特集 中大脳動脈瘤の外科的治療

原 著

中大脳動脈本幹(M1)部動脈瘤の臨床的特徴と手術成績

河本 俊介, 深谷 春介, 安部 欣博, 奥貫かなえ
角 拓真, 菊地 慈, 金 彪

Aneurysms at the Proximal (M1) Segment of the Middle Cerebral Artery: Clinical Characteristics and Surgical Outcomes

Shunsuke KAWAMOTO, M.D., Shunsuke FUKAYA, M.D., Yoshihiro ABE, M.D.,
Kanae OKUNUKI, M.D., Takuma SUMI, M.D., Shigeru KIKUCHI, M.D., and Phyo KIM, M.D.

Department of Neurosurgery, Dokkyo Medical University, Tochigi, Japan

Summary: Surgical treatment of aneurysms in the M1 segment of the middle cerebral artery (MCA) is associated with a high risk of ischemic stroke in the territory of the lenticulostriate artery (LSA). We retrospectively studied 38 consecutive patients with M1 aneurysms to evaluate the clinical characteristics and surgical outcomes with the background of routine use of indocyanine green (ICG) videoangiography and motor evoked potential (MEP). Between 2011 and 2019, 38 procedures were performed in 38 patients with M1 aneurysms. Of the 38 patients, 12 were men and 26 were women, and the mean age was 60.7 years. The mean size of aneurysm was 5.3 mm. Seventeen aneurysms were located at the origin of the early frontal branch (EFB), 10 at the LSA, and 11 at the anterior temporal artery (ATA). All of the EFB and 7 of the LSA aneurysms showed superior projections, 3 of the LSAs showed posterior projections, and all of the ATA aneurysms showed inferior projections. Seventeen patients (44.7%) had multiple aneurysms, which were most commonly ipsilateral MCA aneurysms. Surgery was performed using the transsylvian approach, with a wide opening of the Sylvian fissure from the distal part to the carotid cistern. More than 70% of the EFB and LSA aneurysms were embedded in the brain, and subpial dissection was necessary in approximately 60% of these cases. Proximity to the LSA was present in 9 of 17 EFB and all LSA aneurysms. Dissection of the LSA was infeasible in four patients, and wrapping was performed in one. A decrease in MEP amplitude was observed in 3 of 36 procedures with MEP monitoring, but it fully recovered after re-adjustment (n=2) or removal (n=1) of the clips. None of the 38 patients developed neurological deficits associated with the surgery. Postoperative diffusion-weighted imaging showed high intensity in the LSA territory in four patients, but the lesions were asymptomatic. Provided that a sufficient operative field is obtained to allow full direct inspection of the aneurysm from multiple angles and careful clipping technique is utilized under appropriate monitoring, surgical clipping of the M1 aneurysm is associated with a very low risk of surgical complications.

Key words:

- M1 segment aneurysm
- middle cerebral artery aneurysm
- clipping
- ischemic complication

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 49: 419-425, 2021

はじめに

中大脳動脈(middle cerebral artery : MCA)の動脈瘤のうち9.2-12.9%がMCA本幹(M1)部に発生するとされ¹⁾¹¹⁾²⁶⁾³²⁾、それ自体の頻度はさほど高くはないが、多発脳動脈瘤の1つとしてみられることが21.0-85.7%と多く⁴⁾⁷⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁸⁾、他部位の動脈瘤の処理を行う際に付随的に扱う機会も含めれば、遭遇する頻度はまれとはいえず、脳神経外科医としては特徴および手術における注意点を理解しておく必要がある。この部位の動脈瘤では、隣接する穿通枝の血流障害をきたしやすいことから、直達術のリスクが高いとされてきたが⁴⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹³⁾¹⁵⁾、近年では運動誘発電位(motor evoked potential : MEP)をはじめとした電気生理学的モニタリング¹⁷⁾、およびインドシアニンググリーン(ICG)蛍光血管造影¹⁴⁾を用いることにより、虚血性合併症を確実に回避できるようになった。当施設でも2011年以降、破裂急性期の手術でも両方が施行可能となっており、その体制下で行ったM1部動脈瘤の直達手術の成績、ならびにその臨床的特徴と手術における注意点について、主に穿通枝領域の虚血合併症の予防の観点から検討し、報告する。

