頸部主幹動脈の動脈硬化性病変に対する PTA 治療の経験

宮城 修¹, 藤巻 広也¹, 朝倉 健¹, 宮崎 瑞穂¹
根岸 正敏², 曲沢 聡², 高玉 真², 柴崎 尚²
大江 千廣², 岩井 丈幸³, 内藤 功³

Percutaneous Transluminal Angioplasty for Arteriosclerotic Stenosis of Cervical Supra-aortic Arteries

Osamu MIYAGI, M.D.,¹ Hiroya FUJIMAKI, M.D.,¹ Ken ASAKURA, M.D.,¹
Mizuho MIYAZAKI, M.D.,¹ Masatoshi NEGISHI, M.D.,² Satoru MAGARISAWA, M.D.,²
Shin TAKADAMA, M.D.,¹ Takashi SHIBAZAKI, M.D.,¹ Chihiro OHYE, M.D.,²
Tomoyuki IWAI, M.D.,³ and Isao NAITO, M.D.³

¹Department of Neurosurgery, Maebashi Red Cross Hospital,

²Department of Neurosurgery, Gunma University School of Medicine, and

³Department of Neurosurgery, Geriatric Research Institute and Hospital,
Maebashi, Japan

Summary : Eleven patients with supra-aortic artery stenoses were treated with percutaneous transluminal angioplasty (PTA). These cases included 8 vertebral arteries, 3 internal carotid arteries, and 2 subclavian arteries. Minor complications occurred in 3 cases. One internal carotid artery and 1 femoral artery suffered from intimal dissection; bradycardia and mild hypotension due to carotid sinus reflex occurred in another case. No permanent complications were experienced. Except for one stenosis at the origin of vertebral artery and one case of subclavian artery, stenoses were dilated with good results. During the follow-up of 3 to 12 months (mean: 9 months) in 10 patients, 3 stenoses at the origin of vertebral artery were involved with restenosis. All the patients with stenoses of internal carotid arteries and trunk of vertebral arteries have been treated with satisfactory dilations. In only 1 stenosis at the origin of vertebral artery, recurrent cerebellar infarction appeared 6 months after PTA.

According to pathological and hemodynamic studies, the stenoses of vertebral and subclavian arteries can be treated by PTA safely. However, for fear of embolism, the application of PTA in the stenoses of internal carotid arteries is still controversial. To prevent embolism, balloon-mounted guiding catheters were used in our internal carotid lesions. On the basis of our own results, PTA is a useful method for supra-aortic artery stenoses.

Key words :

- percutaneous transluminal angioplasty
- arteriosclerotic stenosis
- supra-aortic arteries

¹前橋赤十字病院 脳神経外科, ²群馬大学 脳神経外科, ³老年病研究所付属病院 脳神経外科 (受稿日 1992.5.6)

[連絡先: 〒374 館林市成島 262 館林厚生病院 脳神経外科 宮城 修]

はじめに

1964年, Dotter & Judkins⁶⁾が percutaneous transluminal angioplasty (PTA)による治療を考案した。その後, balloon catheterの改良に伴い, 冠動脈に限らず腎動脈や四肢血管の狭窄病変にも応用され, 良好な結果を得てきた。しかし, 脳へ血液を供給する頸部主幹動脈の狭窄病変では, 末梢への塞栓が危惧され, 適用されることがなかった。1980年に Kerber¹¹⁾が総頸動脈の狭窄病変を balloon catheterを用いて拡張し, 1981年に椎骨動脈のPTA症例を Motarjeme¹³⁾が報告した。その後, 頸部主幹動脈の動脈硬化性狭窄病変に対するPTAが数多く試みられている。我々は11例の頸部主幹動脈の狭窄病変に対し, 再発予防の目的でPTA治療を試みた。手技や適応について述べるとともに, その後のfollow-up studyから若干の知見を得たので報告する。

