原 著

石灰化を有する中大脳動脈瘤のクリッピング術

柏木 史郎, 加藤 祥一, 安達 直人
坂元 健一, 伊藤 治英, 山下 哲男

Clipping of the Calcified, Large Middle Cerebral Artery Aneurysm

Shiro KASHIWAGI, M.D., Shoich KATO, M.D., Naoto ADACHI, M.D.,
Kenichi SAKAMOTO, M.D., Haruhide ITO, M.D., and Tetsuo YAMASHITA, M.D.

Department of Neurosurgery, Yamaguchi University School of Medicine, Ube, Japan

Summary : We report 3 cases of calcified, large aneurysm of the middle cerebral artery and discuss surgical techniques for handling of this special type of aneurysm. The aneurysms were visualized as calcified mass lesions on computerized tomography. Plain craniograms showed different patterns of calcification; partial, cup-like and eggshell-like appearances. These aneurysms were clipped using a multiple clipping technique, and endaneurysmal microendarterectomy was applied before clipping in 1 case. Preoperative evaluation of the degree of calcification and the thickness of the wall near the neck is important to decide the surgical strategy. The distribution of the hard calcification is estimated better on plain craniograms than CT scan, because the latter tends to overestimate the calcification. Kinking or stenosis of the parent arteries is prevented by the multiple clipping technique in aneurysms with a relatively thin wall, but the endaneurysmal microendarterectomy should be applied, if the hard calcification and thrombus involves the neck.

Key words :

- cerebral aneurysm
- calcification
- middle cerebral artery
- surgical treatment

はじめに

石灰化を伴った血栓化動脈瘤の直達手術においては、壁の肥厚、壁内血栓の存在、クリップの閉鎖不全、クリップの移動による親動脈の狭窄や屈曲など様々な問題で neck clipping が困難である。症例によっては neck clipping ができず、親動脈の血行再建を余儀なくされる¹⁾³⁾⁵⁾⁶⁾。

本論文では、直達手術を施行した石灰化中大脳動脈瘤を報告し、石灰化部分の術前評価と手術における問題点を考察する。

症 例

〈症例1〉 67歳, 女性.

主 訴: 頭痛, 嘔吐.

既往歴: 高血圧, 高脂血症, 糖尿病.

現病歴: 1994年2月4日早朝, 突然の頭痛, 嘔吐で発症した. CTで右シルビウス裂に強いクモ膜下出血と左シルビウス裂に直径15mmの石灰化病変を認めた(Fig 1A).

入院時所見: 重症度は Hunt & Kosnik Grade 2であった. 脳血管造影で右中大脳動脈に6×4mmの動脈瘤がみられCT所見からこれが破裂動脈瘤と判断した(Fig. 1A). 同時に左中大脳動脈に17×14×13mmの石灰化動脈瘤が

Fig. 1 Computerized tomography (A), lateral plain craniogram (B), and cerebral angiograms (C and D) of Case 1, showing a calcified aneurysm at the bifurcation of the middle cerebral artery. Note the partial calcification in the aneurysmal dome presented by the plain craniogram. Schematic drawing of the clipping (E). C: calcification, M1 and M2: M1 and M2 segments of the middle cerebral artery.

診断された (Fig. 1 B-D).

手術：1994年2月15日，右前頭側頭開頭で破裂右中大脳動脈瘤をクリッピングし術後良好に経過した．1994年3月31日，未破裂の左石灰化中大脳動脈瘤に対し左前頭側頭開頭を施行した．シルビウス裂を開放して，内頸動脈，中大脳動脈 M1 部を確保した後に，M2 を分岐部に向けて末梢から中枢にたどり動脈瘤に到達した．動脈瘤の dome は黄白色調で，側方に突出して側頭葉内に埋没していた．dome の上壁は部分的に硬く石灰化していた．M1 と 2 本の M2 に temporary clip をかけて，trapping した後に，dome を穿刺し血液を吸引すると，dome は虚脱した．この状態で杉田 No. 31 (窓付 (5.0 mm Φ)，直 12 mm)，No. 28 (窓付 (3.5 mm Φ)，直 12 mm) を平行にかけて，neck の 3 分の 2 を閉塞し，有窓部分に残存した neck を No. 10 (直

