症例報告

Bモード法を用いた経皮的血管形成術（PTA）の内頸動脈壁プラークへの影響に関する検討

野村栄一^{1,2} 梶川成子¹ 山口慎也¹ 梶川 博¹ 郡山達男² 中村重信²¹ 翠清会・梶川病院脳神経外科/神経内科² 広島大学第三内科

Effects of Percutaneous Transluminal Angioplasty (PTA) on Internal Carotid Artery Plaque Assessed by B-mode Ultrasonography

Eiichi NOMURA^{1,2}, Minako KAJIKAWA¹, Shinya YAMAGUCHI¹, Hiroshi KAJIKAWA¹, Tatsuo KOHRIYAMA², Shigenobu NAKAMURA²¹ Section of Neurosurgery/Neurology, Suiseikai Kajikawa Hospital² Third Department of Internal Medicine, Hiroshima University School of Medicine

We report a patient with carotid artery stenosis, presenting restenosis and re-restenosis after each successful percutaneous transluminal angioplasty (PTA). A 66-year-old man had suffered several episodes of cerebral ischemic attack producing symptoms such as dysarthria and right-sided weakness for several years. Examinations revealed about 90% focal stenosis in the left internal carotid artery, which was most prominent 2-3 cm distal to the carotid bifurcation. Dilatation of the affected portion reduced to stenosis to 10% with one trial of PTA. He spent 3 months without any complaint after the operation. However, angiography 3 months after PTA showed severe restenosis at the same site. A second dilatation of this portion with a PTA balloon was also successful. Three months after the second PTA, we found re-restenosis and an ulcer-like lesion on the plaque by B-mode ultrasonography. The lesion appeared to resemble an aneurysm upon angiography. B-mode ultrasonography showed the plaque to be a mixed-echoic lesion before PTA. The low-echoic lesion progressed to ulceration following PTA balloon inflation, and the patient underwent STA-MCA anastomosis. This case indicates the necessity for follow-up by assessing plaque morphology by B-mode ultrasonography in patients treated by PTA.

Key words: carotid artery stenosis, percutaneous transluminal angioplasty, B-mode ultrasonography, plaque

はじめに

内頸動脈狭窄症に対する侵襲的内科治療として percutaneous transluminal angioplasty (PTA; 経皮的血管形成術) を選択する施設が増加しつつある。一方、本術式における塞栓性脳梗塞、動脈壁解離、再狭窄などの問題は未だ解決されていない点が多く、適応、術式（手技、器材）、併用薬剤療法、補助検査法など継続して検討していく必要がある。最近、我々は、PTA 後に再狭窄、再PTA 後に再々狭窄並びに血管壁潰瘍形成などを来した内頸動脈狭窄症の1例を経験した。本症例の術前並びに術後経過中における超音波断層法Bモード像、magnetic resonance angiography (MRA) 及び digital subtraction angiography (DSA) 所見を呈示し、PTA の血管

壁プラークへの影響に関して若干の考察を加える。

症 例

患 者：66歳、男性。

主 訴：一過性脳虚血発作（言語障害、右上下肢の脱力）。

既往歴：数年前から高血圧にて降圧薬を服用中。

現病歴：1989年頃から間欠的に非特異的な脳虚血症状（頭重、めまい、浮遊感、言語障害、四肢しびれ感）があった。1996年4月、言語障害を主訴に当院を受診し、頭部 magnetic resonance imaging (MRI) および MRA にて多発性ラクナ性脳梗塞、頭蓋内主幹動脈の動脈硬化性変化を認め、超音波断層検査および頸部 MRA にて左内頸動脈の高度の局所性狭窄を認めた。外来通院にて抗血小板薬、脳循環代謝改善薬を投与し、症状は改善していたが、5月

Reprint request

野村栄一：〒734-8551 広島市南区霞 1-2-3 広島大学第三内科

Eiichi NOMURA: Third Department of Internal Medicine, Hiroshima University School of Medicine, 1-2-3 Kasumi, Minami-ku, Hiroshima 734-8551, Japan

[Received September 29, 1997; Accepted November 20, 1997]