対象および方法

11症例の内訳は8椎骨動脈, 3内頸動脈, 2鎖骨下動脈の合計13血管で, 男性9人, 女性2人, 年齢は55歳から67歳である。椎骨動脈症例中5血管は起始部, 2血管はfirst portion (V_1), 1血管はsecond portion (V_2)の狭窄病変であった。2例の鎖骨下動脈病変では血管撮影でsubclavian steal phenomenonが確認された。内頸動脈3例の狭窄部は総頸動脈分岐部より末梢に存在した。11例中1例(Case 7)は同側の内頸動脈と椎骨動脈に狭窄を認め, 1例(Case 1)は両側の椎骨動脈に狭窄が存在した。方法は大腿動脈経由で, 椎骨動脈症例に対しては拡張時外径1.5~4.0 mmのPTCA用balloon catheterを使用した。内頸動

脈病変に対しては5~6 mm, 鎖骨下動脈病変では6~8 mmのballoon catheterを使用した。PTA balloonの拡張は6~8気圧-90秒-3回を基準に行なった。術中の血栓形成を予防するためにヘパリン3,000単位を静脈内投与し終了後は同血管内にウロキナーゼ12万単位を注入した。さらに翌日までヘパリン5,000単位/1,000 mlの持続点滴を行なった。以下に代表例を提示する。

<Case 4> 66歳, 男性。

1991年8月12日, 右上下肢のしびれが出現し, 翌日には失調性歩行, 複視がみられたため来院した。血管撮影にて右椎骨動脈閉塞と左椎骨動脈起始部の90%以上の狭窄が確認され, 薬物療法を試みたが, 失調性歩行と複視を反復したため, 11月15日, PTAを行なった。最初に外径2 mmのballoonで8気圧-90秒-3回, 次に4 mmのballoonで同様にPTAを行い, 十分な拡張が得られた。術中に虚血症状は認められず, 術後1週目頃から症状は消失した。手技中にintroducing sheathによる大腿動脈の内膜剝離を生じたが, 特に問題は見られなかった。6カ月後の血管写で50%の再狭窄を認めたが, 症状の再発は認めてない(Fig. 1)。

<Case 8> 65歳, 男性。

1991年6月13日, 左半身麻痺と知覚障害で発症し, 痙攣重積状態に陥ったため, 翌日, 当科に紹介された。CT-scanにて右大脳半球と基底核に梗塞巣が認められ, 脳血管撮影で右内頸動脈に80%の狭窄部が確認された。入院後, 左半身麻痺の改善傾向を認めたこと, 2回の狭心症発作を生じたことから, 再発を予防する目的で, 7月5日,

Fig. 1 95% stenosis at the origin of left vertebral artery. A: Angiogram before PTA. B: Angiogram just after PTA. C: Restenosis was observed in 6 months after PTA.

A|B|C

Fig. 2 80% stenosis of right internal carotid artery. A: Angiogram before PTA. B: Angiogram just after PTA. Intimal dissection caused with tip of balloon catheter (arrow). C: Mild restenosis was observed in 12 months after PTA.

A|B|C

Fig. 3 80% web like stenosis of left subclavian artery (arrow). A: Angiogram before PTA. B: Angiogram just after PTA. C: No restenosis was observed in 10 months after PTA.

侵襲の少ない PTA を試みた。外径 5 mm と 6 mm の balloon を用いて、各々 8 気圧-90 秒-4 回の PTA を行い、十分な血管拡張を得た。狭窄部の末梢に catheter の先端による内膜剝離を生じたが、臨床的に問題はなかった (Fig. 2)。退院時には左半身麻痺は改善し、12 カ月後の血管写で軽度の再狭窄を認めたが、脳梗塞の再発はなかった。

<Case 10> 64 歳、男性。

1991 年 7 月 15 日、左上肢の脱力感と構音障害があり近医を受診した。7 月 23 日、当科受診時には構音障害は改善していたが、左上肢の重い感じがあった。セルジンガー法による左椎骨動脈撮影の際に椎骨動脈に流れた造影剤が鎖骨下動脈に逆流する所見がみられた。これは左鎖骨下動脈近位部に 80% の web like stenosis (水かき様狭窄) があり、5Fr. の血管撮影用カテーテルが狭窄部を閉塞し、sub-

clavian steal の状態を生じたものと考えられた。9 月 2 日、狭窄部の完全閉塞の予防を目的に PTA を行った。術中に balloon catheter を利用して狭窄部周辺の動脈圧を測定したところ狭窄部の近位部で 170 mmHg、catheter が狭窄部を閉塞した状態の末梢部圧は 80 mmHg であった。外径 8 mm の balloon catheter を用いて 6 気圧-90 秒-3 回の PTA を行い、満足すべき拡張が得られた (Fig. 3)。PTA 後の狭窄部末梢の動脈圧は 120 mmHg であった。9 月 3 日、退院し、2 週間後には左上肢の重い感じも消失した。10 カ月後の血管写で良好な拡張が確認され、症状の再発はみられていない。

