大脳半球梗塞に対する開頭外減圧術の治療成績と予後

藤本 康倫¹, 豊田 真吾¹, 岩本 文徳¹, 重松 朋芳¹
矢野 喜寛¹, 星 拓¹, 川口 哲¹, 太田 富雄¹
若山 暁¹, 吉峰 俊樹²

Outcome and Prognosis after Decompressive Hemicraniectomy for Hemispheric Infarction

Yasunori FUJIMOTO, M.D.,¹ Shingo TOYOTA, M.D.,¹ Fuminori IWAMOTO, M.D.,¹
Tomoyoshi SHIGEMATSU, M.D.,¹ Yoshihiro YANO, M.D.,¹ Taku HOSHI, M.D.,¹
Tetsu KAWAGUCHI, M.D.,¹ Tomio OHTA, M.D.,¹ Akatsuki WAKAYAMA, M.D.,¹ and
Toshiki YOSHIMINE, M.D.²

¹Department of Neurosurgery, Osaka Neurological Institute, and ²Department of Neurosurgery, Osaka University Medical School, Osaka, Japan

Summary: We analyzed 22 patients with hemispheric infarction that underwent decompressive hemicraniectomy with duroplasty (DHCD) between October 2003 and September 2007. The surgery was indicated when the level of consciousness deteriorated, anisocoria appeared, or the midline shift on computed tomography worsened. These patients comprised 14 males and 10 females aged 58 to 90 years old (mean 71.5 years old). At 6 months follow-up, 6 cases (27%) had a good outcome (Barthel Index (BI) ≥ 15), and 16 cases (73%) had a poor outcome (BI < 15). The mortality rate was 31.8% (7 cases), and 3 patients (13.6%) died of cerebral herniation. The results showed that DHCD can effectively control intractable intracranial hypertension due to hemispheric infarction, even in elderly patients.

Key words:

- decompressive hemicraniectomy
- hemispheric infarction
- long-term outcome

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 37: 167-172, 2009

はじめに

内頸動脈や中大脳動脈の閉塞による強い浮腫を伴った広範な半球梗塞は malignant cerebral hemispheric stroke や malignant middle cerebral artery (MCA) infarction と呼ばれ、保存的療法では死亡率が約 80% と高率であるとされている²⁾⁸⁾。このような症例に対して、「脳卒中ガイドライン 2004」においては、70 歳未満、保存的治療を施行しても進行性の意識障害を有する、CT 所見で明らかな脳

幹部への圧迫所見を認める、救命を目的とする、発症 24 時間以内に行う、といった制限を設けながらも、硬膜形成を伴う開頭外減圧術 (decompressive hemicraniectomy and duroplasty: DHCD) が推奨されている (エビデンスのレベル IIa, III, 推奨のグレード B)¹⁰⁾。このようにこれまでのエビデンスによる DHCD 施行の時期は、いわゆる delayed surgery, すなわち CT 上明らかな脳幹部の圧迫の所見がみられ、画像上もしくは臨床的に、高度の脳浮腫もしくは脳ヘルニア徴候を認める時点であるが、最近、

¹財団法人 大阪脳神経外科病院 脳神経外科, ²大阪大学医学部 脳神経外科 (受稿日 2008. 10. 10) (脱稿日 2008. 12. 22) [連絡先: 〒561-0836 大阪府豊中市庄内宝町 2-6-23 財団法人 大阪脳神経外科病院 藤本康倫] [Address correspondence: Yasunori FUJIMOTO, M.D., Department of Neurosurgery, Osaka Neurological Institute, 2-6-23 Shonaitakara-machi, Toyonaka, Osaka 561-0836, Japan]

Table 1 Preoperative clinical features of 22 cases treated with decompressive craniectomy with duroplasty