対象・方法

2011年1月から2019年8月の期間に当施設において直達術を行ったM1部動脈瘤の38患者38動脈瘤を対象とした。なお、本研究内容に関しては当施設の臨床研究審査委員会により承認済みである(承認番号R29-10J)。M1は内頸動脈(internal carotid artery : ICA)からの起始部から最初の主たる分岐部(bifurcationまたはtrifurcation)までのsegmentとした。MCAの分枝については、主たる分岐部よりも近位で分岐するfrontal branchをearly frontal branch (EFB)とした²⁾。M1部動脈瘤が手術のprimary targetであったものが33(破裂4, 未破裂29)、他部位のprimary aneurysmの手術時に付随的に操作を行ったものが5(うちprimary aneurysmが破裂動脈瘤であったもの1)であった。同期間に直達術を行った総数は、974患者、1,006手術、1,114動脈瘤(破裂359, 未破裂755)、このうちMCA動脈瘤は315患者、317手術、366動脈瘤(破裂73, 未破裂293)であり、M1部動脈瘤は全動脈瘤の3.4%(MCA動脈瘤の10.4%)、破裂動脈瘤の1.1%(破裂MCA動脈瘤の5.5%)、未破裂動脈瘤の4.5%(未破裂MCA動脈瘤の11.6%)を占めた。男性12例、女性26例、平均年齢は60.7歳(37-86歳)、動脈瘤の大きさは平均5.3mm(2-9mm)、右の病変が17、左が21であった。動脈瘤発生部位は、EFB 17(破裂1)、anterior temporal artery(ATA)11(破裂1)、lenticulostriate artery(LSA) 10(破裂2)、動脈瘤の向きは

Table 1 Clinical characteristics of 38 patients with M1-segment aneurysms

Target [primary:secondary]	33:5
Primary-ruptured:unruptured	4:29
Secondary-SAH:no SAH	1:4
Sex [M:F]	12:26
Age (range)	60.7 ± 12.0 (37-86)
Size of aneurysm [mm] (range)	5.3 ± 1.5 (2.0-9.0)
Laterality [R:L]	17:21
Location and projection of aneurysm	
EFB (ruptured)	17 (1)
Superior projection	17
ATA (ruptured)	11 (1)
Inferior projection	11
LSA (ruptured)	10 (2)
Superior projection	7
Posterior projection	3
Multiplicity [patients] (%)	17 (44.7%)
Associated aneurysms	
Ipsilateral MCA	10
Contralateral MCA	1
ACoA	3
ACA (A2-3 junction)	1
ICA	5
BA	2

ACA: anterior cerebral artery, ACoA: anterior communicating artery, ATA: anterior temporal artery, BA: basilar artery, EFB: early frontal branch, ICA: internal carotid artery, LSA: lenticulostriate artery, MCA: middle cerebral artery, SAH: subarachnoid hemorrhage

上方24(EFBおよびLSA)、下方11(ATA)、後方3(LSA)であった。多発動脈瘤としては17患者(44.7%)に22の合併動脈瘤がみられ、部位は同側MCA 10、対側MCA 1、前交通動脈(anterior communicating artery : ACoA)3、前中大脳動脈(anterior cerebral artery : ACA) (A2-3 junction) 1、ICA 5、脳底動脈(basilar artery : BA)2であった(**Table 1**)。

手術は通常のtrans-sylvian approachで、卒後25年の脳卒中の外科学会技術指導医(2017年4月認定)をメインの術者として行った。シルビウス裂を末梢からcarotid cisternまで広く開放し、動脈瘤よりも遠位および近位のM1を可及的に周囲から剝離して動脈瘤と母血管の可動性を確保した。上向きのものの一部ではone-piece orbitotomyによりM1上面への視軸を確保し、また後方向きのものの一部ではorbitozygomatic craniotomyによりM1下面から後方の視軸を確保して行った。動脈瘤が脳葉に埋没している場合はsubpial dissectionを積極的に用いて動脈瘤の全貌を露出させ、全周性にLSA、EFB、ATAの分岐お

Table 2 Intraoperative findings of M1-segment aneurysms ({ }: ruptured aneurysm)