12 mm) で閉塞した．さらに Vari-angle clip (No. 20-1253, 直 12 mm) を dome に追加した (Fig. 1E)．ドップラー血流計で親動脈の閉塞がないことを確認して手術を終了した．

術後経過：術後，右上下肢不全麻痺が生じた．CT では左前頭葉に脳べらの圧迫によると思われる低吸収領域を認めた．右片麻痺は徐々に回復し，独歩で退院した．

<症例 2> 45 歳，男性．

主 訴：頭痛．

既往歴：高血圧症．

現病歴：1993年3月23日，頭痛の検査で頭部 CT を施行したところ，左シルビウス裂に石灰化病変 (Fig. 2A) を指摘され当科に紹介された．

入院時所見：神経学的に異常なし．1993年3月19日，脳

Fig. 2 Computerized tomography (A), lateral plain craniogram (B), and cerebral angiograms (C and D) of Case 2, showing a calcified aneurysm at the bifurcation of the middle cerebral artery. Note the cup-like appearance of the calcification of the dome presented by the plain craniogram. Schematic drawing of the clipping (E), and postoperative left internal carotid angiogram (F). C: calcification, M1 and M2: M1 and M2 segments of the middle cerebral artery.

血管造影を施行した。左内頸動脈造影で左中大脳動脈分岐部に体部に石灰化を伴った動脈瘤が描出された (Fig. 2B, C, D)。血管造影で描出された動脈瘤の内腔は $8 \times 6 \times 5$ mm, CT, MRI で計測した動脈瘤の外径は $15 \times 10 \times 10$ mm であった。

手術：1993年3月25日、左 orbito-fronto-temporal craniotomy を施行した。シルピウス裂を開放すると、黄色調で、非常に固い動脈瘤の dome が露出し、dome の下方部分は蝶形骨縁上の硬膜に強く癒着していた。この部分

の癒着を切離し dome に可動性をもたせつつ動脈瘤を周囲から全周性に剝離した。中大脳動脈の superior trunk と inferior trunk を末梢から中枢にたどり、中大脳動脈の M1 を確保した。動脈瘤の neck 部分は比較的柔らかく、弾力があり、前下方と後上方へ突出した bleb を伴っていた。この部分が血管造影で描出された内腔部分と考えられた。

最初に杉田 No. 22 クリップを M1 の走行に対して直角にかけたところクリップが M1 方向にスリップして分岐部に狭窄を生じた。このクリップを除去した後に、杉田 No.

22クリップ(L型曲10mm)を後上方に突出したblebを含むようにM2の走行に平行にかけた。クリップはスリッパせずM1, M2の狭窄もきたさなかった(Fig. 2E)。残存した前下方に突出したblebは直角クリップを2つ用いてM2の内腔を形成しつつ閉塞した(Fig. 2E)。

術後経過：術後、神経症状の出現なく良好に経過した。術後の脳血管造影では、動脈瘤内腔は閉塞されていた。

＜症例3＞ 28歳、男性。

主訴：頭痛。

既往歴：なし。

現病歴：1995年8月頃より、眼窩部を中心とした頭痛を認めた。頭部CTで右シルビウス裂に石灰化病変を指摘され、同9月19日当科に入院した。

入院時所見：神経学的に異常なし。1995年10月27日、脳血管造影を施行した。右内頸動脈造影で右中大脳動脈分岐後のsuperior trunkに、全体に石灰化を伴った動脈瘤が診断された。血管造影で描出された動脈瘤内腔の大きさは8×4×2mmで、CTとMRIで計測した石灰化動脈瘤の外径は20×20×15mmであった。

手術：1995年11月1日、右前頭側頭開頭で、シルビウス裂を開放し、黄白色、表面凹凸の硬い動脈瘤のdomeを露出した。動脈瘤の先端はクモ膜とシルビウス静脈に強く癒着していた。中大脳動脈のsuperior trunkを末梢から中枢に剝離し、neckを露出した。動脈瘤壁は石灰化して硬かった。最初neckに杉田No. 34クリップをかけたが、親動脈側に滑り狭窄したため除去した。石灰化部分を除去し柔らかい壁を露出しクリップするため、まず親血管中枢側と末梢側にtemporary clipを2箇所かけた。ダイヤモンドドリルを使用してドームから頸部にかけて石灰化壁を削除した。動脈瘤内腔の血栓を除去した後、杉田No. 34クリップ(窓付(3.5mmΦ)前斜き10mm)を末梢側から、杉田No. 37クリップ(窓付(5.0mmΦ)前斜き10mm)を中枢側から挟み込む形でかけた。さらに両ブレードにブースタークリップを追加した。出血、親血管の狭窄のないことを確認して手術を終了した。

