危険性の高いプラークの内膜剝離術の留意点

吉本 哲之, 金子 貞男

Tips in Carotid Endarterectomy for the Vulnerable Plaque

Tetsuyuki YOSHIMOTO, M.D. and Sadao KANEKO, M.D.

Kashiwaba Neurosurgical Hospital, Sapporo, Hokkaido, Japan

Summary: The vulnerable plaque associated with motion of intraplaque contents plays an important role symptomatic carotid stenosis. Embolic stroke often recurs and can worsen in prognosis. Carotid endarterectomy is mainly selected for the surgical treatment to avoid embolic risk. However, care must also be taken in the surgical procedure to avoid risk.

Key words:

- ・ vulnerable plaque
- ・ embolus
- ・ echo
- ・ CEA

Surg Cereb Stroke
(Jpn) 41: 325-328, 2013

はじめに

症候性内頸動脈狭窄の診断におけるプラークの質的評価は病態の解明や治療法の検討に非常に重要である。さらに近年、エコーやMRIなどによるプラーク診断の進歩は、質的診断の向上に寄与し複雑な病態の解明を可能にしている。これらの検査上、危険性が高いと評価されたプラークは薄い繊維性皮膜下に脂質コアやプラーク内出血を主体とするために概して柔らかく、潰瘍を合併することが多いため再塞栓性のポテンシャルが高いことから不安定性プラークと呼ばれる⁹⁾。これらのプラークは一般にCTで低吸収域、MRIではT1, T2強調画像とともに高信号を呈し、またエコーでは低エコー信号を呈することにより、診断が可能であり¹⁰⁾、これらの精査によって再塞栓性の危険性を把握し、より再塞栓性の予防効果の高い治療を選択することが可能となる。

エコー検査は石灰化を伴う場合にはその性状の正確な判定は困難になるが、他の検査と比較し、動的な細部の性状評価を行うことができる。われわれは以前よりエコー検査上血管の拍動と異なるプラーク内部の主に長軸方向への動きとそれに伴う上皮の陥凹をプラークの“揺動性”としてとらえ、それに認められる特徴的な病態や再発リスク、予後などの検討を加え、その臨床像の重要性を唱えてきた⁴⁾。今回はその揺動性プラークの臨床的特徴についてまとめ、その上で外科的加療における留意点について検討を加えたので報告する。

揺動性プラーク

(motion of intraplaque contents) (Fig. 1)

揺動性プラークとは頸動脈プラークの内部の構造物が血管の拍動と位相を異にして長軸方向に動くプラークのことであり、プラーク内部の動きに注目した用語である。拍動

Fig. 1 Ultrasound sonography shows a typical view of "motion of the intraplaque contents."

Fig. 3 MRI DWI shows scattered high intensity spots as lining on the watershed zone, involving the cortical surfaces.

Fig. 2 An operative finding of a plaque sample, showing motion of the intraplaque contents on echo, harvested by CEA.

と異相性であることは拍動の動きが波打つように伝わる柔らかな組織であることを示し、またそれに伴いその上皮が陥凹する動きを呈している⁴⁾。エコー所見に基づいた不安定性プラークの評価の報告は少ない³⁾⁵⁾⁸⁾。Ogataらは可動性プラークを4つに分類し、ulcerに向うプラークの拍動性移動を fluctuating-ulcer-type としている⁸⁾。われわれの揺動性プラークの所見に重なる部分もあるが、揺動性プラークは mobile plaque ではなく、plaque 内部の長軸方向の動きに着眼している点で異なると考えている。不安定性プラークのエコー所見の特徴としては heterogenous な low echogenicity が多く、上皮の陥凹とともに、多くの場合に上皮の欠落(潰瘍構造)を認める¹⁾²⁾⁶⁾⁷⁾。狭窄の程度や石灰化の合併はさまざまである。内膜剝離術で摘出した揺動性プラークの標本を観察すると、プラーク内部は一部に

出血が混在し、変性した lipid-rich な内容物が多く、泥状化している場合も認められる。この内容物が潰瘍部より血管内腔に突出し、遊離する直前の状態で認められることもあり、塞栓症の原因となることがうかがえる(**Fig. 2**)。