	Case	Age/Sex	Cause of infarction	Occluded artery	Area of CI	NIHSS	JCS on admission	Initial treatment	Pre-op JCS	Anisocoria
Group A* (BI ≥ 15)	1	74/F	ATBI	R ICA	M	3	10		10	+
	2	58/M	CE	L ICA	M	21	200		200	—
	3	61/F	CE	R ICA	M	10	3		20	+
	4	65/M	CE	R MCA	M	15	10		100	+
	5	65/F	CE	R ICA	M	17	10	rt-PA	300	—
	6	74/M	ATBI	R ICA	M	18	200		200	+
Group B* (BI < 15)	7	86/M	CE	R MCA	M	8	1		20	+
	8	81/F	ATBI	L ICA	M,A	20	200		200	+
	9	74/F	ATBI	R ICA	M,A,P	14	10		200	+
	10	68/M	CE	R MCA	M,P	10	2		10	+
	11	58/M	CE	L MCA	M	20	3		200	+
	12	70/M	ATBI	R ICA	M,A	11	30		30	+
	13	79/F	CE	R ICA	M,A	16	100		100	+
	14	76/F	CE	L MCA	M	16	3		100	—
	15	68/M	CE	R MCA	M	13	10		100	+
	16	76/F	CE	R MCA	M	14	1	rt-PA	10	—
	17	90/F	CE	R MCA	M	19	10	rt-PA	100	+
	18	82/M	CE	R ICA	M,A	19	100	IAT	200	+
	19	65/M	ATBI	L MCA	M	10	3	IAT	100	+
	20	67/M	CE	L MCA	M	15	10	IAT	200	+
	21	75/M	CE	L ICA	M,A	13	3	IAT	10	+
	22	60/F	Moyamoya	L ICA	M,A	20	200		200	—

ATBI; atherothrombotic infarction, CE; cardiogenic embolism, CI; cerebral infarction, ICA; internal carotid artery, MCA; middle cerebral artery, ACA; anterior cerebral artery, PCA; posterior cerebral artery, M; MCA, A; ACA, P; PCA, IAT; intra-arterial thrombolysis, JCS; Japan Coma Scale, op; operation

* Patients were divided into 2 groups; Group A included ones with Barthel Index (BI) ≥ 15, and Group B with BI < 15.

それ以前の段階で臨床的悪化を予測して手術を行う early surgery の有効性を報告する 2 つの randomized controlled trial (RCT) の結果が報告された³⁾¹¹⁾。今回、当院での開頭外減圧術を行った症例をまとめ、その治療成績と予後を検討し報告する。

対象・方法

2003 年 10 月から 2007 年 9 月までの間に、当院に脳梗塞の診断で入院加療を行った症例 1,787 例の中で、広範な大脳半球梗塞に対して DHCD を施行した 22 例を対象とした (1.23%)。急性期の一般的内科的治療、もしくは超急性期の場合は recombinant tissue plasminogen activator (rt-PA) 静注療法や経動脈的局所血栓溶解療法を施行したにもかかわらず、進行性の意識障害 (JCS10 以上)、瞳孔不同出現、CT 上での正中偏位の悪化のいずれかを認めた時点で手術適応とした。手術適応において年齢、病側を考慮しなかった。術前の内科的治療は、血圧・呼吸管理のもと、抗脳浮腫としてグリセロール 400–800 ml/日もしくはマンニトール 200–600 ml/日投与を行った。手術は、全身麻酔下

で、広範な前頭・側頭・頭頂開頭ののち、人工硬膜を使用しての硬膜形成を行い、骨弁を戻さず外減圧とした。内減圧は施行しなかった。術後の抗脳浮腫療法は主にグリセロール (400–800 ml/日) を使用した。

各症例において、年齢、性別、病型、責任血管、病側、梗塞の範囲、入院時の脳卒中重症度 (National Institute of Health Stroke Scale: NIHSS) および意識レベル、瞳孔不同の有無、発症から手術までの時間を検討した。予後については、退院時の意識レベル (Japan Coma Scale: JCS)、modified Rankin scale (mRS) および ADL (activities of daily living) の評価として Barthel Index (BI) を検討した。また発症後 6 カ月後の ADL を BI によって評価し、BI が 15 以上の部分介助状態以上を A 群、BI が 15 未満の全介助状態もしくは死亡を B 群に分類した⁵⁾。また 75 歳以上と 75 歳未満の 2 群にも分類した。それぞれについて患者背景、入院中の経過などについて比較検討した。検定は StatView4.0[®] を使用し、unpaired t-test または Mann-Whitney U test によって行った。p < 0.05 をもって統計学的に有意とした。

Table 2 Postoperative clinical features of 22 cases treated with decompressive craniectomy with duroplasty