	Branch			Total [n=38] {n=4}
	EFB [n=17] {n=1}	LSA [n=10] {n=2}	ATA [n=11] {n=1}	
Embedded in brain (%)	12 (70.6) {1}	7 (70.0) {1}	3 (27.3) {0}	22 (57.9) {2}
Subpial dissection (%)	10 (58.5) {1}	6 (60.0) {1}	2 (18.2) {0}	18 (47.4) {2}
Proximity to LSA (%)	9 (52.9) {1}	10 (100.0) {2}	0	19 (50.0) {3}
Adhesion (%)	4 (47.4) {1}	5 (50.0) {1}	—	9 (23.7) {2}
Inseparable (%)	1 (5.9) {0}	3** (30.0) {0}	—	4 (10.5) {0}
Temporary occlusion (%)	3/17 (17.6) {0}	1/10 (10.0) {0}	3/11 (27.3) {0}	7/38 (18.4) {0}
Duration (sec)	96.7 ± 49.0	75.0	93.3 ± 21.2	92.1 ± 31.8
[range]	[48–146]	—	[76–117]	[48–146]
Change of MEP (%)	1/17 (5.9) {0}	2**/10 (20.0) {1}	0/9* (0) {0}	3/36* (16.7) {1}

MEP: motor evoked potential

*MEP monitoring was not performed in two patients with ATA aneurysms

**In one patient LSA was inseparable from the aneurysm and MEP change could not be avoided after several trials of clip adjustment; therefore, wrapping was performed instead of clipping

よび癒着の有無を確認して、必要に応じこれらを剥離したうえでクリッピングを行った。

全例で ICG 蛍光血管造影にて LSA, EFB, ATA の血流を確認した。MEP は ATA 分岐部発生の下向きの破裂急性期手術の 1 例と、通常の MCA 分岐部の破裂動脈瘤急性期手術で M1 の未破裂瘤が偶発的にみつかった 1 例を除く 36 例で施行した。MEP は全例経頭蓋法で行った。麻酔は sevoflurane を用いた吸入麻酔で、sevoflurane 濃度を 3% 以下に維持して行った。筋弛緩剤は vecuronium を導入時にのみ投与し、それ以降の投与は行わなかった。MEP の振幅は 50% 以下の振幅低下を認めた場合に変化ありと判断した。

術後の画像評価としては、非 SAH 例 (n=33) は術後 4 または 5 日目に、SAH 例 (n=5) は発症後 14–17 日目にそれぞれ MRI を行い、拡散強調像および T2 強調像にて急性期虚血巣および操作による脳実質変化の有無を確認した。術後の日常生活機能については、非 SAH 例では退院時 (術後 8 日目)、SAH 例では発症 3 カ月後の時点での modified Rankin Scale (mRS) を用いて評価を行った。

結 果

術中所見では、動脈瘤の脳葉への埋没は 22 例 (57.9%；うち破裂は 2 例) で認められ、EFB および LSA の上方向きの動脈瘤では島限から前有鉤質にかけての部位、ATA の動脈瘤では側頭弁蓋への埋没であった。このうち動脈瘤を全周性に観察するために subpial dissection を行ったものは 18 例 (47.4%；うち破裂は 2 例) であった (Table 2)。

穿通枝が動脈瘤に近接して存在したものは 19 例 (50%；うち破裂は 3 例) で、うち 9 例 (23.7%；うち破裂は 2 例) では動脈瘤との癒着がみられ、このうち 5 例では完全に剥離

が可能であったが、4 例 (10.5%) では完全な剥離は不可能であり、一部付着させたままクリッピングを行ったものが 3 例、wrapping に切り替えたものが 1 例であった (Table 2)。下向きの ATA 動脈瘤では LSA が問題になることはなかった。

M1 の一時遮断は 7 例 (18.4%) に行い、持続時間は平均 92.1 秒であった。

術中の MEP 変化は 3 例 (8.3%) でみられ、このうち 2 例ではクリップの修正により回復した。動脈瘤から穿通枝を剥離できなかった LSA 動脈瘤の 1 例 (前述) は、クリップの修正では MEP の変化を回避できず、wrapping に切り替えた。ICG 蛍光血管造影は最終の確認に用いたのみで、ICG の所見でクリップ修正を行った例はなかった。