症候性内頸動脈狭窄の中でエコー検査上揺動性プラークを呈する症例は少なくなく、その病態像や臨床像に非常に特徴を有している。揺動性プラークの発生頻度は以前のわれわれの検討では脳梗塞連続 1,789 例中症候性内頸動脈狭窄 147 例で、その中の 86 例(58.5%)約半数以上に揺動性プラークの病態への関与が認められた⁴⁾。特徴的な病態像は発症時 MRI の所見に多く認められる散在性多発性脳梗塞である。塞栓源としては揺動性プラークがその塞栓源となることが多く、プラーク上皮の欠損を通り揺動性プラーク内部の物質が血流によって飛来し塞栓することは容易に考えられうるが、高度狭窄や潰瘍病変に伴う血栓形成による artery to artery 塞栓も原因となりうる。この病態を呈する脳梗塞は MRI 上散在性に認められるが、非常に細かな粒子として塞栓するため、病巣が深部大脳白質、いわゆる watershed zone に起こることも多く認められる(**Fig. 3**)。あたかも画像所見より hemodynamic compromise な原因と考えやすいが、大脳皮質に梗塞巣が存在することが特徴である¹¹⁾。

また、その予後も1つの臨床的特徴であり、われわれの検討では、症候性内頸動脈狭窄症の中で揺動性プラークを有する患者の予後が有意に悪かったことが認められている⁴⁾。揺動性プラークからの脳塞栓症の診断下でヘパリンを用いた急性期保存的加療中にエコー検査上プラーク内の内容物の減少と MRI 上新たな梗塞巣の出現を経験することが多い。そのため、揺動性プラークを有する場合の保存

Fig. 4 A: Ultrasound sonography showed motion of the intraplaque contents.
B: The same view taken after two weeks showed the decreased contents.

A | B

的加療中における再発性について検討を行った。

揺動性プラークによる再塞栓性の検討

対象は2010年から2012年に脳梗塞で当科入院となった症候性内頸動脈狭窄症のうち入院時のエコー検査において揺動性プラークを認めた23例である。入院時のMRI DWI (diffusion weighted image)ですべて梗塞巣は散在性を呈していた。当院の症候性内頸動脈狭窄性病変に対する治療のプロトコールに従い入院後の加療はACT (活性化全凝固時間)のコントロール下にヘパリンを用いて保存的に行い、約3週後の脳血流評価の結果を踏まえて内膜剝離術などの血行再建術を行っている。方法はその保存的加療期間中に行われたエコー所見で入院時に認められた揺動性プラークの変化を観察することである。結果、23人中9人(39%)において3週間以内に揺動性プラークの内容物は明らかに減少しており、それによりエコー上潰瘍形成の程度が明瞭になっていた(**Fig. 4A, B**)。それに伴いMRI DWIではほとんどの症例で新たな梗塞巣の増加を認められたが、症候性は少なくほとんどが無症候性であった。これらの結果から、ヘパリンによる保存的加療は再発抑制の効果は低く、約40%の頻度で発症3週間の短期間で再発を起こしやすいことが明らかになった。

このように症候性内頸動脈狭窄症の中で揺動性プラークの場合には上記のような病態の特徴を有するため、その治療についてはタイミングや治療法など十分に検討する必要がある。

Surgical option について

揺動性プラークの内頸動脈狭窄症の治療選択(CEA or

Fig. 5 The operative finding of CEA. The distal side of the internal carotid artery was dissected, avoiding being touched itself.

CAS)はそのプラークが非常に fragile であることが重要なポイントである。最近では血管内治療においてもフィルターやバルーンなど、さまざまなデバイスを駆使し術中塞栓予防しているが、それに相反して頸動脈の遮断に伴う術中虚血の危険性は存在する。そのため治療の安全性や確実性を考慮しCEAがfirst choiceになると考えている。しかし、CEAにおいても操作中における術中塞栓は十分に危険性があり注意しなければならない。

CEAのポイント

CAEの術中塞栓を防ぐ最大のポイントは露出や確保の際に“むやみに内頸動脈に触らない”ことである。CEAにおいて近位や遠位の頸動脈の確保は必須であるが、露出された頸動脈全長にわたる全周性の確保の必要性はない。全周性の確保(頸動脈の裏側の剝離)は総頸動脈近位端と内

頸動脈遠位端で血管テープを通す部分のみで十分であり、その剥離の際でも直接血管には触らず、シースを優しく持ち上げ、ゆっくりと最小限に裏側を剥離することが大切である (Fig. 5)。外頸動脈確保の際も全周性に剥離する必要はない。頸動脈の裏面を剥離しないことによって、術後の下位脳神経の麻痺による嘔声や嚥下障害の危険性も減少する。さらに重度の揺動性プラークで塞栓物質がすでに内腔に浮遊し、塞栓の飛来の危険性がより高いと危惧された場合には、総頸動脈近位側と外頸動脈のごく短時間の一時遮断を行い、確保のための剥離を進める場合もある。この場合には総頸動脈側の遮断のみでは不十分である。また、術前の3D-CTなどにより、頸動脈分岐部近位の裏側より動脈の分枝が確認されている場合には、内シャントチューブを挿入後、その部分の剥離、遮断を行うことで、処置は可能である。