から再び言語障害と新たに右上下肢の脱力発作を繰り返すようになったため入院した。

入院時症候及び神経放射線学的検査：血圧は150/70mmHg，脈拍数72/分で整，左側頸部に著明な血管雑音を聴取した。神経学的検査では，運動系は筋力低下なく，深部腱反射は正常，病的反射を認めず，感覚系では右上下肢のしびれ感を訴えた。頭部CTは特に異常所見はなかったが，MRIでは左右大脳にそれぞれ2～3個のラクナ性梗塞を認めた。頭部MRAでは両側の主幹動脈は動脈硬化性変化を認めたが特に強い狭窄所見はなく，左右差を認めなかった。一方，頸部MRAでは左内頸動脈は起始部より2cm遠位部から途絶像を呈して再び描出されており，その

部の高度の狭窄の存在が示唆された（Fig. 1 a）。続いて施行した脳血管造影では，左内頸動脈は起始部で40%程度狭窄，起始部から2cm遠位部から約10mmにわたって90%以上の狭窄を認めた（Fig. 2 a）。超音波断層法（東芝製，7.5 MHzプローブ使用）では，内頸動脈起始部外側壁に大きなプラークと著明な狭窄像が描出された（Fig. 3 a）。脳SPECTでは特に左右差はなかったが両側前頭葉の軽度の血流低下像があり，アセタゾラミドを負荷しても両側前頭葉の血流増加反応は不良であった。

手術，経過：左内頸動脈の高度狭窄による血行不全型あるいは塞栓性の脳虚血発作と考えられ，今後，血栓性あるいは塞栓性に頭蓋内外の脳動脈閉塞に移行する可能性が高い

Fig. 1 Chronological findings of left carotid magnetic resonance angiography (MRA). a : on admission, b : after first PTA, c : three months after first PTA, d : after second PTA, e : three months after second PTA. MRA on first admission revealed marked stenosis. Recovery was poor after the first PTA, but good after the second. No aneurysm-like lesion was seen by MRA.

Fig. 2 Chronological findings of left cervical carotid artery angiography (CCA method). a : on admission, b : after first PTA, c : three months after first PTA, d : after second PTA, e : three months after second PTA. Angiography on admission revealed about 90% focal stenosis, which was most severe 2-3 cm distal to the carotid bifurcation. Both the first and second PTA were successful. However, an aneurysm-like lesion was observed three months after the second PTA (arrow).

と判断した。狭窄部位が第2～3頸椎間と比較的高位であること、超音波断層検査で潰瘍形成を認めなかったこと、患者が血栓内膜剝離術に対し消極的であったことなどから、6月20日にprotect balloonを併用しPTAを施行することとした。protect balloonは当初、balloonより遠位に置くdistal protect balloonを用いる予定であったが、protect balloonがaortic archの部位より遠位に、PTA balloonの腔を上行しないためproximal protect balloonであるZeppelin 842 double lumen balloon catheterを用いることとした。PTAはAngel carotid PTA balloon catheter (4 mm 径, 20 mm 長)を用い、PTA balloonを4 atmで60秒間拡張した。1回の拡張で約90%の拡張が得られた(Fig. 2 b)。術中よりヘパリンによる抗凝固療法を開始し、5日後まで継続し、その後抗血小板薬(チクロピジン, プロスタサイクリン)に変更した。術後MRA (Fig. 1 b)では狭窄部の強調のため拡張像は不明瞭であったが、超音波断層検査では明かな拡張像を認めた。また、脳SPECTでは安静時の前頭葉の血流が増加し、アセタゾラミド負荷による良好な血流増加反応が得られた。

その後、特に自覚症状なく経過し、超音波断層法で経過観察を行っていたが、3ヵ月後に明かな再狭窄像を認めた。MRAでは以前と同様の途絶像を呈し(Fig. 1 c)、脳血管撮影では約90%ほどの再狭窄を認め(Fig. 2 c)、10月24日2回目のPTAを施行した。今回は、Vantage PTA balloon catheterを用い、1回目は4 mm 径, 20 mm 長のballoonで10 atm, 60秒間、2回目は12 atm, 60秒間、これでも不十分であったため5 mm 径, 40 mm 長のballoonで、3回目に12 atm, 90秒間の拡張を行った。これにより開存率は再び90%程度に改善され(Fig. 2 d)、MRAにおいても拡張した部位が描出された(Fig. 1 d)。術中術後の抗凝固療法は前回同様とした。臨床症状は特に変化はなかったが、3ヵ月後の超音波検査でプラークの部位に潰瘍と考えられる病変の形成を認めた(Fig. 3 c)。MRAでは再び途絶像を呈し(Fig. 1 e)、脳血管撮影にて狭窄像と動脈瘤様病変が描出された(Fig. 2 e)。その後、血行力学性の脳虚血発作症状が2度ほどあり、1997年4月24日、浅側頭動脈-中大脳動脈吻合術を施行した。現在、4ヵ月経過しているが症状は安定しており、引続いて薬物療法ならびに諸検査を行いながら外来にて経過を観察している。