術後穿通枝および MCA の虚血症状を呈したものはなかった。術後の MRI にて拡散強調像での高信号域の出現を 4 例 (10.5%、EFB 3 例と LSA 1 例；うち破裂瘤なし) に認めた (Fig. 1)。虚血巣はすべて被殻・淡蒼球ないし内包後脚の最後端にみられ、動脈瘤に近接した穿通枝または操作部位よりも末梢の穿通枝の領域であった。なお、これらはいずれも一時遮断を使用せず、なおかつ MEP 変化を認めなかった例であった。これらに加えて T2 強調像での実質変化が 11 例 (28.9%；うち破裂は 2 例) にみられ、このうち脳圧排などのアプローチに伴う局所変化が 9 例 (EFB 5, LSA 2, ATA 2)、静脈還流障害に伴うものが 2 例 (EFB 1, LSA 1) であった (Table 3)。

非 SAH 例 (n=33) の退院時、および SAH 例のうち WFNS grade 1 および 2 の軽症例 (n=3) の発症後 3 カ月の時点での mRS は全例で 0 であり、LSA の虚血による神経学的後遺症の発生は認めなかった。

典型例を提示する。症例 1 は 61 歳男性で、2 年間に

A | B
C | D

Fig. 1 Postoperative diffusion-weighted image of LSA (**A**) and EFB (**B-D**) aneurysms showing high-intensity spots in the posterior end of the posterior limb of the internal capsule (**A**), posterior end of the putamen to posterior limb of the internal capsule (**B**), posterior end of the putamen to globus pallidus (**C, D**).

Table 3 Parenchymal changes detected on postoperative MRI ({: ruptured aneurysm)

	Branch			Total [n=38] {n=4}
	EFB [n=17] {n=1}	LSA [n=10] {n=2}	ATA [n=11] {n=1}	
DWHI (%)	3 (17.6) {0}	1 (10.0) {0}	0 {0}	4 (10.5) {0}
Clip-adjacent	1 (5.9)	1 (10.0)	0	2 (5.3)
Distal to clip	2 (11.8)	0	0	2 (5.3)
T2HI (%)	6 (35.3) {1}	3 (30.0) {1}	2 (18.2) {0}	11 (28.9) {2}
Approach-related	5 (29.4) {1}	2 (20.0) {1}	2 (18.2) {0}	9 (23.7) {2}
Venous congestion	1 (5.9) {0}	1 (10.0) {0}	0 {0}	2 (5.3) {0}

DWHI: high-intensity on diffusion-weighted image, T2HI: high-intensity on T2-weighted images

5 mm から 8 mm に増大を呈した右の EFB 分岐部動脈瘤で (**Fig. 2A**), construction interference in steady state (CISS) 冠状断画像 (**Fig. 2B**) でみるとおり, 動脈瘤は島限に隠れていた (**Fig. 2C**). Subpial dissection にて動脈瘤の全貌を露出し, 周囲を完全に確認 (**Fig. 2D**) した後にクリッピングを行った (**Fig. 2E**).

症例 2 は 46 歳男性で, 2 年間に 2.5 mm から 4 mm に増大を呈した右の LSA 分岐部動脈瘤で (**Fig. 3A, B**), 動脈瘤は重複 MCA の近位から後方に突出していた. one-piece orbitozygomatic craniotomy を行い, M1 の下方 (**Fig. 3C**) および上方 (**Fig. 3D**) から観察を行い LSA を剥離した後にクリッピングを行った (**Fig. 3E**).

考 察

M1 本幹部の動脈瘤は全 MCA 動脈瘤の 10% 前後にみられ¹⁾⁴⁾⁷⁾¹⁶⁾¹⁹⁾, 女性に好発し⁷⁾¹⁶⁾¹⁸⁾, 多発動脈瘤の一部としてみられる率が高く⁴⁾⁷⁾¹¹⁾¹⁵⁾¹⁶⁾¹⁸⁾, 特に同側の MCA 動脈瘤を伴う率が高く⁷⁾¹⁶⁾, 大きさとしては小型が多い¹⁾⁵⁾¹³⁾¹⁵⁾. また, 動脈瘤の向きとしては上向きが多く¹⁾⁵⁾⁷⁾¹¹⁾¹⁸⁾, 関与する分枝としては EFB が最も多い¹⁾⁴⁾⁷⁾⁸⁾¹⁸⁾²⁰⁾. これらの特徴は自験例でもほぼ同様の結果であった.

