、後脈絡叢動脈を損傷しないよう特に注意する。適切な長さの手術道具を準備し、術野を強拡大にしておく事が重要な点である。

Table 5-2. 坐位手術での空気塞栓への対応

- 二酸化炭素分圧の突然の低下は、空気塞栓の最も重要なサインである
- 麻酔科医は直ちに脳神経外科医に知らせる
- 麻酔科医は両側頸静脈を圧迫し静脈圧を上昇させる
- もし出血点が分かればそれを密封する（筋肉であれば焼却、骨であれば骨蠟もしくは糊、硬膜であれば縫合もしくはクリップで閉鎖する）
- 出血点がはっきりしない場合は、湿らせたガーゼで創縁と筋肉を覆い、術野の奥を生食でフラッシュする
- 半座位では頭部はより低くなる
- 板間静脈がしばしば空気塞栓の原因となるため、骨蠟を塗る際には注意する
- 空気塞栓が収まらず、場所も同定できない場合はPEEPを加える
- 酸素分圧の低下は深刻な空気塞栓を表すため、注意深く観察を続ける
- 脳神経外科医は事態が収束するまで迅速かつ体系的に行動する
- 状態が安定すれば手術はそのまま続行する

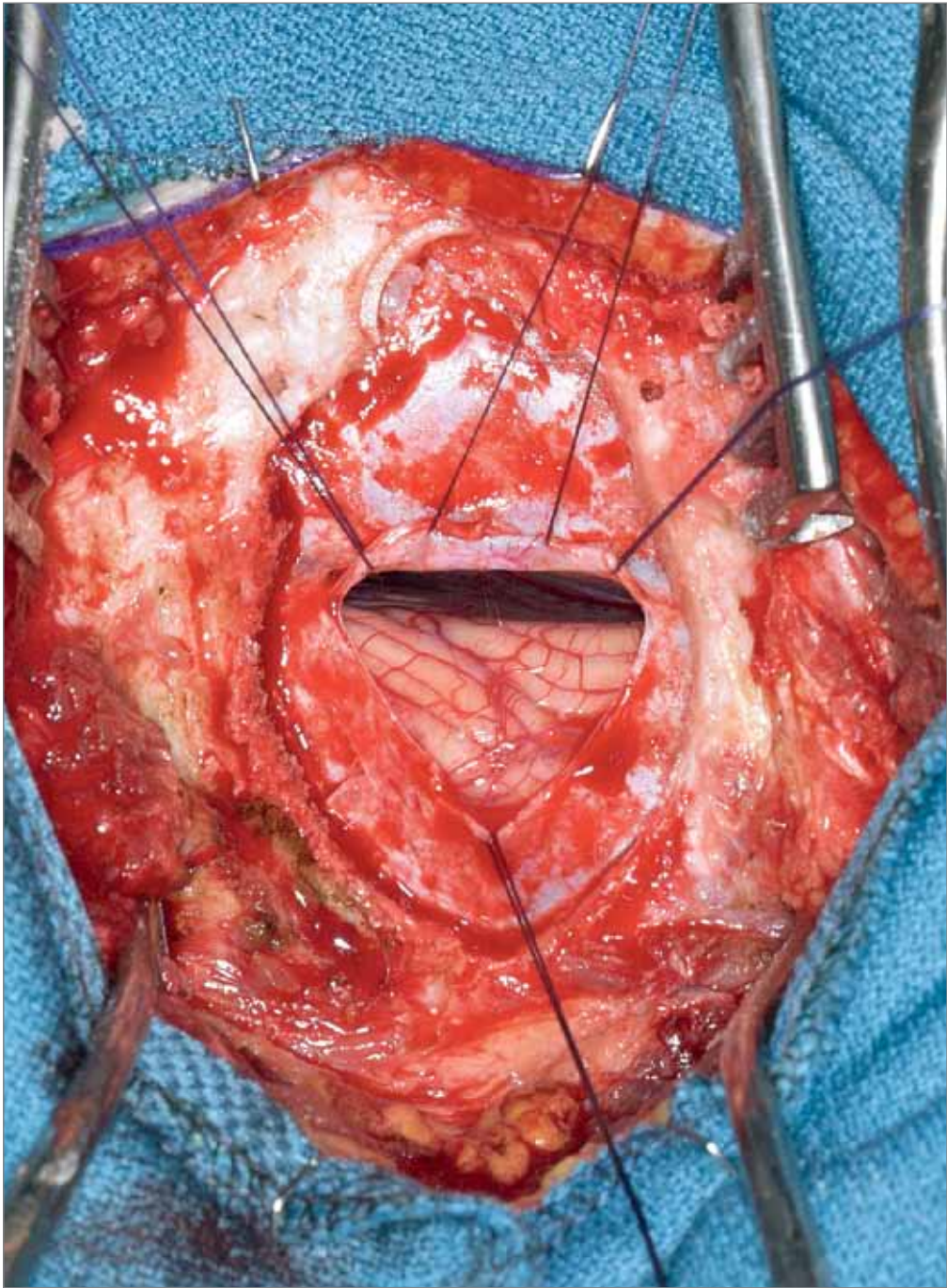


Figure 5-7 (g). Supracerebellar infratentorial approach. See text for details.

T&T:

- 脳神経外科医は体位をとり、フレームをシステムに装着するまで、頭部を保持する
- 術者は患者の肩に腕をおく
- 頭位は病変の位置 (3次元) によって変わる
- 通常バーホールは1つで十分である
- 他の肢位より注意深く止血する必要がある
- 空気塞栓の危険性があるため静脈洞付近では特に注意する
- 硬膜は顕微鏡下に切開した方がよい
- 架橋静脈はできるだけ温存させる
- 松果体付近では外側から剥離を開始する
- より長い道具が必要かもしれない
- 完全な止血を心がける



Figure 5-8 (a). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

5.9. 坐位- 第四脳室や大孔病変へのアプローチ

ヘルシンキでの座位手術は、前記以外では、後頭蓋窩正中、小脳虫部や第四脳室、大孔部の病変が多い。座位手術に伴う危険性は前の小脳上テント下アプローチと同様である(5.8節 参照)。麻酔の原則についても3.7.3.項を参考にされたい。小脳上テント下アプローチと比べ最も大きな違いは以下の点である。(a) 頭位は回旋させない；(b) 皮膚切開は正中部におく；(c) より下方から切開し、さらに尾側に延ばす；(d) 横静脈洞は露出させず、開頭は静脈洞より下に設ける；(e) 開頭は正中の両側まで拡大する

5.9.1. 適応

この方法は、後頭蓋窩の正中構造物に対して良好な術野が得られる。延髄後方や第四脳室周辺の脳幹に到達できる。また小脳虫部を切離せずに扁桃間で尾側方向から第四脳室に侵入でき、さらに手術台を前方に傾ければ、中脳水道まで露出できる。さらには、両側の後下小脳動脈遠位部もとらえられる。我々は大抵、第四脳室や小脳虫部、大孔部の正中にある腫瘍（髄芽腫、毛様細胞性星状細胞腫、上衣腫）や血管病変（第四脳室内や脳幹後方の海綿状血管腫、後下小脳動脈遠位部動脈瘤）などに用いる。後頭蓋窩の外側にある病変に対しては、パークベンチポジションで行う。坐位は腹臥位と比べて第四脳室に入る角度が良く、より尾側から侵入可能で、手術台を前方に傾けることでさらに視野を広げられる。同様の視野を腹臥位で得ようとすると、頭部は心臓より低くなるため、静脈還流を悪化させ、出血を助長することになる。

5.9.2. 体位

体位は前述とほぼ同様である(5.8.2項 参照) (Figure 5-8a)。小脳上テント下アプローチと同じく、我々が行う坐位は頭を下に向けるため、前転する様な姿勢となる。低位正中アプローチでは、唯一頭位を回旋させない点異なる。頸部は、顎と胸骨の間に少なくとも2本指は入るようにして前屈させる。繰り返すが、頭位は回旋しない。体位の取り方は前述と同様である(5.8.2.項 参照)。

5.9.3. 皮膚切開と開頭

皮膚切開は正中に行う(Figure 5-8b)。外後頭隆起の下から始めて、C1からC2レベルまで尾側に延ばす。尾側への皮膚切開が足りないと、大孔部に到達するための適切な角度にクラニオトームを挿入できなくなる。後頭蓋窩は大孔に近づくほど傾きが強くなり、ほぼ水平近くになることを忘れてはいけない。後頭筋群を電気メスで剥離する(Figure 5-8c)。大きめの曲の開創器を頭側と尾側にそれぞれ置く。筋肉付着部を切離し、後頭骨を露出する。指で拍動を感じながら大孔とC1棘突起を探り、綿球で鈍的に剥離して一部を露出させる。筋肉の剥離を終えて大孔近くの操作に入る際には、椎骨動脈の損傷に注意する。正中から1~2cm外側までは安全である。もう一つの注意点は、大孔にある発達した硬膜外静脈叢である。後環椎後頭頸帯を誤って切ってしまうと、静脈叢から激しい出血を来す恐れがある。

ここで後頭骨を大孔までしっかり露出させる。横静脈洞の下で傍正中部にバーホールを1つ穿つ(Figure 5-8d)。硬膜

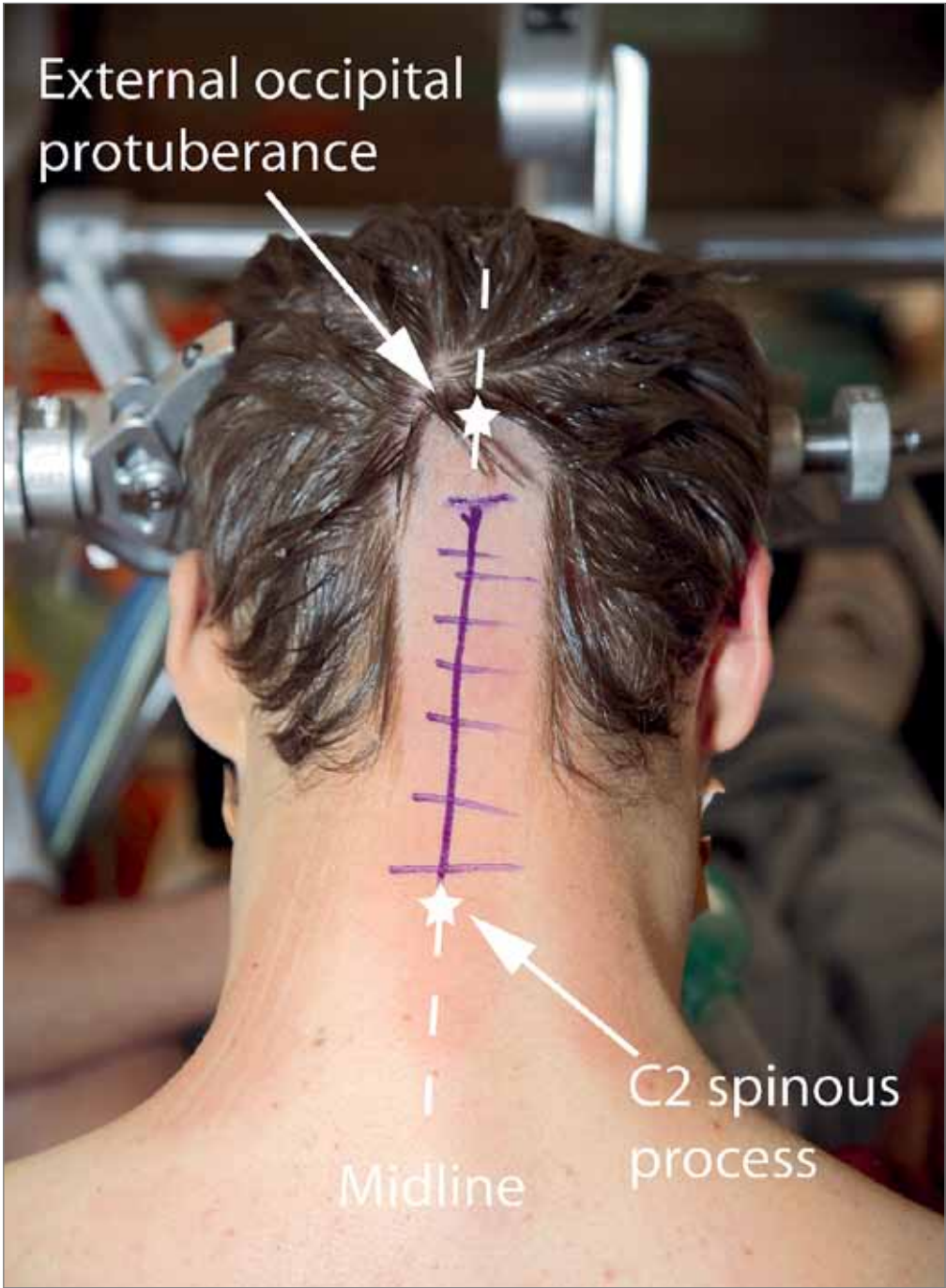


Figure 5-8 (b). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

との癒着が強い場合は、さらに正中を挟んで反対側にバーホールを追加する。硬膜はまず曲りの剥離子で慎重に剥離し、続いて軟性の剥離子を用いる。硬膜は大孔までしっかり剥離する。硬膜剥離の際に重要な個所は、バーホール近傍の正中側で、後頭静脈洞と小脳鎌を覆う部分である。クラニオトームで2カ所を切断する(Figure 5-8e)。まず大孔に向けてやや外側にカーブさせて切断する。続いて正中を超えて反対側を回り、外側にカーブさせながら同様に大孔に向かって切断する。この2つは繋げずに、大孔部で10~20mmほど残す。大き目のロンジュールで頭側縁を保持し、下に向けて割る。大孔部の骨が分厚い場合は、骨を外す前にさらに薄く削っておく必要がある(Figure 5-8e)。また環椎後頭靱帯が強く付着している場合は、剪刀で切断する。ここで硬膜外静脈叢の損傷が起こり易いので十分注意する。開頭を終えると、硬膜で覆われた小脳扁桃と延髄そして後頭静脈洞が確認できる。

大孔を露出するために外側の骨削除をする場合は、ハイスピードダイヤモンドドリルもしくは小型のロンジュールを用いる。硬膜吊り上げ用の小孔をいくつか設けておく。C1棘突起および椎弓を常に削除するわけではない。経験的に、C1椎弓を全て取り除いても、決して後頭蓋窩の低い部分の露出を拡大せず、術後の可動性に問題を生じると考えている。よって本当に必要な時にしか行わない。

硬膜は顕微鏡下にX字に切開する。まず後頭静脈洞の下で逆V字に硬膜を切開し、尾方に翻転し、静脈からの出血を防ぐため、筋肉にしっかり結びつけておく。続いて小脳扁桃の上で、正中部の後頭静脈洞を避けつつ、頭外側に向けて切開を加える。硬膜は全て糸で吊り上げ

ておく。最近は大孔を基部に逆V字の切開のみを行いことも多い(Figure 5-8f)。この時点では大槽のくも膜が開放されずに残ることもある(Figure 5-8g)。硬膜を切開し、くも膜を開放した後、ヘモクリップで尾側の硬膜と一緒に挟んでおく(Figure 5-8h)。これはくも膜が術野に入り込むのを防ぐためである。続いて、高倍率下に小脳扁桃を丁寧に押し分け、第四脳室尾側部分に侵入する。手術台を前方に倒すことで、第四脳室上方から中脳水道まで視野が拡大する。

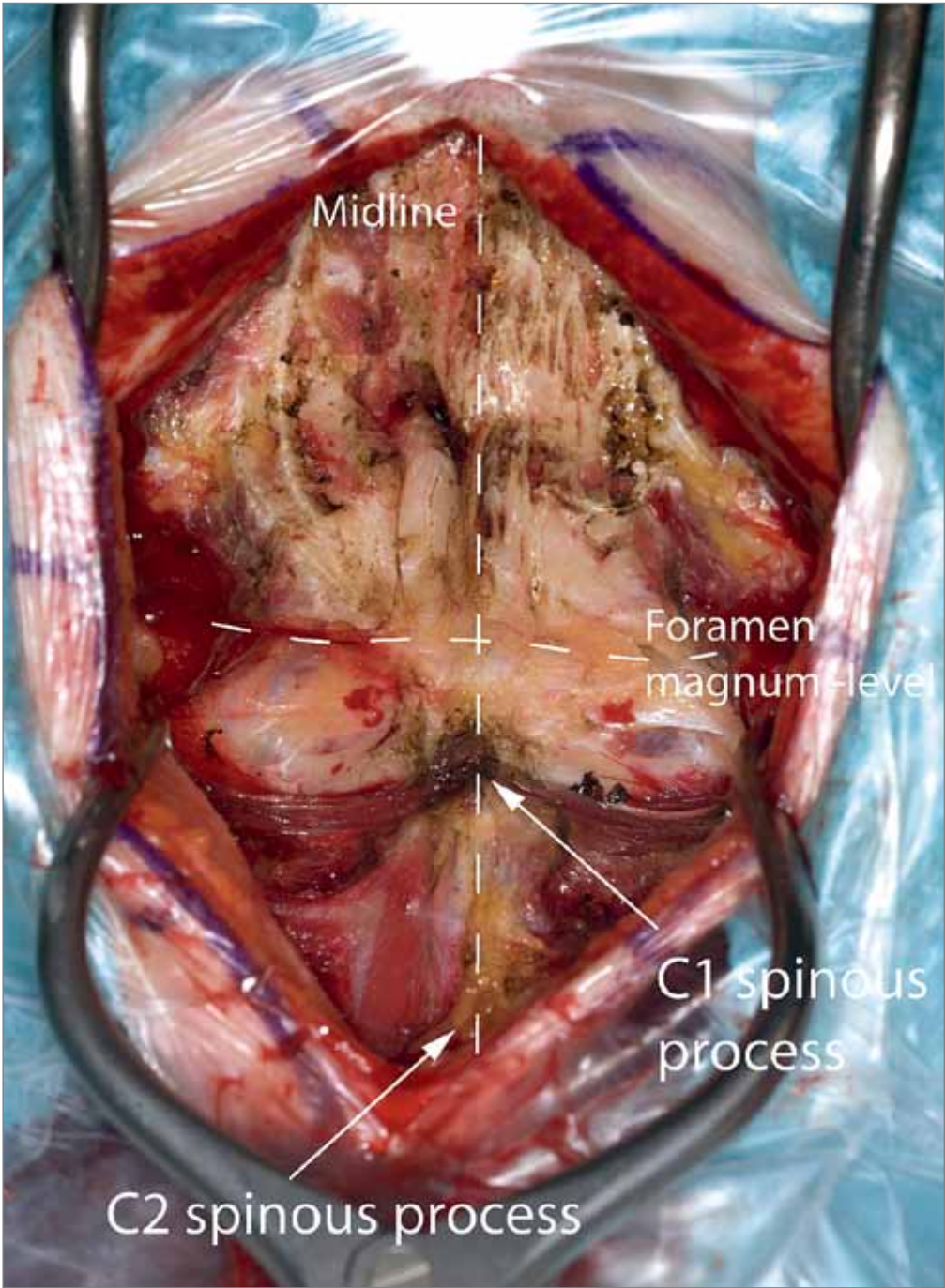


Figure 5-8 (c). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

T&T:

- 脳神経外科医は、頭部フレームを装着し、体位をとる間それを保持する。
- 術者は患者の肩に腕をおく
- 頸部は回旋させずに真っ直ぐ前屈させる
- 通常バーホールは1つで十分であり、硬膜を慎重に剥離する
- 大孔部に発達した静脈叢が存在する
- 他の肢位より注意深く止血を行う
- 硬膜は顕微鏡下に切開した方がよい
- 完全な止血を心がける
- 手術台を前方に傾ければ第四脳室上部の視野が得られる

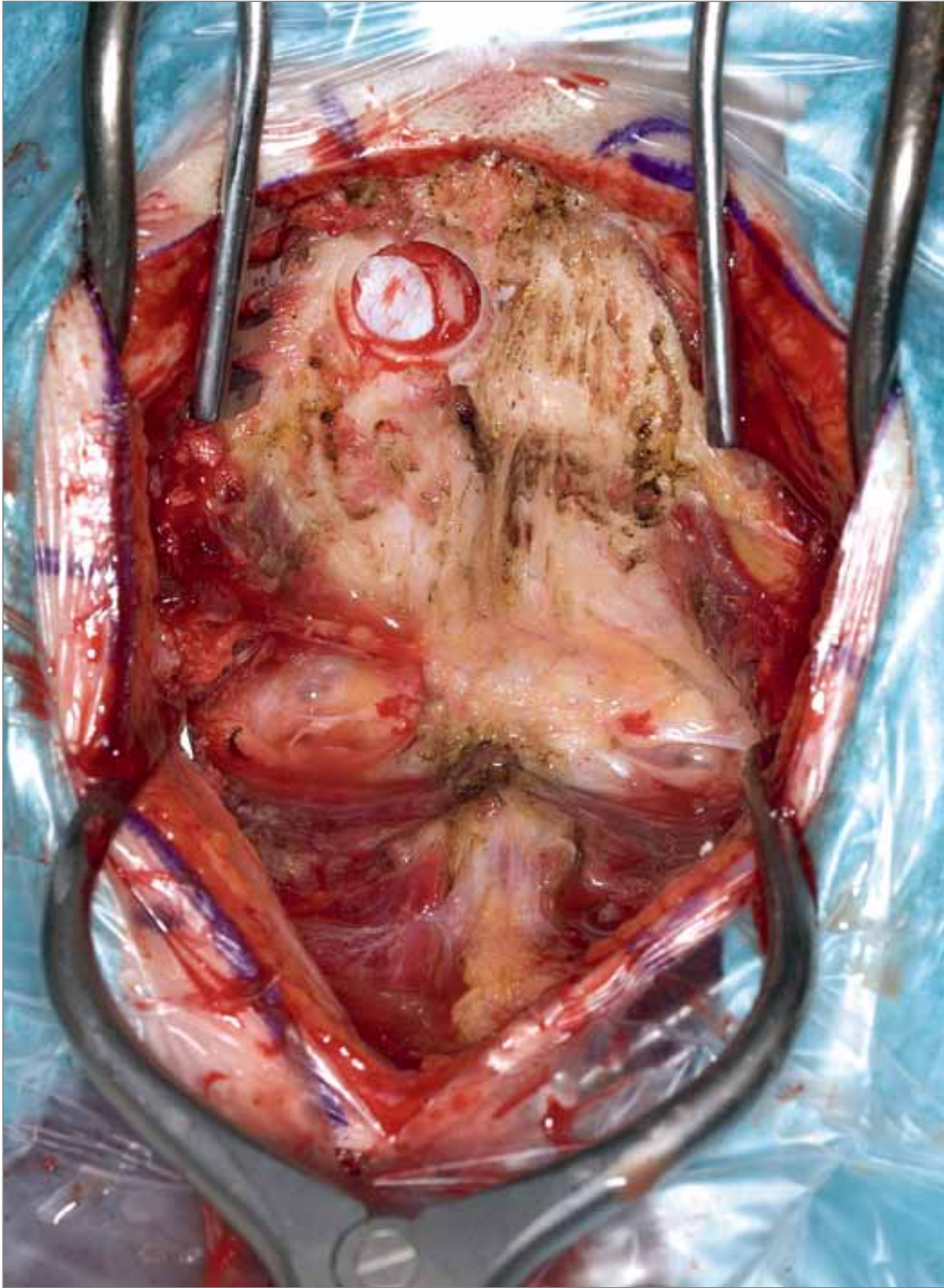


Figure 5-8 (d). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

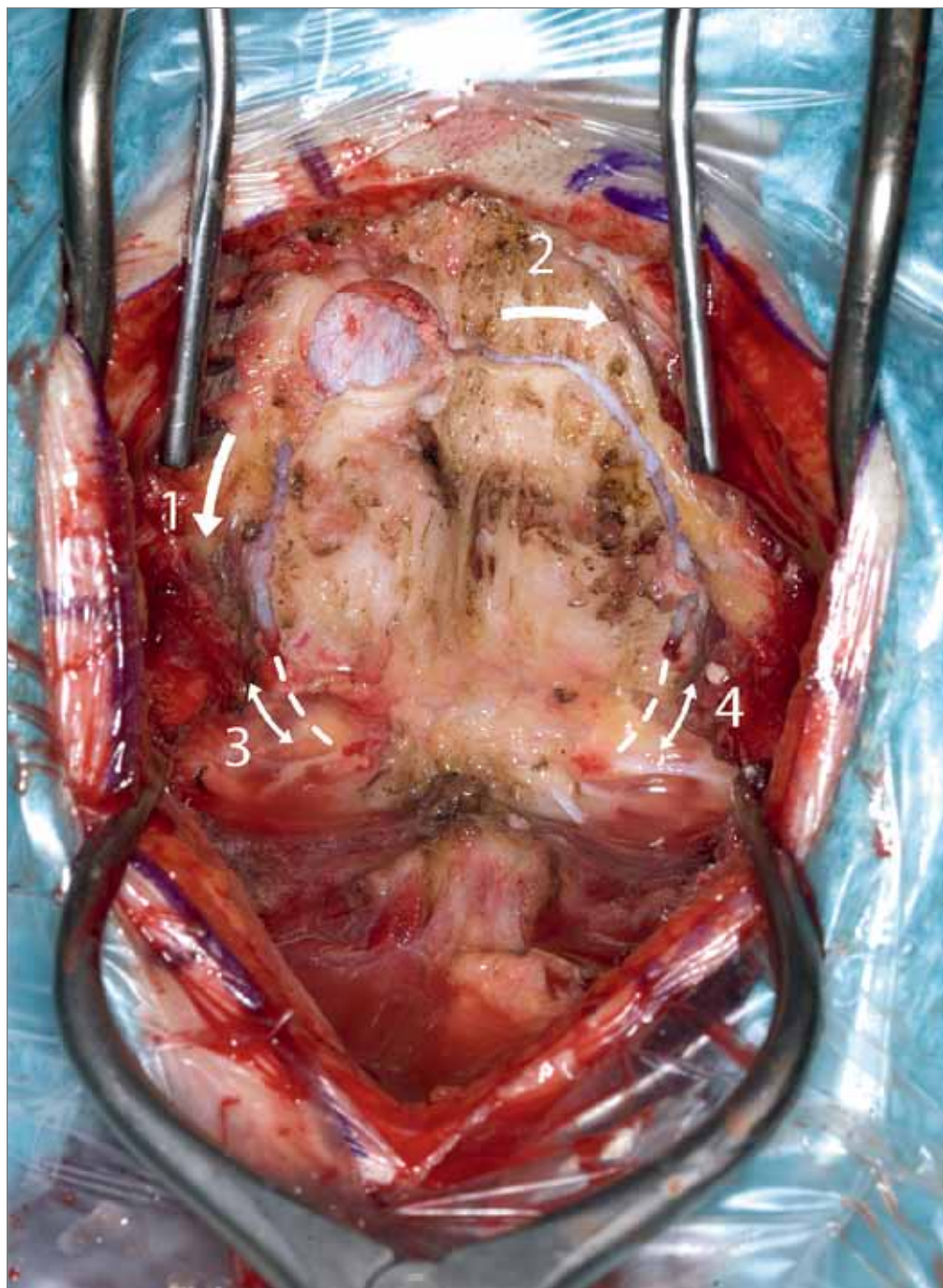


Figure 5-8 (e). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

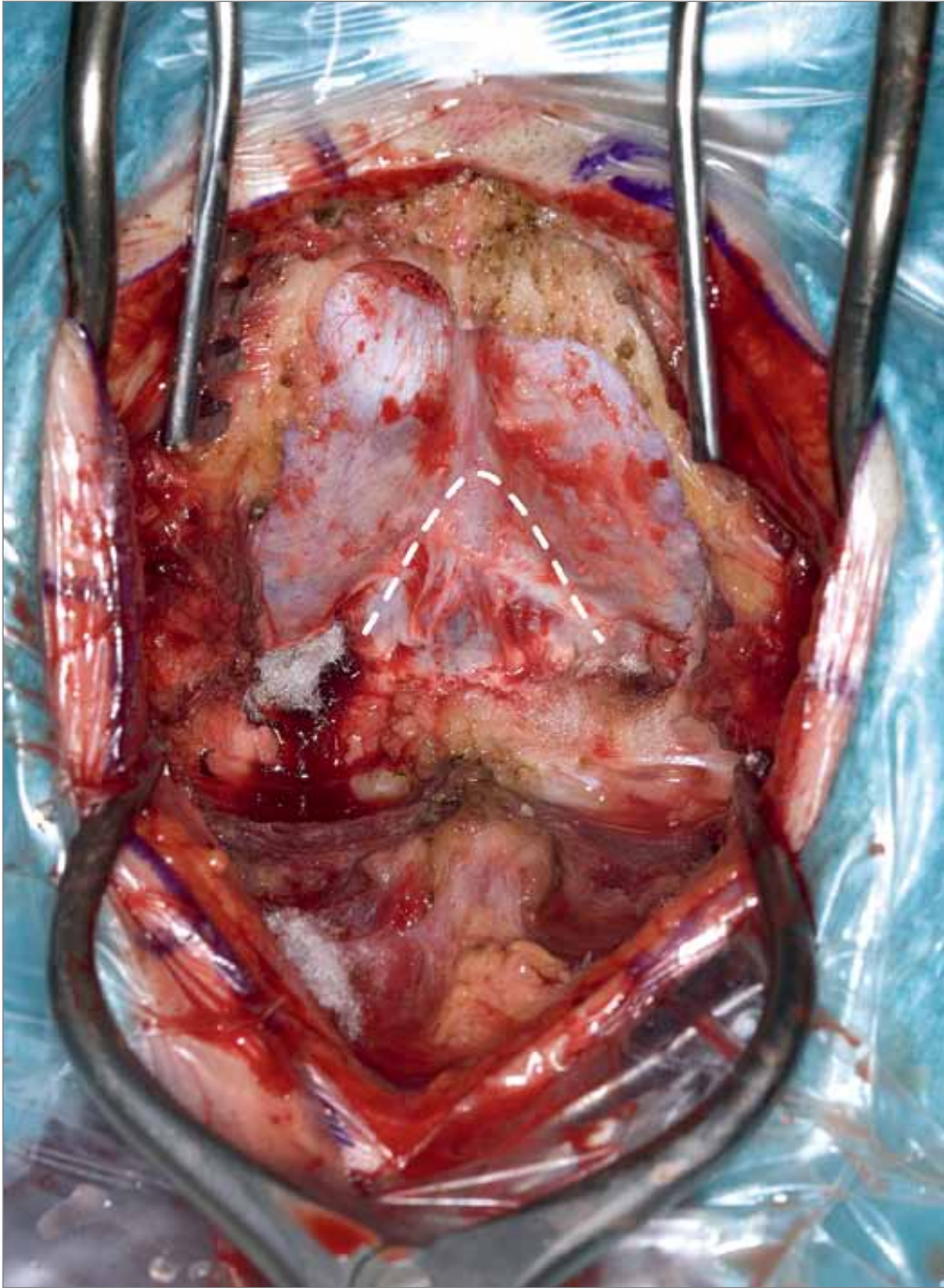


Figure 5-8 (f). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

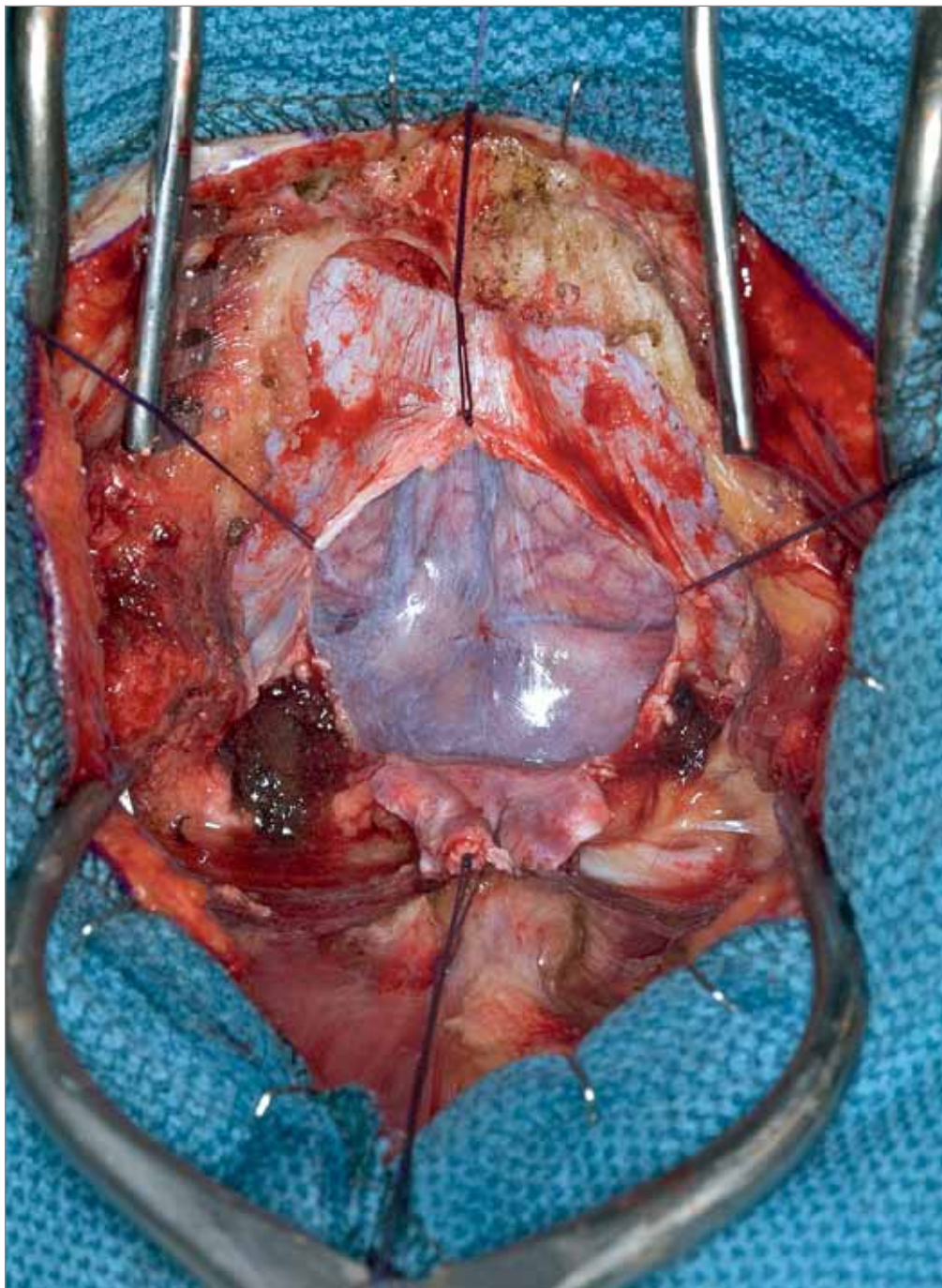


Figure 5-8 (g). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.

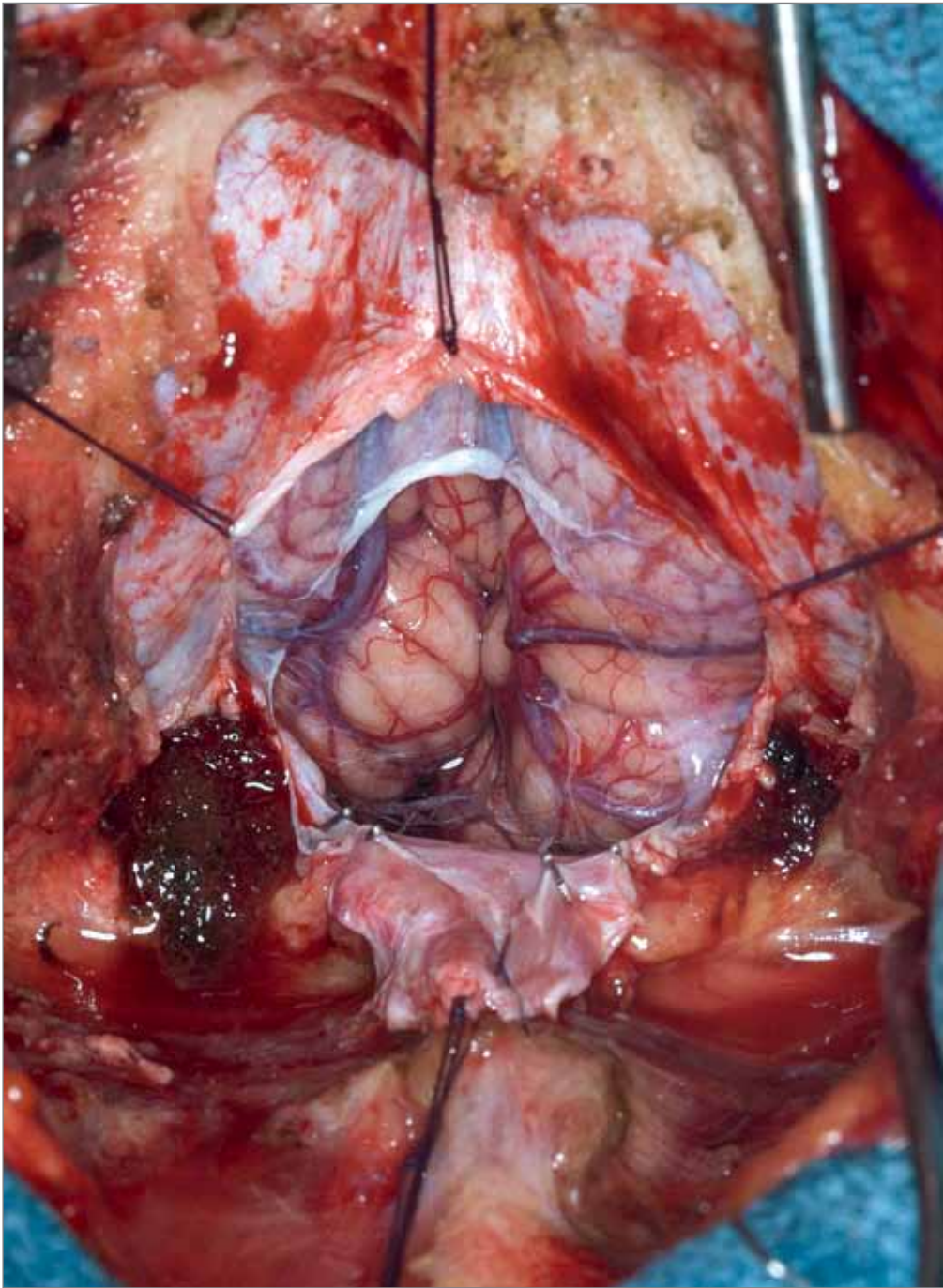


Figure 5-8 (h). Midline approach to fourth ventricle. See text for details.



6. 各病変に対する手術手技と治療戦略

この章では、ヘルシンキ大学での一般的な手術戦略と顕微鏡下手術技術を紹介する。実際に遭遇する事の多い病変をいくつか取り上げるが、手術の適応には触れず、実際の手術で役立つ工夫や技術の数々を披露したい。

6.1. 脳動脈瘤

理由は不明だが、フィンランドでの脳動脈瘤の破裂率は、他の西欧諸国より高く、約2倍である。70年代半ばから始まった顕微鏡手術の時代から、ヘルシンキ大学では約8,000例の脳動脈瘤を治療して来た。今日、我々は毎年300件以上の脳動脈瘤手術を行っている。その半分以上は破裂症例である。我々の病院がカバーする人口は20年以上に渡りほぼ200万人で推移している。この間破裂脳動脈瘤の数はあまり変化が無いが、未破裂脳動脈瘤の数はどんどん増加している。様々な非侵襲的画像検査が簡単に利用できる様になり、偶然に発見される動脈瘤数が増えた。未破裂動脈瘤の予防的治療の方針は、ここ何年かでさらに積極的になっている。

6.1.1. 様々な動脈瘤に対するアプローチ

ほとんど全ての前方循環動脈瘤はLSOアプローチで手術を行う (Figure 6-1)。唯一の例外は遠位部前大脳動脈瘤と遠位部中大脳動脈瘤である。遠位部前大脳動脈瘤は傍正中大脳半球間裂アプローチで手術し、一方遠位部中大脳動脈瘤は仰臥位か側臥位とし、前頭側頭開頭で手術する。いずれの場合も進入経路の計画にニューロナビゲーターが有用かも知れない。

後方循環の動脈瘤は局在に応じて、い

くつかの異なったアプローチを利用している。脳底動脈分岐部動脈瘤や上小脳動脈起始部動脈瘤では、側頭下アプローチを使う事が多い。脳底動脈分岐部が、後床突起と斜台より10mm以上高位の場合にはLSOアプローチと経シルビウス裂経路を用いる。脳底動脈分岐部が後床突起より低位の際はPresigmoidアプローチを要する。側頭下アプローチで TENT を切って、動脈瘤に到達できたとしても、脳底動脈分岐部動脈瘤の重要なポイントは、血流遮断のための近位部の確保である。近位部での血流遮断の為の適切な場所を確保するために、余分な操作が必要となる事が多く、一般的に時間のかかる手順である。特に破裂動脈瘤ではクリッピングの間の再破裂の危険性がとても高く、あらゆる手段を用いて破裂を防がなければならない。脳底動脈本幹と斜台の中1/3の高さの椎骨脳底動脈接合部動脈瘤が最もアプローチしにくい。Presigmoidアプローチが唯一の手段となることが多く、脳底動脈本幹から分枝する脳幹への穿通枝がクリッピングの際に妨げとなる。斜台の下1/3に位置する椎骨脳底動脈接合部の動脈瘤と、PICA起始部やPICA近位部の動脈瘤は大後頭孔より少なくとも10mm以上高位にある限り、小さなRetrosigmoidアプローチが最も到達しやすい。さらに、大後頭孔に近いものは頭蓋骨削除を追加した外側アプローチが必要である。PICA遠位部動脈瘤はその正確な位置によって、外側アプローチか後方低位正中アプローチで手術する。

6.1.2. 破裂脳動脈瘤に対する一般的な治療戦略

破裂動脈瘤手術に対する我々の一般的な戦略は、場所や大きさに関係無く、ほぼ同じである。巨大動脈瘤や部分血栓化

動脈瘤、石灰化動脈瘤、そして紡錘状動脈瘤は、バイパスや血管内バルーン閉塞、術中血管撮影など個々に対応した戦略が必要な特殊なグループである。しかし幸いなことに、これらの動脈瘤は全体の5%しかない。大多数は概ね標準化された戦略で手術している。

顕微鏡手術のアプローチは前述(6.1.1.項)のように動脈瘤の局在に基づいて選択する。実際の動脈瘤手術の戦略は以下の手順を含む。:(a) 開頭；(b) 髄液排除や可能な限りの脳内出血の除去による脳の緊張低下；(c) 母血管の近位と遠位の確保；(d) テンポラリークリッピング下の動脈瘤頸部の剥離；(e) パ

イロットクリップの挿入；(f) 周囲の構造物から動脈瘤のドームをさらに剥離し、可能な範囲でドームの形状を変える；(g) 最終クリッピングと周囲動脈の開存の確認；(h) もしあれば残存脳内出血の除去；(i) 血管攣縮予防のためにパパベリンをしみ込ませたサージセルを利用する；(j) 閉創。これらの戦略は未破裂動脈瘤とさほど違いは無い。最も大きな違いは、破裂動脈瘤には脳浮腫と再破裂の危険性が常につきまとう点である。それゆえ、破裂動脈瘤では脳の緊張を軽減するため、最初に時間をかけて、より多くの脳脊髄液を排除する必要がある。十分な量の脳脊髄液を排除するために、脳槽を何力所か開放する必要がある；前方循

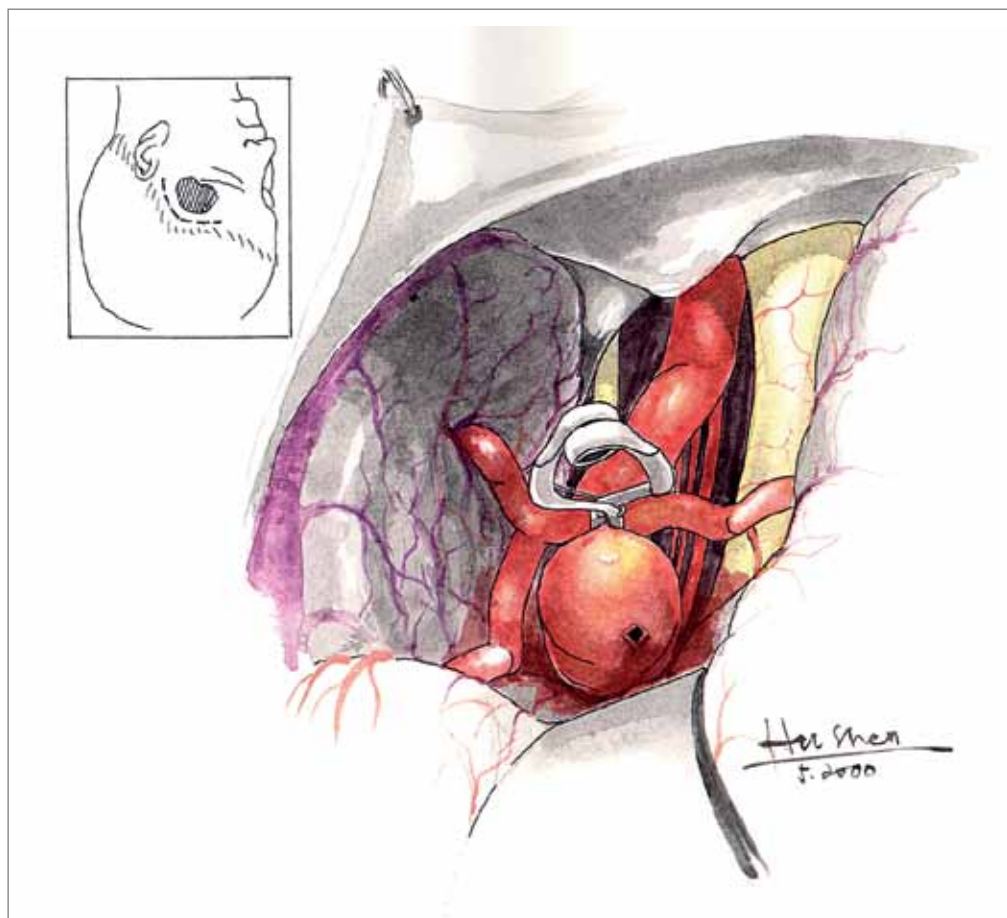


Figure 6-1. Ruptured ICA bifurcation aneurysm clipped through left LSO approach.