考 察

アテローム性頸動脈狭窄症は脳塞栓の塞栓源や血行力学的脳虚血の原因として重要であり、血栓内膜摘除術やPTAが適応となる^{12-15, 22}。PTAは歴史的に1980年Kerberらが総頸動脈、1981年Motarjemeらが椎骨動脈の狭窄病変をballoon catheterにて拡張させた症例を報告して以来^{5, 10}、頸部主幹動脈の動脈硬化性狭窄病変に対して広く施行される

Fig. 3 Ultrasonographic evaluation of plaque at the stenosed portion of the left internal carotid artery. a-d: B-mode, e, f: B-mode + color angiography a, b: on admission, c, d: three months after the second PTA, e, f: three months after the second PTA. a, c, e: longitudinal section, b, d, f: cross-section. B-mode ultra-sonography showed the plaque as a mixed echoic lesion before PTA. The low-echoic lesion progressed to an ulcer-like lesion three months after the second PTA (arrow).

ようになってきている^{1, 4, 6, 7, 9, 17, 18, 20, 21, 23}。PTAの適応については現在も引き続いて多くの論議が重ねられているところであるが、基本的には血栓を伴う著明な潰瘍形成のないこと、狭窄部に極端な屈曲がないこと、大動脈弓近位部や高位に高度の病変のないことなどが挙げられている^{7, 9, 17}。本症例の場合、頸部超音波断層検査や血管撮影において、狭窄部位が第2～3頸椎間と比較的高位であったこと、潰瘍形成を認めなかったことからprotect balloonを併用することでPTAは施行可能と判断した。

頸動脈のプラーク病変を超音波断層法のBモードで観察し、病理組織と比較した報告は見られるが^{11, 19}、超音波断層法によって観察されるプラークがPTA balloon拡張によってどのように影響を受けるか検討した報告は殆どないと思われる。病理学的には、血管の拡張は、内膜の亀裂や

中膜の過伸展によって生じる。器質化血栓については中膜の部分的剥離を伴いながら圧縮されると報告されている^{3,8)}。本症例ではPTA施行前に超音波断層法により低輝度と高輝度の混在するプラークを認めたが、PTA後に術前に低輝度を示した部分に潰瘍病変を生じた。従って、低輝度の部分はPTA balloon 拡張により剥離したものと考えられる。超音波断層法により描出されるプラークの輝度と病理組織を対比した報告では、超音波断層法により低輝度を示す部分は病理学的には出血巣あるいは脂質であるとされる^{2,11,19)}。また、脂質であるのか出血巣であるのかの鑑別は超音波断層装置では困難である^{2,10)}。本例の場合もPTA後に潰瘍を生じた低輝度の部位は、脂質あるいは出血巣であった可能性が高い。本症例は術中ならびに経過中に画像に明瞭に描出されるような塞栓性脳梗塞はきたさなかったが、本例のような低輝度の部分を含んだプラークはballoon 拡張の際に剥離し、栓子となりうることが示唆される。さらに潰瘍性病変は今後、塞栓性脳梗塞をきたす重要な危険因子となるので、PTAの適応の決定に際しては、超音波断層法による狭窄部位の内部性状の観察が重要と思われる。

なお、PTA後の再狭窄については種々の報告があるが、Kachelらは平均58カ月の追跡で頸動脈領域の35例については再狭窄を認めていない⁴⁾。桑山らの10例中3例に⁷⁾、また、宮城らの11例中4例に再狭窄が認められたとしている⁹⁾。再狭窄の判定は一般にPTAの3～6カ月後に血管撮影を行うが、本例については超音波断層法により非侵襲的に評価が可能であった。狭窄部位は横断像のみで観察可能であり、Bモードでは狭窄の程度がはっきりしなかったが、カラーアンギオグラフィーを併用することにより評価可能であった。総頸動脈や内頸および外頸動脈近位部については超音波断層検査が簡便で非侵襲的であるため有用であると思われる。