術後経過：術後神経症状なく良好に経過した。

考 察

石灰化を伴った血栓化動脈瘤の直達手術における問題点として、1) 動脈瘤自体により術野が妨げられる、2) 動脈瘤容積が容易に縮小できずに脳圧迫が強くなる、3) clippingの際、親血管の屈曲や狭窄をきたす、4) 親動脈が脆弱でneckの処理の際に損傷しやすい、5) 術中操作で血栓が飛ぶ、などがあげられている^{1)3)~6)}。

今回我々の治療した石灰化動脈瘤は15~20mmでlarge

aneurysmの範疇に含まれた。症例1では、親動脈を確保するための剝離操作の際に脳圧迫が強くなり、脳挫傷が生じた。これを防ぐためには、シルビウス裂の広い開放と十分な頭蓋底の骨切除が重要である。しかしながら、中大脳動脈瘤ではdomeが蝶形骨縁上の硬膜に癒着していることがあり、蝶形骨縁の削除には注意を要する。

clippingにおいては、3例とも単一のクリップではneckを処置できず、multiple clippingのテクニック⁷⁾を用いる必要があった。複数のクリップをかけることにより、把持力の増強と分布の均等化が得られることで、我々の症例1, 2ではCT上high densityを示していたneck部分もクリップにより閉塞することができた。症例3では、クリッピング前に動脈瘤内の血栓除去²⁾を加えることが必要であった。

石灰化を伴った大きな動脈瘤ではneck clippingの可能性を術前に予想することは困難である。頭蓋単純撮影、CT、MRI、脳血管造影などの情報を総合的に判断して、特に、neck付近の壁の厚さ、血栓の存在、石灰化の程度を予測して、手術を計画すべきである。

症例2, 3のCTで動脈瘤とともに輪状のhigh density lesionとして描出されていた。しかしながら、頭蓋単純撮影像ではそれぞれ石灰化の程度や分布が異なっていた。また、CTやMRIから計測した動脈瘤の外径と脳血管造影から計測した内径から算出した壁厚は各症例で異なっていた(Table)。

症例1では、頭蓋単純撮影でdomeの一部のみに石灰化がみられた。血管造影で描出される内腔は大きく、壁は比較的薄かった。この動脈瘤は親動脈の一時遮断と内腔の血液を吸引で虚脱させparallel clippingのテクニックを用いてneckを閉塞させた(Fig. 1E)。症例2では、頭蓋単純撮影像でdomeにカップ様の石灰化を認めた。手術ではこの部分が非常に硬かった。neck近傍は、CTではhigh densityを示していたが頭蓋単純撮影像で石灰化は示されず、実際の手術では比較的柔らかくクリップ可能であった。この部分にM2に平行にparallel clippingすることでneckおよびblebを閉塞することができた(Fig. 2E)。症例3では、頭蓋単純撮影像でdomeの全周性に卵殻様の石灰化がみられ、これはneck部分を含んでいた。この動脈瘤ではneckも非常に硬く、親動脈の血流一時遮断の後に内腔の血栓除去をし、facing clippingとbooster clippingでneckを閉塞した(Fig. 3E)。

CTは石灰化病変に対する感度が高く、石灰化を含む動脈硬化巣と血栓部分はhigh densityに描出される。このため今回の3例では、頭蓋単純撮影像における石灰化の分布の方が手術で確認した石様に硬い石灰化部分と一致し術前評価により有効であった。症例1, 2のように、CTで

Fig. 3 Computerized tomography (A), lateral plain craniogram (B), and cerebral angiograms (C and D) of Case 3, showing a calcified aneurysm of the middle cerebral artery. Note the eggshell-like appearance of the calcification on the plain craniogram. Schematic drawing of the clipping (E). M1 and M2: M1 and M2 segments of the middle cerebral artery.