	Case	Time from onset to op (h)	LOC at discharge	mRS at discharge	BI at discharge	Hospital days	mRS at 6M follow up	BI at 6M follow up
Group A (BI ≥ 15)	1	216	2	5	0	155	4	25
	2	4	3	5	25	115	4	35
	3	30	3	5	20	54	4	45
	4	29	2	3	20	164	3	55
	5	76	0	3	40	67	3	65
	6	12	3	4	20	80	4	20
Group B (BI < 15)	7	12	3	5	0	117	4	0
	8	72	3	5	0	50	5	0
	9	17	death	6	0	2	6	death
	10	22	3	5	0	40	5	0
	11	76	3	5	0	56	5	0
	12	15	death*	6	0	15	6	death*
	13	29	3	5	0	98	5	0
	14	77	3	5	0	166	5	0
	15	32	death*	6	0	17	6	death*
	16	24	3	5	0	74	5	0
	17	28	death	6	0	6	6	death
	18	15	death	6	0	44	6	death
	19	28	death*	6	0	15	6	death*
	20	10	3	5	0	347	5	0
	21	17	death	6	0	278	5	0
	22	72	death	6	0	56	6	death

LOC: level of consciousness, mRS: modified Rankin scale, BI: Barthel Index, M: months, death*: death due to herniation

結 果

対象症例 22 例の検討項目の結果を **Table 1, 2, 3** にまとめた。年齢はすべて 55 歳以上で、平均年齢は 71.5 ± 8.9 歳 (58–90 歳, 中央値 72 歳), 男性 12 例, 女性 10 例であった。病型は心原性 14 例 (64%), アテローム血栓性 7 例 (32%), もやもや病 1 例 (4%) で, 責任血管は内頸動脈 12 例, 中大脳動脈 10 例, 病側は右 14 例 (63.6%), 左 8 例 (36.4%) であった。超急性期症例が 7 例あり, rt-PA 静脈投与を行ったものが 3 例, ウロキナーゼを使用した経動脈的局所血栓溶解療法を行ったものが 4 例であった。入院時の NIHSS は平均 14.6 (3–20, 中央値 15), 入院時の意識レベル (JCS) は I 群 8 例, II 群 6 例, III 群 8 例であった。発症から手術までの時間は平均 41.5 時間, 中央値 28 時間であった。発症から 24 時間以内に手術を行ったのは 10 例 (45.5%) であった。退院時においては, 意識レベルは, I 群 14 例 (63.6%), 死亡 8 例 (36.4%) で, 死亡例以外はすべて I 群となった。脳ヘルニアによる死亡は 13.6% (3/22) であった。mRS は平均 5.0 (3–6, 中央値 5) で 3 以下は 2 例 (9.1%), 4 以下は 4 例 (18.2%), BI は平均 5.7 (0–40, 中央値 0) であった。また 6 カ月以上の長期入院中に死亡した

症例が 1 例あった。発症 6 カ月後において, 死亡は 7 例 (31.8%) で, mRS は平均 4.9 (3–6, 中央値 5) で 3 以下は 2 例 (9.1%), 4 以下は 7 例 (32%), BI は平均 15.7 (0–65, 中央値 0) であった。

A 群は 6 例 (27%), B 群は 16 例 (73%) であった。梗塞範囲について, MCA 領域のみの方が, 前大脳動脈 (ACA) や後交通動脈 (PCA) も含めた領域のものよりも有意に予後が良好であった ($p = 0.034$)。また各群それぞれ, 年齢は平均 66.2 歳, 73.4 歳, 入院時の NIHSS は平均 14.0, 14.9, 発症から手術までの時間は平均 61.2 時間と中央値 29.5 時間, 平均 34.1 時間と中央値 26.0 時間, 退院時の mRS は 4.2, 5.5 であり有意差はなかった。さらに病型, 病側, 責任血管, 瞳孔不同の有無においても 2 群間に有意差はなかった。

75 歳未満の群は 14 例で, 平均年齢 66.2 歳, 発症 6 カ月までの死亡は 5 例 (35.7%) であり, $BI \geq 15$ であったのは, 退院時 5 例 (35.7%), 6 カ月後 6 例 (42.9%) であった。75 歳以上の群は 8 例で, 平均年齢 80.6 歳, 発症 6 カ月までの死亡は 2 例 (25.0%) であり, $BI \geq 15$ であったのは, 退院時, 6 カ月後ともに 0 例 (0%) であり全例全介助状態であった。この 2 群間では死亡率, BI について時期にかかわらず有意差はなかったが, 6 カ月後の BI については 75 歳以上の

Fig. 1 Case 5.

A: Preoperative CT image showing infarction of the right middle cerebral artery and midline shift.

B: CT image 21 days after the surgery. The midline shift improved.

A | B

群がより低値である傾向が認められた($p=0.06$).