結 果

PTA の結果を評価するために、血管写上の PTA 後の残存狭窄度が 10% 以下を excellent, 10~50% を good,

Table 1 Clinical presentation and results of PTA

No.	Symptoms	Lesion Location	Preangioplasty	Postangioplasty		Complication	Clinical results (Recurrence and new symptoms)
			Stenosis(%)	Stenosis(%) just after PTA	(Angiographic results) (Months) follow up results		
1.	diplopia, ataxia r-hemiparesis	I-V•A*	90%	25%(good)	30%(good) <6Mo.>	nothing	r-cerebellar infarction, 6Mo. after PTA
		r-V•A	90%	75%(poor)	70%(poor) <6Mo.>	"	
2.	drop attack	I-V•A r-V•A	95% hypoplasty	40%(good)	40%(good) <12Mo.>	"	improved, R(-), N(-)
3.	r-hemiparesthesia	r-V•A I-V•A	90% occlusion	20%(good)	60%(poor) <10Mo.>	"	improved, R(-), N(-)
4.	diplopia, r-hemi- paresthesia	I-V•A I-V•A	95% occlusion	5%(excellent)	50%(poor) <6Mo.>	femoral art. dissection	improved, R(-), N(-)
5.	truncal ataxia	I-V•A* r-V•A	90% occlusion	40%(good)	10%(excellent) <6Mo.>	nothing	improved, R(-), N(-)
6.	r-leg weakness	r-V•A I-V•A	80% hypoplasty	30%(good)	80%(poor) <4Mo.>	"	improved, R(-), N(-)
7.	r-1/4 hemianopsia	r-V•A**	75%	5%(excellent)	0%(excellent) <7Mo.>	"	no change, R(-), N(-)
		I-V•A	hypoplasty				
		r-I•C	90%	0%(excellent)	0%(excellent) <6Mo.>	"	
8.	l-hemiparesis	r-I•C	80%	20%(good)	30%(good) <12Mo.>	intimal dissection	improved, R(-), N(-)
9.	TIA(l-arm weakness)	r-I•C	80%	30%(good)	20%(good) <4Mo.>	bradycardia	R(-), N(-)
10.	dysarthria, dullness of left arm	I-S•A	80%	10%(excellent)	10%(excellent) <10Mo.>	nothing	improved, R(-), N(-)
11.	gait disturbance	I-S•A	80%	60%(poor)	not examine	"	no change, N(-)

V•A : vertebral artery, I•C : internal carotid artery, S•A : subclavian artery, R : recurrence, N : new symptoms, excellent : residual stenosis $\leq 10\%$, good : $10\% < \text{residual stenosis} \leq 50\%$, poor : residual stenosis $> 50\%$, *first portion of vertebral artery, **second portion of vertebral artery.

50%以上を poor とした。PTA 直後の評価では、椎骨動脈では起始部狭窄の 5 血管は、excellent : 1, good : 3, poor : 1 で、V₁ および V₂ 狭窄の 3 血管は、excellent : 1, good : 2 であった。内頸動脈狭窄の 3 血管では excellent : 1, good : 2, 鎖骨下動脈狭窄例は excellent : 1, poor : 1, という結果が得られた (Table 1)。PTA 中および PTA 後に虚血症状を呈した症例はなかったが、内頸動脈病変で、1 例に狭窄部の末梢に無症候性の内膜剝離を、他の 1 例で PTA 中に頸動脈洞反射による徐脈と血圧低下 (収縮期血圧 80 mmHg) があった。椎骨動脈起始部の症例で poor の 1 例 (Case 1) は狭窄部に石灰化を伴っていると思われる、PTA 後に石灰化の部分が陰影欠損として描出された (Fig. 4)。この症例は 6 カ月後に右小脳梗塞の再発をみた。拡張が不十分であった鎖骨下動脈狭窄例 (Case 10) は、血管撮影中に左上肢の運動負荷を行うと、subclavian steal phe-

Fig. 4 90% stenosis at the origin of right vertebral artery. A: Angiogram before PTA. B: Angiogram just after PTA. Protruding shadow was considered as calcification of stenosis.