Ⅳ. 結 語

2度のPTAを施行した内頸動脈狭窄症の1症例におけるMRA, DSA, 超音波断層像の推移を報告した。超音波断層法は狭窄や再狭窄の評価、初回PTAや2度目のPTAの適応や、合併症に関連した狭窄部の内部性状の評価などに有用であった。特に、低輝度のプラークはPTA balloonの拡張により剥離し、栓子となる可能性があり、PTAを施行する際の留意点と思われる。

文 献

- 1) Brown MM, Butler P, Gibbs J, Swash M, Waterston J: Feasibility of percutaneous transluminal angioplasty for carotid artery stenosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* 53: 238-243, 1990
- 2) Callow AD: Surgery of the carotid and vertebral arteries: Pathogenesis and mechanism of cerebrovascular disease. Carotid plaque. Baltimore: Williams & Wilkins, 1996,

- pp120-127
- 3) Castaneda-Zuniga WR, Formanek A, Tadavarthy M, Vlodaver Z, Edwards JE, Zolkofer C, Amplatz K: The mechanism of balloon angioplasty. *Radiology* 135: 565-571, 1980
- 4) Kachel R, Basche S, Heerklotz I: Percutaneous transluminal angiography (PTA) of supra-aortic arteries especially the internal carotid artery. *Neuroradiology* 33: 191-194, 1991
- 5) Kerber CW, Cromwell LD, Loehden OL: Catheter dilation of proximal carotid stenosis during distal bifurcation endarterectomy. *AJNR* 1: 348-349, 1980
- 6) 桑名信匡, 持松泰治, 藤野英世, 斉藤昭人, 間下信昭: 頸動脈狭窄症に対する percutaneous transluminal angioplasty. A preliminary report. *脳卒中* 7: 142-149, 1985
- 7) 桑山直也, 遠藤俊郎, 堀江幸男, 久保道也, 西島美知春, 高久 晃: 内頸動脈起始部狭窄症に対する経皮的血管形成術の成績と追跡結果. *脳卒中の外科* 23: 75-80, 1995
- 8) 前村栄治: 頸動脈狭窄症に対する Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) の応用. *Neurol Med Chir* 29: 715-723, 1989
- 9) 宮城 修, 藤巻広也, 朝倉 健, 宮崎瑞穂, 根岸正敏, 曲沢 聡, 高玉 真, 柴崎 尚, 大江千廣, 岩井丈幸, 内藤 功: 頸部主幹動脈の動脈硬化性病変に対する PTA 治療の経験. *脳卒中の外科* 21: 141-147, 1993
- 10) Motarjeme A, Keifer JW, Zuska AJ: Percutaneous transluminal angioplasty of the vertebral arteries. *Radiology* 139: 715-717, 1981
- 11) 西谷和敏, 上田 伸, 松本圭蔵, 阿川昌仁, 高瀬憲作: 超音波による頸部頸動脈狭窄症の術前評価. *Neurosonology* 9: 68-73, 1996
- 12) 野村栄一, 梶川成子, 梶川 博, 山村邦夫, 住岡真也, 渡辺千種, 郡山達男, 山口慎也, 中村重信: 一過性脳虚血発作もしくは無症候性脳梗塞を呈した片側内頸動脈閉塞症における中大脳動脈経頭蓋ドップラー所見の検討. *広島医学* 49: 661-664, 1996
- 13) 野村栄一, 郡山達男, 山口慎也, 原田俊英, 中村重信, 梶川成子, 梶川 博: 無症候性脳梗塞の予知因子としての頸動脈硬化性病変の検討. *広島医学* 49: 771-773, 1996
- 14) 野村栄一, 郡山達男, 山口慎也, 梶川 博, 中村重信: 頸動脈の動脈硬化性病変の進展に関する予知因子の検討—特に血栓・止血学的指標との関連—. *臨床神経* 36: 741-745, 1996
- 15) North American Symptomatic Carotid endarterectomy (NASCET) Steering committee: North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial. Methods, patients, characteristics and progress. *Stroke* 22: 711-720, 1991
- 16) 緒方 絢: 頸動脈プラークの病理組織学的所見と超音波所見. *Neurosonology* 10: 61-65, 1997
- 17) 坂井信幸, 小田恭弘: 狭窄性病変に対する経皮的血管拡張術. 菊池晴彦, 中沢省三 (監): 脳神経外科領域における血管内手術法, 東京: ヘルス出版, 1995, pp129-136
- 18) 高橋 明, 吉本高志: 第9回日本脳神経血管内手術研究会全国調査グループ: 頭蓋外経皮的血管形成術に関する全国調査報告. 第9回日本脳神経血管内手術研究会講演集. 1993
- 19) 高瀬憲作, 上田 伸, 松本圭蔵: 超音波断層法 (Bモード) による頸部頸動脈狭窄病変の検討—ビデオ録画を用いた連続的断層像—. *Neurosonology* 2: 70-75, 1989
- 20) 寺田友昭, 横手秀行, 中村善也, 津浦光晴, 中井国雄, 西