環の動脈瘤の場合は終板の開窓を行い、直接第三脳室から脳脊髄液を排除する。実際に動脈瘤の剥離を始める時には、早期に近位部の血管確保が必要となり、母血管が同定できるまで、動脈瘤に触れない方がよい。くも膜下腔の血液は視野を妨げ、構造物の識別を困難にし、脳組織から出血しやすくする。動脈瘤ドーム近くの血管構造物の操作は適切な近位部血管を確保してから行うべきである。周囲の穿通枝を痛める危険性があるので、すべての血餅を取り除くよりは、多少残した方が賢明な場合がある。

多発動脈瘤患者の破裂動脈瘤の手術では、複数の開頭を行わない。破裂動脈瘤を最初に手術する。他の動脈瘤が同じアプローチで簡単に到達できるなら、同じ手術でクリッピングを行う。破裂動脈瘤のクリッピング中に同時に手術を行うのが困難であれば、未破裂動脈瘤はそのままにしておき、問題が無ければ数カ月後に手術を行う。通常急性期のくも膜下出血の手術では、対側からのアプローチは行わない。

6.1.3. 未破裂脳動脈瘤に対する一般的な治療戦略

未破裂動脈瘤は一般的に破裂動脈瘤よりアプローチしやすい (Figure 6-2)。繰り返すが、複雑な動脈瘤や大きい動脈瘤、部分血栓化動脈瘤、紡錘型動脈瘤は例外である。未破裂動脈瘤手術の基本的な手順は破裂例（前述参照）と同じである。神経麻酔が良好なら、操作空間は十分確保され、動脈瘤に、更に自由に到達出来る。未破裂脳動脈瘤の手術では、動脈瘤が位置する脳槽から十分な脳脊髄液を排除できるので、終板を開放する必要は減多にない。すべての解剖学的構造が同定しやすく、剥離面は容易に保持できる。より小さなくも膜切開で十分であり、周囲の構造物の露出も最小限で済む。未破裂脳動脈瘤でも術中破裂が起こるが、原因は周囲脳と強く癒着して

いる動脈瘤ドームや、石灰化した動脈瘤壁への直接操作である。テンポラリークリップの使用により動脈瘤ドームは柔らかくなり、動脈瘤頸部の安全な剥離とクリッピングしやすくなるので、我々は未破裂動脈瘤でもテンポラリークリップを使用する。多発動脈瘤の症例では、同一手術で、同じ開頭に到達しうる全ての動脈瘤にクリッピングを試みる。対側にアプローチすることもある。

6.1.4. 脳脊髄液の排除と脳内血腫の除去

最初に行う最重要の手順は、脳脊髄液を排除して脳の緊張を低下させ、剥離を進めるのに十分なスペースを得ることである。手術の様々な段階で徐々に脳脊髄液が排除されるべく、全体的なアプローチ戦略を計画すべきである。

LSOアプローチでの最初の手順は、視交叉槽と内頸動脈槽の開放である。脳の緊張を適正に低下させるため、さらに脳脊髄液を排除する必要があるれば、下向きの前交通動脈瘤以外は、次の選択肢として終板を開窓する。終板に到達できない場合は、視神経と内頸動脈の間でLiliequist膜を開放し、さらに脳脊髄液を排除するために脚間槽に入る。

大脳半球間裂アプローチの際は、大脳半球間裂と脳梁周囲槽から最初に脳脊髄液を排除する。この脳槽は比較的狭く、限られた量の脳脊髄液しか排除できない。脳の緊張が低下しない時、2つの選択肢がある：(a) 開頭縁外側から脳室ドレナージュチューブを用いての脳室穿刺か (b) 同側の脳梁周囲動脈を5~10mm外側にずらし、脳梁をバイポーラで穿刺し側脳室に入る(“Balkenstich”)。

側頭下アプローチでは最初の脳脊髄液排除をスパイナルドレナージュで50~100ml行う必要がある。術中さらに脳脊髄液排除を行う時は、中頭蓋底に沿った部位、特にテント縁で脚間槽から排除する。

Retrosigmoidアプローチではスパイナルドレナージも行うが、術中顕微鏡を尾側に傾けて大槽や小脳橋槽から脳脊髄液をさらに排除する。

Presigmoidアプローチと、大後頭孔へアプローチする外側アプローチは両方ともスパイナルドレナージと小脳橋槽からの髄液排除が必要である。橋前槽と大槽にも到達できる。

大きな脳内出血を伴い、十分なスペースが無い場合では、血腫の局在に応じて小

さな皮質切開を行う。ブローカ野などの重要な部位は避けるように努めている。よりスペースを得るため、この皮質切開から脳内出血の一部を除去するのだが、不注意な動脈瘤の破裂を引き起こさない様に注意をする。血腫腔を介しての出血のコントロールは困難だからだ。脳内血腫の除去中は、クリッピングの前後に関わらず、穿通枝動脈を切断しないように丁寧に操作すべきである。生食での洗浄は周囲の構造物から血餅を剥がすのに有効である。破裂動脈瘤を処置した後に、残りの大部分の脳内出血を取り除く。

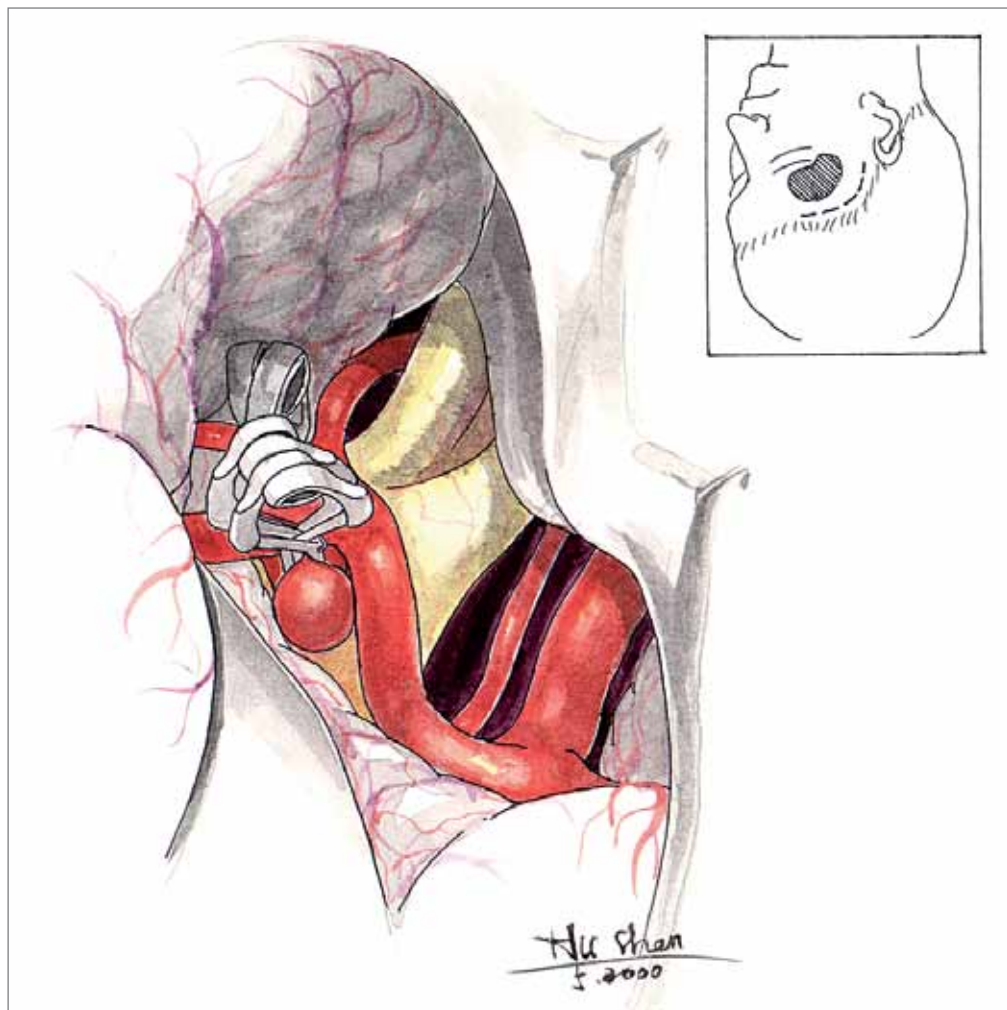


Figure 6-2. Unruptured ACoA aneurysm clipped through right LSO approach.

破裂中大脳動脈分岐部動脈瘤は、脳内出血を最も高頻度に引き起こし、緊急血腫除去が必要となる事が多い。我々のシリーズでは、破裂中大脳動脈分岐部動脈瘤の44%で隣接する脳組織に出血を伴っていた。巨大な出血を伴う症例は緊急CT/CTAの後、直接手術室に移送して血腫除去と動脈瘤クリッピングを速やかに行う。巨大血腫を速やかに除去すれば、破裂中大脳動脈瘤の転帰を改善させると信じている。他の前方循環の動脈瘤と比べて、破裂中大脳動脈分岐部動脈瘤症例の平均罹患率と死亡率は、血腫を伴う場合に高くなる傾向がある。

6.1.5. 動脈瘤に向かう剥離操作

脳の緊張を低下させ、動脈瘤に向かって剥離を進める。ほとんど全ての未破裂動脈瘤では、動脈瘤が見つかるまで遠位部の動脈を中枢にたどる。多くの破裂動脈瘤でも同じ戦略を利用するが、可能な限り速やかに中枢側の親血管を見つけ、確保することに重点を置く。剥離は脳神経や骨などの特定の構造物を同定することから始めて動脈を確認していく。脳梁周囲動脈や中大脳動脈のM2やM3セグメントのように平行に走行する動脈では、術前の画像で分枝パターンを注意深く検討することが動脈の区別に役立つ。それぞれの動脈瘤は、その局在によって考慮すべき特定の工夫がある。これらに関しては動脈瘤の部位ごとの顕微鏡下手術についての我々の論文を引用する。

通常は動脈を含む脳槽にある自然な剥離面を利用して、動脈に沿って剥離をすべきである。目的は動脈瘤をつきとめることだが、より重要なのは近位部の親動脈の確保である。最初の手順はまず、近位部を確保することを目的とする。近位部を確保して初めて、動脈瘤のドームを動かし、さらに、剥離を進める事が出来る。動脈瘤の局在によるが、穿通枝が動脈瘤の周辺に見つかることがある。ときには動脈瘤のドームに癒着しているこ

とがある。穿通枝を温存する作業は手術中でも最も面倒な部分である。また最適なクリップの位置を見つけるために、何度も剥離を試みるなど、高度で精密な操作が数多く必要とされるであろう。我々は全ての血管剥離を強拡大で行い、全ての細動脈や静脈の不慮の損傷を防いでいる。細い静脈からの出血はサージセルや綿片で圧迫止血できる。しかしたとえどんなに小さくても動脈性の出血は強拡大下に確認して、先の細いバイポーラで凝固止血すべきである。

6.1.6. シルビウス裂の開放

全ての中大脳動脈瘤や、幾つかの内頸動脈瘤、すなわち内頸動脈分岐部の動脈瘤や、前脈絡叢動脈、後交通動脈の起始部に位置する動脈瘤ではシルビウス裂を開放しなければいけない。我々はシルビウス裂全体は開放しない。アプローチに必要な部分だけを開放する。多くの場合は近位部の10~15mmを開放する。M1や内頸動脈分岐部のより良好な近位部確保のために、遠位部のシルビウス裂を広く開放する必要があるのは(a) 破裂動脈瘤、(b) 動脈瘤ドームに2番目のふくらみがある時、(c) 主幹動脈自体がドームを形成していたり、ドームが外向きの時、そして(d) 動脈瘤が分枝や中大脳動脈分岐部を巻き込んでいる場合である。巨大中大脳動脈瘤ではシルビウス裂を内頸動脈槽から動脈瘤遠位まで広く開放する。多くの中大脳動脈瘤での戦略は、シルビウス裂に入り末梢から中枢に動脈瘤に向かって進む (Figure 6-3)。この方法で近位部確保が難しいような破裂動脈瘤や複雑な動脈瘤の場合のみ、シルビウス裂に入る前に最初に内頸動脈槽側からM1近位部を剥離する。

シルビウス裂に入る最良の場所は通常は透明なくも膜が存在する部位だ。シルビウス裂表面の静脈解剖は非常に多様である。多数の大きな静脈がシルビウス裂の方向に沿って存在する事が多く、蝶形

頭頂静脈洞や海綿静脈洞に流れ込む。これらの静脈は一般的にシルビウス裂の側頭葉側を走行する。シルビウス裂を覆うくも膜を前頭葉側で開放することが多いが、多数の太い静脈がある場合や解剖学的変異がある場合、切開部位は個々に決めるべきである。急性期のくも膜下出血で脳が腫脹している場合や、以前のくも膜下出血や手術で癒着している場合、シルビウス裂の開放は難しくなる。剥離面を維持する事が重要である。

シルビウス裂の開放操作の全ては顕微鏡の最強拡大下に行うべきである。まず我々是一对のマイクロ鑷子や、尖った針をくも膜メスとして用い、くも膜に小さな穴を開ける。次に手に持った注射器で生理食塩水を注入し、シルビウス裂を拡げる。すなわちTothの“Water dissection technique” (4.9.10項参照)である。シルビウス槽に入るため、小さなくも膜の開口部から、シルビウス裂に比較的深く進む。開けなければいけないくも膜は2つある。脳表を覆っているものと、シルビウス槽を境界するシルビウス裂内部の深い部位のくも膜である。ひとたびシルビウス槽に入ればシルビウス裂を内側から外側に優しく拡げながら中枢側に進む。経験上この方法で適切な剥離面の同定が容易になる。バイポーラと吸引管はどちらも剥離器具や繊細なマイクロ剥離子として働く。剥離スペースの端に置いた綿片は、柔らかい開創器として働き、緩やかにシルビウス裂の両方の壁にかけられた圧力は、覆っている架橋組織を引き延ばし、それらの鋭的切開を容易にする。すべてのくも膜の付着と索状物はマイクロ剪刀で切る。先端が閉じている時、マイクロ剪刀は剥離子としても働く。大きな静脈を温存する為、いくつかの小静脈は凝固切断する必要があるだろう。しかし大抵の血管構造はシルビウス裂のどちらかの側に属しているので、切断せず移動できる。

シルビウス槽の中で中大脳動脈のM3とM2を同定し、中枢にたどる。M2は中

間のシルビウス膜、もう1つのくも膜に覆われているはずだが、この膜は患者によって明らかな時と、よく分からない時がある。M2を中枢にたどると中大脳動脈分岐部に到達する。ここでの最も困難な課題は近位部確保のための中枢の中大脳動脈本幹(M1)を見つける事だ。顕微鏡で術野を見るとM1はしばしば分岐部に隠れており、その走行は手術用顕微鏡の視軸に沿うため、剥離の初めのうちはM1を同定するのは困難である。中央を走行するM2本幹はM1と間違いやすい。M1は分岐部の前や上よりも、後ろや下から到達しやすい事が多い。シルビウス裂を遠位で開放すると視認性が上がり、分岐部直下のM1が確保できる。必要なら、シルビウス裂近位部の最も深く、最も狭い部分にあるM1本幹に沿って中枢に向かって切開を続ける。切開の様々な段階で、外側レンズ核線条体動脈を傷つけないように注意が必要である。M1本幹周囲には多数のくも膜小柱があって、剥離が難しいので、鋭的切開を推奨する。

6.1.7. テンポラリークリッピング

いわゆる“パイロットクリップ”を行う前に、動脈瘤ドームを完全剥離することは通常は薦めない。むしろ周囲の動脈や動脈瘤頸部を剥離して、徹底的にきれいにすべきである (Figure 6-4)。テンポラリークリップを使えば、動脈瘤や近接する動脈を安全に鋭的剥離できる。遮断はできる限り短時間で済ませべきである (最長5分) (Figure 6-5)。高齢者や動脈硬化が強い患者では、テンポラリークリッピングは控えるべきである。曲がりのテンポラリークリップは近位部遮断に適し、直のクリップは遠位部遮断に適している。テンポラリークリッピングを行う部位の剥離と準備は、先端が鈍のバイポーラやマイクロ剥離子で行うべきである。近位部のテンポラリークリップは動脈瘤の近くに行うが、遠位部のクリップは視野を妨げず、動脈瘤頸部の最終的な

クリップの邪魔にならないよう、離れたところに置くべきである。小さな綿片でテンポラリークリップをそっと押さえて、剥離器具からクリップを守る事は実用的である。テンポラリークリップは遠位、近位の順で外すべきである。テンポラリークリップを外すときは、不完全クリップかもしれない動脈瘤から不要な出血が無いかどうか、適切な場所でまず緩めてみる。急いで外すと激しい出血に見舞われることがあり、クリップを元に戻すには大変な困難が伴う。テンポラリークリップを外す際、可能な限り細い枝や穿通枝動脈をクリップやクリップ鉗子で巻き込まないように、わずかな抵抗にも注意を払うべきである。

一般的に、テンポラリークリッピングや動脈瘤手術の際に電気生理学的モニターは使用しない。腫瘍の手術と違い、動脈瘤や脳動静脈奇形の手術では神経生理学的モニターの有用性が見いだせない。

テンポラリークリップは本当に必要な時しか使用せず、やむなく使用する時は適切な場所で、なるべく短時間に留める。テンポラリークリッピングの最中に確実に誘発電位が低下している徴候があっても、手順は変わらない。テンポラリークリップを外す前に動脈瘤を閉塞するか、血管を修復すべきである。

6.1.8. 最終的なクリッピングおよびクリップの選択

イメージした動脈瘤の解剖学的構造に適した様々な形や長さのクリップや、クリップ鉗子を適切に選択し、使用できなければならない。最終的に用いる最適なクリップは動脈瘤頸部全体を閉鎖しつつ、近接する分枝の閉塞や捻じれを防ぐ必要がある (Figure 6-6)。通常は可能な限り小さなクリップを選ぶべきである。動脈瘤の再形成を行うのであれば、1

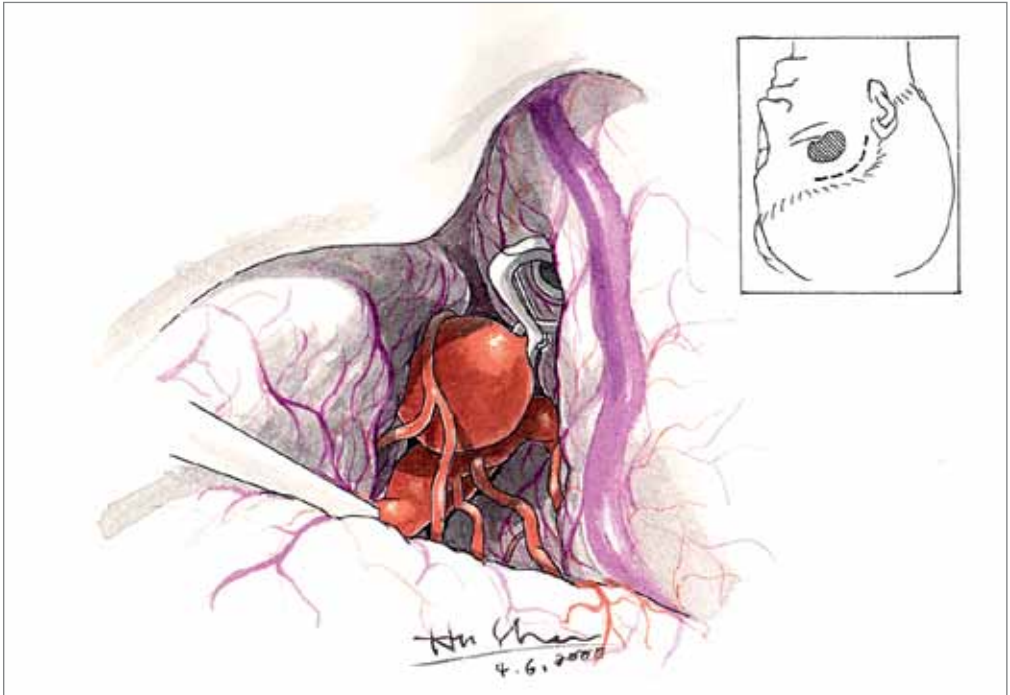


Figure 6-3. MCA bifurcation aneurysm clipped through right LSO approach.

つのクリップで動脈瘤を閉塞させる場合、Drakeが提唱するようにクリップのブレードは動脈瘤頸部の1.5倍であるべきだ。術中、動脈瘤にクリップをかけたり取り換えたりする際は、日常的にテンポラリークリップを頻回に用いる。まず動脈瘤のドームの上からパイロットクリップを挿入する。広く開き、先端が鈍な杉田クリップを用いる。パイロットクリップは後で小さくすっきりした最終のクリップに換える。クリップをゆっくり閉じながら、周囲の動脈や穿通枝動脈がよじれたりねじれたりしていないか、血流低下が起きていないかを確認する。近接する分枝を温存する為に、十分に剥

離が行えているか、クリップのサイズは適当か、さらにはクリップブレードの先端が良好な位置にあるか注意深く確認する (Figure 6-7)。頸部が広い動脈瘤や大型動脈瘤、石灰化した壁の厚い動脈瘤に対しては2個あるいはそれ以上の数のクリップを用いたクリッピングを行う (Figure 6-8)。この様な症例では、クリップによる母血管閉塞を避けるために、常に頸部を余らせる必要がある。クリッピングの後、動脈瘤のドームを穿刺して虚脱させることもある (Figure 6-9)。クリップがいかなる分枝や穿通枝動脈も挟んでいないかを確認する為、クリップのブレードの両端を点検することが重要で

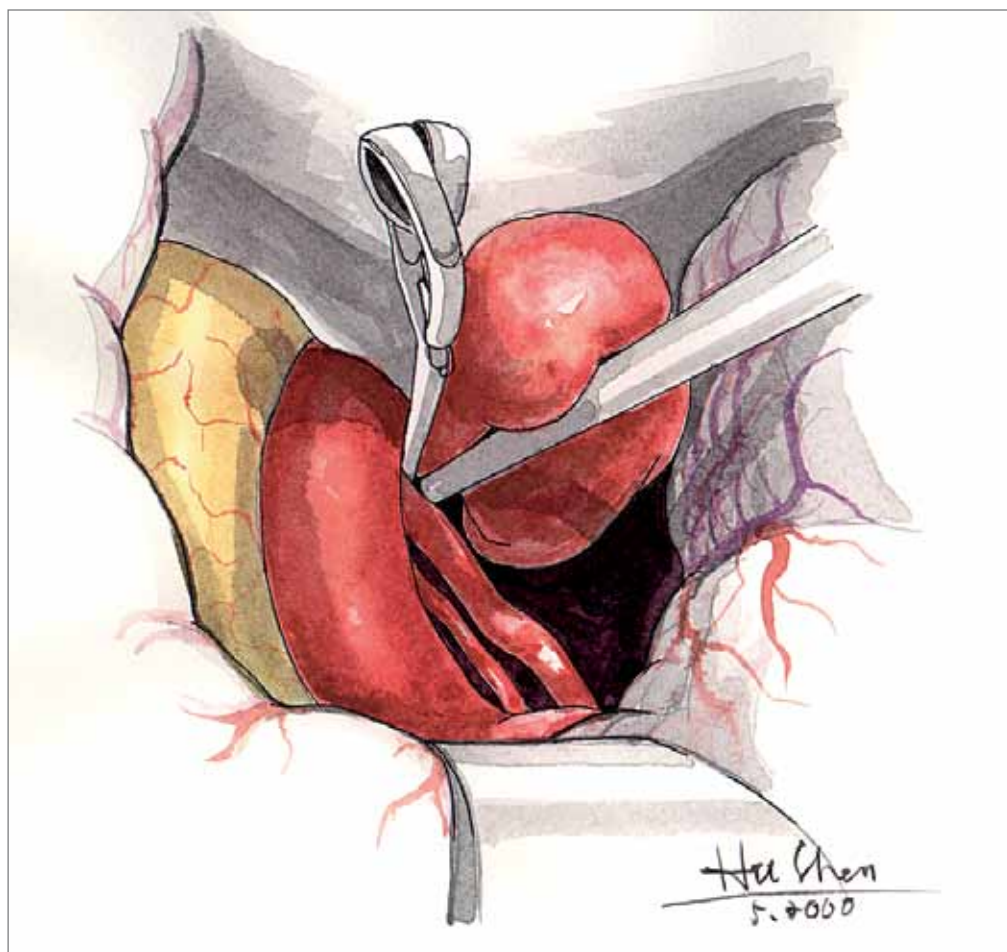


Figure 6-4. With a pilot clip on, the adjacent perforators are dissected free.

ある。クリップのブレードは完全に動脈瘤基部を閉鎖すべきである。脳ベラを外すと動脈はよじれや閉塞を起こすかもしれないので、血流をもう一度確認し、パペリンを用いる。クリッピングが適切で、周りの分枝が危険でない時、我々は閉塞の最終確認と研究目的のために動脈瘤ドームを切除する（Figure 6-9）。こうして、完璧な動脈瘤ドームの剥離を行い、分枝の閉塞を防ぐ。動脈瘤を開放して動脈瘤内の圧を減らせば、効果的なクリッピングがしやすくなるので、壁が厚い大型ないしは巨大動脈瘤のときに試みるべきである。

6.1.9. 術中破裂

動脈瘤は剥離やクリッピングのどの段階でも破裂する可能性がある。破裂の危険性は周囲脳、特に硬膜と癒着した動脈瘤で高く、広範囲での操作や周辺構造物の牽引が動脈瘤ドームを引っ張り、動脈瘤の術中破裂の原因となる。したがって剥離中の過度な牽引は避けるべきである。破裂した場合、まず吸引や綿片での出血部位の圧迫により出血のコントロールを試みるべきである。動脈瘤の基部や母血管ですら容易に裂けてしまうので、あせって直接動脈瘤にクリップをかけようとしてはいけない。それよりも、動脈瘤の近位と遠位にテンポラリークリッピングを行い、動脈瘤を孤立させるべきである。出血を制御しながら動脈瘤頸部を剥離し、自由にしてからパイロットクリップをかける。コントロール不能な出血の際はアデノシンの静注による心停止を行い、短時間の急激な低血圧の間に、すばやく剥離を行い、容易にパイロットクリップをかけられるようにする（下記参照）。小さくて壁が薄い動脈瘤は剥離の最中に動脈瘤頸部で破裂することがある。動脈にテンポラリークリッピングを行い、クリップで母血管の一部分も含めた動脈瘤頸部の再建を試みるべきだ。深部では難しいことが多いが、破裂部を8-0や9-0の糸で連続縫合するか、クリッ

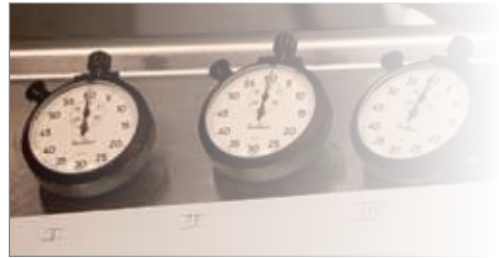


Figure 6-5. Stop watches are used to time the temporary occlusion, for each clip separately.

プで修復し、続いてクリッピングやフィブリン糊で補強する方法もある。

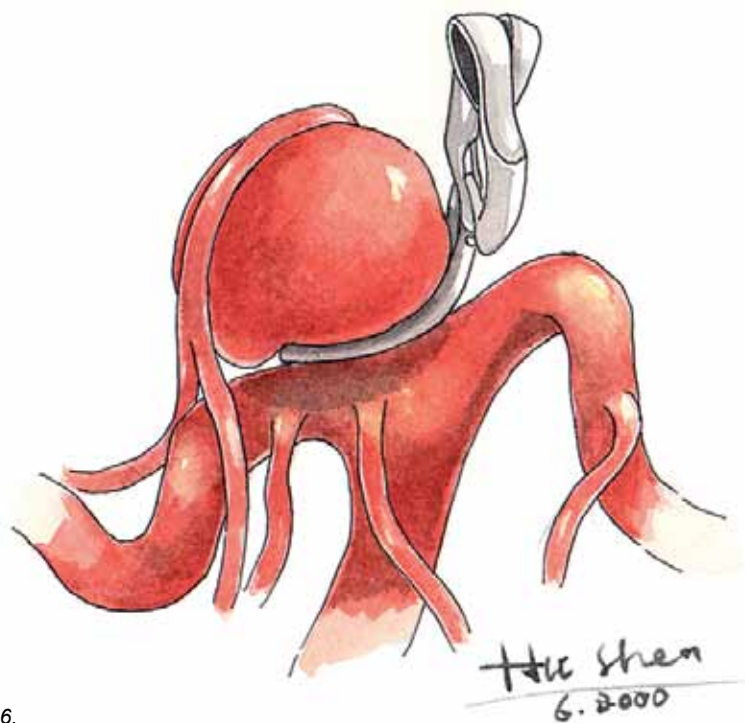


Figure 6-6.



Figure 6-7.

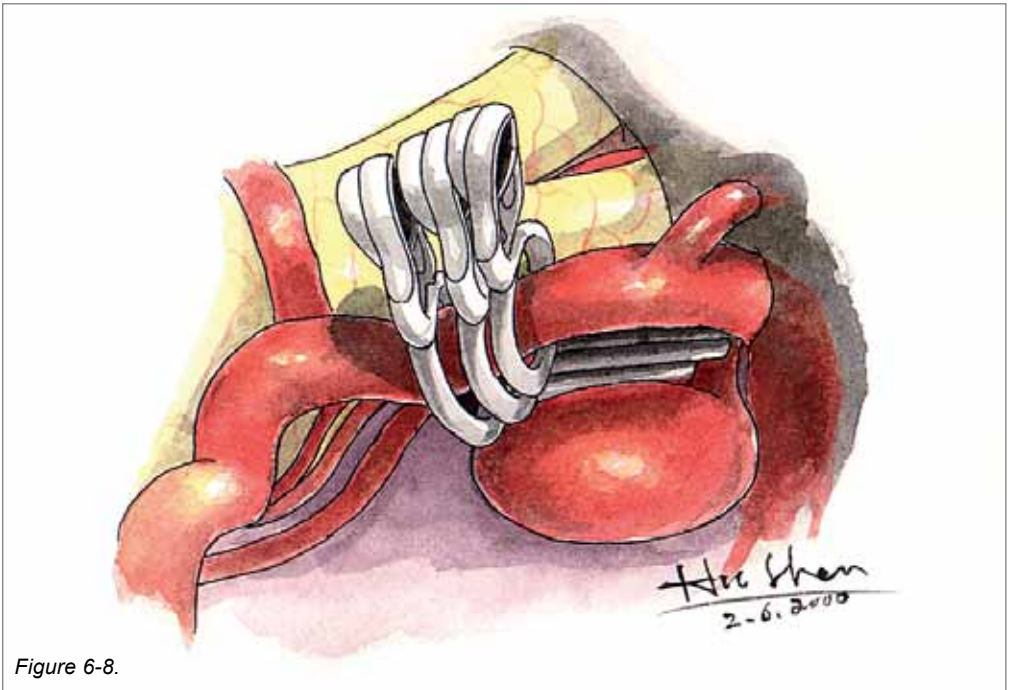


Figure 6-8.

Figure 6-6. Proper size clip prevents kinking or accidental occlusion of perforators.

Figure 6-7. Meticulous checking to make sure that all perforators are outside the clip blades.

Figure 6-8. Multiple clips can be used in thick-walled aneurysms.

Figure 6-9. Collapsing the aneurysm dome enables viewing around the whole aneurysm dome.

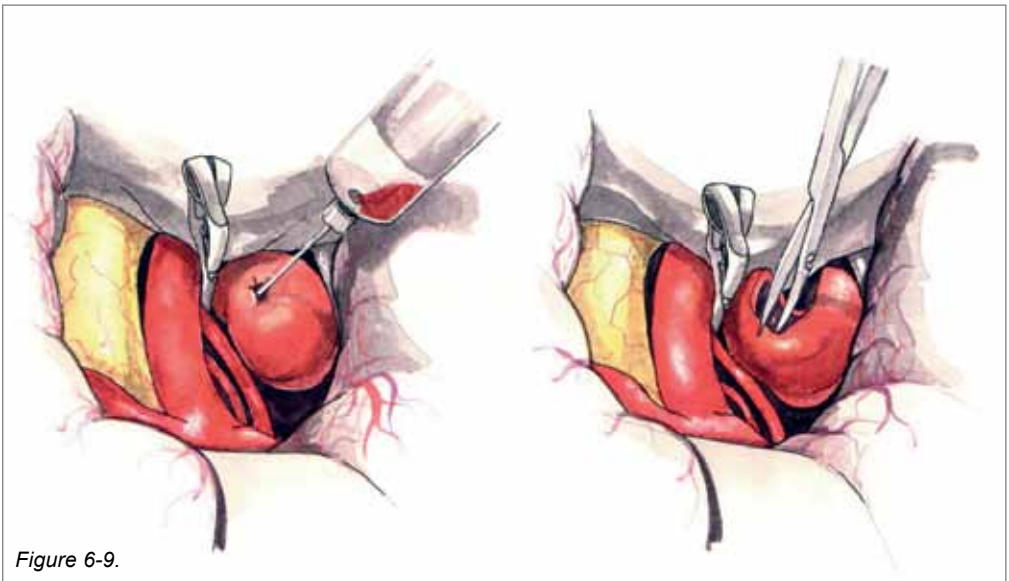


Figure 6-9.

6.1.10. アデノシン

我々は近年、短時間の心停止を得るためにアデノシンの静注を使用してきた。麻酔科医が20~25mgのアデノシンを太い静脈、できれば中心静脈に静脈内投与し、さらに輸液で押し流して心停止を引き起こす。アデノシンの静注後、約10秒間心停止がおこる（3.9.2項参照）。薬効は患者によって異なり、実際の心停止が観察されない患者もいる。重要なのは、短時間の収縮期50mmHg以下という著しい低血圧が得られることである。正常な心拍数が維持された患者でも、薬の作用時間内は効果が続く。アデノシンの使用が予測される場合、徐細動が必要な患者では除細動用のパッドを胸部上に貼っておく。我々の経験は40例を超えるが、これまでは不要であった。

我々は基本的に2つの状況でアデノシンを使っている。1つは他の手段ではコントロール困難な術中破裂である。短時間の心停止や低血圧によって、術者は術野から全ての血液を吸引し、破裂部位にパイロットクリップを置くことができる。出血をコントロールして手術を続け、パイロットクリップを動脈瘤に適合する最終的なクリップに置き換える。経験豊富な脳神経外科医は、しばしば術前画像から前もって破れやすい動脈瘤かどうかを予想し、事前にアデノシンを準備できる。

アデノシンを使うもう1つの状況は、近位部確保が困難であるか、通常的手段ではテンポラリークリップをおけない複雑な動脈瘤である。そのような状況では、短時間の心停止や低血圧で動脈瘤ドームが柔らかく扱いやすくなり、瘤が裂けること無くパイロットクリップを動脈瘤頸部にかけてられる。動脈瘤のドームが柔らかくなると、動脈瘤頸部の操作が行い易く、観察し易くなる。そうでなければ強く拍動する大きな動脈瘤により操作

が阻まれてしまう。

アデノシンの使用の際は、常に全手術チームの途切れない協力を要する。脳神経外科医がアデノシンの使用を要求する時、直接介助看護師がすべての必要なクリップを準備し、術者が器具を持つまで麻酔科医は薬を投与してはならない。アデノシン注射後、麻酔科医は声を出して1~2秒毎に収縮期血圧を数える。血圧が落ち始めると術者と直接介助看護師は計画を実行する時が来たことを知る。

6.2. 脳動静脈奇形

複雑な脳動静脈奇形の顕微鏡下手術での摘出は、今日の顕微鏡下脳神経外科手術でも依然として最も難しい課題の1つである。腫瘍の手術と違い、不完全摘出は死亡か後遺障害につながりかねない。脳動静脈奇形の患者を治療する上で、最大の課題は合理的に治療戦略を決定する事だ。概算では、未治療の脳動静脈奇形が致命的な出血を起こす危険性は(90-年齢)%である。最良かつ決定的な脳動静脈奇形の治療は、いまだに熟練した術者による顕微鏡手術での完全摘出である。

6.2.1. 脳動静脈奇形の一般的な手術戦略

すべての脳動静脈奇形は局在も、血管構築も異なる。脳動静脈奇形の手術では、術前DSAの注意深い評価は、動脈瘤手術よりさらに重要である。脳動静脈奇形が多様であるがゆえに、全ての脳動静脈奇形をどのように手術すべきかと言う一般的なアドバイスはない。我々には基本的な概念があるが、戦略の最終決定は症例ごとに行われる。脳動静脈奇形の顕微鏡手術の戦略は主に次の構成要素からなる：(a) 正確な術前塞栓術；(b) 最適な手術アプローチの選択；(c) 通り抜ける正常動脈の同定と保存；(d) 流入動脈の一時遮断；(e) 脳動静脈奇形の周辺の正常脳に埋まっている細い深部の流入動脈の凝固 ("Dirty coagulation")；(f) 最終局面までの流出静脈の保存；(g) 脳動静脈奇形の完全摘出；(h) 入念な止血；(i) 術中術後のDSA；および(j) 臨床的な放射線画像の経過観察。ほかにも我々や、他の脳神経外科医が何年も前から気づいていた細目がいくつかある。これらの手順は以下に詳述する。

脳動静脈奇形の手術では、例えば腫瘍手術と比較して重要な2つの面が大きく異なる：(1) 目的は脳動静脈奇形の完全

摘出である。何故なら部分摘出は患者に何も利益が無いからだ；それと(2)内減圧や小片に分けての切除はナイダスから多量の出血を起こすので、脳動静脈奇形の摘出は顕微鏡下に一塊に行うべきである。我々は脳動静脈奇形の段階的手術は薦めない。次の手術を待っている間に破裂の危険性が大幅に高まるからだ。付け加えると、解剖的構造が乱れるので、次の外科的処置が初回手術よりより難しくなる。脳動静脈奇形の手術はひとたび始めれば、最後までやりとげる事を知っておかなければならない。

T&T:

- 脳動静脈奇形手術を試みようとしてはいけない。自分にできると確信するべきだ。
- 虎、サムライ、戦士、あるいは110%勝利するという態度を持つ必要がある。

6.2.2. 術前塞栓術

巨大脳動静脈奇形はしばしば術前の塞栓術で大きさを縮小できる。流入血管と実際のナイダスは血管内治療で閉塞したり小さくしたりできる。一般的にグルーや最近ではOnyxが使われる。グルーではナイダスの完全閉塞はまれであるが、今日ではOnyx使用例のうち、50%以上で完全閉塞が得られた。完全閉塞が狙いであるが、部分閉塞でも手術の観点からは有用である。Onyxによる塞栓術は、脳動静脈奇形の治療に革命を起こした。Onyxで広範に閉塞した脳動静脈奇形の多くは、何もしていない状態に比べてはるかに少ない労力で摘出でき、血液循環から分離ができる。しかし不完全に血管内塞栓術を施行すると顕微鏡下手術

6.2.3. アプローチ

での摘出では利よりも害をもたらす。最終の治療戦略決定の前に、血管内治療医と脳神経外科医が共同で各々の症例を評価すべきである。我々の追跡調査では、部分塞栓術のみでは再出血の危険性が約3倍に増加するので、引き続いて放射線治療か顕微鏡下手術を行うときのみに限定すべきである。

塞栓術は顕微鏡下手術で到達が難しい脳動静脈奇形の深部流入動脈を閉塞できるので、外科的摘出が容易になる。残念ながら最深部で最も小さく、最も複雑な血管にはほとんど到達できず、手術に本当に貢献する塞栓術は出来ない。

顕微鏡下手術の観点から見て、塞栓物質にはそれぞれ違いがある。凝結したグルーは硬く、もろく、結晶のような物質で、弾力がなくきわめて切りにくい。一方Onyxはより柔らかく、シリコンに似た物質で、マイクロ剪刀で容易に切れる。全ての塞栓物質に関して一つ問題がある。もしナイダス内動脈瘤のような拡張した血管構造物が塞栓物質で満たされた場合、バイポーラで凝固して圧縮したり、サイズを小さくすることができない。また、塞栓物質と血管壁の間から出血があれば、電気凝固では止血できず、そのような出血はきわめて処理ににくい。しかし、一般にはOnyxを使うことで脳動静脈奇形の手術における術中出血は減り、髄外腫瘍の手術に似てくる。

術前塞栓の時期は重要である。Onyxでは1回の塞栓術で脳動静脈奇形の大部分が閉塞する事が多い。我々は脳動静脈奇形の塞栓術後の重篤な出血を何例か経験している。そのような出血は通常、塞栓術の後、予定手術を待つ数日間に起こる。おそらくナイダス内の血流動態の急激な変化が理由であろう。そのため、最近では塞栓術と顕微鏡下手術での摘出を遅滞なく、通常は同日か翌日に行っている。

脳動静脈奇形の手術は中等度の低血圧下で行う。頭部は半座位のように心臓よりずっと高く挙上する。真の意味での座位は、後頭蓋窩正中の脳動静脈奇形のように、本当に必要な場合以外はまず用いない。後頭蓋窩外側の脳動静脈奇形は、後方の側頭葉側、頭頂葉側、後頭葉側に位置する多くの脳動静脈奇形と同様に、側臥位で手術する。最新の可動式の手術用顕微鏡は重要である。手術用顕微鏡無しで脳動静脈奇形の手術をすべきではない。手術用顕微鏡のマウススイッチを使用して、脳動静脈奇形の周りをよどみなく動くことで、著しく手術時間を短縮できる。一般に顕微鏡下手術では小さな骨弁にする傾向がある。しかし脳動静脈奇形の手術、特に皮質にあるものでは、脳動静脈奇形とその周囲にきちんと向かう為に、より大きな開頭を行う。ただし深部にある脳動静脈奇形の手術では、やはりKeyhole原則を用いる。

6.2.4. 硬膜切開と、最初の剥離

開頭後、手術用顕微鏡下に硬膜を注意深く観察する。多くの流出静脈や脳動静脈奇形自体が強固に硬膜に癒着している可能性があるからだ。癒着は特に再手術症例や、重傷出血例、複数回の出血例、そして塞栓術後症例に多い。硬膜を開けたら、まず流入動脈を探す。表在性の脳動静脈奇形では流入動脈は術中ICGビデオアンジオグラフィーを用いて可視化できる(Figure 6-10)。血管内の造影剤の動的な流れを観察すれば、ナイダスが開存している時には、正常光下ではほとんど同じ色の動脈と動脈化した静脈を区別できる。

主要な流出静脈を識別する。それは脳動静脈奇形摘出の最終段階まで保存すべきである。流出静脈が1本しか無い脳動静脈奇形は摘出が難しい。この1本の静

脈をどんな犠牲を払っても常に保護しなければならないからだ。特に注意すべきは中型の脳動静脈奇形で、単一の流出静脈を早まって閉塞させると、制御不能な脳動静脈奇形の術中破裂や、壊滅的な結果を招くかもしれない。

流出静脈が骨の中を走っていて、骨弁を外す時点ですでに誤って損傷されてしまうことがある。これは容易に壊滅的な出血につながる。そうなった時とり得る1つの対処方法は、硬膜の出血部位を綿片で圧迫し、その綿片を取り巻くように周囲の硬膜に縫い付け、脳動静脈奇形摘出の最終段階まで出血部位を封鎖しておくことだ。単一の流出静脈の損傷や脳動静脈奇形の急速な腫脹を来たす状況では、迅速で標的を定めた摘出がしばしば

唯一の選択肢となりうる。熟練した助手が近くにいれば、4本の手で脳動静脈奇形を摘出できるので、作業はいくらかやりやすくなる。まれに小さな脳動静脈奇形には、流出静脈を早い段階で意図的に切断し、この流出静脈を取手のように利用出来る症例もある。

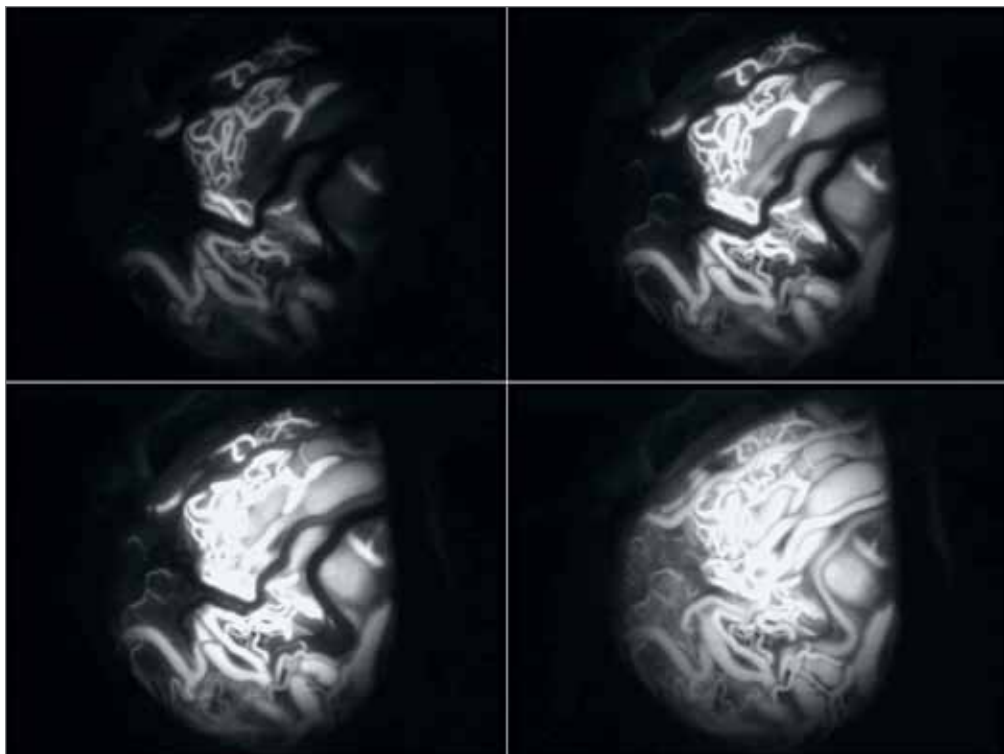


Figure 6-10. ICG videoangiography shows different stages of arterial and venous filling in a superficial AVM.