M1 部は上方ないし後方にカーブして走行するため, この部位へのアプローチでは見上げる角度がきつくなり, 深く, 島限に覆われた狭い術野となる¹⁰⁾⁻¹²⁾. 特に上向きのものでは, しばしば瘤の裏側に存在する LSA の確認およ

A	C
B	
D	E

Fig. 2 **A:** Preoperative three-dimensional CT angiogram showing right MCA–EFB aneurysm (arrow).
B: A CISS image (coronal view) showing the aneurysm embedded in the limen insula (arrow).
C: The aneurysm is hidden in the limen insula (arrow).
D: Subpial dissection was performed to make the aneurysm freely mobile and to allow further inspection of the surrounding structures under direct vision.
E: Three clips were used in an angioplastic manner to obliterate the aneurysm.

A	C
B	
D	E

Fig. 3 **A:** Preoperative three-dimensional CT angiogram (superior view) showing duplicated MCA (asterisk) and an aneurysm originating at the proximal segment of the superior M1 (arrow).
B: A source image of MRA showing the aneurysm projecting posteriorly (arrow).
C: The aneurysm projecting posteriorly to the M1 is observed from the space inferior to the M1.
D: The aneurysm is observed from the space superior to the M1.
E: Two clips were applied in combination from the space superior and inferior to the M1.

び剥離温存の操作が難しいことがあり¹⁰⁾¹²⁾¹³⁾¹⁸⁾、いかにしてLSAを確実に確認し温存するかがポイントである³⁾⁷⁾。このためには、まず末梢からcarotid cisternにいたる十分なシルビウス裂の開放が必須である⁴⁾⁶⁾⁷⁾¹²⁾¹⁶⁾。頭蓋底方向からの視野を拡大させるためには、orbitotomyないしorbitozygomatic osteotomyが症例により有用である⁸⁾¹²⁾。瘤の脳葉への埋没が高率にみられるとされ³⁾⁴⁾⁷⁾⁸⁾¹⁶⁾、自験例ではEFBとLSAの瘤の70%にみられた。この場合、癒着を完全に解除し、瘤を移動させて裏側まで直接確認することが重要であるとされ⁷⁾⁸⁾¹⁶⁾、自験例でもEFBとLSAの約60%にsubpial dissectionを行った。これらの操作の結果として、術後のT2強調像にて検出される実質変化は28.9%に認めたが、操作部周囲に局限しておりすべて無症候性であった。

テンポラリークリップの使用については、穿通枝の損傷リスクなどの観点から賛否両論があるが³⁾⁴⁾⁸⁾¹⁰⁾¹⁸⁾、動脈瘤周囲の完全な直視下確認が最優先である以上、必要と判断されれば躊躇なく用いるべきと考える。その際、穿通枝を避けることは必須であり、このためにも動脈瘤より近位および遠位のM1本幹および穿通枝を徹底的に剥離し可能なぎり可動性をもたせることが重要と考えて操作を行っているが、いかに血管愛護的に操作を行っているつもりでも、操作による血管内皮損傷の可能性は完全には排除できないということであり、この兼ね合いが難しいところである。幸い虚血巣は4例とも錐体路からわずかに外れていたためMEPでは変化を認めず、術後の錐体路症状も出現しなかったと考えられるが、仮に錐体路を直接灌流する穿通枝に同様のことが生じた場合には、対応が困難なことも考えられる。このようにMEPには限界があることを十分踏まえておかねばならないが、少なくとも症候性の虚血合併症の予防の観点からは、MEPの有用性は明らかであり、このモニタリング下に慎重かつ十分な操作を行うことにより、M1水平部動脈瘤の安全なクリッピングが行えると考ええる。

術中支援装置として、ICG蛍光血管造影¹⁴⁾は現在ではほとんどの施設で用いられていると思われるが、自験例ではその所見によってクリップの修正などを行った例はなく、自験例でみるかぎりその役割は参考程度のものであった。