- 口 孝, 板倉 徹, 林靖二, 駒井則彦, 兵谷源八, 板谷勝美: 内頸動脈血管形成術用 blocking balloon catheter の開発. 脳外 21 : 891-895, 1993
- 21) Theron J, Melancon D, Ethier R: "Pre" subclavian steal syndromes and their treatment by angioplasty. Neuro-radiology 27 : 265-270, 1985
- 22) 田路浩正, 梶川威子, 梶川 博, 山村邦夫, 藤井省吾, 和田 学, 梶川 学, 廣川 裕, 中村重信: 一側内頸動脈閉塞症 18 例における症候性ならびに無症候性脳梗塞の検討. 広島医学 48 : 47-50, 1995
- 23) Tsai FY, Matovich V, Hieshima G: Percutaneous transluminal angioplasty of the carotid artery. AJNR 7 : 349-358, 1986

文献抄録

Oxygen Inhalation Can Differentiate Gaseous from Nongaseous Microemboli Detected by Transcranial Doppler Ultrasound **Droste DW, Hansberg T, Kemény V, Hammel D, Schulte-Altendorneburg G, Nabavi DG, Kaps M, Scheld HH, Ringelstein EB**

Stroke 28: 2453-2456, 1997

経頭蓋超音波法 (TCD) において特徴的な音を伴って検出される high intensity signal は, これまでの動物実験や臨床研究により気泡性か固形成分の微小塞栓子であることが確認されている. 検出される微小塞栓子の大部分は無症候性であるが, 塞栓源の活動性や部位の同定の助けとなり, またその検出例での塞栓症発症頻度の増加に関する知見も得られている. 本検出法を発展させていく意義は, 塞栓症に対する予防的治療を行うべき患者の選別に利用できるかと言う点にあるといえよう. 本検出法が今後解決すべき問題点として, 微小塞栓子の性状鑑別がある. これまでに心臓機械弁置換患者において検出される微小塞栓子は大部分気泡成分であるとする報告がある. 著者らも, 機械弁置換患者に酸素を吸入させると embolic signal (以下 ES) 数が顕著に減少し, 同患者における ES がほとんど気泡性であることを報告してきた. 本論文では対象を広げ, 血管原性塞栓症患者の塞栓子が非気泡成分であることを証明することを目的としている.

機械弁患者 20 例, 塞栓源となる血管病変を持つ患者 78 例, コントロール 20 例に対して, 室内空気下で 30 分間, 酸素吸入 (6L/min) フェイスマスク下で 30 分間, 中大脳動脈または後大脳動脈を TCD によりモニターし, ES を検出した.

機械弁患者では酸素非吸入下に比し吸入下で有意に ES が減少したが (144 versus 63; $P=0.002$), 有血管塞栓源患者では, 有意な減少を認めなかった (145 versus 135; NS). コントロール群では ES を検出しなかった.

機械弁患者においては機械弁周囲に気泡形成 (cavitation) を認めることが明らかにされているが, 酸素吸入により血中の酸素分圧が上昇すると, 気泡形成が抑制されるとともに, 形成された気泡もすばやく再溶解し, 循環血液内への気泡の流入も減少する. 機械弁患者の ES は酸素吸入時に減少することにより, 大部分気泡成分であると言える. 一方, 血管に塞栓源を有する患者においては, 酸素吸入で ES が減少せず, 同患者での ES が気泡性ではなく, 血栓や粥腫由来の固形成微小栓子であることが証明された.

酸素吸入という単純な操作が, TCD により検出される微小塞栓子の性状解析の一助になることが明らかにされた.

(大阪大学 第一内科 松本昌泰)