T&T:

- ひとたび脳動静脈奇形を同定したならば、すべての脳動静脈奇形の血管構築を注意深く分析すべきである。
- 流出静脈に注意して、摘出の最終段階までなるべく元のままに残さなければならない。
- 手術の最初の段階で、脳動静脈奇形周囲の全ての血管の剥離と同定に時間を費やすべきである。
- ここに時間を使うことで血管の関係が明確に解剖学的に理解出来、複雑に見える脳動静脈奇形の摘出さえ可能となる。

6.2.5. さらなる剥離とテンポラリークリップの使用

脳動静脈奇形と周囲の脳との境界は一般的に灰色がかっており、破裂の既往のある脳動静脈奇形ではグリア性瘢痕がある。塞栓術後、梗塞がナイダスを囲むことが多い。この柔らかくふやけた組織は、容易に吸引で除去でき、血管構造がより良く分かるようになる。血腫がすでに周囲脳からナイダスを剥離していることがしばしばあり、脳動静脈奇形は見つけやすく摘出しやすい。過去の出血の痕跡は、臨床的な証拠(症状)がない症例でも見られる。これらの症例では、出血時の症状が単なるてんかんとして誤診されてきた可能性がある。

脳動静脈奇形と脳間の開裂面は、病変の摘出中にとっても有用である。脳動静脈奇形と一緒にかなり多量の周辺脳組織をつけたまま摘出することを好む術者もいる。彼らはこうした方がナイダスの中に入り込まないので、より安全だと考えている。我々は周辺脳組織とナイダスの境界を明らかにする様境界面に沿って進む。手術初期には退屈な手技で

あるが、この手技の最大の利点は(a) 種々の血管構造に対する正確な方向性が得られる。(b) 脳動静脈奇形のナイダスだけを摘出できる。そして(c) 通過する動脈をよりはっきりと同定できる。最後の点は重要な領域に近い脳動静脈奇形で特に重要である。“Water dissection”に加えて小さい綿片を用いたり、鋭利な針やマイクロ鑷子、鋭いマイクロ剪刀を用いて、注意深くくも膜面を開放する事でナイダスの輪郭を明瞭にし、流入動脈と流出静脈を同定出来る。ナイダスに不用意に入り込むと、必ず激しい出血がおこるので、常にナイダスの境界がどこか理解することが最重要である。すでに Olivecrona, Drake, Peerless, Yaşargil 等が述べているように、脳動静脈奇形の手術は全ての小さい流入動脈を焼灼しながら、脳動静脈奇形全体の周囲を円を描く様に進むべきである。フィンランドではこのような動きを説明する言葉がある。“A cat circling around a hot pot of porridge”「熱いお粥の鍋の周りをぐるぐる回る猫」。

ナイダスのおおよその境界を理解し、周辺構造物の位置の確認に役立つので、脳動静脈奇形の最初の観察は弱拡大下で行う。その後、すべての細い流入動脈をよりの確に同定し、それらを操作しやすくする為に、強拡大下で脳動静脈奇形を剥離する。まず太い流入動脈を同定する。これらは術前の塞栓術だけでなく、通常は術中でも最も扱いやすい。我々は通常、剥離の最初の段階でこれらの太い流入動脈にテンポラリークリップをかける。後にナイダスを輪郭を描く様に剥離して、これらの血管が通過する動脈ではなく、ナイダスへの流入動脈であることが明白になってから、凝固切断する。テンポラリークリッピングの時間を計測する。テンポラリークリップを通常長時間、例えば何時間も使っても、驚くことに術後の悪影響はほとんど見られない。これはおそらく脳動静脈奇形が瘻孔を形成する性質による“Vascular steal effect”に側副血行が長期間順応して来たからであ

ろう。通常は大小関わらず、動脈や静脈の閉鎖には動脈瘤用のクリップを使用しない。代わりに、凝固切断した後、血管の断端を再びバイポーラで凝固して閉塞させる。我々の長い経験では、多くの小さな出血部位に対して、クリップの数が蓄積して行き、クリップは度々ふとした事から外れて出血を引き起こす。このような状況を除いても、比較的大きい流入動脈や流出静脈を剥離の早期の段階で、誤って切断する事がある。このような状況では、我々はナイダスの隣の血管の遠位端に血管クリップをかける。このクリップは術中の位置確認に有用であり、またナイダスを操作するときの取手としても利用できる。さらに糸をクリップに結びつける事により、周囲脳からナイダスを切離する際に、ナイダスにそっとわずかな張力をかけられる。

6.2.6. 小さい栄養血管の凝固と剥離

脳動静脈奇形への最も細い流入動脈はいつも最も処理しにくい。先に言及したように、ナイダスと大きな流入動脈の大半を閉塞させるので、術前の塞栓術は顕微鏡下手術に大いに役立つ。しかし通常、細い枝は血管内治療では到達できないので、細い枝の閉塞には血管内治療は役立たない。脳動静脈奇形の最深部近くにある、細く壁が薄い脆弱な流入動脈の止血は、脳動静脈奇形の手術における最も面倒な部分である。これらの血管は事実上効果的に凝固できる血管壁が無いので、出血の制御は困難である。それらはしばしば破裂し、白質の中に引っ込むので、出血が止まるまで引っ込んだ部位を凝固しながらどんどん深く追いかけてねばならない。出血はおびただしく、圧迫止血はできない。圧迫が解除されるやいなや、再び出血がはじまる。出血部位を見つけたのは困難なので、手術のこの段階では強拡大での操作をまず強く薦める。

かつては最後の手段として我々は特殊なマイクロクリップでこれらの流入

動脈をクリップした。確かにたくさんのクリップを使用して止血出来た症例はあるが、術野のクリップの集積が問題となった。クリップがしばしばずれて、さらに出血した。代わって我々は“Dirty coagulation”テクニックを使用した。出血している血管と一緒に、周囲の脳組織を少量バイポーラで挟み、血管のみを凝固するのではなく、脳組織と一緒に凝固する。それ故に“Dirty coagulation”と名付けている。われわれは先端が鈍のバイポーラを比較的低出力(Malisの装置で20~25)で使用する。バイポーラは焦げ付いて引っ付くのを防ぐため、きれいで、冷たくなければならない。先端が鋭のバイポーラは一層脳に引っ付きやすいので、鈍のバイポーラの方が“Dirty coagulation”を行い易い。数本のバイポーラを交換して使うと手術が迅速に行える。全ての出血部位は綿密かつ系統的に“Dirty coagulation”を行い、完全に止血すべきだ。この手術で時間がかかる手順ではあるが、急いでも出血を悪化させるだけなので、辛抱強く行うべきである。

出血が深刻な場合は、直ちにチーム全員に危急を知らせる。血圧を収縮期100mmHg以下（短時間なら70mmHg以下にすることもある）に下げ、吸引管をやや径の大きなものに交換し、出血部位を見つけ出す。緊急時の手段としてまず各出血部位を綿片で圧迫し、次に恒久的な対処方法として“Dirty coagulation”を行う。通常は放置して先に進む前に、直ちに出血に対処することを選ぶ。出血部位に止血材料を詰めて圧迫し、その間に新しい術野を探し、そして後で出血部位に戻るという事は減多にしない。この戦略の問題は圧迫部に綿片が蓄積することだ。これらの綿片により、脳動静脈奇形の残存部分への接近が妨げられ、綿片を不注意に取ると再出血を引き起こす。出血が起こり始めたら脳動静脈奇形を遅延なく切除すべきである。大型の脳動静脈奇形では切除の最終段階が最も難しい。長時間の手術では容易に精神活動が低下

し、小さいミスを犯しやすくなって出血を来す事がある。

6.2.7. 脳動静脈奇形摘出の最終段階

脳動静脈奇形摘出直前の最後の手順は、最後に残った流出静脈を凝固して切断することだ。手術の初めの段階では流出静脈は赤く、動脈血で満たされているのに対し、この段階では流出静脈はすでに暗い色か青っぽい色になっているはずである。色が変わっていなければ脳動静脈奇形の一部が残っていることを意味する。そのような状況では、ナイダスの大半を処理した上で、残っている流出静脈にテンポラリークリップをかける。この遮断は一時的にナイダス内の圧を上げるので、ナイダスの残存部が膨れて、見つかる事がある。流出静脈の色調変化の他にも、血流が無くなったナイダスは、塞栓物質が詰まっている部位を除き、柔らかいはずである。ナイダスが硬ければ流入動脈が何本か残っていることを意味する。

ICGは手術の最終段階で役立つ。手術の初期段階と異なり、流出静脈が早いタイミングで描出される事は無い。比較的静脈の径が太いので、造影剤は緩慢に流れ、その場に停滞するかもしれない。流出静脈の早期描出は脳動静脈奇形の残存を示唆する。

複雑な脳動静脈奇形の摘出には多くの手術段階を要するので、疲労する前にスピーディーに手術を行いたい。しかし最初に注意深く、解剖を把握する手順に時間がかかるのは仕方が無い。無数の流入動脈を持つ大型の脳動静脈奇形の手術は8時間かかるかもしれないが、経験を積めば、通常の脳動静脈奇形なら2~4時間で摘出できる。

T&T:

大型の脳動静脈奇形の手術の初めは、自分が世界最高の脳神経外科医のように感じる。しかし脳動静脈奇形の最深部で微細な流入動脈からの出血が起こり始めると、自分は世界最低の脳神経外科医ではないかと感じる！これらの深部の流入動脈の制御がいかに難しく、挫折しやすいかということである。

6.2.8. 最終止血

脳動静脈奇形を摘出後、バイポーラと綿片で表面をていねいに触って、全ての摘出腔を系統的に点検する。もし出血が起これば小さな脳動静脈奇形が隠れて残っていることを意味する。脳動静脈奇形が残っている徴候がなくなるまで、しっかり調べて、あらゆる出血を凝固止血する。最後に摘出腔にフィブリン糊を塗布し、それをサージセルで摘出腔の内側に押し付ける様にして覆う。

6.2.9. 術後管理と画像

複雑な脳動静脈奇形では、術中DSAを使用することが多い。これは病変の位置を確認し、残存するナイダスの位置を突き止める為である。通常術後のDSAは脳動静脈奇形患者を Neurosurgical ICU に移送する前、麻酔中に行われる。確実に小型か中型の脳動静脈奇形の患者は術後数時間で覚醒させる。正常血圧に保ち、翌日にICUから退室させる。複雑な脳動静脈奇形や大型の脳動静脈奇形、特に深部に小さい流入動脈が無数にあり、術中“Dirty coagulation”を多用せざるをえなかった脳動静脈奇形では、通常数日間血圧を中等度の低血圧(収縮期100~120mmHg)に保つ。鎮静を延長することもある。複雑な脳動静脈奇形では、超低血圧としたり、深く鎮静して数日間過ごす事もある。術直後の素晴らしいCTにもかかわらず、術後1週間に大き

な血腫が出現した事がある。細い深部の流入動脈を多数持つ患者に頻繁に起こる。“Dirty coagulation”を導入してから、このような術後出血は減少した。血圧を下げる事に加えて、常に痙攣の予防も行っている。

6.3. 海綿状血管腫

脳海綿状血管腫の最も一般的な症状は痙攣と出血である。近年MRIの普及により、無症状で偶然見つかる海綿状血管腫が急速に増えて来た。海綿状血管腫の患者は、単一病変と、複数の病変の2群に分けられる。個々の症例を手術するかどうか、簡単には決められない。海綿状血管腫が1つで症候性の場合にはむしろ簡単だ。それらは通常病態がわかりやすく、顕微鏡下手術での摘出は有益な事が多い。海綿状血管腫が多発性であったり、無症候性の場合、治療の賛否両論を注意深く検討して症例ごとに治療方針を決定すべきである。

6.3.1. 海綿状血管腫の一般的な手術戦略

顕微鏡下手術の観点からは、海綿状血管腫はむしろ摘出しやすい。境界明瞭で、完全に周囲脳から切除でき、摘出中の出血量は多くない。しかし特に重要領域に近かったり、重要領域の中に在ったり、脳幹や延髄にある場合は摘出が最も難しくなる。どんな海綿状血管腫でも、最も難しいのは病変の位置を突き止めることだ。ほとんどの海綿状血管腫は直径が小さく(2cm未満)、脳組織の中のどこかにある。海綿状血管腫が直接脳表からわかるような浅い位置にあることはめったに無い。

海綿状血管腫の手術の最大の難問は：(a) 病変の位置を突き止めること、そして(b) 摘出時に周辺構造物を損傷しない事だ。海綿状血管腫の顕微鏡下手術での摘出は、病変をきちんと見つけられる様に計画すべきである。最適なアプローチをとることが鍵である。注意深く計画しないと、目標に導く解剖学的目印が無い白質内の小さい病変を探すのに、何時間もかかるだろう。白質の重要な神経経路や重要領域に不可逆的な損傷を与えかねない。数ミリの脳組織があるだけで

も海綿状血管腫が表面から見えにくくなる。ひとたび病変の位置が突き止められれば、あとの手技は比較的簡単だが、周囲組織への不必要な操作を最小限にする為にも、適切な顕微鏡下手術の技術を要する。可能なら海綿状血管腫を一塊で摘出しようと試みるが、通常あまり出血しないので、脳動静脈奇形と異なり少しずつ摘出することもできる。特に脳幹や深部の海綿状血管腫では少しずつ摘出する事を薦める。

6.3.2. 血管腫の局在

海綿状血管腫の位置を突き止める方法は本質的に2つある。1つは解剖学的目印に頼る事だ。もう1つはニューロナビゲーターや、定位脳手術装置あるいは超音波を使うことだ。我々は通常この2つの方法を組み合わせる。解剖学的目印は病変が脳神経や動脈の分岐部など相対的に明確な解剖学的構造の近くにある時に限って役立つ。もし病変が表面にあれば脳表や脳室内の特定部位に見いだせる。海綿状血管腫は黒っぽく、周囲脳より幾分硬い事が多い。小さな脳内出血腔に囲まれていることもある。海綿状血管腫による大きな血腫はまれである。海綿状血管腫周囲の脳組織は一般的にヘモジデリンの沈着によって黄色がかっている。表面にある病変では脳表の特定の部分が変色している事があり、それにより海綿状血管腫の存在が示唆される。

海綿状血管腫の位置を探すのに最も役立つ解剖学的構造物は動脈とその分岐形態である。前頭葉中間の脳表近くや、シルビウス裂近くにある海綿状血管腫は前大脳動脈や中大脳動脈の走行から位置が分かる事がある。脳幹の海綿状血管腫は血管構造よりも脳神経の起始部の方が頼りになる。脳室近くの場合は、脳室の特定部分が、よく行われる標

準的なアプローチ（例えば大脳縦裂アプローチや経脳梁脳室アプローチ）で到達できるものなら手術しやすいかもしれない。さもないと脳室に入ることも、ましてや海綿状血管腫の発見さえ難しいだろう。

最近我々は海綿状血管腫の手術で日常的にニューロナビゲーターを使用する。それは解剖学的目印の参考となる。また多くの症例で、深部白質のどこかにある海綿状血管腫を探す唯一の方法である。通常MRIのT1強調画像とT2強調画像の両方を利用する。前者は画像登録に利用し、後者は海綿状血管腫の描出に優れる。ニューロナビゲーターを使用するに当たっては、装置自体になじむ必要があるが、より重要なことはその限界を認識する事だ。硬膜を開ける前にアプローチを計画し、顕微鏡の角度が適切かどうか確認し、病変を超音波で何度も確認するべきである。いったん硬膜が開放され、脳脊髄液が排除されると脳が動くので、様々な器具の精度は悪化する。この点では安全だと錯覚させるだけのニューロナビゲーターより、物差しでの計測を信頼する方が安全な事が多い。

術中超音波は良さそうに見えるが、期待ほど役に立たない事が多い。超音波画像の解釈に不慣れな者が、その情報に基づいて病変にたどり着くのは難しい。熟練し、経験を積んだ術者にとっては、特に小さい超音波プローブがあれば真価が発揮出来るかもしれない。しかし我々の経験では、超音波は注意深い術前の手術の計画やニューロナビゲーターの使用ほどは役に立たない。

もし全てが失敗し、すべての対応策にも関わらず海綿状血管腫を発見出来なければどうしたら良いのか？ そのような状況の時、我々は小さな血管クリップをアプローチの軌道に目印として置き、引

き返す。麻酔を覚まし、同一日か翌日にMRIを撮ると、多くの症例ではクリップはがっかりするほど海綿状血管腫の近く、通常5mm以内に写っている。2~3日後に行われる再手術では、クリップのおかげで海綿状血管腫の位置がわかり、摘出出来る。この技術は2期的手術を必要とするが、最初の手術で広範囲の脳に損傷を与えながら病変を探索するより、患者にとって最終的には安全である。

6.3.3. アプローチ

アプローチは海綿状血管腫の正確な位置に基づいて選択する。大脳縦裂アプローチは大脳半球間裂に近い海綿状血管腫に用いられ、LSOアプローチはシルビウス裂近位部の海綿状血管腫に対して用いられる。脳幹部の海綿状血管腫に対してはRetrosigmoidアプローチやSubtemporalアプローチ、外側大孔アプローチ、座位でのアプローチが用いられる。脳幹の海綿状血管腫の多くは、脳幹の表面近くにある。これは通常進入点を計画する時に選ぶ場所であり、それ故実際のアプローチではこの場所を最大限に露出できるように計画する。アプローチが主に解剖学的目印に基づく場合、開頭と硬膜切開は、前述のアプローチで手術を行う他の疾患と大体似たような方法となる。病変の露出は自然な経路に沿って、十分広く行なうべきである。脳は脳脊髄液を排除すれば緊張が低下する。目的は可能であれば自然な経路に沿って、脳の変色で見分けつつ、海綿状血管腫の存在が予測される場所に到達する事だ。脳実質に入り込むのはその1力所だけだ。

大多数のテント上と小脳の海綿状血管腫では解剖学的目印はあまり役に立たないので、ニューロナビゲーターに頼らねばならない。重要な領域を避けて海綿状血管腫へ最短ルートでアプローチ出来る

6.3.4. 剥離と摘出

ようにする。我々は腹臥位や半座位、側臥位のすべての体位を使用する。腹臥位では一般的にニューロナビゲーターは使にくい。解剖学的目印を元に戦略を立てる時とは違って、ニューロナビゲーターを使用する時は脳脊髄液排除と、それによる脳の移動を最小限にすべく戦略を立てる。硬膜切開部直下の脳組織に直接進入する。脳溝のような自然な面をたどることが理想だが、脳溝は間違った方向に曲がっている事があるので、違った方向に進んでしまうかもしれない。大きな開頭は必要がなくて、2~3cmで十分な事が多い。硬膜を開ける前に病変への正確な方向を何回も確認する。もし剥離に使うバイポーラがニューロナビゲーターのマーカーに適合すれば、非常に有用である。それらは長く邪魔なポインターより扱いやすい。(1cmの曲線状の)小さな硬膜切開で十分だ。この時点で、脳脊髄液の流出を最小限にするよう注意する。皮質を切開しニューロナビゲーターが示す方向に沿って脳実質に侵入する。手術用顕微鏡の角度は同じ方向である必要がある。そうでないとふとした事から計画した方向から外れる。

脳実質を通るアプローチは可能な限り丁寧に、そして短距離であるべきだ。この手順の最中は強拡大で操作を行う。出血はほとんどないので吸引管は小径(6-8)の物に換える。どんな小さな出血でも、見つけ次第凝固止血を行うべきだ。我々は先端が細いバイポーラをよく使う。ニューロナビゲーターは正しい進入角度を維持するため、絶えず確認する。利用出来るのであれば“Autopilot”のオプションが役立つ。海綿状血管腫近くでは脳組織の抵抗が急に増え、組織は黄色がかり、グリオーシス様になるだろう。これは良い兆候だ。なぜなら海綿状血管腫がすぐ近くにあるはずだから。黄色がかった組織をたどって行くと、その硬さや暗い色調から実際に海綿状血管腫が確認できる。苛立ちがピークに到達するのは、大抵海綿状血管腫に到達する直前だ。海綿状血管腫が見え、手術の最も退屈な部分が過ぎ去れば、少しリラックスできる。開口部を開いておくために、腔内に薄い綿片を挿入しておく。

海綿状血管腫はバイポーラと吸引管で円を囲む様に操作する。すべての細い流入動脈を凝固し、海綿状血管腫を囲むグリオーシスを除去する。周囲組織を傷害しない様に、脳幹部の海綿状血管腫ではグリオーシスを残す事が多い。通常海綿状血管腫の中に大きな流入動脈は無いが、大きな流出静脈として静脈性血管腫を伴うことがある。一般的な経験では静脈性血管腫は傷つけず残すべきである。静脈性血管腫の凝固や摘出は、術後近傍に静脈性梗塞を起こす可能性がある。小綿片で海綿状血管腫を圧排し、“Water dissection”を注意深く利用して海綿状血管腫を周囲組織からさらに剥離する。吸引管で海綿状血管腫を引き剥がす際、丁寧に海綿状血管腫を引っ張るのにリング状鑷子が有用である。海綿状血管腫の隣に血腫があれば、血腫を海綿状血管腫と

ともに除去すべきだ。海綿状血管腫は凝固である程度縮むが、特に大きな病変では最終的に少しずつ摘出する必要があるだろう。

海綿状血管腫を摘出した後、摘出腔に残存が無いか全体を注意深く観察する。摘出腔を生理食塩水で洗浄し、出血が無いかどうか確認する。摘出腔の表面をサージセルで覆い、ときにはフィブリン糊を使用する。脳室の表面にある海綿状血管腫では特に注意が必要で、止血がより重要だ。対圧がほとんどないので、術後出血が脳組織内の海綿状血管腫よりはるかに起こりやすいからである。

6.3.5. 術後画像

海綿状血管腫の術後のMRIは解釈が難しい。完全摘出の後でもヘモジデリンリングがほぼ全例で残っている。これはもし全摘されていても残存海綿状血管腫と解釈される可能性がある。この理由で他の病変とは異なり、我々は術後の画像より、術者の術後の評価を信用する。術後画像は主として出血や梗塞のような合併症を除外するために撮っている。

6.4. 髄膜腫

髄膜腫は手術手技の観点から4つのグループに分けられる。：(1) 円蓋部髄膜腫；(2) 傍矢状髄膜腫；(3) 大脳鎌およびテント髄膜腫；そして(4) 頭蓋底髄膜腫である。加えて脳室内髄膜腫や脊髄髄膜腫 (6.9節参照) のような稀な髄膜腫がある。それぞれのグループには特徴があり、グループごとに異なるアプローチと戦略が要求される。全ての髄膜腫に共通して言える事は、90%以上が良性であり、多くは全摘出可能で、境界が明瞭と言う点である。血液供給の大部分は硬膜付着部からであるが、大きい腫瘍では周囲の動脈からのこともある。合併症を起こす可能性が低く、安全に手術が出来る状況であれば、我々は腫瘍の全摘出を勧める。脳神経を巻き込んでいたり、海綿静脈洞に浸潤している頭蓋底髄膜腫には非常に慎重であるべきで、手術以外の選択肢も考慮すべきである。

6.4.1. 円蓋部髄膜腫に対する一般的な治療戦略

円蓋部髄膜腫は顕微鏡下手術の絶好の対象となる。手術の目的は、腫瘍と付着部硬膜の全摘出である。可能であれば付着部から1~2cm余分に硬膜を摘出する。よってこの手術ではKeyhole手術の原理はあてはまらず、開頭は硬膜付着部の辺縁から少なくとも数cmの余裕を持って行うべきである。側頭線より頭頂側にある円蓋部髄膜腫では、曲線状の皮膚切開を行う。それによって血流のある有茎骨膜弁を硬膜の代用とすることが出来る。創部に沿って局所麻酔薬を注射する事により、皮下組織と骨膜を腫脹させ、2つの層の分離を容易にする。手術の初めに骨膜弁を準備する方が、閉創時に行うよりはるかに楽である。骨弁は腫瘍と腫瘍付着部全体が十分露出できるよう計画する。他のアプローチと異なり、硬膜切開に先立ち、開頭縁の硬膜を吊り

上げておく。これによって硬膜外からの出血を防ぎ、腫瘍自体からの出血も減らす事が出来る。

次の段階は、硬膜付着部からの腫瘍への血液供給を絶つ事である。そのためには、腫瘍から数cmの余裕を持って硬膜を環状に切開し、その断端を凝固する。特に腫瘍が上矢状静脈洞近傍にある場合には、手術用顕微鏡を使う様にしている。硬膜切開は隣接する動脈や静脈を切断しないように注意深く行うべきである。それと同時に、硬膜切開はてきぱきと行うべきで、切開を終えると腫瘍表面からの多くの微細な出血が止まる。

硬膜縁の全周を切離した後、腫瘍本体の摘出を始める。腫瘍と大脳皮質の間の剥離面に沿って少しずつ腫瘍を剥離して行く。腫瘍を通過する動脈は温存し、栄養血管は凝固して切断する。腫瘍の形により、一塊に摘出するのか、あるいは数片に分けて摘出するのかを決める。円錐形の腫瘍の多くは一塊として摘出できるが、硬膜付着部が小さい球状の腫瘍は、周囲脳組織への過剰な侵襲を防ぐために、少しずつ摘出せざるを得ない事もある。しかし球状の腫瘍では、腫瘍内に入る前に可能な限り血流を減らしておくべきである。腫瘍の中に入れば出血することが多く、止血に多くの時間を費やし、その結果手術全体の進行が遅くなる。我々の円蓋部髄膜腫に対する戦略は、腫瘍の剥離面を進む際に、減圧が必要な時しか腫瘍内に入らない。境界に沿って剥離面を正確に進み続け、腫瘍全体を周囲から剥離する。近年我々は腫瘍と大脳皮質との間の皮質静脈を温存するようにしており、確実に患者の回復が速やかになっている。手術用顕微鏡を強拡大にすることで、確実に剥離面を進み、栄養血管と通過血管の区別がはるかに容易になる。腫瘍摘出後は、摘出腔全体を注意深く止血し、硬膜形成を行う。骨の変性が無い

時や、軽度の過剰骨化だけなら、ハイスピードドリルで骨弁の内板の表面を滑らかにし、骨弁として用いる。腫瘍が骨に浸潤している場合、骨弁は戻さずに、チタンメッシュやハイドロキシアパタイト、骨セメント等の人工材料で頭蓋形成術を行う。

6.4.2. 傍矢状静脈洞髄膜腫に対する一般的な治療戦略

傍矢状静脈洞髄膜腫は、脳表の硬膜由来であるが、正中線に接して存在し、時には正中線の両側に及ぶ。この髄膜腫は上矢状静脈洞や架橋静脈と密接した解剖学的関係にあり、それらに浸潤していることがある。静脈系を巻き込んでいる可能性を考慮して手術戦略を計画する必要がある。一般的に円蓋部に存在する髄膜腫の中で、傍矢状部に存在する髄膜腫は最も摘出が難しく、術後の静脈性梗塞の危険性が最も高い。

傍矢状静脈洞髄膜腫については2つの大きな問題がある：(1) どうやって周囲の架橋静脈を傷つけずに摘出するか。そして(2) どのように上矢状静脈洞を処理するかと言う点である。上矢状静脈洞への腫瘍の浸潤や、腫瘍組織による閉塞は術前画像で評価する必要がある。CTA、MRAや血管撮影の静脈相で、上矢状静脈洞が開存しているかどうかを評価する。上矢状静脈洞が閉塞している場合、上矢状静脈洞を含めた硬膜付着部全体を切除し、腫瘍の全摘出が可能と判断する事がある。このような症例では、髄膜腫は両側性であることが多い。逆に、まだ上矢状静脈洞が開存していれば、静脈洞には触らない方が良く、静脈洞の外側壁に腫瘍を少し残す事がある。この残存腫瘍に対して、保存的に経過観察するか、定位的放射線治療を行う。上矢状静脈洞は長期間を経て完全閉塞することが

あり、その時点で残存腫瘍の摘出を計画する事もある。術中や術後の上矢状静脈洞の急性閉塞とは異なり、腫瘍によって静脈洞が徐々に閉塞して行く間に、静脈の側副血行路が十分に発達するため、静脈性梗塞はめったに起こらない。上矢状静脈洞が開存している両側性の腫瘍では、静脈洞の前1/3で無い限り、静脈洞の切除は行わない。この部分の切除でさえ、術後に静脈性梗塞を起こす危険性があり、切除を行う前にあらゆる選択肢を考慮すべきである。また周囲の大脳皮質からの架橋静脈は全て温存しなければならない。

皮膚切開と開頭範囲は、腫瘍全体が境界から数cmの余裕をもって露出されるよう計画する。腫瘍は片側性の場合と、上矢状静脈洞の両側に及ぶ場合がある。片側性の腫瘍であっても、腫瘍に接している上矢状静脈洞全体を露出出来る様に、開頭は正中線を越えて行うべきである。円蓋部髄膜腫と同様に、硬膜は切開前に開頭縁に吊り上げておく。

片側性の腫瘍では、上矢状静脈洞に向かう架橋静脈を損傷する危険性があるため、正中側の硬膜は吊り上げない。硬膜は手術用顕微鏡下に外側から切開を始め、前後方向から曲線を描きながら正中に進む。正中に近づくにしたがい、特に架橋静脈に注意を払う。硬膜を切開した後、正中を除くすべての方向からの栄養血管を切断するが、残念な事に正中からの血液供給が最も多い。

次の段階は、腫瘍と上矢状静脈洞との解剖学的関係によって戦略が変わる。もし腫瘍の正中縁が静脈洞に並行して、術前画像で静脈洞に浸潤していないと考えられる時は、正中線に沿って静脈洞ぎりぎりまで硬膜を切開する。この時静脈洞が開いてしまう事があるので、顕微鏡を強拡大にして、処置できる範囲で少しずつ

切開して行く。うっかり静脈洞内に入ってしまった時は、必ず縫合する。止血クリップは滑って外れやすいので、縫合の方が安全である。バイポーラで凝固しても孔を大きくするだけなので、お薦めしない。硬膜切開を終えると、腫瘍への血流はほとんど無くなる。そして腫瘍と皮質との間の剥離面を“Water dissection”や小綿片で拵けて行く。我々は通常、外側縁から剥離を始め、くも膜と血管付着部を切開しながら正中方向に進んで行く。ごくまれに皮質表面の静脈が腫瘍の下を通過している事があり注意が必要だが、明瞭なくも膜面があるので、多くは腫瘍表面から容易に分離出来る。繰り返すが、剥離は忍耐強く、強拡大下で行うことが重要である。腫瘍全体が動くようになれば、一塊として摘出する事が出来る。腫瘍の大部分を摘出したら、術野に残存腫瘍が無いかどうか確認する。硬膜形成は円蓋部髄膜腫と同様に有茎骨膜弁か、人工硬膜を用いて行う。

腫瘍が静脈洞に浸潤している場合や、静脈洞の両側に発育している場合、戦略は少し異なる。外側から正中方向へ硬膜を切開し、先程と同様に摘出に先立ってできるだけ血液供給を減らしておく。腫瘍の剥離は外側縁から始める。“Water dissection”を利用して適切な剥離面に入り、腫瘍直下を内側に進む。この時硬膜縁に結びつけた糸をそっと引っ張って、腫瘍を挙上することができる。こうして正中のかかなり近くまで剥離を進める事が出来るが、正中側の腫瘍の境界部に沿うか、あるいは境界部の中を通る皮質静脈が問題となる。腫瘍の外側部を切離して広いスペースを確保すると、上矢状静脈洞に接する腫瘍の硬膜付着部を剥離する事が可能となる。静脈洞を閉塞させたり、両側にまたがるような腫瘍では、外側を剥離さえすれば大脳鎌の一部と一緒に上矢状静脈洞を切除することが出来る。また腫瘍の血流を凝固して減らし、

硬膜付着部全体に沿って内側から腫瘍を外す事も可能である。これは正中を越えて硬膜を翻転している間、腫瘍がそのまま残っている事になる。腫瘍が硬膜から切離されると、その辺縁に沿って“Water dissection”と綿片で摘出する事が出来る。腫瘍を摘出して、摘出腔が見やすくなって、血管構造が分かる様になれば、腫瘍付着部の硬膜も摘出出来る。硬膜の修復は有茎骨膜弁か人工硬膜を用いて行う。

術前画像に基づいて硬膜の腫瘍発生源母地を同定することは難しい。実際に手術してみるまで、硬膜の腫瘍発部位が円蓋部なのか、あるいは大脳鎌なのか分からない。大脳鎌髄膜腫の場合、表面の硬膜が切除出来ない事があり、また必要でない事もある。そのような場合には硬膜形成は必要無いだろう。一般的に手術の計画を立てる際に多様な選択肢を用意して、実際の状況によって戦略を変更する。

6.4.3. 大脳鎌髄膜腫およびテント髄膜腫に対する一般的な治療戦略

大脳鎌髄膜腫とテント髄膜腫は典型的な円蓋部髄膜腫とは異なる。何故なら傍矢状洞髄膜腫と同様に、上矢状静脈洞や横静脈洞に浸潤している可能性があるからである。術前のMRA、脳血管撮影、CTAの静脈相画像は、静脈洞がまだ開存しているか、それとも閉塞しているかを判断するのに有用である。静脈洞が開存している例では、静脈洞に浸潤した腫瘍はそのまま残し、後で定位的放射線治療を行う。静脈洞の中へ腫瘍を追いかけて行くと、静脈洞の損傷によって静脈洞血栓症を起こし、悲惨な静脈性梗塞に至る事がある。損傷した静脈洞を修復するのは、出血量が多く困難である。修復に成功しても、静脈洞血栓症は数日後に

起こる可能性がある。上矢状静脈洞の前1/3の損傷では静脈性梗塞の危険性は小さいが、我々は減多に上矢状静脈洞を切除しない。静脈洞が閉塞している場合には、大脳鎌と一緒に静脈洞を部分的に切除する事が可能である。

傍矢状洞髄膜腫の時と同様に、腫瘍全体がよく見えるように、正確かつ十分な大きさの開頭を計画しなければならない。同時に、開頭は腫瘍の存在する側に大きく、かつ静脈洞の両端に及ぶ様に計画する。こうしておく、誤って切断した静脈洞を修復する際に、両端からアプローチしやすくなるし、また少しでも広い術野を確保する為に、静脈洞を大脳鎌やテントと一緒に対側に圧排する事も出来る。硬膜切開を計画するときは脳表から硬膜静脈洞に向かう架橋静脈の存在を考慮しておかなければならない。これらの静脈は損傷しないように温存すべきであり、硬膜切開の大きさは架橋静脈の間で腫瘍の剥離が容易に行える様に、腫瘍の大きさから考慮するものよりは静脈洞に沿って少し長くする必要がある。硬膜は静脈洞側に基部があるU字ないしはV字型のフラップ状に切開する。両側に及ぶ大脳鎌髄膜種や、テントの上下に大きく進展するテント髄膜種の場合、静脈洞の両側に硬膜切開を行う必要がある。腫瘍が一侧のみに存在する場合や、対側への伸展が多少あったとしても静脈洞が閉塞している場合は、一侧の硬膜切開で十分である。

硬膜を切開した後、まず最初に脳脊髄液を排出させて広い術野を確保する。これは大脳鎌髄膜種の場合は大脳半球間裂に、テント髄膜種の場合は上小脳槽や四丘体槽に入る事を意味する。ひとたび脳の緊張が低下すれば、大脳鎌であれ小脳テントであれ、腫瘍付着部全体が見渡せる様になる。腫瘍摘出は硬膜付着部全体の凝固から始める。こうすると腫瘍へ

の血液供給をかなり減らす事が出来、よりクリーンな手術を行う事が出来る。硬膜付着部を切離した後、より広い術野の確保が必要であれば、腫瘍を吸引して体積を減少させても良い。他にも、腫瘍縁に沿った剥離面を“Water dissection”と綿片で同定し、拡大して行く方法もある。全てのくも膜付着部、栄養動脈、静脈を凝固し切断する。腫瘍全体の周囲全てを剥離すると、腫瘍のサイズや架橋静脈間のスペースにもよるが、一塊ないしは数個に分けて摘出出来る。すべての通過する動脈や静脈は傷つけずに温存すべきであり、同じことは架橋静脈にも当てはめられる。

患者の年齢や既往歴、静脈洞が開存しているか閉塞しているかによって、硬膜付着部の大脳鎌やテントを切除するか、もしくは硬膜付着部を凝固するだけにとどめる。静脈洞が閉塞していれば、我々は閉塞した静脈洞と一緒に硬膜を切除することを選ぶ。閉塞した静脈洞を切断する前に切断部の近位部と遠位部を結紮する。静脈洞が開存している場合は、静脈洞下縁の直下から硬膜付着部を切除しなければならない。高齢者や硬膜浸潤がとても小さい場合は、硬膜は切除せずに、広範にわたって徹底的に硬膜を凝固するのみにとどめるだろう。これは先が鈍のバイポーラで、通常の脳内操作で使用するより高出力(我々のMalis装置では50)で行う。大脳鎌と比較して、小脳テントはあまり切除する事は無い。これは小脳テントに到達するのがより難しく、テント内にはより多くの静脈が走行しているからだ。

両側性の腫瘍では腫瘍摘出の戦略は少し異なり、実際には2つの方法がある。1つは先述した方法と同様に、腫瘍を両側から剥離して大脳鎌やテントの切除を行う。もう1つは腫瘍の前後の大脳鎌を最初に凝固切断し、同時に両側からの血

流を減らす方法である。それから腫瘍の両側を辺縁に沿って剥離し、一塊として摘出する。この戦略は静脈洞が閉塞している場合にのみ有用である。

静脈洞が部分的に摘出されて大きく硬膜欠損している場合を除き、硬膜弁を直接切開線に沿って直接縫合する事が多い。大きな硬膜欠損がある場合には、骨膜弁か人工硬膜で代用して硬膜形成を行う。円蓋部髄膜種同様、開頭した骨弁は問題がなければ元に戻すが、腫瘍が浸潤している場合は直ちに頭蓋形成を行う。

6.4.4. 頭蓋底髄膜腫に対する一般的な治療戦略

頭蓋底髄膜種は全髄膜腫の中で最も治療が難しい群である。それらは頭蓋底の様々な部位から発生し、頭蓋骨の中央部に位置するので頭蓋内主幹動脈や脳神経、頭蓋底の重要な構造物を巻き込む事が多い。小さい嗅窩部髄膜種と大きな錐体斜台部髄膜種では手術の計画は大きく異なる。発生部位によって、それぞれに解剖学的、機能的な特徴が存在する。これらを全て、本著で述べることは不可能だが、これらの病変に対する手術の考え方について述べる。

大きな頭蓋底髄膜種では、腫瘍が広範囲に血管や脳神経を巻き込んでいても、広範な頭蓋底アプローチによって小さな残存腫瘍まで摘出しようとする脳神経外科医がいる。またこれらの病変に全く触れようとしない脳神経外科医もいる。我々の方針としては、近年は小さな術野で手術を行う様になっており、時には部分摘出にとどまることもある。頭蓋底をドリルで削除して開頭を拡大することではなく、脳神経障害を防ぐため、小さい開頭で摘出可能な範囲の腫瘍を標的としている。もし腫瘍が残存していれば、経過観

察を行うか、あるいは定位的放射線治療で加療する。広大な頭蓋底アプローチを用いれば腫瘍摘出率が多少良くなるかもしれないが、その分手術合併症や神経学的障害は多くなる。最も経験豊富な術者が広範な術野で腫瘍摘出を行っても、腫瘍を残したり、小さな術野の手術よりもはるかに重い障害を残す事がある。腫瘍を全摘出することが、さほど危険でない場合は、ためらわずに全摘出を行う。しかし大きくて、海綿静脈洞等に浸潤している頭蓋底髄膜種の場合、我々はより慎重になる。

頭蓋底髄膜種に対してどんなアプローチを用いるかは腫瘍の正確な局在によって決まる。アプローチは腫瘍の硬膜発生母地や主要な血管構造、脳神経が最も良く見えるように選択する。腫瘍の多くは開頭部位から比較的離れた所にあるので、Keyhole手術の原則が当てはまる。我々が広範囲の開頭を行うのは錐体斜台部髄膜種に対するPresigmoid approachだけである。その他の部位の髄膜種については、通常の開頭で十分と考える(5章参照)。再手術症例では、くも膜の癒着を剥がすだけの煩わしい操作を避けるため、前回の手術とは別のアプローチを選択する。

いつも言える事は、硬膜内での最初の操作は、適切な脳槽を開放して脳脊髄液を排出し、脳の緊張を低下させる事である。こうする事で腫瘍に到達する事が出来る。剥離を進めて広い術野が確保出来れば、腫瘍を観察し、全ての動静脈、脳神経を同定出来る。腫瘍の周囲を確認し、腫瘍が重要な神経血管構造を巻き込んだり、浸潤している度合いに応じて、腫瘍摘出の最終戦略を決める。腫瘍を取り巻く血管や神経全て、出来る限り注意深く剥離して可動性を持たせる。

髄膜腫の硬膜発生母地が見えたら、そ

の硬膜附着部を辿り、流入血管を凝固、切断して腫瘍への血液供給を減らす。目的は硬膜附着部から腫瘍への主な血液供給を断つ事にある。時に腫瘍がとても大きく、腫瘍に覆われている構造物を同定出来ない事がある。術野を展開して、これらの構造物が見える様に部分的に腫瘍の内減圧を行う。内減圧では、先が鈍のバイポーラで凝固し続け(通常より高出力で、Malis 50~70)、凝固され、柔らかくなった腫瘍を吸引除去する。超音波破碎吸引装置はめったに使わない。なぜなら吸引とバイポーラでの繰り返し行われる操作で同じ結果が、より少ない出血量で得られるからだ。十分なスペースが得られた後は、剥離を腫瘍の表面に沿って続ける。“Water dissection”は腫瘍と脳組織の間を丁寧に剥離するのに有用である。頭蓋底髄膜腫は硬膜附着部以外からも血流供給を受けることが多い。術前画像で、頭蓋内主幹動脈やその分枝からの血流が確認出来る事がある。これらの細い血管をひとつひとつ注意深く見つけ出し、切断する操作は顕微鏡の強拡大下に行う。各々の栄養血管や静脈を凝固切断するが、もしこれらの小さな血管を誤って損傷してしまうと、血管は脳組織の中に引っ込んで、見つけ出して凝固するのが難しくなる。血流が途絶えた腫瘍を、その時点の状況に応じて一塊または数個に分けて摘出する。

頭蓋底髄膜腫において、我々はかならずしも硬膜附着部を切除していない。それよりも腫瘍摘出後、注意深く腫瘍発生部の硬膜全てを凝固する(Malis 50~70)。長期生存が見込める患者で、解剖学的に可能なら、腫瘍附着部近辺の硬膜を電気メスやメスで剥がし、肥厚した骨をダイヤモンドドリルで削り取る。ダイヤモンドドリルによって骨からの出血を止血する事も出来る。髄液漏を防ぐ為に、骨や硬膜の欠損部を人工硬膜やフィブリン糊と共に、脂肪や筋膜で覆う。骨弁から採

取した骨片を、頭蓋底の骨欠損に使用する事はほとんど無い。最後の閉頭と閉創は通常の方法で行う。

6.4.5. 腫瘍の硬さ

髄膜腫の硬さは本質的に多様であり、容易に吸引出来る、柔らかく薄い物から、少しずつしか摘出出来ない硬くて石灰化した物までである。術前のMRIでは腫瘍の正確な硬さが分からないので、実際に腫瘍に到達するまで真の硬さはわからない。硬い腫瘍は柔らかい腫瘍と比べて手術が難しく、上手く内減圧が出来ない。硬い腫瘍の場合、少しの操作でも容易に周囲の構造物を圧排して損傷する可能性があり、しかも凝固しづらい。このため術後の合併症としての脳神経障害は、硬い腫瘍の患者でより生じやすい。円蓋部髄膜腫では腫瘍の硬さは重要でないが、特に頭蓋底髄膜腫では腫瘍の硬さによって、どれくらい腫瘍が摘出出来るか、広範囲の摘出を試みるかどうかが決まる。周囲の構造物を巻き込み、海綿静脈洞内等に浸潤していそうな硬い腫瘍では、広範囲の神経や血管を触って術後の重篤な後遺症を残す危険を冒すよりも、部分摘出にとどめた方がよい。重要な構造物の隙間の残存腫瘍が吸引で摘出出来るのなら、全摘出が可能である。なお腫瘍の硬さは悪性度と相関しないようである。

6.4.6. アプローチ

円蓋部髄膜腫では、腫瘍全体が見やすく、到達しやすい体位とアプローチを選ぶ。ニューロナビゲーターは開頭と皮膚切開の正確な位置を計画するのに有用である。我々は円蓋部髄膜腫に対して仰臥位、側臥位、半坐位、時には腹臥位を取る事もある。最も重要なことは、頭位を

心臓より高くして出血を最小限にすることである。

傍矢状洞髄膜腫や大脳鎌髄膜腫では仰臥位、半坐位、腹臥位と経大脳縦裂アプローチを組み合わせたのが一般的である。適切な体位は、腫瘍の前後方向の位置によって決まる。術者が楽な姿勢をとり、また同時に腫瘍の前後縁が見えるようにする事が目的である。

テント髄膜腫では側臥位ないしは坐位で手術する。テント髄膜腫の中でも、腫瘍の大部分がテント上にある時に側臥位を用いる。逆に腫瘍の大部分がテント下にある場合は、坐位で上小脳テント下アプローチを行う。腹臥位には問題があり、顎をかなり屈曲して頭部を心臓より低くしなければテント下の視野が十分に確保出来ない。そうすることで、静脈性出血が増えて、手術が困難になる。全ての前頭蓋底、傍鞍上部、蝶形骨縁の髄膜腫はLSOアプローチで手術する。中頭蓋底の中に伸展している内側型蝶形骨縁髄膜腫では側頭部方向に拡大したLSOアプローチかPterionalアプローチを行う必要がある。側頭下アプローチは海綿静脈洞外側壁の髄膜腫および中頭蓋窩の前方や中間部の髄膜腫に用いられる。錐体斜台部髄膜腫の場合は、錐体骨の部分切除を併用したPresigmoidアプローチを要することが多い。小脳橋角部髄膜腫ではRetrosigmoidアプローチを行う。大後頭孔の高さの髄膜腫では、大後頭孔へ到達しやすい外側アプローチか、まれに坐位での低位正中アプローチを用いる。

6.4.7. 血流供給の遮断

腫瘍への血流をなくすことは、すべての髄膜腫手術の要点である。前述したように、腫瘍への血液供給の多くは硬膜から来ているので、まずそこに着手すべきである。頭蓋底、大脳鎌、そしてテント部の髄膜腫における最も有用なテクニックは、バイポーラで少しずつ着実に硬膜

の表面を凝固し、全ての硬膜付着部から剥離する事である。円蓋部髄膜腫と傍矢状洞髄膜腫でも、硬膜から腫瘍を剥離出来るが、腫瘍周囲の硬膜ごと切除する事と比べれば、時間がかかるだけで無益な事もある。我々は皮質血管や腫瘍を貫通する血管を誤って損傷しない様に、手術用顕微鏡下に操作する。一般的にこれらの動静脈は腫瘍直下の皮質上にある事が多いが、腫瘍が正中に近い時は血管が腫瘍を覆っていることがある。

硬膜付着部を切離すると、腫瘍を取り囲む大小様々な穿通枝からの血流供給が残る。これは他の部位の髄膜腫と比べて、円蓋部髄膜腫ではあまり見られない。硬膜以外からの栄養血管は、小さい腫瘍より大きな腫瘍で数多く認める。ここでのコツは、周囲から腫瘍を剥離する際に、顕微鏡を強拡大にして栄養血管や静脈を同定し、凝固、切断する事である。腫瘍を操作している際に、これらの血管が過伸展して裂ける事があり、十分な凝固が出来ない。裂けた小さな血管は脳の中に引っ込んで、出血し続ける。大きな摘出腔では引っ込んだ血管は隅の方の陰に隠れて、処理が極めて難しくなる。

内減圧が必要でなければ、我々は腫瘍本体の中に入らない。内減圧を行う時は、出血を最小限にするため、超音波破砕吸引装置ではなく、注意深くバイポーラと吸引を使う。術前の腫瘍塞栓術は、腫瘍が大きく血管が豊富な場合に有用である。大きい血管では無く、小さい穿通枝や栄養血管を閉塞させると、術中操作がしやすくなり、脳動静脈奇形の手術と同じ様な状況になる。

6.4.8. 腫瘍の摘出

髄膜腫を剥離する際に極めて重要なポイントは、腫瘍と脳のための正しい剥離面を見つけることである。たどりやすい明瞭なくも膜の面があることも、腫瘍が皮

質に密に癒着していることもある。我々は髄膜腫と周囲の癒着を剥離する際に“Water dissection”を用いる。小さな動静脈は“Water dissection”で温存出来るので、腫瘍内を通過する血管はそのまま温存することも凝固切断することも出来る。

剥離は、腫瘍と脳の境界が明瞭な場所から開始する。まず最初にくも膜面を“Water dissection”で拡大する。鈍針を用いて、剥離面に沿って生理食塩水を注入し、腫瘍を皮質から剥離する。強拡大下で皮質とくも膜付着部から腫瘍を剥離した後、栄養血管を凝固切断する。剥離し終えた場所に小綿片を挿入しながら、同様の事を繰り返して腫瘍表面の全てを剥離する。剥離を進める際は必ず脳組織から引き離す様に操作すべきであり、脳への圧迫を出来るだけ少なくする。この時、腫瘍が反対側で脳を押している事があるので、注意が必要である。特に脳浮腫によって、腫瘍と脳の間にスペースが無い状況では重要であり、このような時は脳脊髄液の排出や、腫瘍の部分的内減圧が有用である。

T&T:

髄膜腫を摘出する時は、常に腫瘍を正常脳組織から離す方向に操作する。

腫瘍を少しずつ摘出する際は、まず血管を凝固、切断しながら腫瘍の辺縁に沿って剥離し、マイクロ剪刀で腫瘍を切って摘出して行く。ループ状の電気メスはきわめて特殊な腫瘍にしか用いない。経験上、電気メスは電流が広い範囲に広がって、周囲の神経組織や血管を傷害してしまう事がある。小片を摘出するたびに、摘出腔の底から出血して、止血に時間がかかり、先に進めなくなることがある。

腫瘍が神経や重要な血管に癒着している時は、強拡大下で鋭的に剥離する。これらの構造物を全く傷つける事無く温存

し、腫瘍に直接癒着している部位のみを剥離する。腫瘍内を通過する動脈を温存しようとする、小さい円蓋部髄膜腫の手術でさえ、煩わしく時間のかかる作業となる。しかしこの操作には十分時間をかけるべきであり、時間をかけて経験を積みれば容易になっていくだろう。

腫瘍を全摘出した後、摘出腔内を良く観察して残存腫瘍が無いことを確認し、小さな出血点があれば再度凝固止血する。摘出腔の壁はサージセルで覆い、時にフィブリン糊も用いる。

6.4.9. 硬膜の修復

頭蓋底髄膜腫や大脳鎌髄膜腫では、硬膜付着部を摘出することの是非をよく考えることが大切である。頭蓋底の硬膜に比較的大きな欠損ができる場合は、筋膜か人工硬膜で閉鎖を試みる。髄液漏を起こしそうな場合は脂肪を用いる。骨の削除と硬膜の切除が広範囲に及ぶと、術後の髄液漏の危険性が高まる。

円蓋部髄膜腫では、術中に作製した有茎骨膜弁を用いる。この有茎骨膜弁を硬膜の欠損部全体に連続縫合を用いて縫合する。有茎骨膜弁を作製する時間を省く為に、人工硬膜を使用する方法もある。人工硬膜の問題点は、漏れがない様に縫合するのが難しいことである。硬膜閉鎖の方法に関係なく、皮下に脳脊髄液が貯留する症例を何例か経験している。多くは包帯による圧迫で簡単に治療できるが、数日間スパイナルドレナージが必要となる事もある。

6.5. 神経膠腫

神経膠腫は顕微鏡手術の対象となる事が多い。手術の目的は2つあり：(1)新たな神経学的脱落症状を生じさせることなく、可能な限り腫瘍を摘出する事、(2)腫瘍のグレードを確定する為、正確な組織学的診断を得る事である。ある種のグレードⅠの腫瘍以外は、手術で神経膠腫を治癒する事は出来ない。一方、優れた顕微鏡下手術の技術を用いて手術を行えば、周囲にダメージを与える事無く、腫瘍を大部分摘出出来る。神経膠腫は通常明瞭な境界が無いので、最も困難な課題は、どこまで腫瘍摘出を進め、いつやめるか決定することである。腫瘍が重要な領域の近く、ないしは中にある時には、さらに問題が大きくなる。手術で生じる新たな神経学的脱落症状は、生活の質を下げ、寿命を短くする事さえありうる。顕微鏡手術の観点から神経膠腫は：(a) 低異型度グリオーマ (グレードⅠとⅡ)、と(b) 高異型度グリオーマ(グレードⅢとⅣ)の2つの主なグループに分けられる。手術戦略と方法は、2つのグループで少し異なる。主に腫瘍の硬さと血管の豊富さによる。顕微鏡手術の戦略は手術による利益と合併症のリスクから考慮すべきである。

6.5.1. 低異型度神経膠腫の一般的な手術戦略

低異型度神経膠腫の手術の際、高異型度神経膠腫の場合と比べて、積極的に腫瘍摘出を試みる。高異型度神経膠腫の場合に比べ、摘出量が多ければ、無再発生存期間を延ばせる。特にグレードⅠ神経膠腫の場合は、全摘出で治癒できるかもしれない。腫瘍組織は高異型度腫瘍とは異なる。通常、腫瘍の色は周囲より蒼白く、やや弾性硬で、出血は多くない。壊死部分は含まないが、嚢胞が存在する事がある。

腫瘍が見やすいアプローチと開頭方法を選択する。皮質の腫瘍では、腫瘍の辺縁が全て見えるように露出すべきである。深部の腫瘍では、手術経路は腫瘍全体に到達できるものでなければならない。術前画像上の腫瘍全てを摘出することが目標である。神経膠腫は浸潤性なので、腫瘍細胞が辺縁に残ることは避けられない。前頭葉や側頭葉前半部等の、比較的安全な場所に腫瘍が位置している場合は、腫瘍辺縁から数cm大きめに摘出ができる。重要な領域ではこのような事は不可能であり、腫瘍の境界線通りに摘出すべきである。

頭蓋内操作は、まず脳脊髄液を排除して脳の緊張を低下させる事から始める。大きくて圧排性の腫瘍の場合、腫瘍自体が良く見えるようにするだけでなく、脳脊髄液を排除する為に、広い脳槽に到達出来るアプローチを計画するべきである。実際の腫瘍摘出は、腫瘍とその周囲の解剖学的構造の境界線の同定から始める。腫瘍の広がり分かれば、手術摘出を開始する。境界線に沿った切除を予定し、可能であれば脳回や脳溝のような、自然の解剖学的目印をたどる。貫通する血管は全て温存すべきである。皮質切開部の血管を凝固し、バイポーラと吸引で切り込んで、脳実質内に入る。凝固と、柔らかくなった腫瘍組織の吸引を絶え間なく繰り返しながら、境界線をたどる様に進んで行く。低異型度神経膠腫は、血管が少なく、出血は多くないので、超音波吸引器が有用だろう。しかし超音波吸引器を使用している間は、主な動脈と静脈の全ての走行に留意し、それらを切断しないようにしなければならない。境界部へ到達しやすくする為、最初に腫瘍の減圧が必要になることがある。腫瘍の固まりがある程度摘出できるまで、あらかじめ想定した境界線に沿って、腫瘍切除を続ける。大部分を摘出したら、摘出腔をしっかりと確認して、隠れている部分の

摘出を続ける。境界線のあたりで、比較的正常に見える脳組織に到達することが目標である。摘出腔からの出血は、どんなにわずかでも全て止血すべきである。最後に、摘出腔にサージセルを敷き詰める。硬膜閉鎖と閉頭は標準的な方法で行う。