A/B/C

Fig. 5 75% stenosis at the second portion of right vertebral artery. A: Angiogram before PTA. B: Angiogram just after PTA. C: Stenosis disappeared completely in 7 months after PTA.

nomenon がみられ、動脈径は 12 mm と太く、適合する PTA balloon を入手できず、外径 8 mm の PTA balloon を用いた。拡張は不十分であったが、術後の血管撮影で subclavian steal phenomenon は改善した。

1 例を除き 4 カ月から 12 カ月 (平均 9 カ月) の follow-up study が行えた。椎骨動脈起始部狭窄例において、excellent と good の 4 例中 3 例が再狭窄のため poor と評価されたが、V₁、V₂ 狭窄例では、再狭窄はみられず、その後の血管写で、さらに狭窄部の改善を認めた症例もみられた (Fig. 5)。内頸動脈狭窄例では、1 例で軽度の再狭窄が見られたが、他の 2 例では十分な拡張が維持されていた。鎖骨下動脈狭窄例は 1 例のみ追跡したが、再狭窄はなく、むしろ内壁の平滑化が見られた。臨床的には、1 例で再梗塞を生じた以外に、再発や新たな症状は認めていない。

考 察

1. 椎骨・鎖骨下動脈狭窄病変に対する PTA

現在までに、椎骨動脈起始部や鎖骨下動脈の狭窄に対する PTA の有用性について多くの報告があるが³⁾⁴⁾⁷⁾、一つはこの部位の外科的処置が困難で、習熟した外科医によっても morbidity : 10~23%, mortality : 2%, と合併症が多いことである⁵⁾。また PTA が比較的安全に行える要因として、椎骨動脈起始部の病変では潰瘍形成が少ないこと⁸⁾、鎖骨下動脈狭窄例で subclavian steal phenomenon を呈している逆行性の血流が、PTA 後に順行性に戻るには 20 秒以上を要すること¹⁴⁾などが、PTA に伴う末梢塞栓の危険性を少なくしているものと考えられている。

現在までに鎖骨下動脈狭窄の PTA 症例は 436 例が報告され、success rate は 96.1%, permanent damage を生じ

た major complication : 0.2%, 一過性の minor complication : 4.1% と外科治療にまさる結果を得ているが、完全閉塞例では success rate は 15~30% と不満足な結果である。また椎骨動脈の PTA 症例は 136 例が報告され、success rate : 94.8%, major complication : 0%, minor complication : 4% と良好な結果が報告されている¹⁰⁾。

我々が経験した椎骨・鎖骨下動脈の PTA 治療例で、鎖骨下動脈の 1 例を除く 10 血管の follow-up study では、椎骨動脈の V₁ および V₂ 狭窄例は再狭窄が少なく、数カ月後にさらに拡張を示した症例もみられた。椎骨動脈起始部狭窄例で、PTA 直後に十分な拡張が得られなかった症例は、狭窄部の石灰化が予想された。また PTA 直後は good 以上であった 4 血管中 3 血管で著しい再狭窄をみた。このように椎骨動脈起始部の狭窄病変は PTA 治療に抵抗する傾向が見られたが、その一因として、同部は鎖骨下動脈からの移行部に当り、鎖骨下動脈の硬化性変化も狭窄病変になんらかの影響を与えていることが予想され、病理学的検討が待たれるところである。さらに、補助検査として血管内超音波内視鏡などによる狭窄部の性状を把握することも重要と思われた。今後、再狭窄血管に対して行われる PTA の効果も興味ある問題である。