われわれはCEAの際、術中の虚血をなるべく最小限にとどめるため、内シャントチューブを基本的に全例に使用している。頸動脈の露出範囲の決定やチューブの挿入における動脈内のプラークの位置関係、特に内頸動脈側の遠位端の位置が重要になる。内頸動脈の硬さを触知することによりプラーク位置の判別は可能であるが、揺動性プラークの場合には触ることにより塞栓の飛来の危険性があるため、われわれは食道用エコープローブを軽くあて、エコー下にプラークの進展の範囲を認識している。このエコープローブは小さいため分岐部がより高位置の場合でも使用することが可能であり、有用である。また、剥離後血管縫合後に内腔に浮遊しているプラークの取り残しなどを観察することができるため、術直後の検査としても用いることができる。

内シャントチューブの挿入は頸動脈の近位端と遠位端のみの小切開で挿入する。これにより摘出するプラークを潰瘍病変や揺動性部分などプラーク本体を傷めず、摘出することができ、その後プラークの細かな観察が可能となる。

最後に治療のタイミングであるが、今回の検討では揺動性プラークの場合、3週間以内の再梗塞が画像上約40%に認められ、3週以降の待機手術の危険性を示唆していると思われる。狭窄度の低い場合には待機せず早期に行うことにより再発の危険性を減らせることが可能となるが、高度狭窄の場合には術後のhypereperfusionについても考慮しなければならない。その予防的血流評価は梗塞後脳血流の安定する発症後約3週以降に行われるため、それまでの保存的治療の間の再梗塞のリスクが存在する。明確なプロトコルを描くことは困難だが、症例ごと再発のリスクとhyperperfusionのリスクを評価し、crescendo ischemic

attackなど臨床所見やエコーなどの検査上の塞栓物質の状態などを総合的に検討して、時機を逸しないように手術のタイミングを決めるべきである。

ま と め

われわれの提唱している脆弱なプラーク(揺動性プラーク)の特徴は、症候性内頸動脈の約半数に存在し、空間的、時間的多発性な梗塞を起こし、保存的治療に難治性で再塞栓の危険性が高いことがあげられる。それらの危険性を考慮して治療法としては内膜剥離術が第一選択となるが、術中の塞栓を避けるための内頸動脈の接触を極力最小限にする“触らないCEA”が重要であり、その治療法とそのタイミングには十分な検討が必要である。

文 献

- 1) Eliasziw M, Streifler JY, Fox AJ, *et al*: Significance of plaque ulceration in symptomatic patients with high-grade carotid stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy trial. *Stroke* 25: 304-308, 1994
- 2) Fisher M, Paganini-Hill A, Martin A, *et al*: Carotid plaque pathology: thrombosis, ulceration, and stroke pathogenesis. *Stroke* 36: 253-257, 2005
- 3) Hill SL, Brozyna W: Extensive mobile thrombus of the internal carotid artery: a case report, treatment options, and a review of the literature. *Am Surg* 71: 853-855, 2005
- 4) Kashiwazaki D, Yoshimoto T, Mikami T, *et al*: Identification of high-risk carotid artery stenosis: motion of intraplaque contents detected using B-mode ultrasonography. *J Neurosurg* 117: 574-578, 2012
- 5) Lenzi GL, Vicentini E: The ruler is dead: an analysis of carotid plaque motion. *Cerebrovasc Dis* 23: 121-125, 2007
- 6) Morgenstein LB, Fox AJ, Sharpe BL, *et al*: The risks and benefits of carotid endarterectomy in patients with near occlusion for the carotid artery. *Neurology* 48: 911-915, 1997
- 7) Muraki M, Mikami T, Yoshimoto T, *et al*: New criteria for the sonographic diagnosis of a plaque ulcer in the extracranial carotid artery. *AJR Am J Roentgenol* 198: 1161-1166, 2012
- 8) Ogata T, Yasaka M, Wakugawa Y, *et al*: Morphological classification of mobile plaques and their association with the early recurrent stroke. *Cerebrovasc Dis* 30(6): 606-611, 2010
- 9) Pelisek J, Eckstein HH, Zernecke A: Pathophysiological mechanisms of carotid plaque vulnerability: Impact on ischemic stroke. *Arch Immunol Ther Exp* 60(6): 431-442, 2012
- 10) Sasaki M: Plaque imaging for stenotic lesions of the cervical carotid artery. *No Shinkei Geka* 40(7): 579-584, 2012 (Japanese)
- 11) Yong SW, Bang OY, Lee PH, *et al*: Internal and cortical border-zone infarction: Clinical and diffusion-weighted imaging features. *Stroke* 37: 841-846, 2006