症 例

〈症例5〉65歳，女性．

突然の意識障害と左片麻痺で発症し，当院へ救急搬送された．来院時の意識はJCS 10，瞳孔正円同大，対光反射迅速，右への共同偏視あり，左片麻痺(MMT 2/5)を認めた．入院時NIHSSは17であった．脳CTでearly CT signを認めなかった．発症から1時間後に当院到着し，発症から2時間後にrt-PA静注を行ったが，症状の改善は得られなかった．その後CTにて右MCA領域に梗塞巣が出現，脳浮腫が増強し，発症3日目には瞳孔不同は認めなかったが急速に意識状態が悪化しJCS 300となり，CTで正中偏位も悪化したためDHCDを施行した(Fig. 1)．術後意識は徐々に改善，CT上脳浮腫も軽減した．左片麻痺は残存したが，意識はほぼ清明となり，入院後2カ月でリハビリテーション目的に転院となった．退院時のmRSは3，BIは40で，発症6カ月後のBIは65とADLの改善を認めた．

〈症例12〉70歳，男性．

朝，自宅で意識障害および左片麻痺の状態で見送られ当院へ救急搬送された．来院時意識はJCS 30，瞳孔正円同大，対光反射迅速，右への共同偏視あり，左片麻痺(MMT 2/5)を認めた．入院時NIHSSは11であった．脳CTでは正中偏位はないものの右大脳半球に広範な淡い低吸収域を認めた．心電図上心房細動はなく，頸動脈エコーで右内頸動脈の閉塞を認めた．発症から11時間後に意識はJCS 100へ悪化，右の瞳孔が拡大し瞳孔不同が出現した．CTでは右前・中大脳動脈領域の梗塞巣が著明となり，著明な正中偏位を認めたためDHCDを施行した(Fig. 2)．しかし意識状態は改善なく，発症から15日後に死亡した．

考 察

中大脳動脈近位部もしくは内頸動脈が閉塞すると，側副血行路の発達が不十分な場合，中大脳動脈領域を中心として一側半球の広範な梗塞が生じて保存的治療では脳浮腫の改善を得ることが非常に困難となる．このような症例をHackeらはmalignant MCA infarctionと呼び，死亡率は78%であったと報告している²⁾．これらの症例に対してDHCDは，死亡率を約30%にまで減少させ，生命予後およびADLの改善に有効であるとの報告は多い⁷⁻⁹⁾．われわれも従来から積極的にDHCDを行ってきたが，その有効性についてのRCTによる決定的なエビデンスがなかった．最近開頭外減圧術の有効性を示すRCTの結果がフランス，ドイツから相次いで報告された．フランスのDECL-MAL (decompressive craniectomy in malignant middle cerebral artery infarcts)では，手術方法は開頭外減圧術で硬膜形成を追加するかどうかは術者の判断とし，手術適応を，年齢は18歳以上55歳未満，梗塞範囲はCTでMCA領域の50%を，かつMRI拡散強調画像(DWI)で145cm³を超える場合，NIHSSが16以上かつ番号1a(意識レベル)の1以上の悪化などとしている¹¹⁾．ドイツのDESTINY (decompressive surgery for the treatment of malignant infarction of the middle cerebral artery)においては，手術方法はすべてDHCDであり，手術適応を，年齢は18歳以上60歳以下，梗塞範囲はCTでMCA領域の2/3以上，NIHSSが非優位側では18を，優位側では20を超えかつ番号1aの1以上の悪化などとしている³⁾．その結果，平均年齢は前者で43.5歳，後者で44.6歳，発症から手術までの時間は前者では平均21時間(7-43時間)，後者では24時間(14-36時間)であった．また死亡率は，前

Fig. 2 Case 12.

A: Preoperative CT image showing infarction of the right anterior and middle cerebral artery and severe midline shift.
B: CT image 3 days after the surgery. The edema of the right cerebral hemisphere developed and the midline shift worsened.

A|B

者においては手術群 25%, 非手術群 78%, 後者においては手術群 12%, 非手術群 53% という結果で, 従来の報告よりも死亡率はより低かった. また ADL については, DECIMAL においては mRS が 3 以下の予後良好例は, 6 カ月後では手術群 25%, 非手術群 5.6%, 12 カ月後では手術群 50%, 非手術群 22% であった. DESTINY においては 6 カ月後では手術群 47%, 非手術群 27%, 12 カ月後では手術群 48%, 非手術群 27% であった. この 2 つの RCT の結果から, 老年期前の患者で, CT において梗塞範囲が少なくとも MCA 領域の 50% 以上の場合, 脳卒中重症度が中等度以上で経過中意識レベルの悪化が認められる場合は, できるだけ早期に DHCD を行うことが死亡率を減らし予後を改善すると考えられる.