現在、我々は、椎骨動脈狭窄における PTA 治療の対象を対側血管の閉塞や低形成を伴った狭窄病変、あるいは両側性の狭窄病変に限り、一侧の椎骨動脈が十分な血流を維持していると思われる症例は除外しているが、Case 1 のように一侧の狭窄部が十分に拡張されたにもかかわらず、梗塞の再発を生じた例や、対側から十分な血流が維持されている片側性病変で小脳梗塞を生じた例を考慮すると、一側性の狭窄例に対しても PTA 治療の適応があると考えて

Fig. 6 Schemata indicate prevention of embolism with PTA of internal carotid artery. **A:** Balloon mounted guiding catheter is placed in common carotid artery and occlusive balloon is placed in external carotid artery. Arrow shows stenosis of internal carotid artery. **B:** Angioplasty is performed. Other balloons are inflated just before finish of angioplasty. **C:** After deflation and withdrawal of angioplasty balloon, embolic materials are aspirated through the guiding catheter. Occlusive balloon dams up blood flow from external carotid artery to internal carotid artery. a=occlusive balloon catheter, b=balloon mounted guiding catheter, c=angioplasty balloon catheter.

いる。

鎖骨下動脈狭窄の1例 (Case 11) は無症候性の狭窄病変と考えられたが、血管撮影中に左上肢の運動負荷により、subclavian steal phenomenon が観察され、同血管の完全閉塞に対する治療の困難さを考慮すると、予防的に PTA を行うことも適応の一つと考えられる。

2. 内頸動脈狭窄病変に対する PTA

内頸動脈の狭窄病変に対する PTA については、椎骨動脈と異なりこの部の狭窄病変は潰瘍形成を伴っていることが多く⁹⁾、PTA による末梢への塞栓が懸念されるため、一般的な治療にいたっていない。

1981 年に Mathias¹²⁾ によって内頸動脈の PTA が報告され、その後、数多くの報告が見られているが^{2) 17)}、Kachel ら¹⁰⁾ は 35 例の内頸脈狭窄に対して PTA を行い、恒久的な神経脱落症状の合併はなかったと報告している。彼らは 111-indium platlet scintigraphy を行うことで血栓の有無を確認し、血栓を有する症例は PTA 治療から除外している。さらに、Theron ら¹⁶⁾ は、末梢塞栓を予防するために、狭窄部の末梢を他の balloon で一時的に閉塞し、遊離した塞栓物質をガイディング・カテーテルから吸引する方法を考案している。それによって潰瘍形成の疑われる症例にも PTA が適用できると述べている。我々はバルー

ン付きのガイディング・カテーテルを用いて狭窄部の近位部を一時的に閉塞し、内頸動脈のバック・フローを利用し血液を吸引除去することで、塞栓が末梢へ遊離するのを予防している (Fig. 6)。また、末梢塞栓を生じた場合の処置として、高橋¹⁵⁾ は即座に t-PA を局所注入することで合併症を回避しており、補助的な薬剤療法的重要性を述べている。

現在までに内頸動脈狭窄に対する PTA の報告は 177 例あり、success rate : 93.2%, major complication : 1.7%, minor complication : 2.3%, mortality rate : 0% で、外科治療における perioperative stroke rate : 5.1%, mortality rate : 2.3%¹⁾ に劣らない結果を報告している¹⁰⁾。

我々が経験した内頸動脈狭窄例は 2 例 (Case 7, 9) が冠動脈バイパス手術を受けており、1 例 (Case 8) は入院中に反復する狭心症発作を認めたため、侵襲の少ない PTA 治療を行った。手技中に 1 例で頸動脈洞反射による徐脈と血圧低下をみたが、アトロピンを用いることで症状は速やかに解消し、新たな合併症もなく翌日退院した。follow-up study では、1 例に軽度の再狭窄を認めたが、他の 2 例では十分な拡張が維持されており、その中の 1 例では 4 カ月後の血管写で、PTA 直後に比べてさらに狭窄部の拡張が確認された。

内頸動脈狭窄病変に対する PTA の適応については、血

栓を伴う潰瘍形成がなく、狭窄部に屈曲がないこと、大動脈弓近位部や高位の病変で手術が困難な症例や内膜剥離術後の再狭窄例があげられるが、我々の症例のように心疾患を合併し、全身麻酔が負担となる患者に対しても良い適応と考えられる。