6.5.2. 高異型度神経膠腫の一般的な手術戦略

高異型度神経膠腫では、手術は治療過程の一部分に過ぎない。我々の現在の治療戦略は、腫瘍の造影部位をできるだけ摘出し、放射線治療や化学療法を行う。脳神経外科医や神経放射線科医、神経内科医、神経病理学医、そして神経腫瘍科医から構成される神経腫瘍グループで各症例を検討している。

手術の目的は、腫瘍の体積を減少させる事であるが、神経学的合併症の危険性を最小限にしなければならない。術後の新たな神経学的脱落症状は、患者の実生活を短くする。これは、多くの施設の方針のように、ある程度の内減圧のみで済ますという意味ではない。もし開頭顕微鏡手術を決断した場合、我々は持てる技術全てを用いて、周辺構造物を温存しながら、造影される腫瘍の全てを可能な限り多く摘出する事に挑む。ただし高齢者で、腫瘍が深部にある場合には、我々は定位的手術で生検のみを行い、後に放射線治療を行うことを選択するだろう。

腫瘍に最も到達しやすいアプローチを選ぶ。高異型度神経膠腫は通常低異型度神経膠腫より血管が豊富である事を、手術計画の際に考慮する。さまざまな脳槽から脳脊髄液を排除し、脳の緊張を低下させる。腫瘍の内減圧や、腫瘍内部の囊胞の内容物の排除で更なるスペースが得られる。腫瘍の中に入ると、無数の病的

な栄養血管からの出血に出くわす事が多い。腫瘍の外縁は豊富に血管があるが、内部はほとんど血管がなく、壊死を伴い、しばしば囊胞がある。血管が豊富な腫瘍組織は、周囲脳より暗く赤い事が多い。一方壊死部分は黄色みがかっており、血栓化した静脈を含有している。高度に血管が豊富で、出血傾向があるので、悪性神経膠腫の手術の際は超音波吸引装置の使用は最小限にとどめる。その代わりに先が鈍のバイポーラを右手に持って持続的に凝固し、左手に持った吸引管で、小さく反復的に吸引することで腫瘍を摘出する。この手技により術中を通して良好に止血できる。

腫瘍が脳表にある時は、脳動静脈奇形と同様の方法で手術を行うべきである。腫瘍は常に凝固と止血を繰り返しながら、境界線に沿って進まなければならない。減圧目的で無い限り腫瘍の中には入らない。出血を最小限に抑えるためである。重要な領域の近くや、皮質下の腫瘍では、この戦略を用いず、直接腫瘍の中に入り、内から外に向かったの腫瘍の大部分を摘出する。この時、できるだけ周囲の大事な組織に触れないよう努める。連続的なバイポーラでの凝固は、出血を最小限に保つために必須である。腫瘍組織の中は、あらたな神経学的脱落症状を引き起こす危険性が少ない。問題は腫瘍の境界線で起こる。低異型度神経膠腫の場合と同じく、神経膠腫の浸潤性があるので、腫瘍組織が必ず残る。切除面からの出血が止まり、組織が正常白質のように見えたら、造影される組織は大抵摘出されている。特殊な撮影装置を組み込んだ顕微鏡で、5-ALAを使用すると、造影される腫瘍の境界を同定するのに役立つ。貫通する動脈は、低異型度神経膠腫の場合と同様にすべて温存すべきである。可能な限り腫瘍を摘出したら、摘出腔の壁全てを注意深く止血し、切除床にサージセルを敷き詰める。

通常の方法で層々に閉創する。以前に放射線治療を行った患者の再手術の場合、皮膚は薄く萎縮しがちである。このような症例では、創部からの脳脊髄液の漏出と同じく、皮下貯留の危険性が高い。皮下と皮膚は通常より注意して閉創しなければならない。創が十分に治癒するまで抜糸を遅らせる。時には数週間待つ事もある。

6.5.3. アプローチ

神経膠腫の手術では、腫瘍の位置に応じてアプローチを決める。我々は5章で述べた様々な異なる体位（仰臥位、パークベンチポジション、腹臥位、半坐位、そして坐位）を使用する。正常組織の損傷をできるだけ少なくしつつ、自然な解剖学的面に沿って腫瘍を摘出する事を目標としている。腫瘍の摘出ばかりでなく、スペースがない状況では脳脊髄液排除がしやすい開頭をするべきである。静脈灌流がよくなり、浮腫を減らすべく、頭部を心臓より高くする。皮質の腫瘍では、通常腫瘍の全境界線を処理できる様、開頭と硬膜切開を大きくする。深部病変では到達経路を“Keyhole原則”に基づいて小さくできる。

特に悪性神経膠腫では、患者は術後に放射線治療を受ける可能性が高く、皮膚切開を計画する際、留意すべきである。直線か、わずかに曲がっただけの皮膚切開は広範に血液供給をうけるので、基部が狭い皮弁より治癒しやすい。

6.5.4. 頭蓋内での腫瘍の位置と、輪郭の把握

神経膠腫は浸潤性に発育するので、頭蓋内での腫瘍の位置と、境界をつかむことは、常に最も困難な課題の1つである。腫瘍組織が暗い色をしているので皮質表面から認識できるが、境界線がはっきりしないので、腫瘍がどこで終わり、

正常組織がどこで始まるかを判断しなければならない。

可能な限り解剖学的構造で腫瘍の位置を確認するよう努めている。自然な面や血管構造は、位置を確認する目印として利用できる。腫瘍の各部分の摘出が、特定の解剖学的構造に到達すれば終わるように、手術を計画すべきである。周囲に明確な解剖学的構造物が無い事もある。その場合は、個人の立体的な想像力や、注意深い組織の観察、定規の使用、そして純粋な直観に頼るしかない。術前画像で腫瘍の大きさを測定し、手術室で定規で計測すれば、腫瘍切除範囲をうまく評価出来る。腫瘍摘出を始める前に、危険性の高い構造物全ての位置と、様々な方向での腫瘍の大きさを大まかに把握しておく必要がある。手術の途中で位置をつかむことはほぼ不可能である。最初の観察と、方向の確認では、距離感をつかみやすいので、顕微鏡は弱拡大で使用した方が良い。実際に腫瘍摘出を始める時は強拡大にする。手術の途中で迷った時は、拡大率を下げ、定規で注意深く計測することが有用である。重要な領域に近い腫瘍では、ニューロナビゲーターを使用する。ニューロナビゲーターは、硬膜を開けた直後であれば、アプローチの計画や腫瘍の境界の同定に役立つ。脳脊髄液が排除され、腫瘍が部分的に摘出されれば、ニューロナビゲーターの情報は精度が低くなる。

6.5.5. 腫瘍摘出

神経膠腫の摘出術で最も重要な手技は、先が鈍のバイポーラで凝固を続け、柔らかくなった組織を吸引除去する事だ。超音波吸引器とは異なり、バイポーラは腫瘍組織の剥離ばかりでなく、凝固にも使用する。出血があれば、先に進む前に、時間をかけて完全に凝固止血した方が良い。切除表面が増えれば、小出血が集まって血液が溜まり、さらに処理しにくくなる。頻回に術野を生理食塩水で

洗浄して、小さな出血点をすべて同定する。

腫瘍を剥離した境界には、目印として綿片を使用する。同じ境界線に、違う方向から入る際、境界の位置が分かるので有用である。同時に綿片は切除表面を圧迫止血し、切除床からの出血を減少させる。大きな摘出腔では、綿片を使用して虚脱を防ぐと、残存腫瘍の摘出が容易になる。

神経膠腫の手術では腫瘍標本を採取することが必須である。腫瘍組織の硬さに変化があれば、腫瘍境界からいくつか標本を摘出し、手術を進める。凍結切片は直ちに分析するが、最終的な病理診断には通常約1週間かかる。

6.6. 第三脳室内コロイド嚢胞

コロイド嚢胞はサイズが小さく境界明瞭で比較的血管が乏しい病変であり、手術摘出が第一選択肢である。深部正中にある事が難題である。今日では照明、拡大、画像診断と手術手技の改善で第三脳室内コロイド嚢胞は安全に摘出出来る様になった。コロイド嚢胞の手術には複数のアプローチと手技が使える。(a) 大脳縦列経路で脳梁の外側経路；(b) 大脳縦列経路で脳弓の間の脳梁経路；(c) 直接脳室に到達する脳皮質経路；(d) 定位的アプローチ；そして最近では(e) 内視鏡的アプローチである。顕微鏡手術でのアプローチでは、我々は大脳半球間裂経路での外側経脳梁アプローチを利用している。このアプローチでは正中の外側寄りから側脳室に入るため、どちらの脳弓の損傷も極めて少ない。経皮質アプローチと比べ、経脳梁アプローチは交連神経回路の僅かな部分にしか影響を及ぼさないが、一方経皮質アプローチは結合回路や重要な白質の層構造を損傷する。内視鏡アプローチは、病変や周囲の構造物を最も明瞭に視認しやすい。しかし残念ながら顕微鏡手術の器具に比べて良好な器具が無く、期待に応えられる物ではない。

6.6.1. コロイド嚢胞の手術の一般的な戦略

第三脳室コロイド嚢胞による最も重要な症状は水頭症である。コロイド嚢胞摘出の目的は両側のモンロー孔の開放と、脳脊髄液の流れの正常化である。コロイド嚢胞内容液の吸引にとどまれば、外膜も含めて嚢胞を完全に摘出した場合に比べて再発が多い。

正中より外側寄りで脳梁を経て、モンロー孔の位置で直接側脳室前角に到達するべく、大脳半球間裂アプローチを行っている。通常、右利きの術者にとっては右側からのアプローチがより便利である。

このアプローチで起こりうる合併症は、主に架橋静脈の損傷やモンロー孔の位置での脳弓の損傷（稀）、コロイド嚢胞の小さな栄養血管からの脳室内出血である。付言すれば、側脳室に入る部位が前後にずれると、方向を間違えてモンロー孔やコロイド嚢胞への到達が困難になる。手術手順は、これらの問題が最小限になるように計画すべきである。

6.6.2. 体位と開頭

患者は半座位とし、Gスーツパンツを着用させる。頭部はやや屈曲するが、回転させたり外側に傾けたりしない。半座位の時は、杉田ヘッドフレームを使用する。頭位を正しく設定すると、アプローチの軌道はほとんど垂直になる。頭部をどちらかに傾けると、開頭が正中から外側にずれる可能性がある。そうなると大脳半球間裂に入り、病変に到達する事が難しくなる。冠状縫合のすぐ後ろに、基部が前方にあるやや曲線状の皮膚切開を行う。皮膚切開は正中から両側に延ばし、アプローチ側では少し長くする。皮弁を数個のスプリングフックで前方に翻転し、1個のスプリングフックで創を後方に拡大する。後方に牽引するスプリングフックが無いと、皮弁を前方に翻転するスプリングフックの力により、骨の露出が前にずれてしまう可能性がある。こうなると頭蓋内でのアプローチの角度が前になり過ぎるだろう。骨の露出部の中央に冠状縫合が来る様にする。開頭と硬膜切開は5.2.3.項で述べた通りに行う。

6.6.3. 大脳縦列アプローチと脳梁切開

硬膜を開けて皮質を露出し、脳を牽引する前に、モンロー孔の方向の目印を確認することが重要である。最も良い目印は、冠状縫合の正中から外耳孔に至る想

像上の線であり、この線は脳室造影の際に、カテーテルを第三脳室内に入れるための目印として使われてきた。手術用顕微鏡の角度が、計画したアプローチの軌道線上にあるかどうか、確認する事も重要である。

大脳半球間裂に入ると、架橋静脈が視野を遮って、前頭葉が牽引できない事がある。術野を制限する静脈の間で作業しなければならないだろう。架橋静脈を脳表から1~2cm剥離すると、アプローチしやすくなる。2~3本の小さい枝を切断すれば、主幹静脈を安全に移動出来る。静脈性梗塞の危険性はあるが、小静脈を犠牲にしなければならない時もある。広範囲におよぶ長時間の脳の牽引は、静脈の流れを妨げ、架橋静脈切断と同じ結果になるだろう。

“Water dissection”を用いて大脳半球間裂を露出し、拡張しながらさらに剥離を進める。くも膜とその線維をマイクロ剪刀で鋭的に切断する。マイクロ剪刀の先端を閉じると剥離子として使用できる。脳ベラの使用は最小限にする。特に手術の最初の段階では使わない。その代わりに、様々なサイズの綿片を用い、右手のバイポーラと左手の吸引管を“微小開創器”として使用する。大脳半球間裂を広く開き、前頭葉の可動性が得られれば、スペースを保つために脳ベラを使用しても良い。それ以外では使用は避ける。丸めた綿片を大脳半球間裂の術野の前と後ろの端に置き、緩やかに大脳半球間裂の作業スペースを広げ、機械的な開創の必要性を減らす。

大脳半球間裂内でもくも膜の癒着を切断した後、大脳鎌に沿って脳梁に向かって剥離を進める。大脳鎌の下縁で、互いに癒着し合った帯状回に到達する。白色で、繊維が横走する脳梁に向かって、深く剥離を進める。癒着した帯状回を脳梁

と間違えたり、対になった動脈を脳梁辺縁動脈と間違えると、方向は確認しにくくなる。脳梁に到達する頃には、右の大脳半球の可動性がよくなるので、慎重に約15mm牽引する。

脳梁槽に入ると、両側の脳梁辺縁動脈が見え、それぞれが正中の左右に存在している事が確認出来る。右大脳半球に向かう穿通枝の損傷を防ぐため、右の脳梁辺縁動脈を剥離し、外側に移動する。対側の大脳半球の内側の狭い範囲に血液を供給する横走する枝が時折存在する。脳梁体部の前1/3に限って脳梁を右の脳梁辺縁動脈の内側で切開するが、脳弓の温存のためにできるだけ外側で行う。水頭症があれば脳梁は薄い、そうでなければ10mm以上のこともある。先が鋭のバイポーラで10mm以下の楕円形の脳梁切開を行う。手術の後半には拡大している事が多い。

脳梁切開後、以前は側脳室の虚脱の防止のために脳ベラを用いていた。最近では、通常バイポーラと吸引管のみを開創器として使用する。さらに、薄い綿片を脳梁開口部に入れて間口を維持し、脳梁辺縁動脈を保護する。側脳室の中で、脈絡叢と視床線条体静脈を前方やや内側に辿った合流点にモンロー孔が認められる。前内側に位置する中隔静脈は、モンロー孔で視床線条体静脈と合流し、第三脳室の上壁を走行する内大脳静脈を形成する。モンロー孔に近づくにつれ太くなる側脳室外側静脈によって、正確な位置が確認出来る。透明中隔に小さな穴を開けることにより、対側の側脳室から脳脊髄液を排出する事が出来る。水頭症の患者では、透明中隔は大抵薄く、すでに穴があいていることがある。

6.6.4. コロイド嚢胞の摘出

まず嚢胞の上で、嚢胞を覆い隠す脈絡叢を凝固し、嚢胞を露出する。次に嚢胞を尖ったフックかマイクロ剪刀で開放する。開口部を直のマイクロ剪刀で拡げる。嚢胞内容を吸引管とバイポーラで除去する。嚢胞内容が硬ければ、小さなリング状鑷子を使って摘出する。残った内容物や嚢胞の壁をマイクロ剪刀で切除する。通常コロイド嚢胞は、第三脳室の天井や脈絡膜に付着している。付着部には通常1本の動脈と2本の静脈があるが、これらの小血管からの出血を防ぐため付着部を凝固切断する。嚢胞摘出後は、洗浄液が透明になるまで、十分に止血を確認する。術前に重度の水頭症があれば、術後に脳の虚脱と硬膜下血腫の危険性がある。これを防ぐため、我々はまず脳室を生理食塩水で満たし、脳梁の切開部にサージセルとフィブリン糊を充填する。

6.7. 松果体部病変

松果体部の病変は病理組織学的に様々な要素からなるが、進行性の重篤な臨床兆候を伴う事が多い。外科的治療は未だに難しい。なぜならこの部位には深部静脈系と、中脳 -- 間脳などの構造物が入り組んでいるからだ。松果体部で最も多い病変は悪性 (Germinoma, Pineoblastoma, Anaplasticastrocytoma, Ependymoma, Teratoma, Ganglioneuroblastoma) であれ、良性 (Pineocytoma, Pineal cyst, Meningioma) であれ腫瘍である。脳動静脈奇形、海綿状血管腫、Galen静脈奇形のような血管性病変は全体の10%を占めるに過ぎない。あいにくMRIで松果体部腫瘍が良性か悪性かは確実に判断できない。顕微鏡下手術を行うかどうかを決める前に、定位的生検を行う脳神経外科医もいる。我々は、ほとんどの症例で、直達手術を松果体腫瘍の第一選択肢としている。松果体部の病変には上小脳テント下アプローチ (5.7.節参照)を利用する。このアプローチは安全で効果的であり、合併症が少なく、腫瘍を完全摘出しやすく、決定的な組織病理診断が得られやすい。松果体嚢胞は症候性の時や、MRIでの経過観察中に増大した時、腫瘍性病変が疑われる時にのみ手術される。

6.7.1. 松果体部病変の一般的な手術戦略

手術戦略は術前のMRIとCT所見をもとに計画する。MRI、特に深部静脈系の検査は手術の計画や、病変付近の構造の評価に最も有用である。きわめて血管が豊富な病変では、手術中の出血を最小限にするため、最初に処理する栄養動脈を同定するためにDSAも使用する。松果体部病変には、座位で傍正中上小脳テント下アプローチで手術をする。このアプローチの最も優れた利点は：(1) アプローチの軌道が下方からなので深部静脈系を損傷せず温存出来る事；(2) 正中の小脳静脈

がよけられる事；(3) 重力によりテントと小脳の間に牽引なしで隙間ができる事だ。我々の主な戦略はまず組織学的診断を得ることで、可能なら腫瘍を全摘する。成分が入り混じった腫瘍もあるので、腫瘍の異なる部分から多くの検体を採取する。良性病変では腫瘍の全摘出が可能である。悪性病変では概ね全摘出できれば良い方である。腫瘍摘出の間、術後の静脈性梗塞を防ぐため、全ての静脈構造を損傷せず温存しなければならない。

Parinaud症候群あるいは複視は通常一過性だが、術後患者の約10%に見られる。おそらく中脳被蓋部近辺の操作によると思われる。

上小脳テント下アプローチは術前に閉塞性水頭症があっても行われる。第三脳室後壁経由や大槽から、あるいは側脳室後角穿刺で脳脊髄液を排除する事でコントロール出来る。最近は内視鏡下第三脳室底開窓術も良い選択肢になっている。ただし我々の経験では、閉塞性水頭症は腫瘍手術の際に、徹底的に腫瘍を排除して第三脳室を開くことで、大抵は十分に対処できる。

6.7.2. アプローチと開頭

座位での上小脳テント下アプローチは5.7.節で詳細に述べている。

6.7.3. 硬膜内アプローチ

くも膜の癒着や、小脳とテントの間の架橋静脈のいくつかを凝固切断すると小脳が下垂して、脳を牽引しなくても良好な視野が得られる。必要なら、大槽を開放し、脳脊髄液を排除すると更に良好な視野が得られる。手術経路に沿い背側中

脳槽から脳脊髄液を排除すると、さらに剥離に必要なスペースが得られる。この時点で深部に位置する静脈と暗く青い色の脳槽を区別することは極めて重要である。前中心小脳静脈を露出し、必要なら切断すると視野が明瞭になる。そしてGalen静脈とその下の解剖が確認出来る。これは手術の最も重要な部分であるが、腫瘍によるくも膜の慢性炎症に起因した厚い癒着によって剥離が難しいことがある。我々は通常外側から剥離を開始する。前中心小脳静脈を見つけてから松果体部に向かう。さらに剥離を進めている時、後脈絡叢動脈を損傷しないよう特に注意が必要である。

頭症を起こしうるので、注意深い止血が重要である。

悪性かつ浸潤性の腫瘍は亜全摘にとどめる。吸引とバイポーラで第三脳室の後部が見え、中に入るまで腫瘍摘出を続ける。松果体部は術野が小さくて狭く、特に腫瘍の前方部分では極めて長い器具が必要なので、超音波吸引器は減多に使わない。最近長くて細い軸を持つ新しい超音波吸引器が発表された。それならば松果体部でもに使用可能であろう。可能なら病変の全摘出を試みる。

6.7.4. 病変摘出

腫瘍は肥厚したくも膜に覆われていて、すぐには判別出来ない事が多い。マイクロ剪刀とバイポーラで注意深くくも膜を開けると腫瘍が露出し、組織学的標本が得られる。腫瘍の摘出は吸引と、腫瘍内部の血管を凝固しながらのバイポーラ操作で行なう。内減圧の後、腫瘍は“Water dissection”を利用して周囲の静脈から剥離する。腫瘍の剥離は外側から始めて内側に向かう。最終的には外側から腫瘍の栄養血管を凝固切断する。第三脳室後部は最終的に開放され、脳脊髄液が排除されると、更にスペースが出来るので残りの腫瘍を周囲から剥離しやすくなる。

後交連下の出血はどんなにわずかでも致命的な結果を招きうるので、極めて嚴重な注意が必要である。それ故、この部位ではどんなに小さい血管でも凝固切断すべきであり、腫瘍の操作で引き裂くべきではない。小さな血管は腫瘍の裏に隠れる可能性がある。それらを確認するには鏡か内視鏡が有用であろう。第三脳室や中脳水道ではわずかな血餅が急性水

6.8. 第四脳室内腫瘍

第四脳室内腫瘍には良性や悪性などさまざまな病変がある。最も多いのはPilocytic astrocytoma、髄芽腫、上衣腫、血管芽腫と類上皮腫である。これらの腫瘍は病理組織学的にも臨床経過も異なるが、顕微鏡手術の戦略と計画は類似している。第四脳室腫瘍は大抵"Posterior fossa mass-syndrome"、特に水頭症を起こす。典型的には第四脳室が部分的、ないしは完全に病変で満たされ、脳幹は斜台に押し付けられる様に圧迫される。術前MRIだけでは病変が良性か悪性が正確に決定できない。手術の目標は2つあり、(a) 正確な組織学的診断を得る事と(b) 水頭症を解除し、脳幹への圧迫を取る事である。これらの目標は腫瘍の種類によらず達成可能である。

6.8.1. 第四脳室内腫瘍に対する一般的な治療戦略

第四脳室腫瘍の症状は大抵水頭症である。意識レベルが悪くなっていく症例では脳室ドレナージ(EVD)を緊急で施行する。腫瘍摘出手術は同一日か2~3日以内に行う。4~5日以上待機する必要がある症例では、脳室ドレナージよりもシャントを選ぶだろう。脳室ドレナージと異なり、シャント施行後の患者は普通の病室で待機可能である。内視鏡的第三脳室底開窓術を考慮してもよいが、後頭蓋窩がタイトなので、斜台と脳底動脈の間には安全に操作できるスペースが殆ど無いだろう。意識レベルが良い症例では、あらかじめ脳脊髄液の流れを変える手術を行わず、直接腫瘍を手術する。腫瘍が摘出されれば正常な脳脊髄液の流れが再開する。この様な患者にシャントを行う時は、脳室腹腔シャントを選択した方がよい。第四脳室腫瘍に対して良く行われる坐位手術では、脳室心房シャントは禁忌であるからだ。

我々の経験では、第四脳室腫瘍は坐位で頭蓋窩正中アプローチを用いて手術するのが最良である(5.8.節参照)。このアプローチの優れている点は：(1) 正中央向へ向かうのが容易である；(2) 左右の小脳扁桃の間でMagendie孔を通して第四脳室に入るので、小脳虫部を完全に温存できる；(3) 患者を前方に倒す事により、中脳水道開口部を含めて第四脳室全体が見える；そして(4) 第四脳室に対して垂直ではなく、主に接線方向に操作するので、第四脳室前壁(すなわち脳幹)の操作や損傷の危険性が少なくなる。当然のことながら、坐位の利点は、その危険性を上回る(5.8.節参照)。

MRI画像は第四脳室腫瘍摘出術の計画を立てるのに重要である。腫瘍がどの程度の高さに伸展しているのか、病変の頭蓋内部分に到達する為にどの程度前方に傾ける必要があるのかを決めるには矢状断画像を利用する。腫瘍が中脳水道に近ければ、前方へさらに傾ける必要があるだろう。軸位画像では腫瘍によって第四脳室がどの程度圧迫されているかを観察すべきである。腫瘍周囲に脳脊髄液のスペースがあるか、もしあればどの方向から圧迫されているのか？ 他の重要なポイントは、腫瘍の発生母地や、周囲と癒着している部位である。まれに腫瘍の発生部位が正確にわかることもあるが、殆どの症例では腫瘍が小脳または脳幹に浸潤しているかどうかはわからない。脳幹浸潤がある場合は、甚だしい神経脱落症状を引き起こすので、全摘出は現実的ではない。そのような場合、手術の目的は良い組織学的検体を得ることと、腫瘍の体積を減少させて圧迫を解除する事だ。血管芽腫のように、非常に血管が豊富な病変では、術前にCTAかDSAで主な栄養血管の走行を確認しておく。

手術で危険性の高い解剖学的構造は後下小脳動脈と脳幹の後部の両方である。

計画通り、正中を真っすぐに病変に向かえば、脳神経には出くわさない。しかし不用意に腫瘍を脳幹から剥離すると、脳幹内の神経繊維や神経核の直接損傷を招きうる。後下小脳動脈は脳幹や延髄の周りを回り、それらの後方に到達するが、小脳扁桃が後下小脳動脈を覆っている事が多い。後下小脳動脈は頭頂側に方向を変え、正中近くですれ違い、後外側にそれて行く。腫瘍外側の切除に先立ち、両側後下小脳動脈の走行をそれぞれ確認すべきである。後下小脳動脈から主な栄養血管が分枝している可能性もある。術後の小脳梗塞を避けるため、後下小脳動脈は必ず温存する。

腫瘍摘出術の一般戦略は以下の通りである。大孔近くの正中線で硬膜を開け、両側の小脳扁桃を左右に上げ、第四脳室に入る。腫瘍を部分的に内減圧して、より広いスペースを確保する。続いて腫瘍の後の境界線に沿って頭頂側に向かい、第四脳室の頭頂側の部分の腫瘍が完全に剥離されるまで腫瘍摘出を続ける。ここまで来ればさらに脳脊髄液が排除される。第四脳室前壁を損傷しないよう、特に注意しながら腫瘍を剥離して行く。可能であれば完全摘出を目指す。腫瘍摘出により大抵は正常な脳脊髄液の流れが回復する。シャントは術後に水頭症が残る患者にのみ施行する。

6.8.2. 体位と開頭

このアプローチの体位と開頭は5.8.節で詳細を述べた。

6.8.3. 第四脳室に向かう硬膜内剥離操作

硬膜は手術用顕微鏡下に切開する。我々は底辺が大孔にある逆V字の硬膜切開を行う。更にスペースが必要なら、上外

側に2箇所硬膜切開を追加するが、多くは前述の逆V字型の切開で十分である。何本かの糸で硬膜を持ちあげ、硬膜切開縁で小脳表面の静脈がうっ滞しないようにする。くも膜は層ごとに切開し、血管クリップで硬膜切開縁に固定し、術野ではためかないようにする。くも膜を切開すると大槽から脳脊髄液が流出する。ここから先は強拡大で手術を続ける。

“Water dissection” と小さな綿片を用いて両側小脳扁桃をそっと開く。両側の小脳扁桃の間のくも膜の帯を張りつめさせて、マイクロ剪刀で切断する。目的はMagendie孔を経由して第四脳室の中に入ること、多くの場合Magendie孔は拡大して腫瘍が充満している。しばしば両側小脳扁桃を上げる前に腫瘍が見える事がある。このアプローチでは普通脳ベラを用いない。その代わり、第四脳室内のより良好な視野を得るため、手術台全体を前方に回転させる。両側小脳扁桃の間に、それらが離れた状態を維持するために綿片を置いておく。できるだけ速やかに両側の後下小脳動脈を同定する。摘出の際、それらを温存する為だ。後下小脳動脈から腫瘍内部に入る栄養血管は強拡大下に凝固切断する。

6.8.4. 腫瘍摘出

腫瘍の尾側部が見えれば、摘出を始める前に最初の組織標本を凍結組織学的診断のために採取する。組織標本はリング状鑷子で採取する事が最も多い。通常髄内腫瘍の際は、腫瘍の様々な部位からできるだけたくさんの標本を採る様に努める。組織は腫瘍の部位によって違うからである。最初の標本を摘出した後、部分切除を繰り返しながら腫瘍摘出を進めて行く。先が鈍のバイポーラと吸引で腫瘍内部に入る。絶えず凝固を繰り返し、腫瘍を内部から縮小させる。内減圧を行わないと、腫瘍の辺縁に沿って剥離するスペースがほとんど得られない。脳幹を圧迫するので、腫瘍を前方に押すのは避けるべきである。嚢胞成分を持つ腫瘍では、それを開放すると更なるスペースが得られる。

腫瘍が部分的に減圧されれば、腫瘍の境界に沿って剥離を続ける。もし自然の剥離面があれば、それを同定して、“Water dissection”を行い、バイポーラで剥離面を丁寧に上げ、くも膜や血管付着部に鋭的切開を行ってこの面の剥離を進める。剥離面を可能な限り遠くまでたどる。腫瘍後方の面がまず見えるので、剥離をこの面に沿って始めることが最も容易である。後方の面は外側、特に上方に露出する。第四脳室の上部と中脳水道に接近するため、腫瘍頭側の境界に到達することが目標である。ここからさらに脳脊髄液を排除出来る。頭頂側部分に到達すれば剥離を外側方向に変える。髄内腫瘍の場合、腫瘍は外側の境界から発生する事が多い。腫瘍の仮想境界線の同定は難しい事があるので、不用意に脳幹の中に入らないよう特に注意する。可能なら腫瘍を正常組織から引張り、張力がかかった面に沿って切除する。リング状鑷子はバイポーラより接触面積がより大きいので、腫瘍を把持しやすい。

血管芽種のように血管が豊富な腫瘍で

は、少し戦略を変えて腫瘍を摘出する。内減圧は深刻な出血を起こすので、現実的な選択肢ではない。むしろ一塊で摘出すべきである。可能な限りすばやく腫瘍への主な血液供給を減らすことが目標である。このため術前にCTAやDSAで評価を行う。腫瘍への血液が減れば、一塊あるいは複数個に分けて摘出する。

腫瘍の大部分を摘出したら、第四脳室に残存腫瘍がないか観察する。手術台の傾きを適切に調整すると、遠く中脳水道まで遮る物のない視野が得られる。特に上衣腫は両側のLuschka孔の中に発育する事がある。それらは正中からは見えにくい。小脳扁桃は広めに開大し、手術用顕微鏡を適切な方向に向け、外側方向の視野を得る。腫瘍がLuschka孔の内部にあるうが外部にあるうが、そっと腫瘍を引っ張ると、腫瘍を視野に持ってこられる。上衣腫では、常に腫瘍の完全摘出を試みるべきである。

全ての摘出腔に沿って、特に腫瘍付着部では注意深く止血する。最小限の力での圧迫止血では、術後脳室内出血の危険性が高い。第四脳室前面からの出血では、脳幹を損傷しないように、われわれはバイポーラでの止血は出来るだけ避ける。TachoSilのような止血材料がこのような状況では有用である。その小片を切除部位に沿って置き、綿片で優しく圧迫する。少量の出血は効果的に止血できる。それは脳室壁に貼り付き、脳脊髄液の流れを妨げない。

硬膜などは通常どおり閉鎖する。患者をICUに収容する。2時間から4時間後にCTを施行し、全てに問題がなければ覚醒させる。通常このような後方からのアプローチでは、術後の下位脳神経麻痺は生じない。それでも、我々は抜管前後で嚥下機能を注意深く監視する。

6.9. 脊髄硬膜内腫瘍

最も一般的な脊髄硬膜内病変は神経鞘腫、髄膜種、神経繊維腫、上衣腫、星細胞腫である。さらに血管性病変として脊髄海綿状血管腫、脊髄動静脈奇形と脊髄動静脈瘻 (dAVFs) があり、同じような顕微鏡下手術を必要とする。硬膜切開はもちろん、アプローチそのものはどの病変でもほとんど同じだが、実際の硬膜内の手術操作は病変ごとに対応して行う。脊髄硬膜内病変の共通した難点は脊椎管や内部の構造物が小さいことだ。術野や到達経路が狭いので、高倍率下での質の高い顕微鏡下手術技術がきわめて重要である。

6.9.1. 脊髄硬膜内病変に対する一般的な治療戦略

ほとんど全ての脊髄硬膜内病変には、適切な椎体レベルでの半側椎弓切除を行って到達する。椎弓切除は脊柱管の減圧が最大の目的の場合に限る。例えば脂肪腫やほとんどの神経膠腫では、実際に病変が確実に摘出できないからだ。半側椎弓切除の不利な点是对側外側の硬膜の露出が小さくなることだが、棘突起基部を部分切除して、手術用顕微鏡や手術台を適切に傾けると、全ての病変がよく見えるようになる。

硬膜内脊髄病変へ到達する際に最も困難な作業は、病変の頭尾方向の正確な位置を決定することだ。触診で棘突起を数えるのは不正確であり、椎体レベルを間違えやすい。Cアームでの術中X線透視は、適正な椎体レベルを決定するのに良い方法である。残念ながらこれは頸部と腰部でしか上手くいかない。胸椎の場合、我々は術前にメチレンブルーを注射して適切な椎体レベルに目印をつける。これは血管造影室で放射線科医が行う。目標とする棘突起を同定後、棘突起に注射針を刺し、目印をつけるためにメチレンブルーを少量注射する。色素は時間と

ともに周囲組織に広がる傾向があるので、予定手術ではこのマーキングはなるべく同一日に行うべきである。棘突起の青い目印は術中に位置を確認するために使用する。

髄外腫瘍(髄膜種、神経鞘腫や神経線維腫)では脊髄と全ての神経根を温存しながら腫瘍の完全摘出を目指す。典型的な神経鞘腫は感覚路である後根の1つから発生する。可能ならこの神経の温存に努めるが、ほとんどの症例では腫瘍は神経から剥離出来ず、腫瘍を神経と一緒に摘出する事になる。幸い後遺症が残ることは滅多にない。おそらく病変に冒された神経根はすでに働いておらず、その働きが隣接する神経根に割り振られているためだろう。脊髄髄膜腫でも腫瘍の完全摘出を目標とするが、腫瘍発生部の硬膜は摘出しない。腫瘍発生部の硬膜をバイポーラで凝固するのみとする。我々の経験では、この方針で再発率は増加しない。

脊髄髄内腫瘍では病変の組織学的性格により戦略を決定する。上衣腫では境界線を見つけられる事があり、正常組織から脳腫瘍を剥がせるかもしれない。しかし多くの脊髄神経膠腫は浸潤性に発育するので適当な境界線はなく、内減圧を行い、組織学的標本を得て脊柱管内の減圧を行うのみである。脂肪腫は術前のMRIでは明瞭だが、きわめて粘度が高く、摘出時には接着剤のように思える。脂肪腫は脊髄や周囲の神経根に入り込んで癒着しており、神経が腫瘍組織に埋もれている場合すらある。脂肪腫を完全摘出すると、多くの場合周囲の神経組織に重篤なダメージを与える事になる。脊髄髄内腫瘍、時には髄外腫瘍の手術の際に神経生理学的モニタリングは有用である。

脊髄動静脈奇形や脊髄動静脈瘻ではまず血管内治療を試みる。もし血管内治療がうまくいかなければ顕微鏡下手術で摘出す

る。頭蓋内手術と同じく、病的な血管構造を取り除き、かつ正常血管を温存する事が目的だ。これらの病変では、腫瘍の手術よりも病変の頭側尾側に広く硬膜を露出する。初期段階から病変全体の解剖学的評価が出来ることが重要である。多くの場合、個々の血管の判別にICGが有用である。同じ戦略が全ての脊髄病変に適応される。周囲の神経や血管構造を壊さず、病変を完全に摘出することだ。

6.9.2. 体位

脊髄髄内病変に対する体位は病変の椎体レベルによって変わる。体位を決めるには2つの目的がある。(1)最適な操作の為の角度を保つ事と、(2)静脈還流への影響を最小にして、術野を心臓より十分に高くする事だ。後者は術中出血を最小限にするためにも重要である。

頸髄病変では患者を腹臥位とし、頭部に固定具(58ページ、Figure 3-7)を装着する。頸部はやや前方に屈曲し、頭部を心臓の高さより挙上する。手術台は逆トレンデルンブルグ体位とし、患者が尾側に滑らないように膝を屈曲させる。2つの硬いクッションを縦に平行に胸の下に10cmの幅で置く。これらは腹腔内圧を下げ、横隔膜の動きを助け、呼吸圧を上げ、静脈還流を良好にする。術者は患者の患側に立って手術をする。

胸椎と腰椎の病変では跪く、いわゆる“Praying to Mecca”体位(60ページ Figure 3-9)を使用する。腹臥位と比較してこの体位の利点は、術野が他の体部より高位のため静脈圧を下げられ、腹臥位での手術よりも術中出血が少なくなることだ。合併症のある高齢の患者では跪く体位に耐えられないかもしれないので、通常の腹臥位(頭部の固定無しで)を用いる。Th1、Th2のレベルの病変では腹臥

位で十分であろう。跪く体位はまず患者を腹臥位として、足首が手術台の尾側の端よりはみ出すようにする。次に1人が足首か膝を固定し、2人で上体を上後方に持ち上げる。この段階で膝が固定されなければ患者はテーブルの尾側に滑り落ちる。高さがある比較的硬い特別に設計されたクッションで上体全てを支える為に胸骨の下に置く。上体を支えるクッションは、腹部を自由にして、腹圧が低く保てるように設計すべきである。最終的に膝と腰はともに約70~80度にする。臀部を固定するためにブランコのような支えを設置する。この支えに患者が座るのではなく、体重が胸骨と膝と臀部に均等に配分される様にする。膝を曲げすぎると大腿からの静脈還流が滞り、静脈血栓症の危険性がある。膝が外側に滑らないように側面の支えを調整する。手術台の縁による圧迫を防ぐため、柔らかい枕を足首の下におく。腕は前に伸ばし、肩甲骨を持ち上げたり、下げたりしない様に手台と枕で支える。腕神経叢を圧迫しないようにする。頭部は正中か横を向いた状態とする。このために特別な枕が設計されているが、従来からあるドーナツ状の枕でも十分である。大切なのは頸部が下垂したり、回転しすぎていないか確かめることだ。頭位を至適にするために、数個の柔らかいクッションを使う。頭位を設定したら、眼瞼が閉じ、顔にかかる圧が均等に分散していることを最後に確認する。頭部には余計な体重がかからないようにすべきである。最終的に術野となる場所がほぼ水平になる様に手術台全体を傾ける。

跪く体位では、静脈血栓症予防のために低分子ヘパリンを標準的に使用する施設もあるが、我々は使用していない。それでも血栓性合併症の頻度は高くない。

6.9.3. アプローチ

患者の体位を設定したら、手術の適切な椎体レベルを確認する必要がある。頸椎や腰椎ではCアームでの透視で容易に確認できる。胸椎ではあらかじめメチレンブルーで着色した目印にしたがって進む。正中に長軸方向の皮切を行う。皮切の長さは病変の大きさ、とくに頭尾側方向の長さによって変わる。小さな病変なら2~3cmの皮切で十分であり、より大きい病変では個々に長さを調節する。病変への到達は皮下脂肪の量に影響されるので、脊椎管まで遠い肥満の患者では、露出はいくぶん広くする必要がある。

皮膚切開後、皮下脂肪層に入る。鋭的な直線切開の為に電気メスを用いる。創を開創器で展開し、張力をかけておく。血液で術野が見えなくなるので、病変に到達するまで終始丁寧に止血した方がよい。閉創も早くなる。小さい出血部位を追いかけるのに時間を使わなくて済む。皮下脂肪の下に筋膜層と棘突起がある。1ないし数個の棘突起を確認したら、椎体レベルを再びCアームでの透視で確認し、病変への到達方法を個々に調整する。メチレンブルーを使った場合、目的の棘突起は色で判別出来る。

半側椎弓切除の際、我々は棘突起の同側の端の正中線の筋膜を開く。次に傍脊柱筋付着部を電気メスで剥がしながら、実際に椎弓に到達するまで棘突起の外側壁を進む。椎弓を椎弓根に向かって外側方向に露出する。頭尾方向での露出の範囲は病変の長さに応じて調整する。

多椎体の半側椎弓切除で、至適な開創器を選ぶことは難しい。病変がとても小さく、1~2椎体の椎弓切除で十分な場合には、顕微鏡下ヘルニア摘出術用の開創器を使える。数種類の器具がある。

我々はCaspar microdiscectomy specula retractor setを使用している。しかし

多椎体に及ぶ大きな半側椎弓切除術の場合、いまだに最適な開創器が見あたらない。フレーム付きの椎弓切除用開創器を使用しており、とても強力だが開創器の刃をきちんと装着しなければ、正中の刃が視野の妨げになりうる。

正確に椎弓を露出して半側椎弓切除を行う。ハイスピードドリルを用いる。皮質骨と海綿状骨は、ダイヤモンドドリルの前にまず丸いカッティングドリルで除去するが、もし骨が薄いと予想される場合は、直ちにダイヤモンドドリルで削除を開始する。黄色靭帯の手前で骨を薄く一層残す。靭帯と残りの薄い骨をケリソンロンジュールで同時に摘出して硬膜を露出する。棘突起の正中基部をドリルで除去し、正中線を越えて術野を拡げることが重要である。

硬膜を露出すると、部分的に薄くなった硬膜を通して病変が見えることがある。dAVFの場合でも、拡張した硬膜外の静脈が見えるはずだ。硬膜切開の前に露出した硬膜縁に沿ってサージセルを置き、硬膜外の静脈性出血を防ぐ。硬膜は直線状に長軸方向に切開する。まずマイクロ剪刀で硬膜を貫く様に小さい切開を行う。次に先が鈍のマイクロフックを開口部に入れ、頭側と尾側に牽引して硬膜を長軸方向の線維に沿って開ける。この段階でも膜を損傷しないようにする。硬膜を多数の糸で吊り上げ、張力をかけておく。最後にくも膜も同様に長軸方向に開け、血管クリップで硬膜切開縁に固定する。

6.9.4. 硬膜内剥離

硬膜内の剥離は病変に依存する。共通しているのは、全ての構造物が小さいので、顕微鏡を強拡大で使うことだ。同様に吸引管は通常より小さい径のものに換

え、先が鋭のバイポーラを使う事が多い。正常神経組織を出来るだけ触らなくて済む様に病変摘出を計画すべきである。髄外腫瘍ではまず腫瘍への血流供給を減らし、次いで腫瘍を周囲の構造物から分離して摘出する。髄内腫瘍では上衣腫のような腫瘍の辺縁と思われる部位を探す前に、まず腫瘍の内減圧を行う。全ての出血点を直ちに止血する。深部や狭い術野では、少量の出血でも視野が不明瞭になる。

6.9.5. 閉創

病変の摘出後、硬膜は一層に縫合する。縫合は連続縫合(例えば6-0か7-0 Prolene)か、本来は血管吻合用に開発された Anasto Clip で行う。我々はくも膜の層だけを閉じることはない。硬膜縫合部はフィブリン糊でさらに閉鎖する。筋層を注意深く止血する。筋膜は一層の密な結節縫合で閉鎖する。次に皮下と皮膚をそれぞれ閉鎖する。我々はドレーンを使用しないので、術後の動きは制限されない。



7. ヘルシンキでの脳神経外科の訓練、教育、そして研究

7.1. ヘルシンキでの脳神経外科研修

7.1.1. 研修プログラム

フィンランドでは、全部で5つの大学病院に付属する脳神経外科学教室が各都市にあり、ヘルシンキの脳神経外科学教室は、脳神経外科医のトレーニング施設としては最大である。1人の教授、数人の准教授、1人の助教授と脳神経外科スタッフがレジデントの6年間のプログラムを担う。EUの推奨する必要な研修過程は次の通りである。レジデントは専門の異なる熱心な指導医について研修し、6カ月ごとに指導医は変わる。4年半の脳神経外科での研修に加え、3カ月の神経学、3カ月の外科、9カ月の一般診療、残り3カ月は神経麻酔科学、または研究を修了しなければならない。脳神経外科専門医になるためには国家試験に合格しなければならない、試験に合格すれば自動的にEU内のどこでも活動出来る。レジデント、全ての若い脳神経外科医も、4年間のEANSトレーニングコースの終わりに、いわゆるEANS試験を受験するよう勧められるが、いまでは必須ではない。

List of residents trained during Prof. Hernesniemi's time:
 Jussi Antinheimo, MD PhD
 Jari Siironen, MD PhD
 Atte Karppinen, MD
 Joona Varis, MD
 Nzau Munyao, MD
 Matti Wäänänen, MD
 Kristjan Väärt, MD
 Esa-Pekka Pälvimäki, MD PhD
 Johanna Kuhmonen, MD PhD
 Minna Oinas, MD PhD
 Martin Lehecka, MD PhD
 Riku Kivisaari, MD PhD
 Aki Laakso, MD PhD
 Emmanouil Chavredakis, MD
 Miikka Korja, MD PhD

*Academic dissertation of Dr. Martin Lehecka (right),
 with Prof. Robert F. Spetzler, as the opponent (left), and
 Prof. Juha Hernesniemi, as the supervisor (center).*

7.1.2. ヘルシンキでどうやって脳神経外科医になるのかーレジデント時代

by Aki Laakso

脳神経外科医をやりたい理由を説明するのは難しい。ほとんど毎日、自らの手技が他人の人生を、ともすれば生死さえも左右する環境に自ら望んで身を置いている。ここヘルシンキで私の同僚に目をやれば、様々な個性が集まっていることに気付く。物静かで、謙虚で、冷静な者から明るく活動的で過激なスポーツの愛好家までいる。しかしそれぞれがお互いの仕事を認め合っている。

私の脳神経外科レジデントへの道はおよそ普通ではなかった。私が脳神経外科の修行を開始したときは32歳で、それまで医学部を卒業してから長年研究に没頭して来た。私の研究分野はずっと神経科学であったが、人の頭にドリルで穴をあける事とは何光年も離れている事のように思っていた。私は科学や科学者というものに特別な憧れを抱いていた。もし私の人生で1つ2つの出来事が違った風に起こっていたら、手術室ではなく実験室で神経達と遊ぶ毎日を送っていたかもしれない。にもかかわらず2003年、私は医学部で学んだことを役立て、再び臨床医になることを決意した。

なぜ脳神経外科なのか。アメリカ人女性が考える、男性の最も魅力的な職業という話に例えたくなる。レーシングドライバーは最も熱い男と評され、一方、脳神経外科医はその次にあげられる。もっとも私は背が高すぎてF1カーにはきん



Dr. Aki Laakso

と乗れないので、選択の余地はない（多くの人が聞いたことがあるかもしれないが、アメリカでは誰もF1レースのことなど気にしないので、その話自体が都市伝説なのだろう。NASCARのドライバーがカッコいいとアメリカ人女性の多くが考えている事自体、私には信じがたい）。私にとっての答えは2つある。人の脳、そこから生じる意識というものは現代の生物学のなかで最も神秘的である（そして、脳は人生をかけるに値する魅力を備えた唯一の臓器であると思う。たとえ本当は小さな進化上の奇跡だったとしても、腎臓や腸を“自然の偉大な神秘”とだれが言うだろうか？）。もう1つは、社会のほんの一部の人しか持たない技と知識を使って、意味あることをなすとげられる仕事に身を置き、修行したいという願望である。

私が研修を始めたとき、私の臨床経験は脳神経外科学とはまったく異なる2つの分野から来ていた。それは精神医学と神経内科学であった。しかしこれら3つの共通点は、人の脳を治療するというこ

とである。私の世代のフィンランドの脳神経外科の6年間の研修は、4年半の脳神経外科学と、それ以外に合計で1年の神経内科学と、他の外科分野と半年間の市立医療センターにおける実地研修で構成される（それは社会政策のために行うもので、自己修練の為ではない）。外科系の経験が無いのに脳神経外科研修をどのように開始したのか、多くの人が私に尋ねた。私には彼らの関心を共有できず、臨床神経学についてのある程度の知識のほうで、虫垂切除の方法より重要で役に立つと思うと言うと、懐疑的な見方を隠さなかった。現在3カ月の形成外科研修を含む自分の研修を終えた今でも（形成外科は表向きは非常に役に立つ研修であった）同じように思う。脳神経外科的手技、特に研修の初期に行うものは、他の外科分野で学ぶものと全く違うので、脳神経外科の研修を開始する前に、他の外科分野でたくさんの経験を積もうとする事はいまだに必須とは思わない。しかし、神経学的症候、症状、疾患についての基礎的な知識は、少なくとも私にとってはものすごく役に立った。

レジデントの通常の1日は、7:45頃上級医と看護師とともに病棟回診をすることから始まる。現在の医師の人員からすると、普通は各病棟に2~3人の上級医とレジデントを割けるので、レジデント1人が沢山の患者を担当する状況はめったにない。普段は書類処理がレジデントの雑用ではあるが、容易に処理できる量である(処理できていないファイルの山を見たら、我々が若手の時処理出来ていたという事が信じ難いかもしれない)。回診は、手短で能率が良く（神経内科で我々が苦労した、3~4時間かける回診と比べての話ではあるが）、8:30に始まる放射線科のカンファレンスとの間に1杯のコーヒーで一息つける。放射線科カンファレンスでは前日施行したすべての画像検査を供覧するが、実に教育的なもので楽しい時間である。同僚の前で自分の手術の結果を見ることで、満足感が得られ、報われることもあれば、苦々しい自