MEPのモニタリングは内包後脚を通る錐体路の虚血の検出にきわめて有用であり¹⁷⁾、LSAの虚血のリスクを伴う手術においては術後の片麻痺を予防するためにほぼ必須と考えられる。自験例では、クリップ修正にてMEP変化を回避できなかった1例でwrappingに変更し術後の虚血性合併症を免れた。しかしながら、MCA動脈瘤の手術において、MEPの変化を認めなかったにもかかわらず術後遅発性の穿通枝梗塞を認めた例の存在も報告されており⁹⁾、MEPも万能というわけではないことは認識しておかねばならない。遅発性の虚血の原因の1つとしてはretractor解除後のclip rotationが挙げられており³⁾¹⁰⁾、このような可能性も考えて、閉頭の最後までモニタリングを継続するなどの配慮が必要と思われる。

テンポラリークリップによる一時遮断を行わず、なおかつ術中のMEP変化を認めなかったにもかかわらず、術後急性期の拡散強調像にて高信号域の出現を認めた4例について、虚血の原因を推測するに、前述のclip rotationの他に、動脈瘤周囲の剥離操作中に生じた微小血栓などが考え

られよう。特にこの部位の動脈瘤では、動脈瘤の近位および遠位のM1本幹および穿通枝を徹底的に剥離し可能なぎり可動性をもたせることが重要と考えて操作を行っているが、いかに血管愛護的に操作を行っているつもりでも、操作による血管内皮損傷の可能性は完全には排除できないということであり、この兼ね合いが難しいところである。幸い虚血巣は4例とも錐体路からわずかに外れていたためMEPでは変化を認めず、術後の錐体路症状も出現しなかったと考えられるが、仮に錐体路を直接灌流する穿通枝に同様のことが生じた場合には、対応が困難なことも考えられる。このようにMEPには限界があることを十分踏まえておかねばならないが、少なくとも症候性の虚血合併症の予防の観点からは、MEPの有用性は明らかであり、このモニタリング下に慎重かつ十分な操作を行うことにより、M1水平部動脈瘤の安全なクリッピングが行えると考ええる。

結 語

M1水平部動脈瘤に対しては、①末梢からcarotid cisternまでの十分なシルビウス裂の分離、②全周にわたる動脈瘤の徹底的な直視的観察、③各種の術中支援装置の併用、④多方向の視軸確保のためのzygomatic osteotomyなどの併用、に留意することにより、安全なクリッピング術が可能である。LSAの温存に関しては、clip rotationによる遅発性の虚血の発生の可能性などを念頭に置きつつ、閉頭の最後まで慎重に操作を完了することが肝要である。

なお、本論文の主旨は第48回日本脳卒中の外科学会学術集会(2019)にて報告した。

本論文に関し開示すべき利益相反関係はない。

文 献

- 1) 安部友康, 大西 学, 勝間田 篤, ほか: 中大脳動脈 early branch 分岐部動脈瘤の検討. No Shinkei Geka 34: 383-388, 2006
- 2) Crompton MR: The pathology of ruptured middle-cerebral aneurysms with special reference to the differences between the sexes. *Lancet* 2: 421-425, 1962
- 3) Dashti R, Rinne J, Hernesniemi J, et al: Microneurosurgical management of proximal middle cerebral artery aneurysms. *Surg Neurol* 67: 6-14, 2007
- 4) 波多野範和, 栗本路弘, 新帯一憲, ほか: 中大脳動脈本幹(M1部)の上向き動脈瘤の外科的治療. 脳卒中の外科 39: 109-115, 2011
- 5) Heros RC, Fritsch MJ: Surgical management of middle cerebral artery aneurysms. *Neurosurgery* 48: 780-785, 2001
- 6) 平井 収, 松本真人, 岸 陽, ほか: Early bifurcationに発生した中大脳動脈瘤の手術. 脳卒中の外科 32: 275-279, 2004
- 7) Hosoda K, Fujita S, Kawaguchi T, et al: Saccular aneurysms of the proximal(M1)segment of the middle cerebral artery.