Table Characteristics of the calcified middle cerebral artery aneurysms

Case	石灰化所見		動脈瘤の大きさ		neck の壁厚 (mm)
	CT	頭部単純撮影	外径 (mm)	内径 (mm)	
1	partial	partial	17 × 14 × 13	15 × 12 × 10	3-2
2	ring	cup-like	15 × 10 × 10	8 × 6 × 5	5-4
3	ring	eggshell-like	20 × 20 × 15	8 × 4 × 2	16-13

high density を示していても、壁の比較的薄い例では multiple clipping により内腔を閉塞させることが可能であった。症例 3 では血栓を含めた壁の厚さが neck 近くで 10 mm 以上と術前に推定され、実際に内腔の血栓除去を加えずには clipping でできなかった。

石灰化中大脳動脈瘤では頭蓋単純撮影を含めた様々な画

像診断所見を総合的に判断して、術前に multiple clipping に必要な各種のクリップやブースタークリップを準備する必要がある。また neck clipping 不可能な場合の血行再建に備え、開頭時に浅側頭動脈を温存しておくなどの注意も重要と考えられた。

今回経験したような、石灰化を伴う未破裂中大脳動脈瘤

に対する手術適応には議論が多い。一般に、未破裂動脈瘤の生涯累積破裂率は若年者に高く、10 mm 以上のものは特に破裂の危険性が高いことが知られている⁸⁾。症例 2, 3 は頭痛の精査中に偶然発見された動脈瘤であった。患者の年齢がそれぞれ 45 歳と 28 歳と若く、大きさが 15 mm と 20 mm であることより、生涯に渡る破裂の危険度が手術の危険度を上回ると判断した。症例 1 は対側の破裂動脈瘤に合併した未破裂動脈瘤であった。67 歳と高齢ではあったが、一度クモ膜下出血を経験した患者が、残存した動脈瘤の破裂の予防を強く希望したため、手術を施行した。

石灰化を伴う動脈瘤の破裂率は通常の嚢状動脈瘤と同様に考えて良いかは不明である。しかしながら、症例 1, 2 では石灰化や壁の肥厚は部分的で、ネック近傍では通常の動脈瘤と同様に壁の菲薄化が観察され、このような部分が破裂する可能性は否定できない。症例 3 は全周性に壁が石灰化しており、他の 2 例と比べて破裂の可能性は低いように思われた。この症例では動脈瘤切除時に壁内出血が観察され、将来巨大化してさらに治療困難な占拠性病変になる可能性も否定できない。

今回の手術経験から、石灰化を伴う比較的大きな中大脳動脈瘤では、石灰化や壁肥厚の程度と分布を術前に評価することとともに、未破裂の場合には患者の年齢を十分考慮することが手術適応の決定に際し重要と考えられた。

結 語

1) 直達手術を施行した石灰化中大脳動脈瘤 3 例を報告し

た。

- 2) CT では血栓と動脈硬化による石灰化の部分は high density として描出されるため頭蓋単純撮影像の石灰化の分布が非常に硬い石灰化部分と一致し、術前の評価にはより優れている。
- 3) 動脈瘤の処置には multiple clipping のテクニックが有用であった。neck に硬い石灰化が及び壁が厚いものでは、内腔の処置が必要であった。

文 献

- 1) Drake C: Giant intracranial aneurysms: Experience with surgical treatment in 174 patients. Clin Neurosurg **26**: 12-95, 197
- 2) Hylton P, Reichman O: Endaneurysmal micro-endarterectomy in the treatment of giant cerebral aneurysms: Technical note. Neurosurgery **23**: 674-679, 1988
- 3) Kodama N, Suzuki J: Treatment of giant aneurysms. Neurosurg Rev **5**: 155-160, 1982
- 4) Pia H: Large and giant aneurysms. Neurosurg Rev **3**: 7-16, 1980
- 5) Sundt T, Piepgras D: Surgical approach to giant intracranial aneurysms. Operative experience with 80 cases. J Neurosurg **51**: 731-742, 1979
- 6) 鈴木二郎, 藤原 悟: 巨大脳動脈瘤の手術. 脳神経外科 **16**: 341-350, 1988
- 7) 田中雄一郎, 小林茂昭, 京島和彦, ほか: 我々の行っている種々のクリッピングテクニック. 脳卒中の外科 **20**: 443-448, 1992
- 8) Wiebers DO, Whismant JP, Sundt TM, *et al*: The significance of unruptured intracranial saccular aneurysms. J Neurosurg **66**: 23-29, 1987