戒の念に苛まれたり、屈辱的な思いをすることもある。どの思いもより良い外科医になるための糧となる。ある症例についての議論が白熱することもあるが、特に若いレジデントは、Pentti Kotilainen 医師の名言「A good resident has big ears and a small mouth.」という言葉を出しおとなしくなる。

9時頃になると、皆それぞれの仕事に散って行く。多くは手術に向かう。しかし月に2度、かわいそうなレジデントはすべての仕事の中で最も恐ろしい仕事：外来診療に直面することになる。もしたまたま、ほとんどの患者が外傷やシャント術後の再診だけの、いわゆる“レジデントのための外来診療”になるなら、その日は短く、楽しく、自ら祝福したい気分になるだろう。しかしほとんどの場合、不運なレジデントは上級医に代わり、両側聴神経鞘腫やびまん性神経膠腫、脳幹部海綿状血管腫、脳深部刺激装置の不具合、症状が改善しなかった脊髄固定術後や、脊髄硬膜動静脈瘻の患者が大量に押し寄せる状況に直面する。外来患者の予約は2~3カ月前まで一杯であり、患者が予約を取った時点で上級医がいけない可能性を常に考慮しない限り、この問題は続くだろうと私は思う。当然上級医は難症例に対しては相談に乗って助けてくれるが、多くの場合患者にもレジデントにも不満が募る。

2~3日の外来診療の後、幸運にもレジデントには毎月20日間、素晴らしい、楽しい仕事がある。それは手術だ。トレーニングに選ばれた各レジデントの指導医は6カ月ごとに変わる。レジデントは指導医の全ての手術で助手をつとめ、最前列の特等席で指導医のすべての動作を見られる。手術顕微鏡にはすべて非常に高性能の助手用側視鏡がついており、執刀医と助手が同じ視野を共有することができる。奥行き感は執刀医用のものとは比較にならないが、術野は素晴らしく良く見える。研修期間に7~8人の指導医の元で、自分の手術手技やスタイルを築く

為のこつやヒント等習得出来る。指導医は自分の担当症例について最初に相談する相手であり、指導や援助を求めれば必要に応じてバックアップしてくれる。

自分の例について話そう。フィンランドには、レジデントが単独で手術してはいけないという法律はない。確実な手技を先輩や指導医に教わり、十分に習得していれば、院内に1人で当直している夜中であっても、レジデントが1人で手術するのは普通である。個人的にはこういった状況は非常にありがたい。他のレジデントも同じ気持ちだろう。どんな些細な障害でも、自分より経験のある者に頼れない状況下で、レジデントは1人で決断する責任と能力を学び、スタミナと“sisu”を培う。教室の方針が患者を不必要な危険にさらすとか、経験のないレジデントに「名案だ」と勘違いして愚かなことをさせるといったのではない。昼夜を問わず、自分より経験のある者に気を遣わず相談しやすいという事である。誰にも相談せずに愚かな間違いをしてしまったら、それに迅速に対処する方法を教わり、頼る事が出来る。上級医が率直な答えをくれないとか、あるいは手術の手助けをしてくれないと感じたら、上級医があなたの限界を知って、自分がそう思っていないくても、その状況であなたを信用し、1人で考えて行動するよう励ましたいと思っているからだろう。特にレジデントの初めのうちは、ベテランの直接介助看護師から手術のコツを学ぶことが多い。当教室の手術室看護師は脳神経外科の手術に特化して介助している。何人かは何十年もの経験を積んでおり、間近で何千もの手術を見てきている。優秀なレジデントは彼女らに最大限の敬意を払い、彼女らの教えに耳を傾けるべきである。同じことがICUや病棟のベテラン看護師に対しても言える。彼女らの“臨床眼”は往々にして若いレジデントより優れている：是非彼女達の言うことを聞いて、学んでほしい。

レジデント期間に施行する手術の数と

種類は当人次第であるが、総手術件数はすぐに数百に達する。研修期間の前半はシャント手術、頭部外傷、簡単な脊髄の手術や腫瘍の手術を学ぶことになるだろう。後半になればより難しい神経膠腫や小さな髄膜種、後頭蓋の開頭、さらに難度の高い脊髄の手術（ほとんどは器具を用いた広範囲の固定術ではない）、脊髄腫瘍の手術などがレパトリリーに加わる。もちろん、さらに経験を積んでより症例数をこなせば、それが良い結果につながって、さらに外科手技を磨くことになり、手術時間を短縮し、最終的には自信につながる。いつかはひどい合併症に直面し、落ち込み、初心に戻ることになるが、そんな時には、同僚たちは非常に協力的で、非難したり皮肉を言ったりするより、その症例あるいはその周囲の状況を再評価して、建設的な意見を与えるべきであることを自らの経験から知っている。

研修期間に経験する手術症例は、かなりの割合で当直中に引き当てる。当直は通常、月に2~3回ある（当直は8人のレジデントと3~4人の最も若い専門医でまわしている）。たいへん静かな当直もあれば数多くの電話の対応に終始し、7件も手術をこなし、トイレに行くたった2分の休憩を取るのにも苦労するときもある。当直は最も若いレジデントにとっても、さほど怖いものではない。常に上級医が電話の向こうで支えてくれるし、麻酔科医が脳神経外科患者のために一緒に当直してしてくれる。また看護師たちは経験も豊富で協力的である。ふつうは“日直”を何度か経験してから当直に臨む。それは当直を安全なものにするために、支えてくれる周囲の同僚達と一緒に修練する機会でもある。

理論的な知識を十分持たずに、手術するだけでは良い脳神経外科医にはなれない。ヘルシンキで研修するレジデントは皆4年毎のEANS (European Association of Neurosurgical Societies)のトレーニングコースに参加している。EANSのコー

スにはまだ早い、多くの若いレジデントはScandinavian Neurosurgical Societyが組織するBeitostolenコースに参加している。Finnish Neurosurgical Societyは毎年フィンランドの全レジデントを対象にした2日間のコースを用意している。また当教室は毎週会合を開いており、研修プログラムに参加すれば十中八九そこで発表する機会があるだろう。もちろん本を読むことも必要だ。最後に認定医試験を受ける時には、もっと必要になるだろう。

率直に言って、ヘルシンキはレジデントとして何年かを過ごすには素晴らしい場所だと思う。教室の雰囲気は本当に友好的で協力的だし、管轄する区域が広いため、膨大な数の一般的な症例とともに、珍しい症例も集まる。海外やフィンランドのほかの大学から常に見学者が来ているので、“当教室のやり方”は常に、新しい刺激や厳しい目、違った視点で磨かれている。もし研究がしたくなったらそれに対する多大なサポートを得る事が出来る。

7.2. 学術的な研修と研究活動

7.2.1. 博士号課程

ヘルシンキおよびフィンランドでは伝統的に研修期間中か、あるいはその前後に博士号の論文を仕上げる。現在博士号の学位論文の要約を書き、その内容を立証するとともに、国際的な査読のある雑誌に3~4本の論文を掲載し、200時間ほどの授業を受けることが必要である。内容は基礎的なことから臨床的なことまで、何でも良い。ヘルシンキにいる16人の脳神経外科医のうち13人は医学博士の学位を取得している。フィンランドの医師の1/4は医学博士号を持っている。普通は博士課程修了後、研究か臨床をいくつかの認定研究所やフィンランドの外の脳神経外科教室で行い、見識を広げ、専門的な手技を習得し、再びフィンランドに帰ってくる。



Dr. Johan Marjamaa

7.2.2. ヘルシンキでの博士号学位論文作成、私の経験

by Johan Marjamaa

フィンランドでは医師が博士号を取ること是一般적이다。ヘルシンキ大学では医師免許取得者の65%が博士号を取得している。大学病院で良いポジションを希望できるため、学位取得が必要だと思っている。医学部4年生の時、自分がどの分野に興味があるのかまだわからなかった。しかし脳神経外科の研究グループが新しい人員を募集していると聞いて、すぐにとても興味を持った。躊躇することなく履歴書をまとめ、詳細な申請書を作成してJuha Jääskeläinen教授に送った。彼は当時のグループのリーダーであった(Kuopioの脳神経外科教室の主任教授になる前のことである)。私は自分が

どういう基準で選ばれたか未だに知らない。しかし、他に何人か志願者がいたことを後になって聞いた。若い医学生だったRiikka Tulamoも同じ様に応募していた。当時研究グループには、Juha Jääskeläinen教授、Juha Hernesniemi教授、Mika Niemelä 医師、Marko Kangasniemi 医師、博士課程の学生としてJuhana FrösenとAnna Piippoがいた。

6カ月後、私たちはそれぞれの研究課題を割り当てられた。JuhanaはHernesniemi教授が手術で集めた動脈瘤壁の標本を用いて、その炎症反応について研究し、Riikkaはそれを手伝っていた。

た。Riikkaの興味は動脈瘤壁における補体の活性化に向けられていた。私の研究課題は、我々が確立させた新しい動脈瘤モデルを用いて血管内治療を更に進歩させる事、そして実験的動脈瘤のMRI撮影法を進歩させる事だった。私はその研究課題が非常に楽しかった。なぜなら、論文を書くこと、統計処理、その他の科学的手段と同様に科学的アプローチを学んだり、考えたりすることに付け加えて、顕微鏡手術の手技を学び始める機会を与えられたからであった。

私の学位論文のタイトルは「ラット、マウスにおける顕微鏡手術動脈瘤モデル：血管内治療の発展とMRIの最適化」になった。その1年間で、私は100例以上の微小血管縫合と実験動脈瘤に対するコイリングを施行し、その実験動物で4.7テスラのMRI画像の経過観察を行った。

厳密に言うと、博士号取得の為には、主題に関する3~4本の論文を完成する必要がある。学位論文の本には、その論文の別刷とともに文献の評価、研究結果の説明と論旨が含まれる。結果を発表するとともに、研究方法についての講座に参加し、会議にも出席せねばならない。これだけの仕事を成し遂げるにはふつう5年はかかる。学位論文の本は最後に2人の審査官に論評される。審査官はその主題を専門とする教授である。最後に多くの場合、海外から招かれた著名な教授に対して、博士課程の学生が自分の研究結果の正当性を立証する諮問会が公開される。その学位諮問会の後、審査員に敬意を表し祝賀会が開かれ、それは“Karonkka”と呼ばれている。この待ちわびた重要な会合が中止になることはめったにない。なぜなら博士論文がその諮問会で却下されることはほとんどないからである。

私は診療所で勉強しながら働いていたので、博士号の学位を取得するのに6年を要した。初めの2年間はまだ医学部生

だったので、その当時研究できる時間は夕方か週末であった。医学部は学生を交えた研究を高く評価していたので、水曜日の午後も研究に費やした。学生が研究を同時に行なっている場合、医学部の授業時間を割くことはごく普通のことだが、私の場合は研究のために学校の勉強が遅れることはなかった。

Biomedicum Helsinkiの研究室の設備はすばらしい。研究室は大学病院と同じ敷地にあり、ちょっとした時間にいつでも立ち寄れる。他の研究グループとの協力は良好であった。グループ同士の関係が良く、開かれた雰囲気がある上、開放された実験室や、たくさんのミーティングルーム、公共の場所などを備え、開放的に設計されていたからである。1日が長く、夜中になって実験が終わることもまれではなかった。簡便な宿泊施設が必要であった。博士課程の学生向けの手頃で新しい物件（しかもサウナ付き）が便利なおことにキャンパスとBiomedicumから徒歩圏内にあった。

卒業後、私は研究室で1年間フルタイムで働いた。脳神経外科研究グループの資金調達は潤沢であった。他のグループの博士課程の学生達のほとんどは全く給料をもらえず、個人のわずかな奨学金に頼らざるを得なかった。2006年1月、私はヘルシンキ大学脳神経外科教室のレジデントとしてスタートを切った。研究グループの一員として、すでに教室のほとんどのスタッフと親しくなっていた。その後の3年間はそこで働いたが、同時に研究も行っていた。教室は研究を奨励しており、毎年1~2カ月を研究のために割くことが可能であった。

最後に6年を経て、2009年5月、待ちわびた日がやってきた。学位論文の諮問会とKaronkkaの日である。実際の実験等の科学的な作業を終えたのち、諮問会までの数カ月間、どれほど多くのことをやらねばならないか想像できなかった。あらゆる事務仕事や本の印刷、Karonkka

partyの段取りをし、もちろん自分の発表の準備と、質問に対する準備もした。前日の夕方は細部の調整を行う予定であったが、結局夜遅くまでKaronkka partyの会場の飾りつけに終始した。諮問会自体はむしろ楽しい思い出として心に残っている。私の相手の教授であるFady Charbel教授は、私の研究結果に対し素晴らしい論評を行い、そして私の将来の目標だけでなく、主題についても討論した。私の諮問会のために彼が多くの時間を費やして準備してくれたことを誇りに思う。諮問会には病院のスタッフ、実験室の共同研究者だけでなく、私の家族や友人も出席してくれた。Karonkka partyは天候にも恵まれ、非常にいい雰囲気が開かれた。残念なことにゲストの1人が救急室に運ばれたが、すぐに元気になった。

ヘルシンキ大学脳神経外科教室と研究グループで、私は様々な点で優遇されてきた。毎年、何百人もの見学者が訪れる国際的な雰囲気は非常に刺激的である。そしてきわめて早い段階で、自分の研究結果を国際学会で発表する機会を与えられた。これらの学会ではそれほど緊張することはなかった。なぜならすでに自分の研究について、当施設を訪れるたくさんの有力な教授達と議論を重ねてきたからだ。有名な教授達に加え、ヘルシンキには昔も今も世界中から若い前途有望な脳神経外科医が訪れている。程度の差こそあれ、同じように修行中の仲間たちと出会い、議論できるのは大きな財産である。

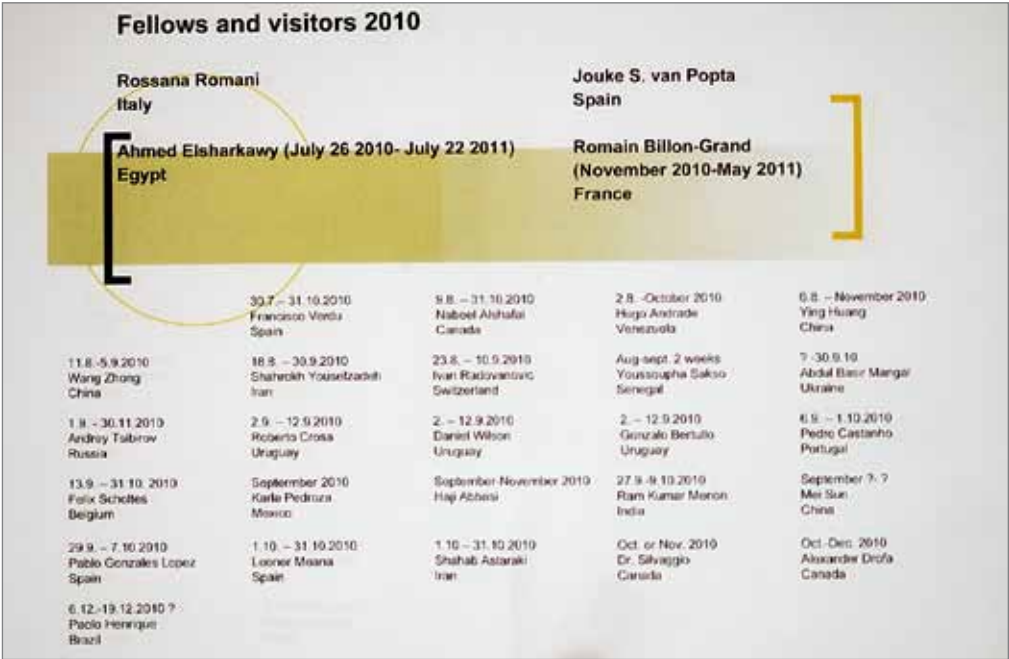


Figure 7-3. List of international fellows and visitors from August 2010.

7.3. Hernesniemi教授の元でのフェローシップ

Hernesniemi教授の元で、顕微鏡手術や研究を学ぶフェローシップを受けて入っている。フェローとして受け入れられる前に、1週間程度自己紹介と施設見学を兼ねて大学に行くことを勧める。2010年から、6カ月間のAesculap Hernesniemi Fellowshipが設立され、年に2回 Acta Neurochirurgica and Neurosurgeryで告知される予定である。短期訪問（1週間から3カ月）も可能であり、実際のところこちらが最もポピュラーである。短期訪問の費用は自分で調達することになる。世界中から年間150人前後の脳神経外科医が当脳神経外科教室を訪れる。Hernesniemi教授の元、ヘルシンキで修行した脳神経外科医は研修修了後、1年はHernesniemi教授のフェローとして過ごしてきた。

List of Prof. Hernesniemi's fellows:

Romain Billon-Grand 2010-
 Ahmed Elsharkawy 2010-
 Miikka Korja 2010-
 Bernhard Thome Sabbak 2010
 岡 英輝 2010
 Aki Laakso 2009-2010
 Jouke van Popta 2009-
 Mansoor Foroughi 2009
 Martin Lehečka 2008-2009
 Puchong Isarakul 2008
 Riku Kivisaari 2007-2008
 Stefano Toninelli 2007-2008
 Özgür Celik 2007- 2008
 Ondrej Navratil 2007- 2008
 Rossana Romani 2007-
 Christian N. Ramsey III 2007
 Esa-Pekka Pälvimäki 2006-2007
 Ana Maria Millan Corada 2007
 Baki Albayrak 2006-2007
 Kraisri Chantra 2005 and 2006
 Rafael Sillero 2006
 Reza Dashti 2005-2007
 José Peláez 2005-2006
 Ayse Karatas 2004-2005
 石井 圭亮 2003-2004
 藤木 稔 2002-2003
 Joona Varis 2002
 Jari Siironen 2001
 Mika Niemelä 2000 and 2003
 Hu Shen 1998-2000
 Avula Chakrawarthi 1999
 Munyao Nzau 1999
 Leena Kivipelto 1998

7.4. 医学生

毎年秋になると120人がヘルシンキ大学医学部に入学する(ヘルシンキ大学は1640年にトゥルク王立アカデミーとして設立されたが、1828年トゥルク大火によってトゥルクの町が破壊され、新しい首都のヘルシンキに移転した)。4年生の時に彼らは脳神経外科学教室を訪れ、少人数のグループに分かれ、1週間かけて脳神経外科の基礎を学ぶ。どの生徒も病棟、ICU、手術室で上級医について20時間の授業を受ける。加えて、毎年脳神経外科についての医学博士の論文を書く学生も何人かいる。この学生たちも上級医の指導を受ける。

7.5. 世界各国からの訪問者

ヘルシンキの脳神経外科学教室は非常に国際的な教育機関であり、1997年から期間は短いものから長いものまで様々ではあるが、世界中から1,500人を超える見学者やフェローを受け入れてきた。同時にヘルシンキの脳神経外科医のほとんどは海外の一流施設への留学経験があり、研究や臨床活動を行ってきた。



Figure 7-4. World map in the OR lobby with pins showing hometowns of many visitors to the Department.

Some prestigious visitors:

M. Gazi Yaşargil, Zürich, Switzerland,
 and Little Rock, AR, USA
 Dianne Yaşargil, Zürich, Switzerland,
 and Little Rock, AR, USA
 Ossama Al-Mefty, Little Rock, AR, USA
 Toomas Asser, Tartu, Estonia
 James I. Ausman, Los Angeles, CA, USA
 Peter M. Black, Boston, MA, USA
 Fady Charbel, Chicago, IL, USA
 Vinko Dolenc, Ljubljana, Slovenia
 Shalva S. Eliava, Moscow, Russia
 Ling Feng, Beijing, China
 Robert Friedlander, Boston, MA, USA
 Askin Gorgulu, Isparta, Turkey
 Guido Guglielmi, Rome, Italy
 Murat Gunel, New Haven, CT, USA
 Jan Hillmann, Linköping, Sweden
 日野 明彦, 滋賀, 日本
 Egidijus Jarzemas, Vilnius, Lithuania
 郭 泰彦, 岐阜, 日本
 Mehmet Y. Kaynar, Istanbul, Turkey
 Farid Kazemi, Teheran, Iran
 Günther Kleinpeter, Vienna, Austria
 古林 秀則, 大分, 日本
 Thomas Kretschmer, Oldenburg,
 Germany
 Alexander N. Konovalov, Moscow,
 Russia
 Ali F. Krisht, Little Rock, AR, USA
 David J. Langer, New York, USA
 Jacques Morcos, Miami, FL, USA
 Jacques Moret, Paris, France
 Michael K. Morgan, Sydney, Australia
 Evando de Oliveira, São Paulo, Brazil
 David Pitskhelauri, Moscow, Russia
 Ion A. Poeta, Iasi, Romania
 Luca Regli, Utrecht, The Netherlands
 Duke S. Samson, Dallas, TX, USA
 佐野 公俊, 豊明, 日本
 Peter Schmiedek, Mannheim, Germany

Renato Scienza, Padova, Italy
 R. P. Sengupta, Newcastle, UK, and
 Kolkata, India
 Robert F. Spetzler, Phoenix, AZ, USA
 Juraj Steno, Bratislava, Slovakia
 Mikael Svensson, Stockholm, Sweden
 谷川 緑野, 北海道, 日本
 Claudius Thomé, Mannheim, Germany
 Nicolas de Tribolet, Geneva, Switzerland
 Cornelious A. F. Tulleken, Utrecht, The
 Netherlands
 Uğur Türe, Istanbul, Turkey
 Dimitry Usachev, Moscow, Russia
 Peter Vajkoczy, Berlin, Germany
 Anton Valavanis, Zülch, Switzerland
 Bryce Weir, Chicago, IL, USA
 Manfred Westphal, Hamburg, Germany
 Peter Winkler, Munich, Germany
 SergeyYakovlev, Moscow, Russia
 米川 泰広, Zülch, Switzerland
 Grigore Zapuhliu, Chisinau, Moldova

7.6. 国際的なライブ手術コース

7.6.1. ヘルシンキライブコース

The annual Helsinki Live Demonstration Course in Live Microsurgery、略してヘルシンキライブコースはこの10年間でヘルシンキ大学脳神経外科学教室の代表的なイベントとなった。コースは2001年に初めて開かれ、それ以来毎年今日まで続いている。基本的基盤、支援体制、プログラムの内容は常に進化し続けてきた。しかし真の熟練者による複雑な脳神経外科手術をライブで披露すると言う当初の理念はそのままである。参加者は実際の手術を見学するのみならず、患者を治療するチームと対話しながらその準備、手術計画、討論そして患者の術後管理までも見学できる。執刀する脳神経外科医はたとえどんなに難しい症例でも、手術の背景にある執刀医の見解や思考過程を共有できるように準備している。同時に、世界中からヘルシンキに来た脳神経外科医が気持ちよく交流出来るように配慮している。

毎年6月初旬の週に50~70人の脳神経外科医がライブコースのためにヘルシンキに集う。彼らは動脈瘤、脳動静脈奇形、海綿状血管腫、脳実質内外の脳腫瘍、バイパスや脊髄腫瘍といった20~30

例の難症例に取り組むHernesniemi教授とそのスタッフ、そして国際的な教授達に会いにやって来る。最初の3年間(2001-2003)のこのコースの参加者は幸運にもYaşargil教授と夫人、Dianne Yaşargilのとぎれない共同作業をその素晴らしい顕微鏡手術の際に見学できた。その後のコースには、国際的な教授達の中に、Vinko Dolenc (Slovenia)、Uğur Türe (Turkey)、Ali Krisht (USA)、Fady Charbell (USA)、Rokuya Tanikawa (Japan)といった非常に著名な脳神経外科医も含まれている。彼らはみな芸術的ともいえる手術を披露し、参加者と手術について議論を交わした。

当初、ヘルシンキライブコースは2週間の日程であった。今では設備や組織が改善され6日間の日程で行われている。初日には顕微鏡手術やさまざまな頭蓋内、脊髄内の病変についての講義が行われる。続く5日間は毎日6~8例の手術が3つの手術室で同時に行われる。どの症例についても適切な画像が提示され、その後何人かは手術室で直接手術を見学し、残りは教室のスタッフによる解説や説明を聞きながら手術室のロビーのスクリーンでライブ映像を見学する。加えて手術と手術の間にショートレクチャーやビデオ供覧などがある。手術は毎日午前8時から大体夕方6時までである。

2010年、ヘルシンキライブコースは10周年を記念した。2003年からは、Aesculap Academyの協力のもと組織されて来た。これから開催されるコースについての詳細は、www.aesculap-academy.fiをご覧ください。



Figure 7-5. Prof. Yaşargil operated on the Helsinki Live Course during the years 2001-2003.



Figure 7-6. (a) Participants of the Helsinki Live Course are observing three simultaneous procedures in the OR lobby. (b) Prof. Juha Hernesniemi commenting on surgery he just finished. (c) Prof. Vinko Dolenc is explaining his approach for the next case.

7.6.2. LINNC-ACINR course

(Organized by J. Moret and C. Islak)

初めて、Live International Neuroradiology and Neurosurgery Course (LINNC) が開催されたのは2007年のことである。組織委員会の会長であったJaques Moret 教授が、脳神経外科医と血管内外科医が同じ Live Demonstration Courseで一同に会するのがよいと提案し、2年に1度パリで開催されていたLive Interventional Neuroradiology Course (LINC)が発展し現在のLINNCとなった。このように2007年のLINNCはパリからのライブでの神経放射線学的治療と、ヘルシンキからのライブでの脳神経外科手術が融合し、フランスはパリのカルーゼルデュルーブルで800人近い参加者がそのすべてを見学した。年度を重ね、LINNCは世界の Live demonstration neurovascular courseの基準となった。毎年5月末に900人近い脳神経外科医と神経血管内治療医が一同に会し、3日間の講義を受け、さらにはヘルシンキ、パリ、後にはイスタンブールやアンカラから来た専門家が目の前で脳血管障害の症例を治療する様子をライブで見学する。2009年より、LINNCはAnatolian Course in Interventional Neuroradiology (ACINR)と合同で開催している。

コースの3日間は、ヘルシンキの手術室はカメラ、モニター、ケーブルが所せましと並べられたTV局のスタジオに変化する。毎日3~4例のライブ手術が2つの手術室で行われ、衛星中継でパリの会場で放映される。手術は動脈瘤、脳動静脈奇形、海綿状血管腫、バイパスといったさまざまな症例である。どの手術も、その戦略や微小解剖、そして術中に使われる様々な技術ついて、ヘルシンキ、パリの会場で両方の教員によって手術の間にライブで解説が加えられる。

開催中の手術室の雰囲気は、期待と多忙なスケジュール、そして結果に関わらず歓喜するワールドカップの試合と似ている。実際に手術を行う手術室以外の部署も含めた教室全体が協力する事によってのみ成功する。そこには全ての任務を非常に密なタイムスケジュールの中で遂行すべく、ICUや病棟との緻密な連携が存在する。

LINNC-ACINR courseはヨーロッパ全体で組織される。これから行われるコースについて更なる情報が知りたい方は、www.linnc-acinr.comを参照されたい。



Figure 7-7. (a) Camera setup inside the OR during the LINNC course 2009. (b) Dr. Martin Lehecka (left) directing the satellite broadcast to Paris in a temporary TV control room built in one of the storage rooms of the OR.

7.7. 論文発表

この数年間に、年間およそ35編の分子生物学、動脈瘤の手術手技、脳動静脈奇形の自然史をテーマにした論文を発表している。当初は血管芽腫、神経鞘腫、髄膜腫についての臨床研究を病理学者、分子遺伝学者と協力して発表していた。髄膜腫のWHO分類はヘルシンキの研究に基づいている。クモ膜下出血の危険因子や、未破裂動脈瘤の自然史も、多くの最高水準の論文を基に研究されてきた。機能脳神経外科学についての基礎、臨床研究、脊髄や海綿状血管腫、硬膜動静脈瘻の研究も同様に増えて来ている。ここ数年で、国際的な医学雑誌に投稿する年間の論文数は2倍になった。

2010: 32	2004:17	1999: 18
2009: 30	2003:12	1998: 14
2008: 28	2002:13	1997:13
2007: 31	2001:19	
2005: 16	2000:21	

この本の付録1には顕微鏡下脳神経外科手術や神経麻酔学の技術や原則についての最近の論文の一覧をまとめている。



Figure 7-8. Doctoral theses from the Biomedicum aneurysm research group from 2006-2010.

7.8. ヘルシンキ脳神経外科教室の研究グループ

7.8.1. Biomedicum group for research on cerebral aneurysm wall

ヘルシンキ大学中央病院の脳神経外科科学教室は世界でも有数の脳血管治療センターであり、年間500例ほどの脳動脈瘤、脳動静脈奇形、海綿状血管腫、硬膜動静脈瘻の治療を行っている。当教室では脳動脈瘤の画像はもちろん、クモ膜下出血の危険因子、手術のタイミングなど動脈瘤とクモ膜下出血に関する極めて重要な論文を発表してきた。多忙な病院で、多くの臨床研究を背景に、Biomedicumで行われた基礎研究を活用して、臨床における問題を解決する絶好の機会を得た。Biomedicumの研究グループは2001年に結成され、その後年々規模を拡大し、今では4人の研究主幹、4人の研究員、8人の博士課程の学生を抱えるまでになった。グループではクリッピング手術で切除した動脈瘤の迅速冷凍標本を研究してきた。我々は動脈瘤が破裂前に、動脈瘤壁の再構築に関する形態的变化を受けるということを証明した。平滑筋細胞の増殖とマクロファージの侵入といった変化の一部は、薬理学的機序によって増強される修復機転を反映しているものと考えている。我々は脳動脈瘤発生の原因として炎症の関与を研究している。Yale大学の遺伝学と脳神経外科と共同でフィンランドのヘルシンキ、クオピオ、そしてオランダ、日本、ドイツ (www.fiarc.fiを参照)で治療された家族性脳動脈瘤患者の中から動脈瘤の遺伝子を同定する研究も行っている。更に我々は動脈瘤を血管内治療によって塞栓し、4.7テスラのMRAを用いて画像と組織学的所見を比較する為の実験用の動脈瘤モデルを開発した。最終的な目的は血管内治療によって完全に動脈瘤頸部を閉塞する、より効果的な方法を発展させることにある。

このグループでは今まで3つの博士論文が完成している。

- Juhana Frösen, MD PhD: “The pathobiology of secular cerebral artery aneurysm rupture and repair – a clinicopathological and experimental approach” in 2006, discussed with Prof. Robert Friedlander, Harvard Medical School.
- Johan Marjamaa, MD PhD: “Microsurgical aneurysms model in rats and mice: development of endovascular treatment and optimization of magnetic resonance imaging” in 2009, discussed with Prof. Fady Charbel, University of Illinois at Chicago.
- Riikka Tulamo, MD PhD: “Inflammation and complement activation in intracranial artery aneurysms” in 2010, discussed with Prof. Peter Vajkoczy, University of Berlin.

7.8.2. Translational functional neurosurgery group

きわめて多くの人が、難治性疼痛や、今までの治療法では治らない神経疾患、精神疾患に苦しんでいる。機能的脳神経外科はこれらの疾患の重い症状を緩和する治療法である。現在最も良く行われているものとして、硬膜外延髄刺激、深部脳刺激、皮質刺激、迷走神経刺激がある。これらの治療法は臨床的に効果的である事が示されており、治療件数はどんどん増加しているが、そのメカニズムは良く分かっておらず、治療目標の選択も様々である。我々は臨床的に重要な疾患モデルの神経調節と、臨床前モデルでの標的の研究に注目している。目的は神経調節機構を熟知し、臨床研究の仮説を供する事である。最も興味深いのは運動障害、強迫性障害、うつ病の実験モデルと、これらの疾患での神経調節で使われる神経標的である。

7.8.3. Helsinki Cerebral Aneurysm Research (HeCARE) group

脳動脈瘤の臨床的側面を研究しているこのグループは、2010年に5人の研究主幹と6人の学生から成るグループとして結成された。クモ膜下出血、脳動脈瘤、およびその治療を研究している。当脳神経外科教室で治療された動脈瘤患者すべての包括的な前向き、後ろ向きの解析が含まれる。そのデータは1932年から当院で治療された、現在9,000例に及ぶHelsinki Aneurysm Databaseからまとめられている。このデータベースには全ての患者情報や放射線画像が含まれている。



Figure 7-9. Helsinki Aneurysm Database in the making. (a) Drs. Riku Kivisaari and Hanna Lehto analyzing old angiographies from past decades. (b) The reality of performing clinical research.



8. ヘルシンキ脳神経外科教室を訪れて

この章では何人かの来訪者やフェローがヘルシンキで過ごした思い出を、長期から短期のものまで紹介する。本章はこれからヘルシンキを訪れる脳神経外科医達に役立ちそうな情報を提供する。

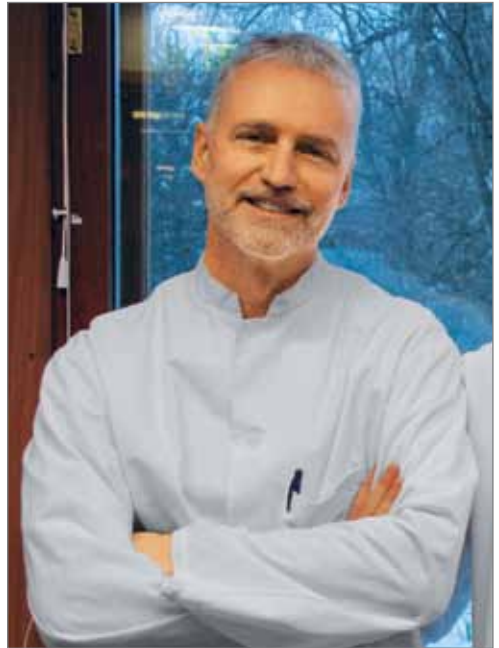
8.1. 2年のフェローシップ

JOUKE S. VAN POPTA (ZARAGOZA, SPAIN)

8.1.1. 何故フェローシップを行うのか?

なぜ脳神経外科でフェローシップをするのか？人によって様々な理由があると思うが、私自身の理由について述べよう。

フェローシップは研修期間修了後のメディカルトレーニングの期間を意味する。オランダで十分に臨床脳神経外科のトレーニングを受け、スペインに来た時、私は学んだ事を、全て実地臨床に注ぎ込みたいと考えていた。所属していた教室の組織が変わり、手術に対する責任が増して来た事がきっかけで、私はフェローシップに応募した。手技を磨き、新しいテクニックを学ぶ事は自分自身だけでなく、教室の利益、さらには最も重要な事だが患者のためになる。



Dr. Jouke S. van Popta

8.1.2. どこでフェローシップを行うか？

私は神経血管外科手術に特に興味がある。そして現在私が働いている社会でも、“開かれた”脳血管手術の必要性和未来がある。フェローシップの申し込みを決めた後、私はどこに行きたいのか自問した。神経血管外科手術で有名な教室で、多くの手術を見学出来、可能なら、気持ちよく過ごせる場所を考えた。いくつかの選択肢をリストにした。決定する前にそれら全ての選択肢を実際にチェックし、見てみる事に決めた。その1つが Helsinki University Central Hospitalにある Juha Helnesniemi 教授の脳神経外科教室であった。

8.1.3. よく調べてみた

レジデントの時に読んだ Drake らの “Surgery of Vertebrobasilar Aneurysms” という本で “Helsesniemi” という名前は知っていた。私は学会で初めて彼に出会った。私は彼の全ての講義と発表を聞きに行った。それらがとても印象的だっただけでなく、彼自身についても良い印象を持った。私は2008年のライブコースに参加し、ヘルシンキの脳神経外科手術を目の当たりにした。ライブコースの初日の終わりには、私はすでに「此処こそ自分の場所だ」と感じ、数週間後に決心した。「喜んで脳血管の6カ月間のフェローシップに招待する」という手紙を受け取り、私の受け入れは2008年1月となった。その瞬間から私はもう振り返らなくなった！リストにある他の選択肢はもはや要らなくなった！

8.1.4. ヘルシンキに到着

フェローシップ前の最後の数週間は、毎日の仕事、フィンランド滞在の準備、身の回りの整理でとても忙しかった。病院の近くのアパートメントを借りる事が

出来たが、到着する数日前まで、それがどこにあるのか、またどうやって入居するのか分からなかった。私は心配になった。私は遅延したフライトで夜遅くヘルシンキに着き、凍えるほど寒い想像以上の冷気の中を荷物とともに立ちつくした。ひどい吹雪で公共交通機関もない冷たい道路を歩き、暗くひっそりしたストリートを通り、行くべきアパートメントも無く、全てのホテルが閉まっている状況を思い描いた。しかし直前の緊急メールと、素晴らしい秘書の助けにより、すべての心配は杞憂に終わった。数日後、午後の早い時間に無事に定刻通りバンター空港に到着し、1時間もしないうちに私は暖かいアパートメントで気持ちよく座っていた。とても快適だった！

8.1.5. 初日

1日目、Juha Helnesniemi は私に手術室やICU、病棟を案内してくれた。ずいぶん早いランチの後、手術室のロビーで脳神経外科医としての背景や私の専門、個人的な興味について尋ねた。彼は私にフェローシップの体制や内容を説明し、さらに“脳神経外科ではきわめて過小評価されている”見学の重要性、また Yaşargil と杉田の本の重要性、さらには実践的な脳神経外科の観点からの神経解剖学の知識、手術全体を最初に“自分の心”の中で視覚化する事、繰り返し練習する事（練習につぐ練習）、手術を見てビデオを編集する事、継続する力、もちろん全てを顕微鏡下に手術する必要性を強調した。彼と一緒にずっとORで過ごすことで、ゆっくり、そして少しずつ確実に見る事が出来るようになり、彼の全ての手術を私自身が経験することで、彼の言葉が全て真実であることを理解し始めた。あの時の事を思い返し、彼があの日最初に言っていた事が基本的に本質そのものであるという事をいつも痛感し

ている。

8.1.6. 人生のある日(あるフェローの)

私は朝8時ちょうど前に病院に着く。そして手術着に着替え、それから1番の手術室（Juhaがいつも使う手術室）に行く。手術予定を確認し、次に画像サーバーから患者の画像を選び、患者のデータを顕微鏡に登録する。私は顕微鏡、ビデオレコーダー、ビデオスクリーンとモニター、无影灯と内蔵カメラを確認する。挿管後、私達は患者の体位をとる。体位設定には助手が必要不可欠であり、きわめて重要だ。無菌の術野が準備され、私はスクリーンとライトを最後に確認する。それから手洗いをし、位置に着き、手術が始まる。手術数は一定ではないが、通常Hernesniemiは1日に3例の手術を行う。彼がオンコールの時はもっと増える。手術の合間に私は手術記録をノートに書き留める。1日の終わりに我々は翌日の手術症例を見て、画像や手術手技を議論する。家にいる時間は、勉強と

読書にあてている。私は自分自身の勉強計画を立てたが、時々それを守る事が難しくなる。なぜならフェローの生活の日々は長く曲がりくねっているからだ。しかし結末は常に良好だ！

8.1.7. 手術の助手

手術の助手を務めることは容易ではない。Juha Hernesniemi は私が今まで見た中で最も手術が早いので、彼の助手を務めることは大変である。自身が迅速かつ素早くなる必要がある。それは最良かつ最速の習得法でもある。何故ならいわゆる“surgical toes”が保たれるからだ。手術の間、目の前で展開される本物の脳神経外科解剖や、彼の手術手技に集中し、彼の次の動きを予測する。側視鏡で見えないとき、私は後外側で彼の右側の位置に立つようにする。そうすれば私は彼と直接介助の看護師（もちろん彼女の動線上には居ないようにする）とビデオスクリーンを同時に見る事が出来る。彼の手術は最高のレベルにある。全力でサ



Figure 8-2.

ポートして、可能な限り快適に手術できるようにしておかねばならない。

には目につきにくいかもしれないが、重要性に欠けるということはない。

8.1.8. 看護師達

脳神経外科手術室の看護師の介助なしでは手術は実施出来ず、これほど高いレベルなしでは手術は実施出来ず、これほどの高いレベルは維持出来ない。私は世界中の脳神経外科教室を見学したが、ここヘルシンキの手術室より優れた看護師を見た事がない。手術中のHernesniemi 教授は最も扱いやすい人でないかもしれない（彼は先ず自分でそう認めるだろう）。しかし最も難しい症例でも、彼女達のプロ意識とサポートは誰が見ても際立っている。このことは麻酔科の看護師にも当てはまる。彼女達の仕事は、手術する側

8.1.9. 麻酔科医達

医学生時代に、私は麻酔科学の課題研究を行なった。だから“まだ医学の世界に入ったばかりの頃”に私は手術場に来て、手術室全体を麻酔科の立場から見学した。麻酔科医と外科医はチームを形成しなければならない。なぜなら彼らはお互いの協力なしでは働けないからだ。レベルの高い脳神経外科手術は当然レベルの高い神経麻酔科を必要とする。ここヘルシンキ大学脳神経外科教室の麻酔専門医が、手術室やICUで高いレベルの技術を提供していることは、疑う余地がない。彼らの技量については、他章に述べ



Figure 8-3.

られているので読んでみて、自分の施設の（神経）麻酔医がヘルシンキに見学に来る様勧めてはいかがだろうか。

年以上経って、私は全ての曲を聞いてしまったはずだ。そしていくつかの曲は今では私のお気に入りになっている。

8.1.10. 手術室での音楽

Hernesniemiはラジオを点けて手術をする。彼は特定の音楽番組を決まった音量で聞く。私は音楽が好きなので、音楽に気を奪われないよう懸命に努めたが、最初の頃はラジオを聞いていてとても心を乱された。これはラジオに理由がある。ある種のBGMになり、上手く機能していると私も認める。音楽なしでは手術室は静かすぎるだろうし、深刻な音楽は深刻すぎる雰囲気を作り出すだろう。もちろん手術中に真剣でないということではない！ラジオの音楽番組は曲のプレイリストを繰り返す傾向があるので、1

8.1.11. 回診

毎週、Hernesniemiは自分のフェローや訪問者と一緒に回診を行う。時々1週間（もしくは2週間）スキップすることがあるが、それは多忙な手術スケジュールによるものだ。彼は最初に私達をICUと病棟に連れて行き、そこで術後の患者を見て、臨床経過の進展を話し合う。もし新しい訪問者が居たら、回診を延長して血管撮影室を訪れ、病院を設立したMannerheimの記念額と、フィンランドで最初の先駆的な脳神経外科医であるSnellmanとBjörksténの肖像画の前で立ち止まる。私はこのような回診がとても



Figure 8-4. The monument of Jean Sibelius near Töölö Hospital.



Figure 8-5.

好きだ。それは医者が患者のために治療し、彼らのために働いているという事を思い出させる。Hernesniemiは病院と脳神経外科の歴史についても語ってくれるが、それはまた彼自身の歴史でもある。たくさんの良い話が聞けるので彼の話に耳を傾けて欲しい！

また訪問者達は、その滞在についてゲストブックに記すように依頼される。そこでは多くの有名な脳神経外科医からの興味深いコメントを見つけることが出来る。

8.1.14. LINNCとライブコース

8.1.12. 訪問者達

Juha Hernesniemiは門戸開放の方針に徹している。誰でも(心から)彼の教室で見学する事を歓迎し、手術と手術手技に関して全く隠し事が無い。彼の手術の素晴らしさは世界中に知られており、世界中から訪問者が彼の教室を訪れている。各々、背景や文化、経験等が異なり、謙虚で寡黙な医学生から、その分野で著名な脳神経外科医まで、様々なグループがいる。訪問者達について言いたい事はたくさんあるが、彼らの大半は礼儀正しく熱心で、そして素直である。もちろん例外もあるが、それはまた別の話になる。

8.1.13. 沢山のピンと、その物語

手術室ロビーの近くにある大きな世界地図を見れば、世界中から訪問者達が来ている事実を目の当たりに出来る。全ての訪問者は地図上の自分の勤務地にピンを刺す。ヨーロッパ、アメリカ、そして日本に多い。私は時々その地図を見ながら、その背後の物語について思う。全てのピンが各自の人生や、生き方にまつわる物語を表している。1国に1つだけのピンが何本かある。私はそれらを“孤独なピン”と呼んでいる。それらは遠い国から、はるばるヘルシンキの脳神経外科を訪ねて来た努力(彼らは経済的な犠牲を払わなければならない)を表している。

LINNCとヘルシンキライブコースは、教室にとって特別で重要なイベントだ。さらには全ての関係者にとって、物流、組織、そして手術の面での重圧を意味する。だから私達はベストを尽くさなくてはならない。LINNCの間、Hernesniemiは脳血管外科手術を行い、他の国で開かれている著名な血管内手術の学会会場に衛星生中継される。ライブコースの間、40名から60名の脳神経外科医が世界中からヘルシンキに来て、1週間Hernesniemiの脳血管手術や頭蓋底手術、脳腫瘍の手術を見学する。さらには海外から招かれた有名な脳神経外科医が、別の手術場で、彼らを有名にした特別な手術を行う。それらの手術は全て手術室内外のビデオスクリーンに映し出され、記録される。全ての外科手技は手術の前後に術者、参加者によって議論され解説される。たくさんの事が学べる。初めて参加した時、私は毎日椅子に貼付いて、この素晴らしいライブコースを見学した。さらにこのライブコースは、他の仲間と出会う良い機会である。最終日の夜にはとても素敵なディナーコースと楽しいパーティがある(是非出席するべきだ！)。

8.1.15. 気候と四季

フィンランドの気候を考えると、おそらく最初に思い浮かぶのは雪と氷、極寒、長く暗い冬、そして短い夏だろう。確かに冬は長くて暗く感じ、そして平均気温は思うよりも低いかもしれないが、慣れてしまう。フィンランド人は、「悪い天気などない、服装が間違っているだけだ」と言う。雪は街路や公園を美しい景色に変える。そのためヘルシンキでの生活は悪くない。奇異すぎて信じ難いかもしれないが、海は凍りつき、海の上を歩く事が出来る。春は素晴らしい。わずか2週間の間に自然が芽吹き、花が咲き始める。夏は比較的短いが素晴らしい。気温はとても快適で（寒すぎず暖かすぎず）、晴れた日には、ほとんど全てのヘルシンキ人が通りやテラスで気候を楽しんでいる。他にも良いことがある！秋は木々の葉の色が変わり、とても美しい。

冬と夏には、時間感覚を失うと言う奇妙な体験をする。最も暗い12月と1月の間は、午後の早い時間でも夜遅くのように感じる。そして日が長く夜が短い6月と7月は、早朝になると自動的に目覚めてしまいやすい。

8.1.16 アパート

私のアパートは狭いが快適で清潔であり、何よりも静かだ。勉強したり読書したり、休息するのに良い。そこは当分の間私の自宅になっている。私はほとんど全ての時間を病院かアパートで過ごす。もしかしたら異常に見えるかもしれないが、私は可能な限りの時間をフェローシップに捧げる事にした。仕事から離れる事も必要だという事は十分に理解してい



Figure 8-6.

る。だから週末にはすこし時間を取り、脳神経外科とは関係のない何か別の事をする。私は本来の自宅であるアパートを維持している。たまには自宅に帰り、再び本来の環境に戻って、友人や家族と再会する事が大切だ。

8.1.17. ヘルシンキ

私はヘルシンキが大好きだ。街は海に囲まれている。清潔かつ静かで、公園や森のような緑地が沢山あり、人々もとても素敵だ。旅行ガイドを調べたら、この街のたくさんのお薦めが書いてある。興味深い事や、好きな事がたくさん見つかるはずだ。ヘルシンキは、歩くのにちょうどよい広さだ。例えばTöölö湾の周り、エスプラナディから市場に沿ったダウンタウン、もしくはカイヴォピスト公園を通り抜けて海辺に沿って歩くの



Figure 8-7.

にお勧めだ。自分で歩いてみよう！

8.1.18. フィンランドの食べ物

長時間病院で過ごすとき、私は食事も病院のレストランで摂る。食べ物は多種多様なスープ、サラダ、肉、魚、野菜、パスタ、米、デザート、そしてパン等、とても素晴らしい。私はフィンランド語のメニューを読む事が出来ないが、食べ物に失望したことは一度も無い。料理の組み合わせで悩んだ時は他の人のお皿を見る。そしてどうするかを考える。特におすすめはブルーベリーパイだ。是非食べてみて！

8.1.19. 言語

フィンランド語はとても難しいとされており、言語の才能に恵まれていたとしても、流暢に話し、理解出来るまで2年以上かかる。病院ではみなが英語を話すので、教室でフェローがフィンランド語を学ぶ必要はない。私はそれでも手術器具の名前のリストを作った（親切にも私のために翻訳されている）。だから手術室では、私はフィンランド語でもコミュニケーションをとることが出来る。フィンランドでは2つの言語が使用されており（スウェーデン語がもう一つの公用語である）、ドイツ語と英語の組み合わせや、前後の文脈からスウェーデン語を理解する事は不可能だ。フィンランドではあなたは言葉に困る事はないだろう！

8.1.20. 有名な言葉

フィンランド人はおしゃべりではないという。しかしどういう意味だろう？おしゃべりでないというのは誰、もしくは

何と比べての事だろう？その人自身の文化、自国の人々、もしくはその人自身と比べてだろうか？

一定時間の言葉や文章、会話の中で使うべき言葉数に標準があるのだろうか？人々はおしゃべりで無い様に見えるだけなのか？もしくは、本当に話す事が無いのか、話すのに適した時ではないと知っているのか、それとも何かあなたが知らない、あるいは理解出来ない違う方法でコミュニケーションをとっているのかなのだろうか。ここに挙げるのはフィンランド人（Hernesniemi）がよく使う言葉と表現である。"no niin (OK)", "which side?", "where is the aneurysm?", "which kind of tumor?", "pää nousee (頭を上げて)", "pää laskee (頭を下げて)", "pöytä nousee (ベッドを上げて)", "pöytä laskee (ベッドを下げて)", "light is not good", "tight! tight! it is not tight!", "good trick!", "oh my goodness!", "you're left handed?!", "terrible!", "which year?", "good case!", "this is important!", "we could manage!"