- Neurosurgery* 36: 441-446, 1995
- 8) 池田清延, 正印克夫, 赤池秀一: 中大脳動脈瘤直達手術の際の落とし穴と防止テクニック—血管解剖からみた穿通枝閉塞の回避について. *脳卒中の外科* 37: 120-127, 2009
 - 9) Irie T, Yoshitani K, Ohnishi Y, *et al*: The efficacy of motor-evoked potentials on cerebral aneurysm surgery and new-onset postoperative motor deficits. *J Neurosurg Anesthesiol* 22: 247-251, 2010
 - 10) Iwama T, Yoshimura S, Kaku Y, *et al*: Considerations in the surgical treatment of superior-wall type aneurysm at the proximal(M1)segment of the middle cerebral artery. *Acta Neurochir(Wien)* 146: 967-972, 2004
 - 11) 柏木史郎, 加藤祥一, 師井淳太, ほか: 中大脳動脈本幹(M1)動脈瘤の特徴と外科的治療の注意点. *脳卒中の外科* 29: 192-195, 2001
 - 12) 数又 研, 浅岡克行, 板本孝治, ほか: Limen recess に存在する中大脳動脈瘤(M1 上方向き)の手術—手術成績および解剖学的考察. *No Shinkei Geka* 37: 355-362, 2009
 - 13) 西岡 宏, 原岡 襄, 三木 保, ほか: 中大脳動脈 M1 部—レンズ核線条体動脈分岐部動脈瘤の直達手術. *No Shinkei Geka* 31: 27-33, 2003
 - 14) Raabe A, Nakaji P, Beck J, *et al*: Prospective evaluation of surgical microscope-integrated intraoperative near-infrared indocyanine green videoangiography during aneurysm surgery. *J Neurosurg* 103: 982-989, 2005
 - 15) Rinne J, Hernesniemi J, Niskanen M, *et al*: Analysis of 561 patients with 690 middle cerebral artery aneurysms: anatomic and clinical features as correlated to management outcome. *Neurosurgery* 38: 2-11, 1996
 - 16) 坂田義則, 波出石 弘, 田中美千裕, ほか: 中大脳動脈水平部動脈瘤に対する治療方針の検討. *脳卒中の外科* 40: 420-424, 2012
 - 17) Suzuki K, Kodama N, Sasaki T, *et al*: Intraoperative monitoring of blood flow insufficiency in the anterior choroidal artery during aneurysm surgery. *J Neurosurg* 98: 507-514, 2003
 - 18) Ulm AJ, Fautheree GL, Tanriover N, *et al*: Microsurgical and angiographic anatomy of middle cerebral artery aneurysms: prevalence and significance of early branch aneurysms. *Neurosurgery* 62(5 Suppl 2): ONS344-352, 2008
 - 19) Yasargil MG: Middle cerebral artery aneurysms. *in* Yasargil MG(ed): *Microneurosurgery*. Vol II. New York, Thieme, 1984, pp124-164
 - 20) Zhou Y, Yang PF, Fang YB, *et al*: Endovascular treatment for saccular aneurysms of the proximal(M1)segment of the middle cerebral artery. *Acta Neurochir(Wien)* 154: 1835-1843, 2012

要 旨

中大脳動脈本幹(M1)部動脈瘤の臨床的特徴と手術成績

河本 俊介, 深谷 春介, 安部 欣博, 奥貫かなえ, 角 拓真, 菊地 慈, 金 彪

中大脳動脈(MCA)のM1部に発生した動脈瘤の臨床的特徴と直達術における注意点, および手術成績について検討した。対象は2011年から2019年に直達術を行った連続38患者で, 男性12, 女性26, 平均年齢60.7歳, 動脈瘤径は平均5.3mm, 発生部位はearly frontal branch(EFB)17, lenticulostriate artery(LSA)10, anterior temporal artery(ATA)11で, EFBの全17例およびLSAのうち7例が上向き, LSAの3例が後方向き, ATAは11例すべて下向きであった。多発例は17例(44.7%)にみられ, 同側MCAの動脈瘤の合併が10例と最多であった。手術はtrans-sylvian approachで行い, シルビウス裂を末梢からcarotid cisternまで広く

開放して行った。瘤の脳葉への埋没は上向きの瘤の70%でみられ, 動脈瘤の全周性確認のためにsubpial dissectionを行った。近接するLSAはEFB瘤の9例およびLSA瘤の10例(全例)でみられ, うち4例で剥離できず, このうち1例はwrappingに変更した。MEP変化は3例にみられたが, 2例ではクリップ修正により, 1例ではクリップ除去により回復した。術後のMR拡散強調像にて4例に穿通枝領域の高信号域を認めたが, すべて無症候性であった。M1部の動脈瘤は, 適切なモニタリング下に, 十分な術野展開のもと全周性に周囲を確認しつつクリッピングを行うことで, 症候性の合併症なく治療を行うことが可能である。