手術適応については従来よりさまざまな議論がなされてきた. 年齢については, 本研究では年齢に制限を設けず, 全症例が 55 歳以上であった (平均年齢 71.5 歳). 75 歳以上と 75 歳未満では死亡率に差はなかったが, ADL は 75 歳以上の症例でより不良となる傾向であった. 過去の報告では, 一般に高齢者では術後の予後が悪いとされるが, 年齢と ADL 予後との相関はなかったとする報告もある⁵⁾. 本研究においては A 群の症例はすべて 55 歳以上であった. また発症から 6 カ月後の死亡率は 31.8% であったが, 脳ヘルニアによる死亡率は 13.6% であり, DHCD の脳ヘルニア予防効果が認められると考えられた. しかし高齢者においては術後救命されたものの寝たきり状態となり, 肺炎や心臓合併症が死因となる可能性が高い. そのため長期経過における mRS や BI では予後不良と評価されてしまう例が多いが, 意志疎通が少しでも可能であるだけで家族の満足度が得られる場合もある. 松浦らは, ADL 予後不良例でも患者, 家族の満足度が高い場合があり, QOL (quality

of life)を考慮した前向き検討が必要であるとしている⁵⁾.

病側については, 優位側梗塞では重度の失語により予後が不良であることから, 過去の報告では優位側梗塞例では積極的に手術適応としなかったり, 非優位側梗塞症例のみを手術適応としていた. しかし病側により術後の QOL に差がなかったとする報告や¹²⁾, 優位半球例で失語を生じたが言語理解が可能で家族との意思疎通ができる場合もあり, 優位側でも手術を考慮すべきとの報告もある⁴⁾. 本研究では手術適応の判断に病側は考慮しておらず, 結果は A 群の 83% (5/6) が非優位側であり, B 群の 44% (7/16) が優位側であったが, 両群間で病側について有意差はなかった. DECIMAL では inclusion criteria に病側は含まれていないが, 解析結果では予後に差はなかった¹¹⁾. また DESTINY では inclusion criteria において, 病側によって入院時 NIHSS に差をつけており, 予後評価において病側は検討されていない³⁾. これらの結果から優位半球梗塞の場合でも DHCD を考慮すべきであると考えられた.

梗塞範囲について, 本研究においては, A 群と B 群の比較において, MCA 領域のみの梗塞の場合のほうが, MCA 領域に ACA, PCA 領域を加えた梗塞の場合よりも有意に予後が良好であった ($p=0.034$). DECIMAL では, 梗塞範囲が CT で MCA 領域の 50% 以上かつ MRI の DWI で 145 cm^3 を超える場合を手術適応としており, 過去の報告とあわせて DWI での梗塞範囲 145 cm^3 が cut-off 値として malignant ischemic edema の発生の予測に有用であるとしている^{6) 11)}.

手術時期については, 本研究では基本的に脳卒中ガイドライン 2004 に沿った delayed surgery であり, 発症から手術までの時間は平均 41.5 時間 (4-216 時間, 中央値 28 時間) であった. Rieke らの delayed surgery の結果では発症

Table 3 Baseline characteristics of the Study Groups

Baseline characteristics	Group A (N = 6)	Group B (N = 16)	P value
Age, years	66.2 ± 6.6	73.4 ± 9.0	NS
Cause of infarction			
ATBI	33.3%	25.0%	NS
CE	66.7%	68.8%	NS
Occluded artery			
ICA	83.3%	43.8%	NS
MCA	16.7%	56.2%	NS
Left side	16.7%	43.8%	NS
Area of CI, only MCA area	100%	50%	0.034
NIHSS	14.0 ± 6.5	14.9 ± 3.9	NS
Anisocoria	66.7%	81.3%	NS
Time from onset to op (median), hours	61.2 ± 79.9 (29.5)	34.1 ± 24.8 (26.0)	NS
mRS at discharge	4.2 ± 1.0	5.5 ± 0.5	NS