8.1.21. 練習、練習、練習

Hernesniemiは、顕微鏡手術の間は「集中する事」、「自分自身を外界から隔離する事」、「一歩ずつ進む事（漫画を読む時ストーリーを画像で追うように）」、「早く進めたいと思わない事」がきわめて重要だと言う。また、練習の重要性も強調している。顕微鏡下脳神経外科手術の技術は学習と訓練を要するからだ。手術室が並ぶ通路の奥には練習用顕微鏡があり、マウススイッチが装備されている。私はゴム手袋を毎回高倍率下に細い糸で縫合し、徐々に時間を長くして行く事から始めた。他にもバイパス手術の練習のためのモデルがある。スーパーマーケットで鶏肉を買い、血管を取り出し、血管縫合と

“バイパス手術”を始めた。プロのミュージシャンは楽器を練習し、おそらく練習に終わりは無い。多分、(脳神経)外科医も同じであるべきではないか？

8.1.22. ビデオ編集

Hernesniemiの手術の全ては顕微鏡とHDビデオテープに記録される。好きなだけ見る事が出来（手術に秘密は無い事を覚えてますか？）、自由にダウンロードして、編集出来る（もちろん患者データは匿名の条件で）。ビデオ編集は私の勉強の一部であり、将来の仕事の参考になる。私は彼の手術記録を作っている。

8.1.23. Juha Hernesniemiの手術

この本はJuha Hernesniemiの手術と手技について書かれている。ある意味、彼の手術の自己弁護になってしまう。それでももっと伝えたいこと、書くことは沢山あり、既にこの本の他章に、もっと雄弁に上手く書かれている。彼の手術を見る事は忘れられない経験であり、比類のない素晴らしいさだ。このことは教室を訪れた世界をリードする有名な脳神経外科医達が公に認めている。私にとって、彼の素晴らしいさは手技だけでなく、彼の経験、ポジティブな態度、くじけず前に向かって戦う精神、そしてユニークな人柄である。だからこそ私は彼を最高だと考えている。

8.1.24. フェローシップの選択肢

フェローシップの成功は、その人の態度にかかっていると言っている。もちろん、実際にフェローシップを行う教室も重要である。とりわけ長期間の滞在を計画しているならなおさらである。私は“脳”

だけでなく心でヘルシンキ大学脳神経外科教室に来る事に決めた。膨大な脳血管障害や腫瘍の手術件数、手術の素晴らしさ、開放的なポリシー、訪問を歓迎する純粋な気持ち、人の話をよく聞いて自らを語るといふ人々の意思によって、ここヘルシンキは学びに来たい人のための完璧な場所となり、フェローシップの確かな選択肢となっている。見に来て欲しい！

Table 8-1. Key elements of the Helsinki fellowship

- 手術見学
- 助手
- 閉頭（顕微鏡下で）
- 議論（術前後）
- 回診（ICU及び病棟）
- 読書（手術室ロビーの教科書や雑誌）
- 科学的論文や発表の準備
- ビデオ編集
- 顕微鏡下での外科手技の練習

8.2. フィンランドの文化や社会に触れてみて

ROSSANA ROMANI (ROME ITALY)

「あなたの起源を考えてみなさい：あなたは獣の様に生きるために生まれたのではない。徳と知識に従うためだ。」

(Dante: The Divine Comedy, Inferno, Canto XXVI, lines 118-120)

フィレンツェで働くイタリア人で、私が尊敬する同僚の1人がHernesniemi 教授を見学するよう私に薦めた。彼は、「彼が1番だから」と言った。私は2006年の8月に2週間、初めてHernesniemi教授を訪ねた。彼とそのスタッフにとっても感動した。私はイタリアでの仕事を中断し、顕微鏡下脳神経外科手術を学ぶために2007年7月にフィンランドに来る事を決めた。

8.2.1. “言う事”と“やる事”の違い

到着した頃、私はほぼ2カ月間を顕微鏡下でのトレーニングに費やした。最初は難しかった。とても遅く、ぎこちなかったが、数カ月後には以前より上手く、早くなった。また、Hernesniemi教授が薦める基本的な脳神経外科の本を勉強した。フィンランド語の知識のおかげで、初めから顕微鏡下手術の手順と手術器具の使用方法を早く理解出来た。それでも、Hernesniemi教授の手術スタイルを理解するには時間と知識が必要である。沢山の手術を手伝って初めて、彼が何をしているのか、彼の手技がいかによく考えられているかが分かった。私達は全ての手術のビデオを記録し、それらのほとんどを編集している。Hernesniemi教授は私にとっても良くしてくれ、サポートしてくれる。しかし同時にとても厳しい。懸命に努力しなかったら、これほど長くここにいる事は出来なかっただろう。滞在



Dr. Rossana Romani

中、私は1,182例（血管病変677例、腫瘍426例、他72例）の手術の助手を務め、そして解剖を学んだ。私はここでの全ての経験の個人的なファイルを作り、将来いつでも見られるようにしている。私は論文発表の為に多くのビデオ編集を行い、多くを学んだ。手術のビデオを編集する事は顕微鏡下脳神経外科手術の手技を学ぶ進んだ方法であり、どんな脳神経外科の本より有効である。若い時には人の技を“盗み”、自分の経験として“蓄える”べきだ。私は2つの動脈瘤を持つ患者の手術をする機会を得た。

フィンランド人に近づくために、いつでも人の話をよく聞き、勉強した。Hernesniemi教授の少ない言葉が教えてくれる事を理解するのは難しい。何度か彼は「私は教えている」と言う。フィンランド人の態度はとても教育的で、無駄な世間話に時間を割くことなく、効率的に働く方法を教えてくれる。私は何度かHernesniemi教授が「話すことと実行することは違う」と言うのを聞いた。イタリアでは「言う事とする事の間には

海がある」と言われている。

フィンランド人の脳神経外科医は効率的だ。彼らは時間をかけてするべきことを話したりしない。彼らはするべき事を良く知っていて、それを実行するだけだ。彼らは回診し、ミーティングをし、手術をし、研究する。すべてを朝7時から午後3時までになし、その後は家族とくつろいだり、趣味に興じる。全ての事が完璧に組織化され、そして機能している。

手術室では看護師がうまく自分達の仕事をこなす。必要な器具だけを並べ、全ての頭蓋内病変（血管もしくは腫瘍）のための器具のセットはほとんど同じである。印象的なのは、難しい手術中でも全てのスタッフが協力して働くことで、自制心を失う人はいない。

顕微鏡下手術と、顕微鏡下での手術トレーニングの他にも重要な仕事がある。それは論文作成だ！Hernesniemi教授は自身の経験について話している。「論文発表をしなければ墮落する」。世界一の脳神経外科医になっても、発表や科学論文がなければ、誰にも知られない。地域の脳神経外科を、改革したり進歩させる力を持たないだろう。科学的な論文発表は大変であり、外科業務に加えて多くの時間を必要とする、しかし一方で知識が増える。ヴェローナの脳神経外科医局の前部長のDaPian教授は、かつてこう言った。「全ての動脈瘤の背後に真実がある」と。私は次のように言い換えたい。「全ての科学的論文の背後に真実がある」。得手不得手関係なく、1つのテーマについて勉強して投稿する事で、同じ分野に関心を持つ人達の知識を増やしている事を実感出来るようになる。私がヘルシンキに着いた時、教授は私にいくつかの論文の書き直しを指示し、私は全ての髄膜腫の症例を見直した。教授は脳血管病変の手術だけでなく腫瘍の手術、特に髄膜腫についても最高の脳神経外科医の1人だ。特にイタリアでは、多くの施設で

血管病変の手術は施設長のみに任されているが、髄膜腫の手術は多くの脳神経外科医により行われており、それ故に私は髄膜腫の手術に興味を持ち始めた。

私はデータの収集から議論まで、科学論文の書き方を学び、髄膜腫だけでなく、多数の血管外科の論文（20編以上）や本（6章以上）を書きあげた。私にとって、ここで働き、Hernesniemi教授から学ぶ事は素晴らしいチャンスであった。

イタリアに居る時は、顕微鏡下手術の技術の修練が不十分であった。多くの若いイタリア人の科学者や研究者、医者は海外へ出て行き、多くは戻ってこない。

当初は脳血管フェローシップとして1年間滞在する予定だった。しかし滞在中、私は一生懸命働き、そして博士号の学位論文を書き上げる機会を得た。現在も執筆中であるが、“forma mentis (考え方)”が変わってきて、心の状態が“フィンランド人の働く態度”になって来た。

8.2.2. 学ぶのは難しいが、生活に必要なもの；フィンランド語

学生時代にラテン語を勉強する国や、ラテン語から派生した言語だけを学ぶ国で育つと、全てのヨーロッパ言語はラテン語がベースとなっていると思ってしまう。しかしそれはイタリア人だけの考えであり、フィンランド語はまさにフィンランド語から来ている。

世界中から多くの脳神経外科医がヘルシンキの脳神経外科教室を訪れる。彼らは私のフィンランド語の知識に驚く。彼らのほとんどは私に「どうやってフィンランド語を勉強したの？、あなたは一生ここに住みたいの？、あなたはフィンランド人の恋人がいるの？」と尋ねる。これほど難しい言語を勉強するだけの合理的な理由を知りたいからだろう。



Figure 8-9. Tower of the Helsinki Olympic Stadium

私はハンサムなフィンランド人男性の為にフィンランド語を勉強したのではない。少なくとも初めは、世界で最も美しい脳神経外科医がフィンランド人である事は知らなかった。もともとフィンランドの文化やフィンランド人に興味があったからフィンランド語を勉強した。人々を知り、彼らや彼らの文化とつながるためには、彼ら自身の言語を話さなくてはならない。

初めてフィンランド語の文書を見ると、誰かがキーボードの前に座って文字を不規則に混合したと思うだろう。最も難しいのは1つの言葉がどこで終わり、次の言葉がどこから始まるかを理解する事だ。フィンランド語を勉強する前、私は4つの文法格と論理的な構造の構文を持つドイツ語が最も難しいヨーロッパ言語だと思っていた。しかしフィンランド語に比べると、ドイツ語は学び易い。フィンランド語には15の文法格があり、前置詞や冠詞が無いので、文章の構成が難しい。

私はフィンランドに来る前、フィレンツェで会ったフィンランド人の友達に "buonanotte (お休みなさい)" の訳し方を尋ねた。すると彼女は笑顔で「それは発音がとても難しい」、さらに続けて、「フィンランド語はとても難しく、習得は不可能に近い」と答えた。それは確かに真実で "buonanotte" を意味する "hyvää yötä" はとても発音しにくい。話すのと同時に息継ぎをしなくてはならないからだ。イタリア語は唇で話し、フィンランド語は喉で話す。

しかしフィンランド語についての問題は、ヘルシンキ大学の語学学校に通い始めてから起こった。多数の講座を受講し、時間を費やしてから、私は日々の仕事に必要な言語は全く違う事に気がついた。話される言葉は学校で習う公式な物とは違うもので、これは全く役に立たなかった。

フィンランド語を勉強する事はマラソ

ンをしたり、山を登るようなものだ。諦めてはいけない。フィンランド語は豊かで美しい言語であり、学ぶ事は不可能ではない。私に出来るのなら、誰だって出来る。

フィンランド語を勉強したことで、ヘルシンキ、フィンランド、そして手術室での私の生活は一変した。初めてフィンランド人と話す時、彼らの母国語で話すと彼らは幸せな気分になり、下手な英語や、風変わりなラテン人気質にも関わらず、好きになってくれるからだ。手術場の看護師が「私達はあなたがとても好きです」と私に言ってくれた最初の Pikkujoulu (多くのアルコールと幸福があるクリスマスパーティー) を忘れる事はないだろう。その言葉が本当だったのでも私はとても嬉しかった。

私は一生懸命フィンランド語を学習した。もし私がイタリアの自分の脳神経外科教室にいて、海外から来た脳神経外科医がその教室を訪れ、私の母国語を話すのを聞いたら、もし習得がとても難しい言語ならなおさら、私はとてもうれしく思う。言語を学べば、新しい世界を発見できる。彼らとより近しく生活し、彼らと人生を共有出来、しかもそれは本や写真からは得る事が出来ない。

8.2.3. フィンランドに居る時はフィンランド人の様に振る舞う (郷に入れば郷に従え)

フィンランドでの最初の1週間はひどいものだった。私は新しい文化と新しい国に居て一人ぼっちだったからだ。ヘルシンキでの最初の1カ月はフィンランド人の家族と一緒に生活した。しばらくして、私は彼らの4人目の娘になった。彼らと、彼らのサポートのおかげで私はフィンランドの習慣をととても早く学んだ。全てが母国イタリアの文化と異なっていた。しかし「違う」という事は悪いという意味ではない。モーツァルトのシ

ンフォニーやラファエロの絵と、美しい花や夏の夕焼けを比べる事はできない。美しさは違った面を持つ。ローマのことわざで「郷に入れば郷に従え」(Sant Ambrose, 387 A.D.) というのがある、そしてこれは私がフィンランドで実践した事だ。

フィンランドが美しい国である事はすぐ分かった。一緒に住んでいたフィンランド人家族は、自然の中にあるサマーコテージに私を連れて行ってくれた。私は湖の近くにあるサウナに入ってしまった。こんなに美しい景色を楽しめるフィンランド人は、なんて幸運なんだろうと。サウナに入り、そして湖に泳ぎに行った。コテージでフィンランド人の家族や友人達と、1年で一番夜が短い真夏の夏至祭り(Juhannus)を祝った。フィンランドでは、人々が自然と動物にとっても敬意を払っている事を実感した。田舎で自然に浸ったことで、フィンランド人の態度ははるかに良く理解出来た。

もしあなたが人口数百万人の国から来て、どこでも誰とでも話す事に慣れているなら、フィンランドは全く違う世界である事に気付くだろう。フィンランド人の礼儀正しさの概念は他のほとんどの国とは違う。特にイタリアでは気持ちを伝える事が礼儀正しいと考えられている。フィンランドでは人に干渉しない事が礼儀正しさである。どこに居ても、静かで無口な理由である。このフィンランド文化の一面は私にとって非常に印象的だった。私は満員なのに静かな路面電車に乗った事が無いし、10人の看護師が話し合う部屋で勉強した事も無い。このような事は至る所で騒がしいイタリアでは経験出来ない。フィンランドでは、サッカーの試合中でも静かで、安全で、無口である。それに比べて、私が通ったローマのオリンピックスタジアムは騒々しく、時には危険であった。

フィンランド人は物静かだが、静かさと弱さは違う。フィンランド人は強い。

特にスポーツでは彼らの強さを垣間見る事が出来る。フィンランドには有名なスポーツ選手が沢山いる。F-1だけではなく、アルペンスキー、クロスカントリー、マラソン、そしてフィンランドで最も重要なスポーツであるアイスホッケーだ。アイスホッケーは、イタリア人にとってのサッカーみたいな物だ。人々はこのスポーツに熱狂する。最近フィンランドはオリンピックでカナダ、U.S.A.に次いで銅メダルを獲得した。この勝利は非常に重要で、ロシアと、愛憎相半ばするスウェーデンのどちらもがメダルを獲得できなかったからだ。フィンランドはヨーロッパでアイスホッケーが最も強い国だ。この国では皆がスポーツをする。たとえ外がマイナス15度で道路が凍っているように、風や雨の日であろうが、必ず歩いたり、走ったり、自転車に乗っている人を見かける。私は良くスポーツをしたが、ここフィンランドでクロスカントリースキーとスケートの練習を始めた。凍った海の上を歩いたり、滑ったりするのは信じられない経験だ。特に南ヨーロッパから来た私にとってはそれは魅力的であると共に、感動的でもあった。

私がフィンランドで好きになったものの、そして学んだ物は「誠実さ」である。誠実より不誠実が一般的な国から来た人は、フィンランドはまさに正反対である事に気付く。かつて中国人のフェローが高価なカメラを手術着のズボンに入れたままにしてしまったが、2カ月後、洗濯から戻って来た。イタリアでは無くした物が戻ってくるのは珍しい。フィンランド人の誠実な態度は彼らに向いている。彼らは仕事においても誠実であり、皆仕事時間内に一生懸命働く。誠実さは自然や動物、そして全ての物事に対する敬意にも表れている。あらゆる物が清潔であり、そして大事にされている。私はフィンランド人と働く事で、多くの事を学び、そして今でも学び続けている。

8.2.4. 決して天気は良くない

私はフィンランド人が自分の国を愛しながらその悪口を言いたくなるという事を早々に学んだ。何よりも彼らは天気に対して不満を言う。天候は大きな問題であり、フィンランド人はほぼ常に不満を言う。私はフィンランドに到着した2007年の6月から、フィンランドでの初めての冬を恐れていた。しかし少なくともヘルシンキでは、フィンランド人が言うほど酷い冬でない事がわかって、がっかりした。ローマの病院に朝暗いうちに行き、夕方暗くなってから帰っていた頃の冬を思い出した。光量は、フィンランド人が言うほどには大きく違わない。私は光の少なさが苦になる事は無かった。冬には海の上でスキーやスケートをする事が出来、白い冬景色を楽しめる。魔法のような雰囲気、全てがおとぎ話のようになる。私はフィンランドの冬が本当に好きだった。

フィンランドで何が違うか、フィンラン

ド人が何を誇りに思うか？それは夏だ。夏の明るさは私にとって衝撃的だった。とても明るいからだ。夏は暗闇が消え、夜の3時に起きても既に太陽が空高く昇っている。数カ月星は見えない。夏と冬の大きな違いから、冬が暗く思えてしまうが、本当のところはそうではない。

多くのフィンランド人は天気について不平を言う。もし冬が無ければ、皆冬が無い事に不平を言うだろう。もし冬があったり、全てが明るかったら、フィンランド人は冬に関して不平を言い、最終的には夏が来たとき、夏に関しても不平を言うだろう。寒すぎる、又は暑すぎると！！フィンランド人は天候に関しては幸せとっていない。海外からの脳神経外科医が手術場で最初に習う言葉は“voi, voi, voi…”これはまさに不平の表現であり、大抵大した意味は無い。昔天候が北欧の人々の悩み事だった事は理解できる。しかし最近はそれほどでもなく、南ヨーロッパの冬と比べてもそれほどひどくはない。



Figure 8-10.



Dr. Leena Kivipelto

8.2.5. フィンランド人の心構え: “Sisu”

Hernesniemi教授と一緒に働いて、どうしてフィンランド人がこれほど特別になったかを良く理解できた。それは“Sisu”と呼ばれるものである。翻訳するのは難しいが、Hernesniemi教授が1日に4~5件の難しい手術を行っているのを見てみると“Sisu”とは何か理解できる。第二次大戦中、フィンランド人が生き延びられたのは“Sisu”によるものだ。“Sisu”とはフィンランド人の遺伝子に組み込まれた一種の力であり、人の能力を超えて物事を成し遂げられる強い姿勢のような物だ。フィンランド人がどの様に巨大なソビエト連邦と対峙し、生き延びたか、どの様にして独立を維持したか、それは彼らの“Sisu”によるものだ。

8.2.6. He and she = hän

フィンランド語で“she”や“he”のそれぞれに対応する個別の言葉はなく、ただ“hän”があるだけだ。フィンランドは母系社会であり、私にはこれこそが何故先進国であるかの理由だと思っている。女性は1906年に投票権を得た。それに比べ、イタリアで女性が選挙権を得たのは40年後だった。現在の大統領は女性であり、男女平等である。フィンランドではときに聖職者ですら女性である。

脳神経外科教室で、私にとって印象的であったのは女性先輩脳神経外科医のLeena Kivipeltoによる顕微鏡手術だった。彼女は脳血管障害、バイパス術、そしてその他多くの脳神経外科手術を行う。フィンランドで男女の優劣を記すよりも、彼女を見る方がより良くわかる。

手術室での指導者はHernesniemi教授や脳神経外科医ではなく、全ての看護師である事はすぐわかった。本当の力を持っているのは看護師達だ。Hernesniemi教授は何度も言った「手術は1人では出来ない」。看護師や麻酔科医無しでは、

外科医は手術が出来ない。手術室の看護師は私を支えてくれた。特に最初の頃は、彼女達がいなければ何も出来なかっただろう。私はSaaraの日々の支援と激励に感謝している。また、初めての動脈瘤手術を支えてくれた直接介助看護師のSariの事を忘れる事は無い。全ての看護師が専門家である。訪れた人が皆言うように、フィンランドで女性が指導者であること、そして社会が女性を支えている事の実例である。Hernesniemi教授は言う。「この様な良い仕事環境で失敗したら、自分を責めるしか無い」。

8.2.7. 最後に

イタリアを出発するとき、様々な問題点や欠点が残っていた。そのいくつかは今でも残っているが、それらは私の遺伝子の一部を形成しているからだ。私が進歩し続けているのはフィンランドのおかげだ。フィンランドやフィンランドの人々は、私に健康をもたらしてくれた。私に仕事のやり方も教えてくれた。さらには人の言うことをよく聞く事、あまり無駄口をたたかない事をも教えてくれた。私の視野を拡げ、様々な角度から物事を見る事を教えてくれた。最後に世界の中心はローマだけで無い事を私に理解させてくれた。

ほぼ3年経って、自分がフィンランド、そしてフィンランドの人々を大好きであることを実感している。そしてイタリアでも、どこか私が将来住む場所でもこの美しい国と人々の事を伝えて行きたい。この国で学んだ事をずっと感謝し続けるだろう。

8.3. ヘルシンキの印象：訪問記 FELIX SCHOLTES(LIEGE, BELGIUM)

「頼むから脳神経外科の話はやめよう」、「個人的な連絡先だよ」。教授（私たちは敬意を込めてそう呼んだが）はそう求めて来た。ほとんどの同僚にとって、彼はただの“Juha”である。たとえ初対面であっても、彼は自分のE-mailにそう署名するだろう。教室で会ったことがある人なら、この突然の友人の様な親しさにも驚かない。Juha Hernesniemi教授が率いるこの小さな世界では、誰もがすぐに和やかな雰囲気を感じられる。

ここで働く人々は、まさにその言葉通り、十分な能力、集中力、いい仕事をしたと言う誇りをもって仕事をしている。不機嫌な顔をしたり、声を荒げたり、身勝手に振る舞う事が無い。互いへの敬意を示す素晴らしい協調関係の中ですべてが進む：敬意とは、お互いに対する敬意であり、やりがいのある仕事や課題に対する敬意、患者に対する敬意である。フィンランドで数週間過ごしてみて、このような態度は、謙虚と落ち着き、助け合う友情でまぶしいほどの高みに達した人々の見本のように思えた。

フィンランド人は人生の本質や国家の歴史を良く意識している。フィンランド、この北極圏にまたがる国は長い間他国に占領されて来た。10月革命の到来までフィンランド人の厚遇を得ていたレーニンのロシア政権から開放され、独立して1世紀も経たない。内戦はまず社会主義者の赤軍と、国家主義者そして資本主義者である白軍の間で勃発した。後者はカリスマ的なC.G.M. Mannerheimにより率いられ、ドイツによる支援を受け、君主制の樹立を目標としていた。赤軍が敗北し、ドイツ君主制も第一次大戦で崩壊して、この若い国は共和国として独立した。その後再びMannerheimの指揮のもとで、

1939~1940年のロシアとの厳しく血にまみれた冬戦争をしのいだ。冷戦の間、東西両陣営のバランスをとる長期間の繊細な活動を通じて、フィンランドは世界で最も崇められる民主主義国家となった。1975年の欧州安全保障協力会議の舞台となり、そのことがヘルシンキ合意、さらには冷戦の部分的縮小につながった。今日では社会の安定や生活の質、経済力のランキング上位に常に名を連ねる。教育は比類がなく、フィンランドはOECD諸国における3つのPISAランキングで1位である。

フィンランド語を理解できると思ってはいけない。フィン＝ウゴル語に由来しており、ハンガリー語と同じく、私達ヨーロッパ人の多くが使うドイツ語やロマン語とは異なる。時折、特定の言葉の語源、例えば石鯿（フィンランド語；saippua/ドイツ語；Seife）やズボン（フィンランド語；housut/ドイツ語；Hose）に親近感を見いだす程度である。ただし、フィンランド人に話しかけると、非の打ち所の無い英語で返事が返ってくる。私は自分がフィンランド語を話せないことを謝罪しないのが当たり前になっていた。2カ月の滞在中、出会って英語を喋らなかったのは、ハカニエミ市場のホールでプラムとリンゴを売っていた老女だけであった。ちなみにこの市場では、美味しくて新鮮な野菜や北欧の魚、それに合わせるディル、リムーザン牛、さらには完璧な英語で料理のアドバイスが手に入る！

そうはいつても、ポルトガル人の同僚でルームメイトのPedroと私は、フィンランド語を使ってみようと試みた。我々はKiitos（ありがとう）とhyvää huomenta（おはよう）以上の言葉は習得できなかった。情けない試みではあっ



Figure 8-12. Marshall C.G. Mannerheim, the founder of the Töölö Hospital.



Figure 8-13. The Olympic Stadium

たが、病院のカフェテリアのウェイトレスからはかなりの共感が得られた。がまん強く努力しながら、彼女はフィンランド料理を給仕しながら、我々を指導し、どうやって言葉を組み合わせるのかを教えてくれた。

フィンランドでは皆がよく食べる。色の濃い全粒粉のパンは、私がドイツで子どもの頃から知っている物とよく似ている。またスウェーデンのクリスプブレッドもある。スウェーデンはヨーロッパの大国であった時代にフィンランドを支配していた。今でもスウェーデン語を話す少数派が5.5%居て、スウェーデン語は第2公用語として認められている。

私は1年間の海外研修の一環として、9カ月のカナダ、ケベックのモントリオール、1カ月のアメリカ、アリゾナのフェニックスの後、ほぼ2カ月間ヘルシンキに滞在出来た。脳神経外科専門用語を使うこと、興味深い症例を数えあげること、ヘルシンキ大学脳神経外科教室がこれほど多くの訪問者やフェローを惹き付ける理由について述べることは控えるよう、言われている。それでも、特に感銘を受けたことだけはいくつか述べておきたい。まずはHernesniemi教授という経験豊かで頭脳明晰な脳神経外科医が謙虚である事だ。彼は自分の手術や仕事への批判的評価を進んで受け入れようとする。そして術後の議論が中大脳動脈瘤のクリッピング術より長くなることがある。Hernesniemi教授が訪問者やフェロー、同僚の存在をありがたく思っていることは明らかであり、僅かな技術的相違、自身の手術経験、意思決定の方法、科学的事実、フィンランドの疫学的特色、さらには驚くべき逸話や、世界に対する自分の批判的な見方を喜んで語ってくれる。

手術や患者に関する伝言以外、手術中は誰も喋らない。Iskelmä Helsinkiと

言う地元のラジオ番組が流れているだけだ。Iskelmäはドイツのヒット曲と同じで、教授に言わせれば「ひどい音楽」だ。手術中は手術室全体がフィンランドのIskelmä音楽や、昔の国際的なヒット曲のフィンランド語版で満たされている。Hernesniemi教授曰く、「ひどい音楽によって良い手術が出来る。注意がそれることは無く、丁度良い背景雑音になり、スタッフに完全な静寂を求めるより、ストレスが少なくなる。」

ヘルシンキは素晴らしい街である。私は9月の初めに到着したが、まだ暖かく、昼が長い晩夏であった。北欧を流れるメキシコ湾流のおかげで、緯度のわりに気候が穏やかである。ヘルシンキが世界で2番目に北にある首都であり、グリーンランドやアラスカのアンカレッジ南端と同緯度であることは実感にくい。

街を散歩していると、ゴミひとつなく、清潔で広大なヘルシンキに心を奪われる。公園や緑地がたくさんあり、印象的な岩が、街のビルの谷間に姿を見せる。教会でさえ、その岩の中に作られている。街の中の小さな“丘”からは、心洗われるような眺望や、オリンピックスタジアム、小さなTöölö湾や公園を見渡す近年建てられたオペラハウス、さらにはAlvar Aaltoが設計したフィンランディアホールとなどの建築物が見える。都市の中の自然区画は、一息ついて木々の間や岩の上で休めるような、緑の芝で囲まれたスペースになっている。私のアパートの前がまさにそうであったが、病院から歩いて2分、街の中心街から歩ける距離であった。

フィンランドの南の海岸線には、公園や岩の他にも、運河や橋、湾、盆地、さらには船でいっぱい港が至る所にある。Töölö地区の西、シベリウス公園の近くの海辺ではヘルシンキ市民がジョギングをしたり、犬の散歩をさせたり、海

沿いにある素敵なレガッタカフェの屋外でホットコーヒーを飲みながらシナモンロールを食べたりしている。2002年、フィンランド人は、隣国のノルウェーと並んで、最もコーヒー消費量の多い国民であった。1人当たり約10Kgであり、平均的イタリア人の3倍以上である。

最近は天候が変わり始めていて、少し寒くなって来たが、まだ晴れている。朝は徐々に暗く、そして昼は短くなり始めている。この文章は10月半ばに書いているが、今でもここでは何と完璧な時間が流れているのかと実感している。暖かく黄色い午後遅くの太陽が、秋の美しく色づいた木々の葉や、Töölö湾に並ぶ北欧の典型的な木製住宅、そして遠方の高台にそびえ立つ遊園地の観覧車を低い位置から照らしている。薄暮の紫色の灯りが夕暮れの到来を告げ、自転車に乗る人、ジョギングをする人、歩く人が家に向かいます。

自然は豊かだが、ヘルシンキには活気のある夜の街並、ショッピングセンター、ストックマンなどの有名な百貨店、博物館、質の高いレストランが建ち並び、真の首都にふさわしいと感じられる。古い建物はロシア占領下時代に遡る。ロシアがスウェーデンに勝利した後、新たな占領者は統治機能を西岸のTurkuからロシアの近くに移転させ、ヘルシンキを準自治区であるフィンランド大公国の首都とした。かつてのヘルシンキは軍事上の要衝であったが、まじめな旅行者なら必ず訪れる、ユネスコ世界遺産である「スオメンリンナ（Sveaborgとスウェーデン人の建築家は呼ぶ）の海上要塞」はその証である。

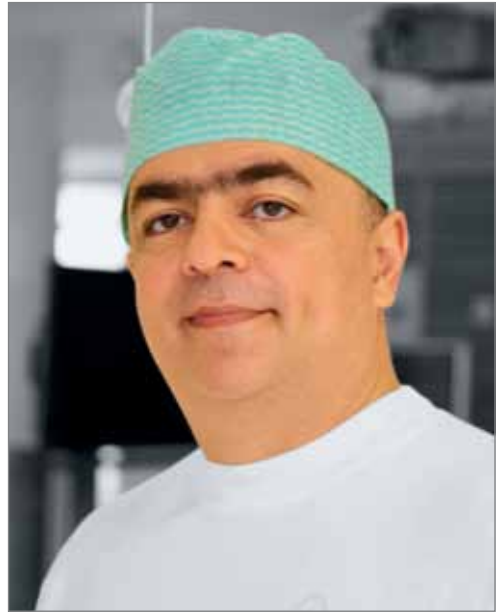
我々脳神経外科教室の訪問者やフェローは、プロフェッショナルとしての様々な使命を持っているが、素晴らしい旅行者でもある。Hugoはベネズエラからの脳神経外科レジデントで、以前は国際的なプロテニス選手。Pacolはスペインからやって来たヘビーメタルのベー

ス奏者。Youssouffはセネガルからの脳神経外科教授。Mei Sunは中国の経験豊かな脳神経外科医である。Ahmedはエジプトから来た最もフレンドリーな脳神経外科教授で、Joukeは音楽狂のオランダ人。Rossanaにはいつかイタリア料理のレシピを教えてもらいたい……。

ここでの非公式な国際交流や国境を越えた絆の構築は、その後何年も続く実り豊かな基盤を創り上げ、その起源は全員がヘルシンキ大学脳神経外科に訪問した事と言えるだろう。

8.4. ヘルシンキ脳神経外科教室での 2年間のフェローシップ REZA DASHTI (ISTANBUL, TURKEY)

2005年5月、トルコのアンタルヤでの National Turkish Neurosurgical congress で初めて Hernesniemi 教授に出会った時の事から述べよう。私は彼の動脈瘤と脳動静脈奇形の講演を聴いて、心から感銘を受けた。すぐさま教授に自己紹介をして、フェローとして彼のもとで学べないかと尋ねた。何度かE-mailのやり取りをした後、彼は受け入れの前にまずヘルシンキ大学を短期間訪れるように提案してきた。



Dr. Reza Dashti

2005年9月の後半、それが実現した。月曜日の朝、我々は病院の入り口で会い、長い1日が始まった。多忙だが良く組織された脳神経外科センターというのが、病院の第一印象だった。スタッフ全員が温かく迎えてくれた。フィンランド人スタッフの傍には、世界各国から来たフェローや見学者のグループが居た。その日の朝、Hernesniemi教授は1つの手術室で6件の手術を行った。最初の瞬間から、私は彼の並外れた技量に感激した。手術室を出てホテルに向かったのは深夜だった。次の日も同様だったが、手術が早く終わったので、フェロー達とビールを飲みに行った。これは他の人たちと知り合い、病院やヘルシンキの情報を得るのに良い機会であった。2~3時間飲んだ後、店を出て中心街にある自分のホテルと思われる方向に歩き始めた。1時間ほどで間違った方向に歩いたことに気付いたが、すでに目的地からは遥かに離れていた。これが私とフィンランドビールとの最初の楽しい出会いだった。

その週末に、私は1年間のフェローシップを受け入れられた。Ayse Karatas医

師(Rezaの前のトルコからのフェロー)の紹介が決定的であった。私は世界最高の脳神経外科医の1人とともに働けるまたとない機会に興奮し、高揚していた。あらゆることを整理し、準備せねばならなかった。家族によるサポートがあれば、何でも乗り越えられると思ったので、家族とヘルシンキに引っ越す事を計画した。外国の社会と学校に受け入れられるのは、妻にも娘(Nakisaは当時8歳だった)にも難しかったであろう。私はトルコとフィンランドの2つの大学で必要書類を揃え、イスタンブールのアパートを引き払い、車を売り、2005年11月8日ヘルシンキに到着し、病院近くのアパートに引っ越した。Hernesniemi教授の尽力により、私たちは娘のために市内(Ressu)で最古かつ最良の学校の1つを見つけた。

脳神経外科以外のことは妻が支えてくれたので、私は翌日からすぐに働くことができた。予想外に短時間で新しい環境に慣れることが出来たが、それは教室の全スタッフの大きな支援のおかげだった。

Hernesniemi教授のような指導者と共に働く事はかけがえのない経験である。最初の瞬間から、彼がいかにフェローや見学者達を大切にすることを垣間見る事が出来た。それは最高レベルの脳神経外科手術の技術的側面を学ぶ以上のものであった。最初に彼が教えてくれたのは、まず良い人、次に良い医者、そして最後に良い脳神経外科医であるという原則であった。患者への共感と思いやりは彼の最高の資質の1つである。

私のフェローシップは最終的に2年に延びた。この期間に私は807件の教授の手術で助手をつとめた。手術の開始から、全ての手順がどれだけクリーンに、迅速に、かつ円滑に進むかと言う事に気付いた。チームのメンバーが各々プロフェッショナルとしてどの様に動くのかを見る事は刺激的であった。手術室は清潔で、雑音や不必要な会話が無く、穏やかであった。直接介助看護師がモニターで1つ1つの手順に目を配り、Hernesniemi教授が器具を要求するのは稀であった。これは麻酔科医やチームの他のメンバーも同様であった。手術は迅速で、狭い術野で行われる為、最初の数週間は詳細な解剖を理解するのが困難であった。M1がどこかを理解するのに1カ月かった。2つの古典的な器具（バイポーラと吸引管）を使って手術全体を進める方法、綿片以外の開創器を使わずに手術する方法、鋭的剥離の有効な使い方、水を使ったくも膜下腔の拡大(Water dissection technique)など、他にもたくさん詳細な事を学び、本当に印象的であった。日常業務以外にも、術前、術中、術後に各々の症例についてかなりの時間議論した。手術ビデオの分析は私にとってもう1つの重要なトレーニングであった。何百ものビデオを必要だけ何回も見、教授や他のフェローたちと議論出来たのは、希有の経験であった。目的は手術のこつを体得し、“頭の中で手術をする方法”を学ぶことであった。毎朝の画像ミーティングと、毎週の脳血管ミーティングは、全ての症例にさらに目を通す

良い機会であった。留学の初日から、私は全ての手術室の看護師と、麻酔科チームからの多大な協力を得る事が出来た。これは他の部署でも変わりは無かった。私はすぐに遠慮なく寛ぐ事が出来た。

フェローシップは共通の興味や、理想、経験を共有する貴重な機会である。異なった文化や背景を持つ人々との出会いは本当に興味深い。自らを知的かつ人格的に成長させる良い機会である。世界中からやって来た多くの見学者やフェローと会い、経験を交換し合う事は自分のトレーニングの一部でもあった。Töölö病院脳神経外科教室の各メンバーからも多くを学んだ。

滞在中は脳神経外科領域の数多くの達人達と知り合いになった。最初の月、Konovalov教授とその練達の脳神経外科医グループがモスクワから来ていた事を思い出す。私はこの大切な訪問者たちの対応をしていた。Juhaの手術を数例見た後、Konovalov教授から手術ビデオを見せてほしいとの依頼があった。私はビデオ保管庫に行きいくつかのビデオを選んだ。それから私達は手術場のロビーに行き、大きなスクリーンでビデオを見た。Konovalov教授のような著名な脳神経外科医に見せたいとは思わないような、難しい症例の映像が映し出された。Juhaがロビーの隅に立って、我々を見ていた。彼の経歴に私が何をしようとしているのか、Juhaが怪訝に思っている。私は察した。私はビデオを止めた。その結果画面が急に切り替わり、ハイレベルな脳神経外科手術とはおよそ関係のない、“深夜番組”らしき画像のビデオになった。Juhaが悪戯っぽく、「これはRezaの個人的なコレクションだね!」と言ったので、私は卒倒しそうになった。

Ausman教授の訪問は私のフェローシップにおける転機であった。訪問2日目に彼はJuhaに手術経験を出版するよう提案した。良いタイミングで良い場所に居られて私は幸運だった。こうし

て、“Surgical Neurology” 誌の、頭蓋内動脈瘤における顕微鏡下脳神経外科手術の管理という連載が始まった。この企画（現在も進行中であるが）は、私の脳血管障害フェローとしてのトレーニングで最も重要な部分となった。各部位の動脈瘤に関する解剖や手術手技の論文を読みあさった上に、500本近い手術ビデオを見て、私はHernesniemi 教授に30年間の動脈瘤手術経験からの技術についてインタビューした。論文を書く準備の仕方を教えてくれたJuha Jääskeläinen 教授に心から感謝している。また友として、同僚としてNiemi 教授、Lehecka 医師、そしてLehto 医師から多大なサポートを得た。Kärpijoki氏は技術的な面と、AVの仕事の師匠だった。ヘルシンキの脳動静脈奇形のデータベースは私の参加したもう1つの重要な企画だった。この企画ではLaakso 医師、Väärt 医師と一緒に働いた。私は400以上の脳動静脈奇形の画像に目を通す機会を得た。それは非常に良いトレーニングであった。その結果、2度と作ることの出来ない脳動静脈奇形のデータベースが出来上がった。今までにヘルシンキ大学脳神経外科から発表された38編の論文に名を連ねてもらった。私は今でもその企画に協力しているのだが、この並々ならぬ論文の数は過去においても、将来においても私の経歴にとって大変重要である。

私が関与したヘルシンキライブ手術コースは特別なイベントだった。開かれた手術と言うコンセプトのもとに、私は世界的に有名な脳神経外科医の手術や経験を見聞する機会を得る事が出来た。もう1つの重要な活動はLINNCコースだった。これはJaques Moret教授の訪問中の出来事だった。突然、我々はヘルシンキから、1,000人の聴衆がいるパリへの生中継に参加している事に気付いた。これは私にとって唯一無二の経験であった。私はパリのコントロールセンターやヘルシンキの衛星放送の担当者、その他のスタッフと接続されたイヤホンセットを用いて手術の説明をする担当だった。最初

の症例の中継の時（いつも通りではあるが）私は非常に興奮していた。自分の声が不快でないかどうか心配だった。私の声が聞くに耐えるものであった事を知ってほっとした。

Hernesniemi教授のような働き者と仕事をする事は容易な事ではない。彼は世界で最も柔軟な人ではないからだ。仕事は彼の手術の様に素早く、そして完璧に行わなければならない。1日はいつも長く、そして1週間は常に日曜日の午後から始まった。企画や手術の負担に加えて、業務は膨大であったが、耐えられないほどではなかった。この期間、困難な時もあったが、いつも乗り越える事が出来た。

ヘルシンキで素晴らしい2年間を過ごした後、私はイスタンブールの私の教室に戻った。当初は私の古巣への適応はそれほど簡単ではなかった。最初の瞬間からヘルシンキの全ての友人が懐かしくなり始めた。私はフィンランドが3番目の母国である事に気付いた。フィンランドを去る事は、私以上に家族にとってつらい事であった。家族はヘルシンキで幸せに、そして快適に過ごした。戻ってからは全てを1から築き上げなければならなかった。特に私の娘は以前の学校に適応しなければならなかった。これらの事には多少時間がかかったが、なんとか対応できた。私は自分の手術スタイルをヘルシンキで学んだ事に照らし合わせて変え始めた。最初は容易な事ではなかったが、最終的には良好な結果が出ている。Kaynar 教授から多大な支援を頂き、教室での血管障害症例を担当している。今日では、患者の治療に、以前より熟練した気がして、自信がついた。

Hernesniemi 教授との経験は、私の脳神経外科医としての、さらには私個人の人生に素晴らしい衝撃を与えた。これは人生の転機であった。私にとってJuhaは先生であり、ヒーローであり、親友であり、そして特別な人である。私はヘル

シンキ脳神経外科のチームの一員である
事を誇りに思う。

8.5. ヘルシンキでの "GO GO SURGERY"の思い出 石井 圭亮（大分、日本）

幸運にも私はヘルシンキ大学脳神経外科教室の継続的専門教育のコースに入ることができた。2003年3月から2004年6月までのヘルシンキでの研修期間の思い出と、この研修が脳神経外科医としての今の私にいかに大きなものであったかを述べる。

私は1993年より脳神経外科の研修を始め、2001年に日本脳神経外科学会専門医となった。この頃から海外の施設で、様々な手術を学びたいと切望していた。大分大学脳神経外科の古林秀則教授にJuha Hernesniemi 教授を紹介してもらい、私の夢は現実となった。両教授はDrake 教授とPeerless 教授の元で共に研鑽を積んだ長年の親友である。

8.5.1. フィンランド人の第一印象

フィンランド人の男性は物静かだが、女性は朗らかで良くしゃべる。フィンランド女性には、息を吸いながらしゃべり続けられる特技があるようだ。その多弁さゆえに、多くの面で女性に主導権があるように感じた。フィンランドの文化、教育、経済のレベルは総じて高い。フィンランドは世界最高レベルの福祉国家の1つであり、治安と秩序が国全体で良く保たれている。フィンランド人は、とても勤勉である。フィンランド人と日本人に、その振る舞いや日常の習慣に多くの類似点があることに驚いた。よく言われる例を挙げると、フィンランド人も日本人も恥ずかしがり屋で、すぐに赤面する（実際にはフィンランド人の方が肌の色が薄いのもっと目立つ）。会釈で挨拶する仕草も、家の中で靴を脱ぐところも共通である。その一方で誰もが（たとえ教授であっても）、親友のようにファーストネームで呼び合うことには驚いた。

8.5.2. ヘルシンキ大学中央病院(HUCH)

病院組織は最先端の情報技術を活用しており、業務は高度に専門化されている。仕事が極めて効率的で、自由時間や休暇が長いことには感心した。滞在中に痛感した国民性や社会構造の違いの1例であった。

8.5.3. Hernesniemi教授の手術手技

目の前には、高度に効率化された快適な手術室がある。脳神経外科医、神経麻酔科医、看護師の素晴らしいチームワークが周術期の患者ケアを支えている。Hernesniemi 教授は1997年にヘルシンキ大学教授に任命された。それ以来、彼は難度の高い脳血管障害や頭蓋底腫瘍を担ってきた。Hernesniemi 教授は自分で体位設定や開頭を行うが、それは顕微鏡手術の準備段階であり、まぎれもなく脳神経外科手術で最も大事な手順の1つである。教授が昼夜を問わず年間500以上の手術をこなすことに感心する者も居る。教授に会うまで、手術とは顕微鏡の視野内で指先が動くだけのものだと考えていた。しかし手術室で彼の動きを見た時、私は衝撃を受け、顕微鏡手術に対する考え方が根本的に変わった。手術室にはラジオの放送が流れており、Hernesniemi 教授はマウススイッチを使って顕微鏡の周りを自在に動き回っていた。手の動きが止まること無く、きわめて短時間のうちに立ってそのまま手術が行われた。まるで宙を歩いているようだった。側視鏡をのぞきながら、私はそれまで経験したことがない緊張を強いられた。しばしば無理な姿勢になって、精神的にも肉体的にも疲れ果てた。教授は極めて短時間に手術をこなす。彼がいつも冗談まじりに言っていた事を思い出す。

「手術時間が短いとスタッフに喜ばれ、感謝されるが、患者や家族にとっては必ずしもそうではない」。神経麻酔科医や看護師の迅速で、そして専門的なチームワークはHernesniemi教授の手術に大きく貢献している。ヘルシンキのチームは、当初不慣れで、てきぱきと仕事ができなかった私に素早く合わせてくれた。3カ月もすれば、私とスタッフの間には無言の相互理解が確立された。直接介助看護師は術中、言わなくても必要な器具を確実に手渡してくれた。私は主に閉頭を担当していたが、練習目的もあって、全てを顕微鏡下に行っていた。

手術を改善するためなら、役立ちそうなヒントは何でも取り入れようとするHernesniemi教授の一貫した態度と熱意は本当に印象的であった。世界中からやって来る訪問者と議論して学ぼうという彼の精神と同じように、他者の評価を自分の手術手技に反映させる事は容易ではない。脳神経外科関連の学会での活動と同様に、あらゆる手術手技の進化に対して、彼は常に関心を持っている。フェローシップの日々を思い起こすと、彼がしばしば自分自身に問いかけている時があったが、それは手術手技を改善しようと集中している時だった。時には家族との時間がとれないのをつらく思ったり、脳神経外科医として、または本来の自分としてどのように人生を送るべきかを考えていた事もあるだろう。彼は私に決してあきらめない気持ちや精神を教えてくれた。それらは脳神経外科を追求する情熱に支えられている。昼夜を問わず、多くの困難な症例に取り組むHernesniemi教授と彼のチームは、手段ではなく、目的が重要であることを示してくれた。

8.5.4. 日本での近況

日本に帰国して、私はHernesniemi教授との思い出の写真を机の上に飾って、ヘルシンキでの研修中に学んだ精神を忘れないよう、脳神経外科医としての修練を続けている。特に医療活動の場を病院外での救命救急の分野に広げた。救命救急士と一緒にドクターカーやヘリコプターで危篤状態の患者のところに外向き、早期に治療を開始する事で、効果的な救助や、次の治療に役立つだろう。

8.5.5. 最後に

ヘルシンキ滞在中には多くの人々が私を支えてくれた。私はHernesniemi教授だけでなく、第2の母国、フィンランドの教室の医師、看護師、他の医療従事者、その他のスタッフ全てに感謝したい。フィンランド人の親しい友人は私の事を「ラストサムライ」と呼んだが、私は脳神経外科医としての技術、精神を発展させるべく努力し続けるつもりだ。ヘルシンキ大学脳神経外科教室のメンバーが、今後も医学的、そして科学的な分野で、さらに活躍される事を願っている。

8.6. 1年のフェローシップを終えて ONDREJ NAVRATIL (BRNO, CZECH REPUBLIC)

Juha Hernesniemi教授のもとでの脳血管フェローシップについては、他のフェロー達が満遍なく詳細に記している。フェローシップは脳神経外科医の気質にどのように影響するのだろうか。他人の経験や成功、失敗から学ぶことで、プロフェッショナルな脳神経外科医としての成長は実際に加速する。我々フェローがこぞってヘルシンキへやって来た理由はそこにある。私は祖国の同僚に先んじたいと考えて、フィンランドに来ることを切望していた。海外の他の施設で働くことは、そんな期待に応え、自らを豊かにすると思っていた。

ヘルシンキに来る事を決めた時、私は6年の研修プログラムを終え、より複雑な手術の基本方針を学び始めたばかりであった。それはヘルシンキにやってくる脳神経外科医としては、最初期の段階であったはずだ。脳血管手術の実際的な知識があれば、自らの経験の上にさらに経験を積み上げられて、もっとよかったかもしれない。脳神経外科医の技量の上達は生涯にわたる仕事だから、フェローシップに年齢の上限は重要ではない。しかし歳をとればとるほど、長時間自宅を離れる条件を整えにくくなる。私は医学生時代に1年間オーストラリアで過ごし、フェローシップには十分な英語の知識があった。オーストラリア滞在は脳神経外科や医学に関したものではなかったが、別世界を見る大きな機会であった。フィンランドでは主に脳神経外科について、同じような期待をしていた。この期待は、満たされたのだろうか？