ま と め

椎骨動脈起始部の狭窄例は、PTA 後に高率に再狭窄がみられ、今後、再狭窄に対する PTA の効果を検討する必要がある。椎骨動脈幹部や内頸動脈の狭窄病変に対する PTA は、術後の追跡結果からも良好な結果が得られ、PTA の良い適応と考えられた。さらに長期の追跡結果による評価が必要であるが、本治療法は手技が容易で、虚血時間が短いこと、治療中に患者と意志の疎通が可能などため不測の事態に即座に対応でき、再治療も可能であるなど多くの利点を有し、末梢塞栓が確実に予防されるようになれば、頸部主幹動脈の狭窄病変において、有力な治療法になるものと期待できる。

文 献

- 1) Brott TG, Labutta RJ, Kempczinski RF: Changing pattern in the practice of carotid endarterectomy in a large metropolitan area. *JAMA* **255**: 2609-2612, 1986
- 2) Brown MM, Butler P, Gibbs J, *et al*: Feasibility of percutaneous transluminal angioplasty for carotid artery stenosis. *J Neurol Neurosurg Psychiatry* **53**: 238-243, 1990
- 3) Brückmann H, Ringelstein EB, Buchner H, *et al*: Percutaneous transluminal angioplasty of the vertebral artery. A therapeutic alternative to operative reconstruction of proximal vertebral artery stenoses. *J Neurol* **233**: 336-339, 1986
- 4) Courtheoux P, Tournade A, Theron J: Transcutaneous angioplasty of vertebral artery atheromatous ostial stricture. *Neuroradiology* **27**: 259-264, 1985
- 5) De Ros Reyes RA, Ausman JJ, Disz FG: The surgical management of vertebro-basilar insufficiency. *Acta Neurochir (Wien)* **68**: 203-216, 1983
- 6) Dotter CT, Judkins MP: Transluminal treatment of arteriosclerotic obstruction. Description of a new technique and a preliminary report of its application. *Circulation* **30**: 654-670, 1964
- 7) Erbstein RA, Wholey MH, Smoot S: Subclavian artery syndrome: Treatment by percutaneous transluminal angioplasty. *AJR* **151**: 291-294, 1988
- 8) Fischer CM, Gore ON, White PD: Atherosclerosis of the carotid and vertebral arteries. *J Neuropathol Exp Neurol* **20**: 323-379, 1961
- 9) Imparato AM, Riles TS, Gorstein F: The carotid bifurcation plaque: Pathologic findings associated with cerebral ischemia. *Stroke* **10**: 238-245, 1979
- 10) Kachel R, Basche S, Heerklotz I: Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) of supra-aortic arteries especially the internal carotid artery. *Neuroradiology* **33**: 191-194, 1991
- 11) Kerber CW, Cromwell LD, Loehden OL: Catheter dilatation of proximal carotid stenosis during distal bifurcation endarterectomy. *AJNR* **1**: 348-349, 1980
- 12) Mathias K: Perkutane transluminale katheterbehandlung supraaortler Arterienobstruktion. *Angiology* **3**: 47-50, 1981
- 13) Motarjeme A, Keifer JW, Zuska AJ: Percutaneous transluminal angioplasty of the vertebral arteries. *Radiology* **139**: 715-717, 1981
- 14) Ringelstein EB, Zeumer H: Delayed reversal of vertebral artery blood flow following percutaneous transluminal angioplasty for subclavian steal syndrome. *Neuroradiology* **26**: 189-198, 1984
- 15) 高橋 明: 脳血管領域の血管形成術の経験—器質的動脈狭窄閉塞と脳血管攣縮の治療. 脳血管攣縮(スバズムシンポ講演集) **6**: 90-107, 1991
- 16) Theron J, Melançon D, Ethier R: "Pre" subclavian steal syndromes and their treatment by angioplasty. *Neuroradiology* **27**: 265-270, 1985
- 17) Tsai FY, Matovich V, Hieshima G: Percutaneous transluminal angioplasty of the carotid artery. *AJNR* **7**: 349-358, 1986