NS; nonsignificant

から手術までの時間は平均39時間で、死亡率は34%、予後良好例は50%であり、われわれの結果と比べると死亡率には差はないが予後良好例がより多い⁸⁾⁹⁾。これは平均年齢が48.8歳とより若年者を対象としていること、優位側症例が19%と少ないことに関係があると考えられる。最近の報告ではヘルニア徴候出現前、たとえば発症から24時間以内の早期手術例が予後良好とされている⁷⁾⁹⁾。Choらは、入院時DWIで梗塞範囲を評価し、発症から6時間以内にDHCDおよび頭蓋内圧モニタリングを施行した“ultra-early surgery”の12例においては、平均年齢60.1歳で、死亡率8.3%、6カ月後のBIが平均70という良好な結果を報告している¹⁾。DECIMAL, DESTINYは、ともにearly surgeryの試験である。発症から手術までの時間は、前者では平均20時間(7-43時間)、後者ではinclusion criteriaに手術施行は発症から12時間から36時間までという項目があり、平均24時間(13.5-36時間)であった³⁾¹¹⁾。

これまでのDHCDの手術適応における問題点であった手術施行の時期については、この2つのRCTの結果から、手術は脳ヘルニア徴候の出る以前の早期に実施、という結論が出たと思われる。よって今後解決すべき課題は、脳ヘルニアを生じるような内科的治療抵抗性の脳浮腫発生の予測をいかに早期に行うかである。入院時の梗塞範囲を指標に用いるのならば、DECIMALでのDWIによる梗塞範囲145 cm³は1つの基準になると考えられる。さらにこのcut-off値を下げられるのか、また梗塞範囲以外の指標はないのかを検討することが必要である。また「脳卒中ガイド

ライン2004」¹⁰⁾にあるように「CT所見で明らかな脳幹部への圧迫所見を認める」状態となった時点が「発症24時間以内」であるとは限らず、通常は24時間以降の場合が多いと考えられる。RCTの結果を含めた新しいエビデンスをふまえてのガイドラインの改訂が期待される。

結 語

大脳半球梗塞に対するDHCDは高齢者においても保存的治療に比べて死亡率を低下させ、救命のための有効な手段となる。手術適応について、病側は予後の点からも考慮すべきではないと考えられ、梗塞範囲がMCA領域を超える場合はDHCDを早期に行うほうがよいと考えられた。年齢については若年者の方が予後はいいが、今後高齢者を対象とした前向きな検討を行う必要がある。

文 献

- 1) Cho DY, Chen TC, Lee HC: Ultra-early decompressive craniectomy for malignant middle cerebral artery infarction. *Surg Neurol* 60: 227-233, 2003
- 2) Hacke W, Schwab S, Horn M, et al: 'Malignant' middle cerebral artery territory infarction. Clinical course and prognostic signs. *Arch Neurol* 53: 309-315, 1996
- 3) Jüttler E, Schwab S, Schmiedek P, et al: Decompressive surgery for the treatment of malignant infarction of the middle cerebral artery (DESTINY). A randomized, controlled trial. *Stroke* 38: 2518-2525, 2007
- 4) 黒木一彦, 田口治義, 隅田昌之, ほか: 中大脳動脈領域広範囲梗塞に対する減圧開頭術の試み. *脳神経外科* 29: 831-835, 2001
- 5) 松浦大輔, 稲富雄一郎, 米原敏郎, ほか: 脳梗塞に対する開頭外減圧術. *脳神経* 58: 305-310, 2006
- 6) Oppenheim C, Samson Y, Manai R, et al: Prediction of malignant middle cerebral artery infarction by diffusion-weighted imaging. *Stroke* 31: 2175-2181, 2000
- 7) Pillai A, Menon SK, Kumar S, et al: Decompressive hemicraniectomy in malignant middle cerebral artery infarction: an analysis of long-term outcome and factors in patient selection. *J Neurosurg* 106: 59-65, 2007
- 8) Rieke K, Schwab S, Krieger D, et al: Decompressive surgery in space-occupying hemispheric infarction: results of an open, prospective trial. *Crit Care Med* 23: 1576-1587, 1995
- 9) Schwab S, Steiner T, Achoff A, et al: Early hemicraniectomy in patients with complete middle cerebral artery infarction. *Stroke* 29: 1888-1893, 1998
- 10) 篠原幸一, 吉本高志, 福内靖男, ほか編: 脳卒中ガイドライン2004. 東京, 協和企画, 2004, pp51-52
- 11) Vahedi K, Vicaut E, Mateo J, et al: Sequential-design, multicenter, randomized, controlled trial of early decompressive craniectomy in malignant middle cerebral artery infarction (DECIMAL trial). *Stroke* 38: 2506-2517, 2007
- 12) Walz B, Zimmermann C, Bottger S, et al: Prognosis of patients after hemicraniectomy in malignant middle cerebral artery infarction. *J Neurol* 249: 1183-1190, 2002