フェローシップが終わる頃、自己最高のパフォーマンスを自らに課せば当然生まれる疲労感とともに、多くの心配と疑念を抱えるようになっていた。祖国を離

れて1年、最高レベルの脳神経外科医を目指し、自分を高める見識をたくさん得たが故に、浮かびあがってきた心配であった。本当に自分はJuha Hernesniemiと同様の手法を使えるようになったのだろうか？ もし使えるとしても、あれほど素晴らしく実践できるのだろうか？ 手術室で、皆とは異なる私の要請を受け入れてもらうには、周囲にどのように振る舞えばよいのか？ 手術手技に関する他施設の別の考え方を、ここで採用できるのだろうか？ 元の教室のやり方を変えることが出来るのだろうか？ こういった疑問に対する答えは、時が経つにつれて明らかになるのだろう。どのフェローも帰国前には同様の疑問にぶつかるのだろう。フェローの自国での状況や立場は様々であるから、帰国後は、習得したことを実際に使う可能性も様々だ。フィンランドへ行って、環境の変化に適応した後、前よりもっと大きな変化がやってくる。それが帰国である。

母国、チェコ共和国に戻った後、私は3週間の休暇をとった。活力をフルに蓄え、気持ちを整理し、家に腰を据えるためには、そうすることが重要だと考えた。休暇の間、自分の教室に戻ることにについて何度も繰り返し考えていた。フェローシップの間、永らく会えなかった家族や友人を訪ねた。脳神経外科医にとって、家族や友人の強力な支援は、きわめて重要であり、充実した仕事を支えてくれると信じている。

脳神経外科というものに対する私の見識は、ヘルシンキで大きく変わった。2007年から2008年にかけて、全ての時間を手術場で過ごし、Juha Hernesniemi が手がけた424件のハイレベルな手術を見学して、素晴らしい顕微

鏡手術とチームワークの認識を新たにしました。人を真のプロフェッショナルや偉大な人物にするのは、才能でも天性でもなく、日々勤勉かつ献身的に働くことである。ヘルシンキ脳神経外科の精神と力は、世界中の何百人もの脳神経外科医を奮起させている。

現在、私はチェコ共和国のBrnoの脳神経外科施設で働いている。中規模の施設だ。ここの守備範囲では、ヘルシンキの脳神経外科ほどたくさんの症例は得られない。1週間に数例手術があるだけだ。それゆえ、あらゆる症例から何か新しい事が学べると言う、Juha Hernesniemiの法則は正しいとしても、ヘルシンキほど頻繁に類似の症例が続くことはない。フェローシップの後、私は日々学んだ事柄をすぐさま組み合わせ、自分の技術がかなり上達した事を実感した。興味のある読者のために、ヘルシンキで学び、私が実践しているいくつかの事例を記す。

ヘルシンキと同じく、私は手術前に徹底的に画像を調べて、手術の進め方を見つけたそうとしている。不確実な時は、前夜にHernesniemi教授の手術ビデオを見て、同じ状況での彼を想像すれば、大抵は最良の方法が見つかる。手術のストレスに立ち向かう心構えが出来、意図した手術のメンタルイメージが出来てから手術室に入れば、より良い手術が出来ることを確信するようになった。

“頭の中での手術”に努める事は、手術を成功させる秘訣である。頭の中で手術ができていれば、既に手術を終えたようなものだ。かつてのフェローや見学者としての観点からも、私はこの作業が臨床で役立つことを知っている。ヘルシンキ

にいる時、写真を撮り、ビデオをダウンロードする事は私の日課であった。このビデオライブラリーが後で役に立った。解剖や文献の勉強とは別に、未編集のビデオを見ることで、ヘルシンキで見た手術の技術、原則、そして戦略を、活きた経験として持ち続けられる。それによって実際に手術の準備が整い、手術の進め方や時間が変わってくる。作業に時間はかかるが、結局はきわめて効果的である。手術ではあらゆる微細な部分が最終的に役割を果たす。正しく体位を設定し、同時に頭蓋内構造物をイメージすることが、極めて重要だと実感している。他の分野なら1mmや2mmは大して重要ではないが、脳神経外科では極めて重要であり、手術の成否に重要な役割を果たす。礼儀正しい穏やかな振る舞いは不可欠である。職場での良好な人間関係ができていれば、仕事に困難な状況に陥ったとき、周囲の人々が助けてくれる。これは医療のみならず、あらゆる専門分野にあてはまる。こんなふうに考え、振る舞ってきたことで、私はこれまで何度も救われてきた。第1例の前頭葉脳内血腫を伴った前交通動脈瘤は忘れられない。当然不安はあったが、疲労、深夜、脳腫脹、術中破裂にもかかわらず、直接介助看護師のサポートのもとで、何とか対処出来た。ヘルシンキでのフェローシップがなければ、このような結果は出せなかったと思う。

ただし、私が手技や手術器具を変えようと試みたとき、看護師や同僚が全面的に協力してくれた訳ではない。不快な質問や振る舞いに何度も直面した。これらは、自然な競争意識と心理学的行動に基づくものだ。ゆえに、こうしたことに日々立ち向かい、対応に慣れる必要がある。例えば、直接介助看護師によるバ

イポーラススイッチのオン・オフ操作、注射針による“Water dissection”、そして顕微鏡拡大下での外傷の手術、閉創などは、ヘルシンキでの経験に基づいて私が導入したものだ。最初の数週間は苦労した。私の気が狂ったと皆が思っていることを感じた。しかし、フェローシップ後の1年半、注目を一身に集めていた私が失敗しなかったことから、今ではずいぶんやりやすくなった。手術室のスタッフは、私に何が期待できるのかを知っており、また、私が彼らを決して不当に扱わないことも知っている。彼らの仕事を正しく評価してあげれば、彼らの勤労意欲は自然に高まる。

革新的な手術手技だけで、ヘルシンキの脳神経外科がここまで有名になったのではない。ヘルシンキに滞在して、論文を書くことと、その重要性がわかった。専門分野のハイレベルな文献を産み出す多数の論文発表と研究活動は素晴らしい。ヘルシンキの経験を、ここに来ることのできない世界中の脳神経外科医に発信している。顕微鏡手術のテクニックを扱った論文や、脳神経外科実験からの発表は素晴らしい内容であり、一読に価する。ヘルシンキの脳神経外科医とフェロー：Martin Leheca, Mika Niemelä, Reza Dashti, Riku Kivisaari, Aki Laakso, Hanna Lehto達の連携は円滑で、互いに激励し合っていた。私は彼らから多くを学び、母国での論文や学会の準備に役立てている。脳神経外科手術や科学技術を発展させようという、彼らのたゆまぬ意志は今でも私を奮い立たせる。ヘルシンキ脳神経外科のプロジェクトで働くときは、ホームにいるような感覚をおぼえる。プロジェクトには、発表する意志、熱望、能力があれば参加出来る。著者、あるいは共著者になれば、母国での自分の地位を築くことにも役に立つ。我々は、フィンランドでの経験を基に、Brnoの独自の動脈瘤データベースを発信してきた。

振り返ってみれば、さまざまな苦労はあったが、1年間なんとかやっていこう

と懸命に努力したことや、ヘルシンキで過ごした時間は、最高の脳神経外科手術を学びたい者にとって、とても実り豊かで、効率的で、有益であった。ヘルシンキ脳神経外科での1年間は、人生を前向きにし、将来の成長に大きく貢献する。ヘルシンキ滞在によって、私は心の中で脳神経外科の新次元を見いだしたが、それは正直さと最高度の協調を要するものでもあった。個人的には、私の施設の大多数の脳管障害症例で自分の道が開けたが、私のこれからの進歩にとって大きな一歩であった。

フェローは母国に帰った時、自分の仕事にしっかりと集中すべきである。フェローシップで習ったことを実践するためには、状況を変えるべく全力を尽くさねばならない。今までの習慣を変えるためには多くの時間とエネルギーを要するので、戻った最初の1年がもっとも大変だ。フェローはフェローシップ期間と同じ方法を取り続け、“ヘルシンキ流の早いペース”（これはとても高度な課題である）で仕事を続け、得てきた経験を基に自分の技術をさらに磨く必要がある。

私はいつもヘルシンキに戻り、血管障害だけでなく他の分野を見たい、と思っている。前には気づけなかった細かいことや、新しいコツに気がつくかもしれない。ヘルシンキの精神はいつも大きく強く私の魂の中にあって、私のこれからの脳神経外科人生を導き続けてくれると思っている。

8.7. ヘルシンキ脳神経外科教室での 1年間のフェローシップ ÖZGÜR ÇELİK (ANKARA, TURKEY)

2007年、私はアンカラのHacettepe大学病院の脳神経外科研修医として、最後の1年間を過ごした。当時、医師であった父母には、私も医師の一員になるよう勧められた。志望を決めた後は、適切な研修施設を探した。Hernesniemi教授のヘルシンキ脳神経外科教室が第1候補だった。研修医時代、脳血管外科に興味をもっていたからだ。若く経験の浅い神経外科医の私にとって、有名なセンターのクリニカルフェローとなることは夢であった。そんなある日、Uğur Türe教授から電話があり、私の履歴書と出願願いのメールを、Hernesniemi教授に送ったことを伝えられた。Hernesniemi教授にメールを送ったところ、10分以内に返信が返ってきた。面接のため、私は1週間ヘルシンキへ招かれた。私は直ぐに準備をしてヘルシンキへ向かった。スタッフ全員と世界各地からの訪問者達が私をあたたかく迎えてくれた。この1週間の滞りで私は教授の並外れた手術手技と実力を目の当たりにした。医療チームにも感激した。この短期訪問を終えて、1年間クリニカルフェローとして受け入れてもらうことが決まった。この時、Türe教授の推薦が非常に重要だった。こうして私は脳神経外科研修医を終えた直後から、この歴史的なセンターで働くことになった。2007年11月から2008年11月の1年間、私はクリニカルフェローとして働いた。ヘルシンキへ行く前、私の最大の悩みは、長く暗く寒い冬だった。なぜなら、冬の天候は尋常でないと何度も聞かされていたからだ。幸いなことにHernesniemi教授が、私や他のフェロー(OndraとRossana)の憂鬱を吹き飛ばす、完璧な解決策を見つけてくれた。私達は課されたプログラムをこなすのに忙しすぎて、ヘルシンキに来る前に悩んでいた事を気にする暇がなかったのだ。Hernesniemi教授は私が今まで出会

った誰よりもハードワーカーだった。いくら楽しかったとはいえ、教授についていくには全ての時間と体力を費やす必要があった。私は452件の顕微鏡手術でHernesniemi教授の助手を務めた。彼は訪問者やフェロー達にビデオライブラリーを開放しており、私が見た手術は1,000件以上にのぼる。フェロー達は、これらの記録やビデオをプレゼンテーションや学術活動に使えるよう、編集、管理する責務があった。これらのビデオを見たり、Hernesniemi教授と議論することは、私にとって最も有意義なトレーニングの1つだった。フェローにとってのもうひとつの重要な仕事は、世界各地からの訪問者に対応することだった。多くの訪問者がいたおかげで、様々な国からやってきた数多くの脳神経外科医と出会うことができた。私にとって互いに学び、経験を分かち合う良い機会となった。また、多くの友人を得て、国際的な脳神経外科社会での人脈をつくるよい機会でもあった。このような活動の傍ら、フェローは様々なプロジェクトに携わっていた。私はヘルシンキ脳神経外科教室から発表された10編の論文に携わった。これらの論文を含め、様々なプロジェクトを通じた将来にわたっての連携は、私の経歴において大変重要であった。

私がフェローとして、教授の手術の助手を務めるようになった頃、このような手術をこれ以上上手くこなすことは不可能だろうと思っていた。数週間後にはそれが間違いであるのに気付いた。同じような手術を、教授はさらに上手にやっていたのだ。素晴らしい手術手技を持ち、主な外科的な原理はすでに完成されているのに、教授がさらに上手くなろうと奮闘していることに私は気付いた。教授は周りの人々だけでなく、自分自身も成長させようとしていた。それは彼に

とっての一種の挑戦であり、人生を、そして脳神経外科を楽しむ方法なのだと私は思う。私のもう1つの大きな過ちは、教授の手術の速さに関することだ。フェローになったばかりの頃、私は多くの人々と同様、彼の手術がどれほど早く終わったかという点に強い感銘を受けた。しかし暫くすると、Hernesniemi教授は決して手の速い脳神経外科医でないことがわかった。通常、患者が彼の手術室に治療の為に1時間以上滞在することは無い。しかしHernesniemi教授にとって、手術に要する実際の時間は、それほど短時間ではない。彼は脳神経外科疾患の治療の依頼を受けると、直ぐに手術に着手する。放射線科のワークステーションの前に座り、画像を検討し、頭の中で手術を開始するのだ。教授はどんな細かい事でも(患者の体位、手術戦略、皮膚切開、部位、予期される困難な点等)頭の中でシミュレーションを行う。彼は手術に向けて準備し、集中力を妨げるもの、手術に悪影響のあるものは全て排除する。彼はいつも手術室へ行く前に、頭の中で何回か手術を行っている。手術室の中で最終的に行われる、短時間の見事な手順は、長時間に及ぶ過酷なメンタルワークの結果に他ならない。最後にHernesniemi教授の教室で学んだ、最も重要なことについて述べたい。脳神経外科患者の取扱い?、決定の下し方?、手術手技?、手術のコツ?、顕微鏡下脳神経外科手術の基本? 確かに私はこれらの事について多くを学んだ。しかし私が教授から学んだ最も重要なことは、高度な外科的知識(それらは比類の無いものではあるが)を超えたものであった。Hernesniemi教授は脳神経外科の師であるだけでなく、私にとって人生の師でもある。脳神経外科医はどのように働くべきか、どのように鍛錬すべきか。どのように学び、どのように教えるべき

か、どのような振る舞いをすべきか、どのように患者や、同僚、友人と接すべきか、端的に言えば、どうすれば良い人間で、良い脳神経外科医でいられるか? このような事は、他の施設では学べなかったであろうと信じている。Hernesniemi教授のような人を、恩師、優れた助言者、そして友人として持てたことを、私は心から誇りに思い、幸運であったと感じている。

8.8. 6ヶ月のフェローシップ MANSOOR FOROUGHI (CARDIFF, UNITED KINGDOM)

8.8.1. どの様に始めたか

2009年1月から2009年7月まで、レインボーチームの一員としてフィンランド、ヘルシンキの脳神経外科手術室に滞在できたのは幸運であった。主任教授のJuha Hernesniemi 教授は、まさに双手を挙げて歓迎してくれた。あらゆる人種、国籍、文化、宗教の男女を招き入れ、多様性の中での統一を実証するという、レインボーチームの看板となるコンセプトを私は実際に体験した。外科スタッフの上級メンバーであるMika Niemela 准教授、血管外科フェローのMartin Lehecka、優秀な麻酔科医チーム、看護スタッフとレジデント達のことは、特筆に値する。

私がHernesniemi 教授の顕微鏡手術のコンセプトを知ったのは、2004年、ギリシャのテッサロニキにおけるヨーロッパ脳神経外科学会 (EANS) であった。彼のプレゼンテーションは、示唆に富み、議論を呼んだ。大多数の聴衆が、彼が提示した血管神経外科の質と症例数に唖然としていた。会場のいたるところから、不信、驚愕、同意と不同意のサインが聞こえてきて、そのすべてに、脳神経外科学会ではよくある複雑な感情が入り混じっていた。これは本当なのか？ 中大脳動脈瘤はいつも30分以内に完遂され、脳底動脈瘤クリッピングが1時間以内？ 私たちは自らの目で、彼の安全、迅速、簡便な手術を確かめるよう求められた。迅速とは早急を意味するのではなく、滑らかで訓練が行き届き、効率的であることが強調されていた。Juhaに会ったことのある数少ない年長の外科医たちは、静かに思慮深く、彼の発表に敬意を示していた。

私の母国では、脳動脈瘤のコイリングの進歩は、大多数の血管病変に対する顕微鏡下脳神経外科手術の終焉の始まりで

あるかのように思われた。コイリングは、パイプラインステントやある種のナノテクノロジー、内服薬など、さらなるテクノロジーとともに進化すると確信していた。そして上手く行けばいつの日か、治療に代わって予防が焦点になるだろう。しかしその一方で、当分の間はその治療に高度の熟練と先進的な外的手術を要し、他に手段がない症例が多数残ることもはっきりしている。誰かが最高かつ最良の水準で技術を維持しなくてはならないのだ。それにしても、これらの主張は本当なのか？ 政府に資金提供された公的な健康システム？ 簡便、迅速、かつ安全な素晴らしい顕微鏡手術？

正義が果たされるべきものなら、為すべきことは一つしかない。「汝、他人の目ならぬ汝自らの目にて見、隣人の理解力ならぬ汝自らの理解力にて知らん」という正義の原則が私の頭の中で鳴り響いた。こうして私はライブコースの参加費を払い、自分の眼で確かめるためにヘルシンキへ出かけた。

私が心を決めたもうひとつの要因はJuhaの人柄であった。彼の思いやりのある振る舞いと謙遜がすぐにわかって、私を魅了した。「親切な舌は人の心をひきつける磁石である」と言われている。経験レベルがさまざまで、国籍や背景が異なる研修者たちは、Juhaにもらったパーソナルカードを見せ合うようになっていた。Juhaへのすべての質問とコミュニケーションには、彼自身が速やかに、温かく、丁寧に応じていた。その素晴らしい対応に、私の好奇心はますます煽られた。

多くの参加者は、ヘルシンキにやって来て、ライブコースの前半で手術を見学

したら、ここの顕微鏡下脳神経外科手術の特筆すべき水準に気が付く。安全、迅速、簡便、継続的、かつ効果的なテクニックを目のあたりにした訪問者たちは、単純、複雑を問わず、特定の病変に対する外科的手術に大きな自信を持った。迅速とは、性急を意味するものではなく、不要な停滞や遅滞がなく、解剖学的知識と鍛錬しつくした顕微鏡手術の技術を駆使して、時間を効率的に使うことであった。美しく滑らかな手さばきと、熟練は一目でわかった。

献身的なスタッフで構成される模範的な組織、最良の装備の妥協なき使用、外科的対応力を高める機器の活用は、一貫性と結びついて、手術や処置を迅速かつ効果的に、しかも神経学的なストレスやリスクを最小にしていた。迅速で流れるような手術によってテンポラリークリッピング中の脳虚血時間は最小にとどめられ、丁寧な手技と短い手術時間によって、感染等のリスクは軽減していた。私的なものも含めて経済的報酬がなく、限られた人口ベースと4つの脳神経外科センターで賄われる、理想から程遠い地理的条件の社会主義に統治された小国であり、これほど高度な脳神経外科施設を目のあたりにすることはさらなる驚きであった。

8.8.2. 土地と人

施設長の確固たる指導力と高水準の顕微鏡手術がヘルシンキ脳神経外科の名を高めたことは確かだが、フィンランドの文化と人々の事も特筆に値する重要な要素である。フィンランド滞在は素晴らしい、忘れがたい経験である。冬と夏のコントラストを好きな人は、きっと気に入

るだろう。数千の湖があるこの土地では寒い冬の夜は暗くて長く、気持ちの良い夏の日も長く明るい。冬には海上を歩き、穏やかで心地よい散歩や遠出を楽しみ、長い夏の日々を華やかに歓待して祝う。約1時間半の安くて短時間の船旅や、15分少々のヘリコプター旅行で、エストニアの首都タリンに着き、中世の街路と絵のような教会や城のあるこの美しい都市を散策できる。飛行機の小旅行、あるいは快適な列車の旅で、美しい田舎の風景を眺めながら、サンタクロース発祥の地、北方のラップランドに至り、寒冷期にはオーロラを見ることができる。

ヘルシンキに到着したとき、きわめて清潔でよく組織され、効率的でテクノロジーの進歩した交通システムと社会基盤に私は驚いた。ヘルシンキ空港からのバスの運転手は話し好きで、知的であり、私が到着した日にこう言っていた「冬を生き延びるために、夏の間に懸命に働くのがフィンランド人の伝統だ」。今日できることを明日まで延ばす余地はない。そしてこの伝統が連帯、平等、基本的人権の感覚と融合している。ヘルシンキは世界でおそらく最も静謐できれいで、かつ安全な首都であろう。市街と周辺地区には100万を超える住民が居住している。1~2日の滞在中でも、少し気持ちの良い散歩をすれば、歴史的建物、港、教会、国会議事堂、現代美術の美術館、オペラハウス、マンネルハイム通り、ストックマン百貨店、そして筆者のお気に入りの素晴らしい音響効果を備えた地下のテンペリアウキオ教会等を見て回ることができる。通商、教育、テクノロジーの水準は高く、街には8つの大学と6つのハイテク工業団地がある。

病院では多くのフェローや見学者が手

術を見学したり、食事に出かけたり、外出する間、ノートパソコンなどの所持品をビジター室やカンファレンスルームに置いたままにしている。病院の周辺で、犯罪があったという話は聞いたことがない。ヘルシンキの人々の丁寧で礼儀正しい振る舞い、優れた市民感覚は、親やその子どもたちを、店舗、公園、病院、公共交通機関などの公共の場所で見えればすぐにわかる。叫んだり声を荒げたりすることはほとんどない。あちこち歩いたが、暴力や落書き、粗暴な行為を目にしたことは1度もない。ヘルシンキの人々には、怒りや悪意、嫉妬が欠落しているかのようだ。

物価やサービスの価格が高い事とともに、退屈な事が訪問者にとっての唯一の短所のように思われるが、それは違法、有害、または放蕩な事を好む人達にとってだけだろう。唯一の対価は、滞在費用がおしなべて高いことであるが、このことは一般財産、税制、さらには大部分の社会主義者の社会のハードワークを反映している。それ故に最高レベルの教育、素晴らしい交通システム、社会福祉の提供が求められる。高い教育レベルは世界で最も生産的な社会を創り出している。自らの教育レベルと他者を気遣う意識は、フィンランドの人々の際だった特徴である。礼儀正しさ、穏やかで静かな言動、衝動的行為や騒々しさが無いことは、明らかであり、気持ちが良い。ラテン人や熱しやすい気質の訪問者にとってもそうである。温かい言葉や、体を触れ合う親愛の表現はしばしば欠けているが、それが見かけ通りでないことがすぐにわかる。まずほほ笑み、関心をひき、フレンドリーな会話を始めてみればよい。

8.8.3. レインボーチームと主任教授

虹にさまざまな色があるように、皮膚の色、人種、宗教、言語、そして文化の異なる人々が一緒に働き、Hernesniemi教授とヘルシンキ脳神経外科の顕微鏡手術の概念と水準を学び、世界に広めてい

る。このことは手術室ロビーの世界地図を見ればすぐにわかる。各々の訪問者が出身の地域や国々にピンを刺しているからだ。なぜヘルシンキに戻りたがる人が多いのか？ここに長く留まって学びたがるのか？ここのチームの一員として貢献したいと思うのか理解出来る。庭に咲く色とりどりの花のように、各人がその特色をもたらししている。レインボーチームの一員であることで、私たちは「地球は一つの国であり人類はその市民である」ということを実感するのだ。

11,000件を超える顕微鏡手術、500件以上の脳動静脈奇形の手術、4,000件以上の動脈瘤手術をおこなうことは容易でない。最終的な剥離や動脈瘤クリッピングだけをJuhaが出来る様に準備されたものではないことを考えれば、これらの数字は比類がない。これらは体位設定から手術が完了するまでの数字なのである！だからこそ、すべての手順を見る為に、かくも多くの訪問者がここにやって来る。ヘルシンキの主任教授とチームにとって、脳神経外科は単なる仕事ではなく情熱である。ここでは才能をはぐくみ、変革する勇氣、人を惹きつけ、導く手腕と知恵、洞察力、勤勉な仕事を見る忍耐と根気が結実している。あらゆるものに対する大きな愛と人情こそ、私たちが切望し、ヘルシンキで見えてきたものである。人々の利益が交錯する状況で活動するユニットに、発展と変革をもたらすことは難しい。「人々は、王になって王冠を戴くことを栄誉だと見るが、それによって担わなければならない重責に目を向ける事はない」(The Golden Speech, クイーンエリザベスⅠ世)

現指導者の下で脳神経外科は年間3,200件以上の手術を行っており、その中には500件の血管障害、700件の腫瘍、1,000件の脊髄手術、600件の中等度~重症頭部外傷、300件のシャントや脳室穿刺手術が含まれる。また年間100人を超える訪問者を受け入れている。この中には、2001~2003年の間ヘルシン

キで顕微鏡手術のテクニックを披露したGazi Yaşargil教授や、Vinko Drenc教授、Ossama Al Mefty教授、Ali Krisht教授、Uğure Ture教授、Duke Samson教授、Alexander Konovalov教授など、脳神経外科の傑出した指導的人物が含まれている。

2009年2月6日、Martin Lehecka医師の医学博士号授与式典に立ち会えたことは名誉であり喜びであった。伝統に則った意義深い式典では、まず研究主題が提示され、ひとりの偉大な聴衆が立会人として署名した。おそらく世界で最も有名な脳神経外科医であり、最も著作が多く、さまざまに引用され、老練かつ辣腕の外科医の一人、Robert F. Spetzler教授であった。Juha Hernesniemi教授は聴衆のスターメンバーであったSpetzler教授に敬意を表して、ヘルシンキ脳神経外科のトレードマークを保ちながら、複雑な傍脳梁動脈瘤のクリッピング手術を行った。24分をわずかに超え、見事に成功した手術には、お互いに対する敬意があらわれていた。Spetzler教授は訪問記帳と式典でのスピーチで感想を記した。彼はさまざまな脳神経外科施設を訪れ、多くの手術や外科医を見てきたが、Hernesniemi教授の手術を見てこう述べた。「私はこれ以上の手術を見たことはない！」例年のヘルシンキのライブコースやLINNCでは、来訪した外科医たちが同じようなコメントをしている。お互いの業績とこれまでの苦闘を思い、そこに注ぎ込まれた情熱と道のりをわかり合っており、そこにはお互いへの敬意、誠意、それに度量の大きさがはっきり表れていた。

ヘルシンキを訪れた、将来を目指す若い脳神経外科医たちと、Hernesniemi教授の集いを私は書き留めていた。教授はこんな忠告をしていた。「自分の人生を計画するときは自分を教え導く先輩の脳神経外科医を見つけなさい。その人はあなたの施設にいるかもしれないし、世界の他の場所、はるか遠くにいても

しれない。もちろん多くの人たちの助力は必要だが、同時に失敗、不安、計画、希望などを相談できる人を見つけなさい。その人は施設の主任教授かもしれない、偉大な魂と人生—そして脳神経外科への理解を持つ人物かもしれない」。更に彼は言う「指導者の助けなくして熟練した脳神経外科医になるのは難しく、学術的な経歴を築くことは不可能である。Yaşargil教授のライフワークはその著作や手術とともに私の一番の師匠であったし、Drake教授、Peerless教授もそうであった。さまざまな手術手技やコツを、私はヨーロッパや北米各地の手術室の冷たい片隅に座って習得し、コピーしてきた」。

オンコールの日々、私たちはカンファレンスルームで数多くのすばらしい夜を過ごした。教授は私達に、昔話や知恵袋から、数々の幸福な、あるいは悲しい物語を語ってくれた。このような場で自分が感化されたと教授が述べた外科医には、Bucharest (Arseni, Oprescu), Zurich (Yonekawa), Budapest (Pasztor, Toth, Vajda), London (Symon, Crockard), Montreal (Bertrand), Mainz (Pernecky), Little Rock (Al-Mefty, Krisht)、それにUtrecht (Tulleken)などなどの名前があった教授の現在の臨床活動には母国の人々も様々な影響を及ぼしている。そうした中には、O. Heiskanen, L. Laitinen, I. Oksala (心臓外科医), Snystrom, S. Pakarinen, H. Troupp, M. Vapalahti, H. Troupp, M. Vapalahtiなどの名前があった。教授は彼の師たち、特にYaşargil, Drake, Peerlessを愛し、尊敬していることがよくわかった。

レインボーチームのメンバーとして、その伝え方がどうであれ、私達は皆、常に師に愛されてきた事を感謝するだろうと思いたい。師の教えは、その時々最良のものであり、私達をより進歩させるためのものであった。私たちはフェローとして、1つの生命が救われ、より良い人生となることで、患者やその親戚が

Juhaに向ける感謝を何度も見てきた。噂が広がりフランス、ノルウェー、ロシア等の国々から患者が来ていた。Juhaが大手術のために、他の国々へ行っている事は有名であった。私的あるいは経済的な報酬は何も無かった。母国でも外国でも、Juhaや他のスタッフには、これまで全くお金が支払われていないが、そのようなケースは数えきれない。

ヘルシンキに到着して数カ月間、仕事以外の交流はほとんどなかったが、ある社交的な集まりで私は1人の若い婦人に会った。彼女はAnisaという名で、その父親は10年以上前にJuha Hernesniemi 教授の治療を受けた患者であった。Juhaとチームに対する感謝と好意を彼女から聞いて、私は感激した。悲しいことに、バイパス手術を含むあらゆる努力にもかかわらず、彼女の父親はくも膜下出血から生還できなかった。彼女はJuhaとチームに永続的な感謝を表明しており、そこにはJuhaとチームから受けたケアとサポートに対する賞賛と尊敬しかなかった。

患者やその家族に可能な限り最高のケアを提供したいと思うからこそ、私たちは悩み、学び問いかけ、修行を続けている。私たちはこの本をヘルシンキにやってきてHernesniemi 教授のやり方を学ぶ訪問者のための短い覚書、あるいは手引きとしたい。

8.9 2ヵ月間のフェローシップ ROD SAMUELSON (RICHMOND, VIRGINIA)

ヘルシンキ大学中央病院脳神経外科教室には毎年多くの人々が1週間から3カ月程の比較的短期間訪れる。ここでは2010年の1月から2月にかけて私が滞在したときの経験を紹介する。

私がヘルシンキを訪れたのは、脳神経外科研修を修了した直後だった。私は脳血管フェローシップを始める前に、困難な頭蓋内手術の経験を増やすべく、Hernesniemi教授のもとで働くためにやって来た。ここに来る前は動脈瘤の症例を週に1~2件見られれば良いと思っていた。脳動静脈奇形摘出等の脳血管病変の症例はボーナスみたいなものと考えていた。しかし私が滞在した7週間の間に全部で86件の手術があり、そのうち27件は脳動脈瘤・7件が脳動静脈奇形・3件がEC-ICバイパスで、期待をはるかに上回るものだった。滞在中最も印象に残った事は、脳底動脈先端部動脈瘤のクリッピングに手洗いをして参加できたことだった。

手術室のプロトコールでは、Hernesniemi教授と同時に手洗いをできるのは2人だった。通常ならこの2人はフェローなのだが、手の空いているフェローが2人居ないときは、訪問者が手洗いをすることが出来た。また助手を務めるレジデントがいなければ、他の手術担当医と一緒に手洗いをすることもあった。

Hernesniemi教授に対する最初の最も強い印象は、何と素早く手術をこなすのだろう、と言う事だった。しかし彼は決して手術を急いでおらず、スピードは彼が目指すところでは無い。むしろ手術の組織化と効率、手術チーム全体の専門技能が迅速さをもたらしている。

手術全体を通じ、あらゆる細部を最良

のものに工夫することで、手術全体の効率が良くなっている。これらのうち具体的な工夫の数々は、本書の他の部分に詳記されている。しかし手術には“形の無い”局面が数多くあって、上手く描写するのは困難だ。それらはHernesniemi教授の30年に及ぶ膨大な手術経験によるものだ。例えば彼がひとたび組織を操作すれば、常に期待した成果があげられる。彼が選んだ手術器具や動脈瘤クリップはほとんどの確であり、次の器具に交換されるまでに様々な形で使われる。このような細かい工夫の集積が、迅速でほとんど完璧な手術となる。通常の手術は高度に洗練され、Hernesniemi教授の使う器具の順序は予測出来るので、直接介助看護師は何も言われなくても、次の器具を用意している。

このようなレベルの高い手術を観察し、議論する事が私の訪問の目的だった。病棟回診のチームにも迎え入れてもらったが、そのことは予想していなかった。診療のほとんどはフィンランド語で行われていたが、Hernesniemi教授は英語での午後の回診に訪問者を連れていてくれた。脳神経外科では毎朝8時半に放射線科回診の為に集合する。これはフィンランド語で行われていたので、2カ月の滞在中私が朝のミーティングに参加したのは最初の1週間だけだった。その日のうちに重要症例の画像を復習する機会が何度もあった。

滞在中、手術の他にも顕微鏡手術についてさらに学ぶ方法がたくさんあった。Hernesniemi教授は自分の顕微鏡手術のトレーニングは主にYaşargil教授とDrake教授、彼らの素晴らしい著書、彼らと共に働いた経験に帰すると考えていて、そのことをほとんど毎日話していた。最近の手術症例や過去の経験に基づ



Figure 8-15. The OR library.



Figure 8-16. The OR meeting room.

いた彼の見解をじっくり聞きながら、私は彼と何時間も共にすごした。私のあらゆる質問に対して、彼は思慮深い回答をくれた。

私は多くの夜や週末を、手術室の談話室で脳神経外科の教科書を精読して過ごした。5~6冊の本がレジデントや訪問者から特に注目されていて、それらをHernesniemi教授が教えてくれた内容と合わせて読むと、より高度な見識を与えてくれるようだった。Yaşargil教授が書いた一連の著書や、Hernesniemi教授がDrake教授とPeerless教授と共著で書いた椎骨脳底動脈瘤についての本、さらにはDr. SugitaとDr. Meyerの顕微鏡手術のアトラス等だった。

脳神経外科教室が作ったビデオやプレゼンテーションもたくさんあり、訪問者はそれらを自由にダウンロードすることが出来た。ヘルシンキ滞在中に自分が見た症例のビデオや画像を作る機会もあった。手術室のスタッフが必要な情報を提供してくれた。例えば、Hernesniemi教授の顕微鏡手術の器具の一覧表をコピーしてくれ、直接介助看護師の一人がフィンランド語を英訳するのを手伝ってくれた。

総括すれば、Hernesniemi教授とヘルシンキ大学中央病院脳神経外科への訪問は、最良の顕微鏡手術を見学する特別な機会だった。自身の脳血管手術手技を向上させたい全ての人に推奨する。

8.10. ヘルシンキの思い出 AYSE KARATAS (ANKARA, TURKEY)

2003年、私がアムステルダムでのEANSコースに参加していた時、私はJuha Hernesniemi教授に会う機会を得た。私は、彼が発表した動脈瘤と脳動静脈奇形の手術のビデオに感銘を受けた。彼は素早くクリーンな外科的手技をととても複雑な症例に用いていた。彼は多数の顕微鏡手術を行うことが可能であった。講義の後、私を含めた全ての参加者が、彼と話したいと思った。あまりにも要望が多くて、彼は全ての名刺を使い果たした。だが彼は親切にも私に名刺をくれた。プロフェッショナルな能力だけでなく、彼の飾らない人柄は私に大きな影響を与えた。私はこう思った「彼から脳血管手術を学ぶべきだ」。

私は2003年の12月に初めてヘルシンキを訪れた。私は真夜中にヘルシンキ空港に到着した。まず初めに自分のアパートの地図と鍵をもらうために、Töölö病院に行かなければならなかった。しかし、病院がどこにあるのかははっきり知らなかった。私は幸運だった。私がFinnair Cityバスに乗った時、Hernesniemi教授も国内便で戻って来て、同じバスに乗っていたのだ。私は彼と会い、話しをしてとてもリラックスできた。私たちは一緒に病院へ行った。彼は私にタクシーを呼んでくれ、次の日のバスカードをくれた。たった1週間の滞在だったが、私はヘルシンキでの初日のことをよく覚えている。彼は5件の手術を行なった(1件の脳底動脈瘤、2件の中大脳動脈瘤、1件の頭蓋咽頭腫、1件のコロイド嚢胞)。その日、彼はオンコールだった。その夜、馬尾症候群を伴う腰椎椎間板ヘルニアの手術も行なっていた。1週間の間、幸運なことに私は13件の手術助手を務める機会があった(ELANAバイパスや、側脳室三角部の脳動静脈奇形もあった)。当時、日本の石井圭介医師もフェローとして滞在してい

た。その後2004年10月1日から私は、フィンランドの大学での国際給費学生の勉学と研究の為にCIMO奨学金のサポートを受け、臨床及び研究フェローが始まった。私は1年間ヘルシンキで過ごした。この間、私は357件の教授の手術助手を務めた。週末には膨大な量の手術ビデオを編集し、分析した。私たちは手術の間の休憩時間に、これらのビデオを見て教授と一緒に議論した。また多くの研究プロジェクト、特に動脈瘤の研究に参加した。Mika Niemelä医師、Juhana Frösen医師、そしてAnna Pippo医師の研究への協力に感謝している。

ヘルシンキ大学中央病院Töölö病院脳神経外科は、フィンランドやヨーロッパ諸国の、困難な症例が紹介される病院である。Töölö病院では、ほとんどの動脈瘤の症例でクリッピングが行なわれている。またとても熟練した神経放射線科のチームがある。私はMatti Porras医師を尊敬しており、手術室で何時間もの脳動静脈奇形の手術の間、彼が立って見学していたのを忘れられない。全ての麻酔科医や看護師も脳神経外科手術に専念していた。

Hernesniemi教授はとても勤勉な外科医だ。私は厳しいカリキュラムで有名なトルコのアンカラ大学脳神経外科学教室を卒業しているのだが、それでも教授の多忙なスケジュールについていくのは本当に大変だった。彼は私に、日々の仕事に関するメールを送ってきた。朝5時にメールが送られていることに気付いた。午前7時に病院へ行った。ICUを訪れ、次に放射線科のミーティングに参加した。手術は午前8時30分に始まり、毎日3~5件の手術に参加した。教授は迅速でしかも安全な手術を行なっていた。彼は若い脳神経外科医にとって素晴らしい手本である。私は教授から、手術のあらゆる

手順における、数多くの大切なコツを学んだ。我々は、彼が言うところの“four-hand-microneurosurgery”を用いていた。彼自身何年も海外で過ごしてきたので、彼は訪問者にとっても親切で、理解があった。滞在中、教授は私の良き指導者であっただけでなく、良き友でもあった。私はTöölöでの最後の日の事を覚えている。私はHernesniemi教授が帰宅するとき、病院の出口まで一緒に歩いた。その日は、1人の看護師が亡くなったため、病院は半旗を掲げていた。とても哀しい日で、私達は言葉を交わすことができなかった。教授は私にメールを送るだけ言った。私はそのメールを生涯、保存するつもりだ。私にとってかけがえがないものだから。

私はHernesniemi教授と出会い、共に仕事が出来たことを光栄に思う。彼が私をサポートしてくれたことに感謝したい。



9. これからの脳神経外科医へのアドバイス

by Juha Hernesniemi

将来脳神経外科医を目指す研修生を選ぶのは難しい。彼ら若手がいつの日か、今の我々より遙かにより良い脳神経外科医になる事を期待して、我々は献身的に、不退転の思いで、全精力を注いで選抜にのぞむ。我々の教室では、ある日この若者こそが創造力と、卓越した手術手技で私を驚かせてくれるだろうと期待しながら選んでいる。私はいつの日か、このうちの何人かが世界最高の脳神経外科医になることを期待している。

若い人が望ましい。なぜなら学習期間は生涯に及ぶほど長いからだ。賢く、柔軟で、他の人達とうまくやっていかなければならない。同時に目標を達成するためには、他人の、時には教授の希望に逆らうほど頑固で粘り強い性格でなければならない。旅に出て世界中の脳神経外科教室を訪れ、新しい発想や、技術を学べるように、国際的な脳神経外科社会での主な言語に堪能でなければならない。勤勉で、手袋のサイズとは関係なく、“良い手”を持っているべきだ。スポーツをしたり、他の趣味に興じて体調と精神状態を整える事は、日々の仕事での多くの障害や、困難から速やかに回復するのにきわめて有用である。

健康で機嫌良く過ごし、日々の楽しみや、悲しみを共有する家族や良き友人を持つ事は大切である。皮肉やブラックユーモアのみでは、この困難な仕事を長い年月に渡ってやり通す事は出来ないであろう。早かれ遅かれ燃え尽きてしまうであろう。長時間の修練を費やして到達できるプロとしての高いレベルに、新しい研修生は早い段階から実感を抱かなければならず、一般的には決して真の意味で

仕事から自由になる事は無い。もし可能なら、長い間この分野に興味を持ち続けるためにも、仕事を趣味に置き換える必要がある。

私は若い脳神経外科医が認識すべき問題点についての私の考えの幾つかを共有し、その問題点に関する私の経験に反映させたい。おそらく困難な出来事をどのように克服するか、多少のアドバイスができるであろう。

9.1. 解剖を学ぶ

より良い微小解剖の知識は、より良い手術につながる。良い脳神経外科医になるためには、脳の微小解剖を学び続けねばならない。昨今のCT、MRI、脳血管撮影画像は質が高いので、気脳写や、脳室造影、顕微鏡の無い手術の時代と比べて、中枢神経系の解剖を学ぶ事は容易になっている。可能な限りの多くの本を読む事で、数世代の脳神経外科医の蓄積された経験を共有する機会が得られる。未経験の、或いは稀な手術に臨む時に、本を読んで準備する事は、実際の手術の時に、昔の経験豊富な人があなたの手を導いてくれる事を意味する。何度も読む事で、何よりもまず自分の患者を救う事が出来る。しかしそれだけではなく、自分自身の時間と精神も救う事が出来る。1回だけ解剖を学んでも十分ではない。むしろその問題における適切な専門知識を得る前は、何度も繰り返し同じ話題について調べる必要がある。読書は大変な仕事である。そして解剖を学ぶ事はもっと大変な事である。生涯にわたる仕事である。

9.2. 自分の技術を鍛錬する

脳神経外科学は、スポーツや芸術と何ら変わらない。懸命な練習のみが良い結果をもたらす。可能であれば実験室に行き、動物や屍体を解剖しなさい。解剖やさまざまな組織の特性を知る事は、良い手術につながる。実験室でより厳しい状況下で自分の手を鍛えなさい。顕微鏡下での手術はまず安全な実験室のような環境で始め、十分時間をかけて全ての器具や技術に精通するべきである。大切な手と目の協調を発達させるのは言うまでもない。高倍率下での顕微鏡手術においては、我々の手の動きの多くは、微小血管吻合の様に集中しなくても自動的にできるようになるべきである。難しい処置を行なう上での特別な技術を練習しなさい。

非常に細い動脈や静脈など、異なる組織の非外傷的な操作を練習しなさい。重要な血管や神経構造の切開を練習しなさい。そしてさまざまな組織の立体関係を理解する練習をしなさい。血管障害、脳腫瘍、さらには脊椎疾患の手術でも、単一の手技としてではなく、様々な技術の集合体として、実験室で多くの手順を練習する事が出来る。

9.3. 自分自身にとってのヒーローを選ぶ

脳神経外科医として歩みだす時、自分にとってのヒーローを選びなさい。あなたの施設に居る人かもしれないし、遠い国に居る人かもしれない。私は2年間以上、ヨーロッパや北米の巨匠と言われる人達を訪ね、冷たい手術場の片隅に見学者として座りながら、いつか自分がそれと同じ高いレベルの顕微鏡手術を行う日を夢見ていた。30年近く前、数ある訪問先の1つであるM. G. Yaşargil 教授を訪ねたとき、若いメキシコ人の脳神経外科医が私に言った。「いつか我々はこれより上手くなるだろう」。当時私は彼を信じなかったが、振り返ってみて今では彼が正しかったと思う。スポーツや芸術、技術開発でも同じであり、若い世代は先輩のもとで修練する事で、より良い物を作り上げられる。もしそうでなければ彼らは新たなスタート地点より始めなければならないが、その地点には過去の巨匠が既に到達している。

仕事を計画する時は、良き指導をしてくれる脳神経外科の上級医を探しなさい。様々な人の手助けが必要な時、自分の失敗や不安、計画、そして希望を相談できる人を1人探しなさい。その人があなたの施設の教授とは限らない。その人は偉大な精神と生活、もちろん脳神経外科の理解者でなければならない。

師匠の手助け無くして熟練した脳神経外科医になる事は極めて困難である。しかも真の学術的な経歴を作る事はほぼ不可能である。

9.4. 健康を維持する

定期的に運動して、健康を維持しなさい。年に何百もの手術をこなすことは、肉体的にも精神的にも厳しいので、バランスをとる為にも手術室の外での趣味を探す事が必要である。言うのは簡単だが、少なくとも私には非常に困難であった。疲労、燃え尽き、そして自分の仕事へのシニカルな姿勢 -- これらを避けるために、あらゆる手を尽くすべきだ。戦い続け、決して諦めるな。たとえ滑りやすい壁に投げつけられても、猫の様に指

と爪でしがみつくなさい。キャリアを通じて精神を鍛え続けなさい。若い脳神経外科医と経験を共有し続けられれば、引退が近くなっても、引退後も有能でいられる。年齢とともにペースが落ちるので、その事を理解して振る舞うべきである。たとえ何か難しい事を短時間に習得できなくても、脳神経外科的の技術や経験は残る。熟練した脳神経外科医は、IT分野の専門家と違って次世代の脳神経外科医によって簡単に追いやられる事はない。技術は長く、生命は短い。機会は去りやすく、経験はだまされやすい。判断は難しい（ヒポクラテス）。



Figure 9-1. On the footsteps of a giant. Prof. Hernesniemi watching closely Prof. Yaşargil operating.



Figure 9-1. "One day we might do even better!" At Weissner Wind in Zurich in 1982 (photo from Prof. Hernesniemi's personal archive).

9.5. 医師であれ！！責任感を持つ事

患者の治療にあたる時は医師であれ。自分の保身の為に他の脳神経外科医の背後に隠れてはいけない。汚点の無い手術経歴に対してではなく、患者に対して責任がある。症例の多い施設では、リスクの高い症例を手術せず、他の者に押し付ける事で、容易に優秀な手術成績を残せる。手頃な症例だけを選べば、多くの患者が除外され、生き残る機会を得られず死んでゆく。その医師の手術成績として良い数字が残るだけである。ある脳神経外科医の技量に関して、その施設の結果を表面的に分析していると、間違った印象を持つであろう。最悪の結果を公表している脳神経外科医は、本当は最良の脳神経外科医である。何故なら、彼らは最も困難な症例に立ち向かって、最も困難な合併症に直面しているからである。

9.6. 自分にとっての最良の環境を見つける

自分にとって最良の仕事ができる環境を見つけなさい。自分の好みの器具（例えば小さい物なら、Drake 医師が使った動脈瘤のドームを圧排する為の小さな剥離子のような物）を選びなさい。そしてそれらを信じなさい。新しい技術や器具に目を向けて試みなさい。良いと思ったものは採用しなさい。Drake 医師は言っている。「どんなアプローチが良いかは、結局は手術の経験次第だ。」彼は頭蓋底の削除や脳の切除、動脈や静脈切断を行わず、正常解剖を維持するシンプルで迅速な手術を勧めた。患者にとって良い結果をもたらすことこそ唯一の重要な課題である。もし新しい方法が、古い方法に勝ると考えるなら、その新しい治療方法に挑戦すべきである。しかし、素晴らしい結果を記した新しい技術に関する論文を読むときは、自分自身の成績を

信じ、厳しく評価しなさい。最終的に患者の治療を行なうのは論文の著者ではなく、あなたなのです。もし自分のやり方が上手く行っているなら、それを変えてはいけません。

自分の技術を正しく評価するには次の様に問いかけてみるとよい。「自分自身に手術されて、あなたは安全と思いますか？」もし違うなら、自分の技術をもっと磨きなさい！ より上手な人から勉強し、学びなさい！ より積極的に顕微鏡手術、集中治療、画像診断、リハビリテーション、そして心構えを変えてきたことで、1970年代と比べ、飛躍的な進歩を遂げてきたのだと私は考えている。脳神経外科医1人当たりの年間手術数は明らかに増加した。我々はより効率的になり、多数の経験を基に素早く行われる手術は、常に良い結果をもたらしている。ある意味では、エホバの証人に賛同しなければならぬ。出血の無い綺麗な手術は、患者にとってもスタッフにとっても、最も速く安全な方法だからである。

9.7. 開かれた手術

学会に参加し、講演をして、議論に参加しなさい。加えて言えば国内外問わず、様々な施設を見学するべきだ。学会の講演は、特定の施設の脳神経外科手術の実際のレベルを簡素化した画像を示すだけである。残念ながら本当の結果はしばしば発表された内容より悪い。訪問者を受け入れなさい。そうすれば全く異なった経験や考え方の賢人達から学び、批評される貴重な機会を得られる。見学者が絶えず居る事により、自分1人の時よりも、高いレベルでの手術を強いられるだろう。幸運な事に1997年より、私は多くの優秀な国際的なフェローや見学者を受け入れる特権を与えられた。時として、私が彼らに教えられたと思う以上のことを彼らは私に教えてくれた。いつもの日課について質問や議論をしなさい。別の人々や、革新的な考え方を容認しなさい。

しかし、あなたの古い習慣が良いものであると思うのであればそれを守りなさい。何十もの学会に参加して、何百もの発表を聞くよりも、新しい技術を持った優秀な脳神経外科医をほんの数日訪ねる方が、より多くの事を学べるであろう。訪問先では、些細なことでも全てを取り込もうとしなさい。もちろん経済や宗教、あるいは手術手技と関係する諸事情によってはいつも可能という訳ではない。生涯旅に出るべきだ。レジデントでも、若手脳神経外科医も、すでに経験を積んだ専門家となった後でも構わない。年齢は関係がない。新しいものを学ぶ事に熱心であり続けなさい。大変な仕事や苦悩は学習の過程の一部であると思っておくべきだ。

9.8. 研究し、そして記録を残す

自分の手術結果に批判的でありなさい。そうでないと改善は得られない。自分の症例を手術後すぐに分析しなさい。「なぜこんなにひどいことになったのか？ なぜそんなにうまくいったのか？」それらを自分自身の手術記録や記録用紙、データベースに書き留めなさい。発見した事を記録したかどうか確認しなさい。我々の記憶力は短く、手術件数が多いと、わずかな数カ月かそれ以下で忘れてしまう。十分な設備がなくてもがっかりしてはならない。何故ならそれが多くの場合の現状だからだ。Drake 医師とPeerless 医師の紙の記録用紙は -- 現在の視点からすれば原始的であるが -- 今でも次世代にとっての手術経験と技術の証明として役立っている。ビデオや写真を撮り、それらを分析し、できれば絵を描き、他の脳神経外科医やレジデント、学生と議論しなさい。自分の手術を記録する事で、より良い、より綺麗な顕微鏡手術に到達するだろう。夕方、眠れない夜には、自分の症例を頭の中で分析しなさい。どの様にあなたの手術を改善するか、何を省略し何を追加するのか、イメージトレーニングをしなさい。あなたの経験を他の人と、

9.10. 論文発表

特に若い人々と共有し、合併症について率直に話さない。オープンである事は正直な手術をすることだ。実際に患者の助けることになる。ある症例の治療がいかに簡単であるかなどと自慢してはいけない。(私の母親もそんなことは言わない。) そのような症例こそ、あり得ないような恐ろしい合併症を経験することになるであろう。

Drake医師は彼の著書「椎骨脳底動脈瘤」で述べている。「多くの亡くなった人たちが重篤な後遺障害が残った人たちから学んだ知識を携えて、その人たちをもう1度手術室に連れ戻せたらいいのに」。患者には、2回目の“機会”はない。それでも全ての経験を記憶やデータベースに保持し、分析して有効利用できれば、その“機会”は次の患者に与えられる。

9.9. 自分の患者の経過を追う

自分の手術の結果を追跡すべきである。術後検診を外来や電話、ないしは病院の記録で定期的に行い、患者をフォローアップすべきだ。そしてその追跡記録を自分のデータベースに追加しない。自分自身の手術の足跡を保つ為、自分用の小さいデータベースを持つべきである。もしある手術で何が危険なのかをわかっていることこそ、あなたの未来の患者に対する公正さである。もし近くにより良い手術が出来る人が居るならば、その人に手術をしてもらいなさい。その一方で、見学して、読んで、実験室で練習して自分の技術を高めなさい。平凡な結果に満足してはならない。常に最高水準の治療を目指すべきだ。失敗はつきものである。しかし同じ失敗を繰り返してはならない。自分の症例を他の人と議論して、分析しない。そして未来の合併症や惨事を避ける為にアドバイスを求めなさい。

自分の治療結果を公表しなさい。ただし、何でもかんでも公表すれば良いという訳ではない。Drake 医師の教科書の最初のページに引用されたFrancis Bacon(1561-1626)の言葉を思い起こそう。「全ての人は自分の職業に対する責務として、自分が何をしてきたかを記録に残す義務がある。他人の役に立つかもしれないからだ」。「年に1つか2つ、良い論文を良い雑誌に載せられれば十分だ」。これはDrake 医師のアドバイスだ。昨今の知識の急増において、我々は論文の内容を厳しく批評し、良い分析と、適切な言葉、質の良いデータを見分けなければならない。公表する時は関連文献を探さなければならない。そして基本となる先人の業績や、そのテーマの重要な業績を軽視してはならない。論文を書いて公表するのは大変な作業であり、手術と同様に練習を要する。真の技術は時間をかけ、多くの論文を書く事で習得出来る。「臨床の仕事が忙しくて、論文を書けない」と言った言い訳は論外である。脳神経外科では、臨床業務で大抵誰もが忙しく、それが論文を書きにくい理由でもある。論文執筆は難しい上に時間がかかる。簡潔直截に伝えられるよう、書き出す前に、問題点を細部まで分析する必要がある。論文を書く事で、さらに成長し、より批評能力の高い読者となれる。良い論文と、そうでない論文を一目で区別する事が出来るようになる。学術的脳神経外科では、論文の執筆と、臨床活動とのバランスを取る事が最も難しい。

9.11. 人を知る

手術は1人で行なうものではない。神経麻酔科医や神経放射線科医、そして看護師等スタッフ全員に心を配りなさい。彼らの名前を覚え、長所と短所を熟知し、一緒に働くチームにあなたの手術を適応させなさい。夜間の手術にはありがちだが、もしチームの経験が少ないなら、特別な手術を後日もっと優秀なチームと行うこと、夜間すぐに行う事の危険性と利益を比較検討する必要がある。仕事は多くの要因に左右される。患者やその親族、手術室の看護師、集中治療室と病棟、他の脳神経外科医、麻酔科医、他の外科専門医、関連科の医師、行政職員、政治家、社会、そして外国の友人などだ。手術の成功だけではなく、これらの多くの要因を基に、あなたは評価される。良い評価を築くのは難しい。何年もの年月を要するが、ひとたび水準を落とせば、その評価は一瞬で消えるであろう。しかし、可能な限り仕事のレベルを最高水準に維持していれば、良い評価を保ちながら、多くの困難な合併症にも耐えられる。自分の仕事を常にチェックするべきである。術後の血管撮影やCT、MRIは自分自身やスタッフによって整理、分析しなければならない。そうでないと他の誰かがそれらを整理する。長期間を経て他人に仕事を任せて、患者への危険や肉体的ストレスを嫌がって整理分析を怠ることに比べ、例えばすぐにクリップをかけ直したり、小さな残存腫瘍をとる事の方が技術的に容易である。医療過誤を避ける重要なポイントの1つが、率直かつ正直である事だ。そして術後管理をしっかりと行う事だ。

9.12. 雰囲気

教室の雰囲気は、開放的で、仕事がいやすくあるべきだ。働く人達が自分たちの病院に誇りを持つべきだ。若い医師や看護師の教育は不可欠である。彼らは教室全体の仕事の流れを理解し、必要に応じて同僚を助けられる様になる。正直であるべきだ。スタッフは合併症が起きた患者に何が起きたかを知る権利がある。よくない噂は雰囲気を壊す。

スタッフの事をよく知る必要がある。親切に、かつ厳しくしなさい。他の顧問や行政の指導によるのではなく、自分なりのやり方をしなさい。よく働く同僚達に感謝の気持ちを表し、可能ならば良い給料を支払いなさい。北欧の医療社会制度では、気の毒だが、良い給料は払えない。多くの脳神経外科医は元々一生懸命働くが、十分に給料が支払われる事は重要だ。しかし、何であれ、自分の仕事において正当な誇りをもち、そして常に自分の仕事を改善しようとし続ける、一生懸命働く専門家の模範となる努力をしなさい。



10. 脳神経外科での人生:

HOW I BECAME ME – JUHA HERNESNIEMI

「君は有名じゃない」10年前、Yaşargil 教授がヘルシンキを訪れて私にこう言った。私は心中に自信を持ちながら言った。「有名じゃなくても上手くやれる」。小国で働くとは確かに色々難しい面がある。しかし、良い事もある。

私は1947年、フィンランドの中央部の西にあるOstrobothniaのKannusの一部であるNiemonen村という小さな村で生まれた。父は若い頃、第二次大戦でフィンランドが旧ソビエト連邦に攻撃されたとき、5年間兵士として過ごした。その後父は教師となり、家族はRuovesiという、小さな美しい田舎の村に移り住んだ。そこは私が学校に通ったヘルシンキから250Km離れていた。

私はRuovesiに戻って医者になる事を決めた。Einar Filip Palmen 医師 (1886-1971)という、この地区の10,000人の住民を50年にわたって1人で診察して来た開業医の影響があった。私たちは趣味の切手やコイン、蝶のコレクション等を通して友人となった。私はまた体操競技もしていて、ソビエトのBoris Shaklinや日本の遠藤幸雄のファンだった。その後の学生時代、Lunenというドイツの小さい都市の工場に働きに行った。このとき自分の手先が器用であることに気づいた。この滞在中、私はヒッチハイクでオーストリアとスイスに行った。チューリッヒを訪れたのはこの時が初めてだったが、その時はこの街が私にどれだけの影響を与えるかなど考えもしなかった。

1966年に高校を卒業したあと、ヘルシンキ大学医学部に出願したが不合格だった。振り返れば、この事は私にとっては最良の出来事だったとも言える。ヘルシンキ以外で勉強するしかなかったので、スイスのチューリッヒで医学を勉強

するべく出願した。チューリッヒで私は真のヨーロッパ人、さらには国際人となった。私は、国際基準で一生涯懸命勉強する事をスイスで学んだ。そして詳細な解剖知識の大切さを知った。初めてページを開いてから40年経っているが、私は今でも定期的にGian Tödürü 教授の局所解剖学の本を読み直している。学生時代、私は2年以上、実験的脳神経解剖について研究した、非常に勤勉なKondrad Akert教授の脳研究施設で働いた。ここでは高度な基礎研究を学ぶ事が出来ただけでなく、手術用顕微鏡OPMI1の使い方を学ぶ事が出来た。それ以上に私はこの非常に国際的なチームでいい加減な英語も学んだ。

最終的に自分が基礎研究には不向きであることを実感した。そしてHugo Krakenbuhl教授と、M. Gazi Yaşargil 教授の講義に出席した後、脳神経外科医になる事を決めた。私はM. Gazi Yaşargil 教授に、チューリッヒの彼のチームに加われるかどうか尋ねた。彼は私の希望を受け入れたが、海外で7年間を過ごしていたため、私は当時、ひどいホームシックにかかっていた。結局Yaşargil 教授のチームに入る計画をあきらめて、ヘルシンキに戻った。私の北欧の友人2人が、チューリッヒのクリニクのきびしい研修に耐えられなかった様に、これは自然の摂理だ。なぜ私は脳神経外科に行き着いたのか？ 私が2番目に関心を持っていたのは心臓外科だったが、その為には最初に一般外科を履修する必要がある。心臓外科医になるのは、あまりにも長い道のりに思えた。それでも私は心臓外科で1つのことを学んだ。チューリッヒのÅke Senning教授に教えてもらった片手結びだ。今でも顕微鏡下での手術では、この結び方を使っている。3番目に関心があったのが精神科だったの



Figure 10-1. Juha Hernesniemi with parents (Oiva and Senja) and younger brother Antti in 1950.

で、有名な Manfred Bleulerの講義に出席した。しかし精神科の研修はあまり魅力的とは思わなかった。最終的に私は脳神経外科医としての研修をヘルシンキの Henry Troupp 教授の元で1973年に始めた。1966~73年、チューリッヒ大学で、まだ新人学生だった我々でも、M. Gazi Yaşargil 教授による顕微鏡手術の急速な発展という特別な出来事が脳神経外科で起きている事に気付いた。世界の多くの脳神経外科医と同じく、私も人生の2/3以上、彼の弟子だった。この時期は、遙か遠方に住んでいたが、彼の著書や業績から学んでいたの、すぐ近くに住んでいたのと変わらない。はるか遠いカナダのヒーローである Charles G. Drake 教授と Sydney J. Peerless 教授の事も、医学生時代から気になっていた。私が彼らを訪ね、共に働くまではずいぶん時間がかかった。様々な面で私が影響を受けた国際的な脳神経外科医は C. F. Tulleken, Y. Yonekawa, H. Sano, そ

して R. Spetzlerだ。これらの偉大な脳神経外科医の他に、若い“ヒーローたち”も見いだした。彼らと共に学び、そして進歩しようと努めている。またチューリッヒで顕微鏡下手術の研修の為の実験室を管理している Mrs. Rosenmarie にも一目置いている。フィンランド国内で私の現在の仕事に様々な方法で影響を与えた人は（アルファベット順に）Olli Heiskanen 医師、Lauri V. Laitinen 医師、Stig Nyström 医師、Seppo Pakarinen 医師、Henry Troupp 医師そして Matti Vapalahti 医師だ。脳神経外科以外では、Erik Anttinen（精神科および神経科）、Viljo Halonen（神経放射線）、Eero Juusela（消化器外科）Aarno Kari（ICU）、Markku Kaste（神経科）、Ulla Kaski（小児科）、Ilkka Oksala（心臓外科）、Teuvo Pessi（一般外科、ICU）、Matti Porri（GP）、そして Jukka Takala（ICU）らも私に大きな影響を与えた。



Figure 10-3. Juha Hernesniemi with Finnish friends in Lünen, Germany, in 1964.



Figure 10-2. Dr. Einar Filip Palmén (1886-1971), a general practitioner in Ruovesi.

猛練習のみ良い結果につながるという点で、脳神経外科はスポーツや芸術と変わらない。私の初期の修練で最大の欠点は、研究室で実際の顕微鏡手術を練習しなかった事だ。その次の欠点は、屍体での解剖を勉強しなかった事だ。私は後になって何度かこれらの練習や勉強をしようと試みたが、多くの手術をこなしながらでは上手くいかなかった。脳神経外科の研修中にはこれらの修練の為に時間を費やすべきである。

私は1973~79年の間、脳神経外科の研修をヘルシンキで行い、1979年に頭部外傷をテーマにして博士号を取得した。その後私はスウェーデンのUppsalaで数カ月働き、次にフィンランドのKuopioの Matti Vapalahti 教授の元に加わった。脳神経外科医の数が少なかったので、私は多くの脳動脈瘤、脳動静脈奇形、脳腫瘍、そして脊椎疾患の手術を行う事が出来た。実際、北欧諸国において我々は動脈瘤の手術の先駆者だった。活動的で、成長著しいKuopioの私たちのチームは重要な国際センターの幾つかを見学した。そして私の脳神経外科技術は進歩し、改善した。80年代後半になると、忙しい臨床業務のために、自分の論文発

表が無い事に気付いた。その後私は、フィンランド東部の脳動脈瘤のデータベースを作り上げる事を任され、そしてこれが多くの論文と、臨床経験の基となった。1992~93年、私は客員教授としてではなく、教育、研究フェローとしてマイアミに行き、Drake 医師とPeerless 医師の椎骨脳底動脈瘤と脳動静脈奇形のシリーズを研究した。この事が、私が1997年にヘルシンキの主任教授に任命される重要な要因であったことが後にわかった。ただしこの時期、あるイギリス屈指の脳神経外科医には懐疑的に見られていた（「45歳にもなって、彼は他人の手術を学べて幸せそうだ！」と）。17年前の1980年、私はヘルシンキを離れてKuopioに向かった。十分な手術をする事が出来なかったからだ。その頃私の師匠で、主任教授のHenry Troupp教授が私に尋ねた「もし戻る事ができたら...」。私は即座に答えた「17年後に」。こうして私は自らの約束を果たした。

1996年、ヘルシンキでの手術件数はわずか1,632件だった。そして教室の年間予算は5,153,400 Finnish marks (FIM)（約10,000,000ユーロ）だった。伝統的に教室は最小限の予算で我慢せねばな



Figure 10-4. Juha Hernesniemi (left) training micro-surgery in Zurich in 1969 with Dr. Etsuro Kawana from Tokyo, Japan.



Figure 10-5. OPM1 surgical microscope. Photo courtesy of Carl Zeiss AG.

らず、お金を節約する事は何にもまして美德であった。しかし私が教授になって3年間で手術件数と予算は2倍（2000年には手術件数は3,037件、年間予算は103,065,000 FIM）となった。病院の管理部門の人たちはもちろん、教室のスタッフでさえなかなか信じてくれなかった。手術件数の正当性、さらには治療の質が疑問視され、私を解雇しようという動きがあった。結果、私はフィンランドの他の教室や、スウェーデンやエストニアから症例を集めなければならなかった。内部調査が1年以上続けられ、最終的には患者の選択は適切で、治療結果が極めて良好である事が証明された。今日では我々は病院の管理部門や周囲の社会から大きく支持されている。彼らは明らかに我々の質の高い仕事の価値を知っているからだ。我々は日常の仕事と、患者の状態を常に評価している。我々の主な目標は可能な限り最良の方法で社会に貢

献する事だ。現在ヘルシンキの脳神経外科スタッフ（医師、看護師、技師およびその他）は、200名を超える。そして年間予算は26,000,000ユーロとなり、年間手術件数は3,200件である。

1997年以降、論文発表数は着実に増加してきている。我々のスタッフだけでなく、増え続けるフェローや、訪問者も臨床論文の著者に含まれている。フィンランドの人口は5,300,000人と少ないが、基本的設備が良く発展しており、信頼性の高い疫学研究に適した数少ない国の1つである。Trouppらによる第二次大戦からの長期追跡研究は継続されており、脳動静脈奇形や脳腫瘍、そして脳動脈瘤の自然史の研究に多大な貢献をしている。ヘルシンキ脳動脈瘤データベースは今年の年末（2011年末）に完成する予定であり、9,000例以上の脳動脈瘤治療症例が含まれている。これを基にして



Figure 10-7. Juha Hernesniemi with Prof. Charles G. Drake in Miami in 1993.



Figure 10-6. Juha Hernesniemi working in hospital in 1972.

着実に臨床研究の数が増えて行くであろう。既に幾つかの大きな企画が進行中である。

私は主任教授となるにあたって政治的な活動をした事が無い。私は周囲からよく学び、そして父である Oiva Hernesniemi と、元教授の Kondrad Akert 教授、Henry Troupp 教授、そして Matti Vapalahti 教授から多くの事を学んだ。またフィンランドの将軍 Adolf Ehrnrooth の助言に従った。それはスタッフの前に、そして中に居る事（そして常に一緒に居る事）、Väinö Linna（フィンランドの作家/1920~1992）の “Unknown soldier” の Koskela の様に振る舞う事、あるいは Yashar Kemal（トルコの作家/1923~）の “Memed my hawk” の Memed の様に振る舞う事だ。より国際的なヒーローであれば Cassius Clay (Mohammed Ali) や、Alesandr Solzenitsyn（旧ソビエトの作家/1918~2008）だろう。彼らの様に勇敢に振る舞うのは難しい。Drake 教授が助言してくれたように「自分自身のやり方で仕事をする事」が新しいヘルシンキ大学脳神経外科を作り上げるのに役立った。

What next?

これまでを振り返ってみて、1人の多忙な脳神経外科医として言いたいことがある。「家族との時間をもっと過ごすべきだ」。彼らの支えがなければ、仕事を続け、成功する事は出来なかった。「今を楽しめ、人生は短い。機会は去りやすい」。両親から受け継いだ健康に関わる良い遺伝子が機能して、今後も働き続けられる事を望んでいる。そして私はあと10数年、顕微鏡手術の発展や、簡便なバイパス手術の発展、そして最も大事なものは、我々よりさらに進歩した若い世代を支えることに携わりたい。ヘルシンキではオープンな顕微鏡手術の為に教室を開放して、見学者を誰でも歓迎している。症例を共有し、お互いに学び合う為だ。世界中から様々な人が集まるヘルシンキでは、より良いスープが将来調理され、出来上がるであろう。

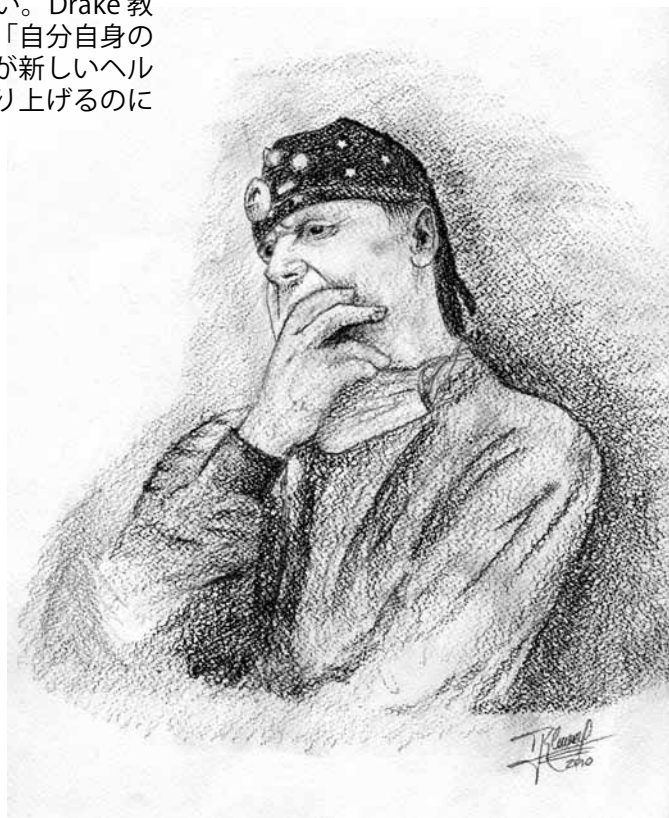


Figure 10-8. Drawing of Juha Hernesniemi in 2010 by Dr. Roberto Crosa from Montevideo, Uruguay.



Figure 10-9. Riitta, Ida, Heta and Jussi Hernesniemi in Kuopio in 1984.



11. 未来の脳神経外科

by Juha Hernesniemi

私がヘルシンキで研修を始めた1973年当時、この教室は人口ほぼ400万人のフィンランド全域の症例を取り扱っていた。年間手術件数は600件だった。10例の頸椎症例、50例の脳動脈瘤、そして100例の脳腫瘍の手術が毎年行われていた。慢性硬膜下血腫の手術は、2週間に1例だった。患者が60歳以上なら高齢者と考えられ、減多に手術は行われなかった。30年以上経った2007年には400例の頸椎症例、300例以上の脳動脈瘤、600例の脳腫瘍、256例の慢性硬膜下血腫の手術を行った。頭部外傷の手術数は1973年と比べて4倍に増えた。現在ヘルシンキ大学の手術数は70年代と比べて5倍であり、国全体では（現在では他に4つの脳神経外科施設がある）10倍となっている。脳神経外科患者の平均入院日数は5日以下で、手術症例全体の約40%を60歳以上の患者が占めている。

顕微鏡手術の結果が良好かどうかは、70年代後半のCTや80年代のMRIの導入とともに進歩した画像検査に左右されるようになって来た。このような画像検査で、今まで"全摘出"と言われてきた多くの症例が単なる部分摘出にすぎず、腫瘍や血腫の残存が明らかになり始めた。またそれらの検査により、血管撮影しかなかった頃なら隠されていた、手術によるひどい脳挫傷や脳梗塞が露わに診断されるようになった。我々の顕微鏡手術にはまだまだ改善の余地があり、画像検査が常に我々の手術技術の先を進んでいる事は確かだ。手術用顕微鏡や、近代的な画像診断の導入前は、雰囲気や態度も異なっていた。切除面に適用されたクリップやタンタルパウダーに加え、脳神経外科医自身の言葉のみが全摘出の証明であった。

とはレベルが異なる。かつては術中に脳ヘルニアで開頭部から脳がはみ出してくる事がよくあった。動脈血圧のモニターはまれにしか行われなかった。今では頭蓋内圧のモニタリング、そして脳組織血流や酸素化を日常的にモニターする事も可能である。

未来の最大の課題は、最小限のコストで最良の治療法を用い、ほとんどの患者を治療する方法を見つける事だ。少なくとも豊かな先進工業国ならどこでも、健康に配慮した生活習慣、適切な栄養と身体トレーニング、そして同様に喫煙やアルコール、薬物の乱用を避ける事により、寿命を延ばす事ができる。いまや平均寿命は80歳近いのが一般的で、近い将来100歳となるであろう。しかし、生物学的には極わずかな人しか120歳までは生きられないであろう。平均寿命の延長に伴い、脳腫瘍や脳血管障害、脊椎変性疾患がより一般的になるであろう。高齢者でも治療が行われるであろう。MRIやその他の新しい画像法は、患者の治療により幅広く利用されるであろう。そして脳腫瘍はより早期に発見されるだろう。長期間かけて静かに育つ大型腫瘍は、早期発見により稀となるであろう。患者は予約をとって外来を受診し、全身の検査を受けるだろう。これらのスクリーニングで発見された全ての偶発的病変を評価し、治療する事は難しくなるであろう。患者はそれぞれ多くの異なった疾患を持っており、異なった専門家のチームがデータベースに基づいてこれらの臨床的意義を評価するだろう。MRIの磁場はますます強くなるだろう。そして最小の構造物すらも可視化されるだろう。また薬物治療効果と目標すら可視化されるであろう。

現在の集中治療と神経麻酔は、70年代

交通事故件数は近年著しく減少してい

る。1973年当時、この小さな国で1,000例以上の交通事故関連死があったが、現在では300以下である。将来はたった1件の交通事故による死者が出ただけで大きな見出しとなるであろう。様々な警報システムやローカライザー、ナビゲーターにより、治療施設への移動が速くなり、来院が間に合わないといった事も稀になるだろう。より精度の高い画像診断が活用され、硬膜下血腫の進行を見落とし、亡くなるといった例は稀になり、やがて皆無となるだろう。

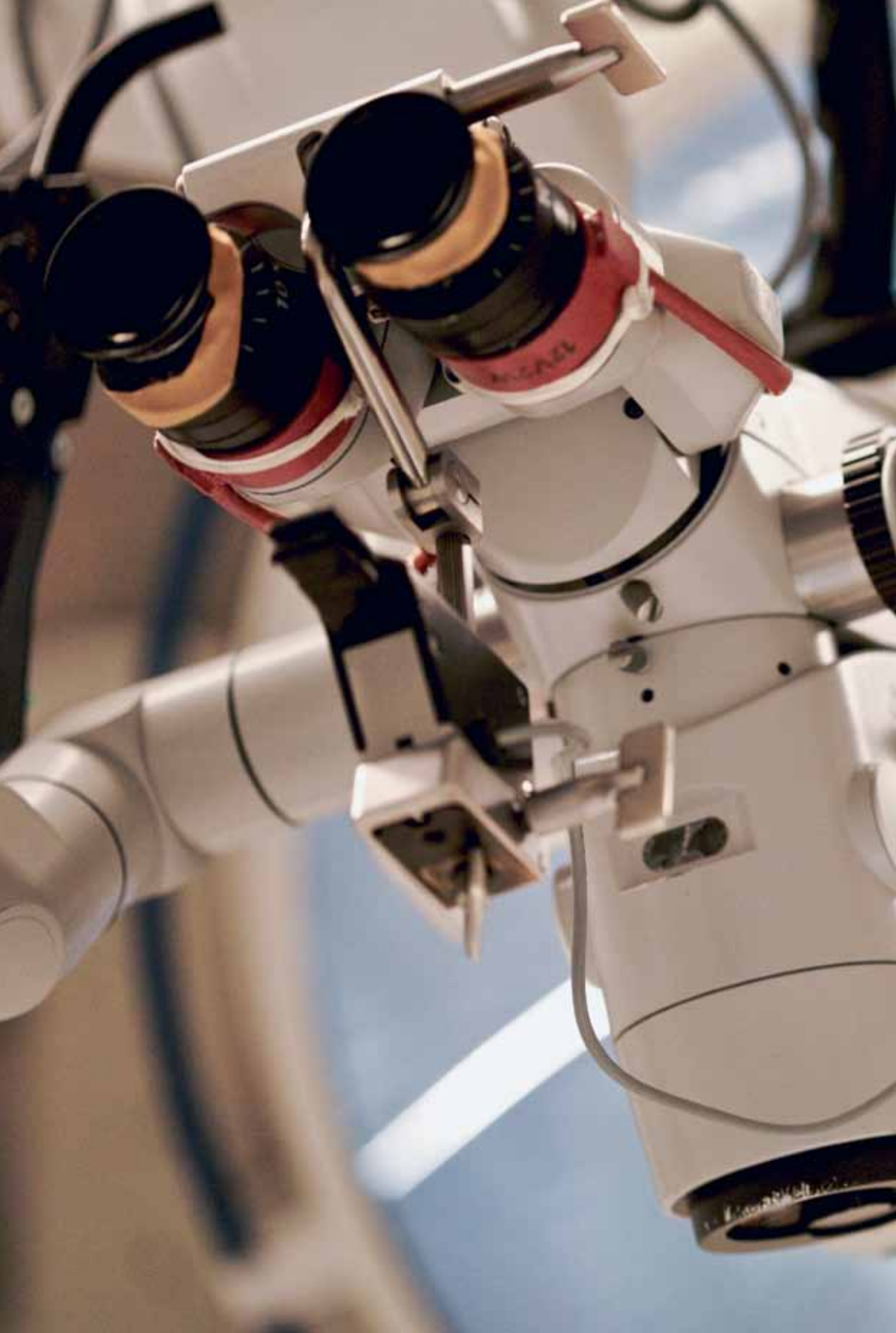
脳血管障害に関しては、いずれ治療よりも、予め予防することに重点が置かれることになるだろう。最も細い血管でさえ、その壁の厚さや構造が非侵襲的に可視化される事だろう。脳動脈瘤や血管の狭窄、閉塞は、血管形成や局所的で生物学的な手段による治療が一般的となるだろう。

脳神経外科医は血管内治療において重要な役割を果たすと予想される。そして長期的な術後管理の知識も重要となるであろう。もし手術が必要となれば、その時は、画像や記録といったデータを活用することで、開頭する範囲は非常に狭くする方針で手術が行なわれるようになっていだろう。例えば局所麻酔下での単純なバイパス手術が一般的となり、動脈や静脈でさえも簡単な人工血管を用いて血流増加のための手術が行われるものと思われる。実際の手術の前にはシュミレーションにより手術の練習が行われるだろう。それにより関係スタッフの対応能力が向上し、術中に万が一想定外の事柄が発生した場合も無事に手術を完了出来るだろう。機能的画像は正確に脳皮質の機能を示し、手術中には隠れて見えない重要な部位や神経繊維も画像で確認することが可能となるだろう。きわめて小さい皮膚切除で手術が行われ、骨弁も小さくなり、術中画像により手術の道筋や目

標が常に示されるだろう。腫瘍や梗塞部位の摘出や、糸、クリップ、フィブリン糊を使うとき、非常に小さい器械によって運ばれ、我々の手で行うよりも正確に使用されるだろう。脳腫瘍の治療では、大開頭を要する頭蓋底手術はなくなり、一般的に開頭手術の重要性は減少するだろう。脳腫瘍の病理組織は生検術によって確認されるが、多くの症例では生検術を行うまでもなく、画像を元に診断が行われるであろう。脳腫瘍の大半は定位的放射線照射により治療され、脳腫瘍摘出術は最終的には浮腫のため減圧が必要な時のみ行われるであろう。分子的治療が腫瘍を破壊し、成長を遅らせるだろう。それによって疾患は生涯にわたって制御されるであろう。てんかんの焦点は放射線や薬物により不活化、ないしは破壊されるであろう。そして同様の事が機能脳神経外科手術にも当てはまるだろう。

ICUでは神経科医、脳神経外科医、麻酔科医、そして多くの専門家が共同して脳神経疾患の治療に参加するだろう。一個人の経験や知識だけでは足りなくなるだろう。データベースに支えられた専門のチームのみが、最善の治療を提供できるだろう。世界中の治療経験の集積は既にデータベースに収められており、利用可能である。ただお金が必要である。病院はその高度な経験と技術を執刀医が活用できるように予算を確保できるような経営をする必要がでてくる。リハビリは集約され、広く活用されるであろう。幹細胞などの新しい技術により中枢神経系であっても、神経細胞の修復が可能となるだろう。脊髄疾患の遺伝子や分子レベルでの解析が進み、より良い治療につながるであろう。同様に個々の疼痛患者にも総合的に役立つであろう。骨形成材料は、現在の多大な脊椎器具を大幅に減らすだろう。そして非侵襲的な脊椎手術につながるだろう。経験は我々をより柔軟にする。そして幸運な事に私たちには未

来がわからない。30年後、現在の若い世代は、もっと効率的に我々とは違うスタイルで仕事をしているであろう。現在の素晴らしい顕微鏡手術は将来、古の有名な騎士の物語のように、あるいはViipuri County Hospitalでの壮絶な手術が現在語られているのと同じ様に語り継がれるだろう。



APPENDIX 1.

SOME SELECTED ARTICLES ON MICRONEUROSURGICAL AND NEUROANESTHESIOLOGICAL TECHNIQUES FROM HELSINKI

- Celik O, Niemelä M, Romani R, Hernesniemi J. Inappropriate application of Yaşargil aneurysm clips: a new observation and technical remark. *Neurosurgery* 2010; 66 (3 Suppl Operative):84-7.
- Celik O, Piippo A, Romani R, Navratil O, Laakso A, Lehecka M, Dashti R, Niemelä M, Rinne J, Jääskeläinen JE, Hernesniemi J. Management of dural arteriovenous fistulas - Helsinki and Kuopio experience. *Acta Neurochir Suppl* 2010;107:77-82.
- Dashti R, Rinne J, Hernesniemi J, Niemelä M, Kivipelto L, Lehecka M, Karatas A, Avci E, Ishii K, Shen H, Peláez JG, Albayrak BS, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Micro-neurosurgical management of proximal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 2007; 67:6-14.
- Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Rinne J, Porras M, Lehecka M, Shen H, Albayrak BS, Lehto H, Koroknay-Pál P, de Oliveira RS, Perra G, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Micro-neurosurgical management of middle cerebral artery bifurcation aneurysms. *Surg Neurol* 2007; 67:441-56.
- Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Rinne J, Lehecka M, Shen H, Lehto H, Albayrak BS, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Microneurosurgical management of distal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 2007; 67:553-63.
- Dashti R, Hernesniemi J, Lehto H, Niemelä M, Lehecka M, Rinne J, Porras M, Ronkainen A, Phornsuwannapha S, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Micro-neurosurgical management of proximal anterior cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 2007; 68:366-77.
- Dashti R, Laakso A, Niemelä M, Porras M, Hernesniemi J. Microscope-integrated near-infrared indocyanine green videoangiography during surgery of intracranial aneurysms: the Helsinki experience. *Surg Neurol* 2009; 71:543-50.
- Hernesniemi J. Mechanisms to improve treatment standards in neurosurgery, cerebral aneurysm surgery as example. *Acta Neurochir Suppl* 2001; 78:127-34.
- Hernesniemi J, Ishii K, Niemelä M, Smrcka M, Kivipelto L, Fujiki M, Shen H. Lateral supraorbital approach as an alternative to the classical pterional approach. *Acta Neurochir Suppl* 2005; 94:17-21.
- Hernesniemi J, Ishii K, Niemelä M, Kivipelto L, Fujiki M, Shen H. Subtemporal approach to basilar bifurcation aneurysms: advanced technique and clinical experience. *Acta Neurochir Suppl* 2005; 94:31-8.
- Hernesniemi J, Ishii K, Karatas A, Kivipelto L, Niemelä M, Nagy L, Shen H. Surgical technique to retract the tentorial edge during subtemporal

APPENDIX 1.

SOME SELECTED ARTICLES ON MICRONEUROSURGICAL AND NEUROANESTHESIOLOGICAL TECHNIQUES FROM HELSINKI

approach: technical note. *Neurosurgery* 2005; 57(4 Suppl):E408.

- Hernesniemi J, Niemelä M, Karatas A, Kivipelto L, Ishii K, Rinne J, Ronkainen A, Koivisto T, Kivisaari R, Shen H, Lehecka M, Frösen J, Piippo A, Jääskeläinen JE. Some collected principles of microneurosurgery: simple and fast, while preserving normal anatomy: a review. *Surg Neurol* 2005 Sep; 64:195-200.

- Hernesniemi J, Niemelä M, Dashti R, Karatas A, Kivipelto L, Ishii K, Rinne J, Ronkainen A, Peláez JG, Koivisto T, Kivisaari R, Shen H, Lehecka M, Frösen J, Piippo A, Avci E, Jääskeläinen JE. Principles of microneurosurgery for safe and fast surgery. *Surg Technol Int* 2006; 15:305-10.

- Hernesniemi J, Romani R, Dashti R, Albayrak BS, Savolainen S, Ramsey C 3rd, Karatas A, Lehto H, Navratil O, Niemelä M. Microsurgical treatment of third ventricular colloid cysts by interhemispheric far lateral trans-callosal approach-experience of 134 patients. *Surg Neurol* 2008; 69:447-53.

- Hernesniemi J, Dashti R, Lehecka M, Niemelä M, Rinne J, Lehto H, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE. Microneurosurgical management of anterior communicating artery aneurysms. *Surg Neurol* 2008; 70:8-28.

- Hernesniemi J, Romani R, Albayrak BS, Lehto H, Dashti R, Ramsey C 3rd,

Karatas A, Cardia A, Navratil O, Piippo A, Fujiki M, Toninelli S, Niemelä M. Microsurgical management of pineal region lesions: personal experience with 119 patients. *Surg Neurol* 2008; 70:576-83.

- Hernesniemi J, Romani R, Lehecka M, Isarakul P, Dashti R, Celik O, Navratil O, Niemelä M, Laakso A. Present state of microneurosurgery of cerebral arteriovenous malformations. *Acta Neurochir Suppl* 2010; 107:71-6.

- Kivelev J, Niemelä M, Blomstedt G, Roivainen R, Lehecka M, Hernesniemi J. Microsurgical treatment of temporal lobe cavernomas. *Acta Neurochir* 2011; 153:261-70.

- Korja M, Sen C, Langer D. Operative nuances of side-to-side in situ posterior inferior cerebellar artery bypass procedure. *Neurosurgery* 2010; 67(2 Suppl Operative):471-7.

- Krayenbühl N, Hafez A, Hernesniemi JA, Krisht AF. Taming the cavernous sinus: technique of hemostasis using fibrin glue. *Neurosurgery* 2007; 61(3 Suppl):E52.

- Langer DJ, Van Der Zwan A, Vajkoczy P, Kivipelto L, Van Doormaal TP, Tulleken CA. Excimer laser-assisted nonocclusive anastomosis. An emerging technology for use in the creation of intracranial-intracranial and extracranial-intracranial cerebral bypass. *Neurosurg Focus* 2008; 24:E6.

- Lehecka M, Lehto H, Niemelä M, Juvela S, Dashti R, Koivisto T, Ronkainen A, Rinne J, Jääskeläinen JE, Hernesniemi JA. Distal anterior cerebral artery aneurysms: treatment and outcome analysis of 501 patients. *Neurosurgery* 2008; 62:590-601.
- Lehecka M, Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Koivisto T, Ronkainen A, Rinne J, Jääskeläinen J. Microneurosurgical management of aneurysms at A3 segment of anterior cerebral artery. *Surg Neurol* 2008; 70:135-51.
- Lehecka M, Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Koivisto T, Ronkainen A, Rinne J, Jääskeläinen J. Microneurosurgical management of aneurysms at the A2 segment of anterior cerebral artery (proximal pericallosal artery) and its frontobasal branches. *Surg Neurol* 2008; 70:232-46.
- Lehecka M, Dashti R, Hernesniemi J, Niemelä M, Koivisto T, Ronkainen A, Rinne J, Jääskeläinen J. Microneurosurgical management of aneurysms at A4 and A5 segments and distal cortical branches of anterior cerebral artery. *Surg Neurol* 2008; 70:352-67.
- Lehecka M, Dashti R, Romani R, Celik O, Navratil O, Kivipelto L, Kivisaari R, Shen H, Ishii K, Karatas A, Lehto H, Kokuzawa J, Niemelä M, Rinne J, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE, Hernesniemi J. Microneurosurgical management of internal carotid artery bifurcation aneurysms. *Surg Neurol* 2009; 71:649-67.
- Lehecka M, Dashti R, Laakso A, van Popta JS, Romani R, Navratil O, Kivipelto L, Kivisaari R, Foroughi M, Kokuzawa J, Lehto H, Niemelä M, Rinne J, Ronkainen A, Koivisto T, Jääskeläinen JE, Hernesniemi J. Micro-neurosurgical management of anterior choroid artery aneurysms. *World Neurosurgery* 2010; 73:486-99.
- Lehecka M, Dashti R, Rinne J, Romani R, Kivisaari R, Niemelä M, Hernesniemi J. Surgical management of aneurysms of the middle cerebral artery. In Schmiedek and Sweet's (eds.) *Operative neurosurgical techniques*, 6th ed. Elsevier, in press.
- Lehecka M, Niemelä M, Hernesniemi J. Distal anterior cerebral artery aneurysms. In: R, McCormick P, Black P (eds.) *Essential Techniques in Operative Neurosurgery*. Elsevier, in press.
- Lehto H, Dashti R, Karataş A, Niemelä M, Hernesniemi JA. Third ventriculotomy through the fenestrated lamina terminalis during microneurosurgical clipping of intracranial aneurysms: an alternative to conventional ventriculotomy. *Neurosurgery* 2009; 64:430-4.
- Lindroos AC, Niiya T, Randell T, Romani R, Hernesniemi J, Niemi T. Sitting position for removal of pineal region lesions: the Helsinki experience. *World Neurosurg*. 2010 Oct-Nov;74(4-5):505-13.

APPENDIX 1.

SOME SELECTED ARTICLES ON MICRONEUROSURGICAL AND NEUROANESTHESIOLOGICAL TECHNIQUES FROM HELSINKI

- Lindroos AC, Schramko A, Tanskanen P, Niemi T. Effect of the combination of mannitol and ringer acetate or hydro-xyethyl starch on whole blood coagulation in vitro. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2010 Jan;22(1):16-20.
- Luostarinen T, Dilmen OK, Niiya T, Niemi T. Effect of arterial blood pressure on the arterial to end-tidal carbon dioxide difference during anesthesia induction in patients scheduled for craniotomy. *J Neurosurg Anesthesiol.* 2010 Oct;22(4):303-8.
- Luostarinen T, Niiya T, Schramko A, Rosenberg P, Niemi T. Comparison of hypertonic saline and mannitol on whole blood coagulation in vitro assessed by thromboelastometry. *Neurocrit Care.* 2011 Apr;14(2):238-43.
- Luostarinen T, Takala RS, Niemi TT, Katila AJ, Niemelä M, Hernesniemi J, Randell T. Adenosine-induced cardiac arrest during intraoperative cerebral aneurysm rupture. *World Neurosurgery* 2010; 73:79-83.
- Nagy L, Ishii K, Karatas A, Shen H, Vajda J, Niemelä M, Jääskeläinen J, Hernesniemi J, Toth S. Water dissection technique of Toth for opening neurosurgical cleavage planes. *Surg Neurol* 2006; 65:38-41.
- Navratil O, Lehecka M, Lehto H, Dashti R, Kivisaari R, Niemelä M, Hernesniemi JA. Vascular clamp-assisted clipping of thick-walled giant aneurysms. *Neurosurgery* 2009; 64 (3 Suppl):113-20.
- Niemi T, Armstrong E. Thromboprophylactic management in the neuro-surgical patient with high risk for both thrombosis and intracranial bleeding. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2010 Oct;23(5):558-63. Review.
- Niemi T, Silvasti-Lundell M, Armstrong E, Hernesniemi J. The Janus face of thromboprophylaxis in patients with high risk for both thrombosis and bleeding during intracranial surgery: report of five exemplary cases. *Acta Neurochir (Wien).* 2009 Oct;151(10):1289-94.
- Randell T, Niemelä M, Kyttä J, Tanskanen P, Määttä M, Karatas A, Ishii K, Dashti R, Shen H, Hernesniemi J. Principles of neuroanesthesia in aneurysmal subarachnoid hemorrhage: The Helsinki experience. *Surg Neurol* 2006; 66:382-8.
- Romani R, Lehecka M, Gaal E, Toninelli S, Celik O, Niemelä M, Porras M, Jääskeläinen J, Hernesniemi J. Lateral supraorbital approach applied to olfactory groove meningiomas: experience with 66 consecutive patients. *Neurosurgery* 2009; 65:39-52.
- Romani R, Kivisaari R, Celik O, Niemelä M, Perra G, Hernesniemi J. Repair of an alarming intraoperative intracavernous carotid artery tear with anastoclips: technical case report. *Neurosurgery* 2009; 65:E998-9.

- Romani R, Laakso A, Niemelä M, Lehecka M, Dashti R, Isarakul P, Celik O, Navratil O, Lehto H, Kivisaari R, Hernesniemi J. Microsurgical principles for anterior circulation aneurysms. *Acta Neurochir Suppl* 2010; 107:3-7.

- Romani R, Lehto H, Laakso A, Horcujadas A, Kivisaari R, von und zu Fraunberg M, Niemelä M, Rinne J, Hernesniemi J. Microsurgery for previously coiled aneurysms: Experience with 81 patients. *Neurosurgery* 2010; 68:140-54.

- Romani R, Laakso A, Kangasniemi M, Lehecka M, Hernesniemi J. Lateral supraorbital approach applied to anterior clinoidal meningiomas: experience with 73 consecutive patients. *Neurosurgery* 2011 Feb 26 (Epub, in press).

APPENDIX 2.

LIST OF ACCOMPANYING VIDEOS

The following 32 videos are included on the supplementary DVD "Helsinki Microneurosurgery: Basics and Tricks".

The videos were recorded during microneurosurgical operations by Professor Juha Hernesniemi from January 2009 to January 2011 at the Department of Neurosurgery, Helsinki University Central Hospital, Helsinki, Finland. Professor Hernesniemi has performed during this time a total of 810 operations (355 patients with cerebral aneurysms, 50 with cerebral AVMs, 28 other cerebrovascular surgeries, 270 with brain tumors, and 107 with other pathologies).

Approaches

- 1.1.Lateral supraorbital (LSO) approach (with audio)
- 1.2.Lateral supraorbital (LSO) approach (aneurysmal SAH)
- 1.3.Approach to the lamina terminalis (aneurysmal SAH)
2. Pterional approach
3. Interhemispheric approach
4. Subtemporal approach
5. Retrosigmoid approach
6. Lateral approach to foramen magnum
7. Presigmoid approach
8. Supracerebellar infratentorial approach - sitting position
9. Approach to the fourth ventricle and foramen magnum region - sitting position

Techniques and strategies for different pathologies

1. Aneurysms

1.1. Anterior circulation

- ACoA aneurysm
- Distal ACA aneurysm
- ICA-PCoA aneurysm
- MCA bifurcation aneurysm

1.2. Posterior circulation

- BA bifurcation aneurysm
- BA-SCA aneurysm
- VA-PICA aneurysm

(All are unruptured small aneurysms, unless indicated otherwise)

2. AVM's

- Frontal-parasagittal AVM
- Parietal AVM

3. Cavernomas

- Cerebellar cavernoma

4. Meningiomas

- Anterior fossa - Olfactory groove meningioma
- Convexity meningioma
- Falx meningioma
- Posterior fossa - Lateral petrosal meningioma
- Skull base - Suprasellar meningioma

5. Gliomas

- High-grade glioma
- Low-grade glioma

6. Tumors of the third ventricle

- Colloid cyst of the third ventricle

7. Pineal region lesions

- Pineal cyst

8. Tumors of the fourth ventricle

- Medulloblastoma of the fourth ventricle

9. Spinal intradural tumors

- Neurinoma L1-2



The Helsinki Live Demonstration Course in Operative Microneurosurgery

Every year the first week in June



Horizons of Knowledge

Competence to master the future.

The Aesculap Academy enjoys a world-wide reputation for medical training of physicians, senior nursing staff and staff in OR, anesthesia, ward and hospital management. The CME accredited courses consist of hands-on workshop, management seminars and international symposia. For that the Aesculap Academy was given the Frost & Sullivan award as 'Global Medical Professional Education Institution of the Year' three time in succession.

The Aesculap Academy courses are of premium quality and accredited by the respective medical societies and international medical associations.

www.aesculap-academy.fi



左から Dr. 岡 英輝、Prof. Juha Hernesniemi、Dr. 日野 明彦、Dr. Mikka Korja

記者経歴：

岡 英輝（おか ひでき）

1970年9月6日 大阪府生

脳神経外科学会専門医、脳卒中学会専門医

神経内視鏡学会技術認定医

日野 明彦（ひの あきひこ）

1955年10月14日 京都府生

医学博士、脳神経外科学会専門医

日本脳卒中学会専門医、国際脳循環代謝学会評議員

1996年3月	京都府立医科大学卒業
5月	医師免許取得
	京都府立医科大学
	脳神経外科研修医
1997年4月	大阪労働衛生センター第一病院
	脳神経外科医員
1997年8月	洛和会音羽病院
	脳神経外科医員
2000年4月	済生会滋賀県病院
	脳神経外科医員
2010年2月	Helsinki University
	department of neurosurgery
	clinical fellow
2010年9月	旭川赤十字病院
	脳神経外科 研修
2011年 1月	済生会滋賀県病院
	脳神経外科副部長
2013年4月	済生会滋賀県病院
	脳神経外科部長

1983年 3月	京都府立医科大学卒業
5月	医師免許取得
	京都府立医科大学
	脳神経外科研修医
1984年 1月	京都第二赤十字病院
	脳神経外科医員
1986年10月	京都府立医科大学
	脳神経外科修練医
1987年 4月	済生会京都府病院
	脳神経外科医長
1993年 6月	シカゴ大学（アメリカ合衆国）
	脳神経外科研究員
1994年11月	済生会滋賀県病院
	脳神経外科副部長
2004年4月	済生会滋賀県病院
	脳神経外科部長
2013年4月	済生会滋賀県病院
	診療部長

Notes

[illegible]

Notes

[illegible]



Department of Neurosurgery at Helsinki University, Finland, led by its chairman Juha Hernesniemi, has become one of the most frequently visited neurosurgical units in the world. Every year hundreds of neurosurgeons come to Helsinki to observe and learn microneurosurgery from Professor Juha Hernesniemi and his team.

In this book we want to share the Helsinki experience on conceptual thinking behind what we consider modern microneurosurgery. We want to present an up-to-date manual of basic microneurosurgical principles and techniques in a cook book fashion. It is our experience that usually the small details determine whether a particular surgery is going to be successful or not. To operate in a simple, clean, and fast way while preserving normal anatomy has become our principle in Helsinki.