

Title	経皮的血管形成術（PTA）の合併症
Author(s)	村上, 龍次; 興梠, 征典; 平井, 俊範 他
Citation	日本医学放射線学会雑誌. 1995, 55(7), p. 470-476
Version Type	VoR
URL	https://hdl.handle.net/11094/15092
rights	
Note	

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

経皮的血管形成術 (PTA) の合併症

村上 龍次 興梠 征典 平井 俊範 坂本 祐二
浜武 諭 生嶋 一朗 高橋 睦正

熊本大学医学部放射線医学教室

Complications of Percutaneous Transluminal Angioplasty

Ryuji Murakami, Yukunori Korogi, Toshinori Hirai,
Yuji Sakamoto, Satoshi Hamatake,
Ichirou Ikushima and Mutsumasa Takahashi

Four hundred twenty-three percutaneous transluminal angioplasties with 383 percutaneous arterial punctures in 346 patients were reviewed to determine the frequency, distribution and causes of complications. Complications were seen at the angioplasty site and puncture site along with miscellaneous complications, the incidence rates being 9.5% (40 of 423 PTAs), 11.7% (45 of 383 punctures), and 2.0% (7 of 346 patients), respectively. Major complications occurred in 20 cases, and surgical procedures were required in six cases. Mortality as a complication of PTA was not seen. Angioplasty site complications included 13 spasms, eight dissections, five thromboses, 13 distal embolizations and one perforation. Most puncture site complications were benign hematomas, but there were other types such as a pseudoaneurysm requiring bypass grafting, a thrombosis requiring thrombolysis and a large quantity of bleeding requiring transfusion. The incidence of angioplasty site complications was significantly higher ($p < 0.01$) in the procedure for complete occlusion than that for stenosis. The puncture site and miscellaneous complications were also more frequent in complete occlusions. The incidence of complications increased with age, although this tendency did not reach statistical significance.

Research Code No. : 508.9

Key words : Percutaneous transluminal angioplasty,
Balloon angioplasty, Complication

Received Apr. 27, 1994; revision accepted Jun. 29, 1994

Department of Radiology, Kumamoto University, School of Medicine

はじめに

バルーンカテーテルを用いた経皮的血管形成術 (Percutaneous Transluminal Angioplasty, PTA) は全身の閉塞性血管病変に広く応用されている¹⁾⁻⁹⁾。PTAは外科手術と比較して安価で、侵襲が少なく、同様の治療効果が得られ、さらに繰り返して行える点において優れている¹⁾⁻³⁾。器具の進歩や手技の向上に伴い、その実施方法や長期予後はほぼ確立されてきているが、一方で死亡例を含めた重篤な合併症の報告も散見される^{1), 10)-16)}。本邦においてはPTAについてのまとまった検討は少なく¹⁷⁾⁻²³⁾、特に合併症に関する詳細な検討はあまり報告されていない²³⁾。

本論文ではPTAの合併症につきその内容と頻度を検討し、対策についても考察した。

対象と方法

1982年2月から1994年2月にかけて施行した211人に対するPTA、延べ346例を対象とした。PTA施行時の年齢は6~87歳(平均63.1歳)であった。atherectomy施行例は今回の対象から省いた。血管造影のレポート、PTAの施行記事およびフィルムを検索しPTAおよびその合併症の内容を調べた。なお、今回の検討はretrospectiveな評価ではあるが、PTAの施行記事には軽微な合併症を含め、記載を行ってきている。37例には両側大腿動脈穿刺を行い、総穿刺回数は383回であった。また、1回の手技で複数部位を拡張することもあるため、総PTA施行数は423回であった。部位別の内訳は総腸骨動脈131回、外腸骨動脈87回、大腿・膝窩動脈94回、腎動脈88回、鎖骨下・頸動脈23回であった。なお、1回の手技で左外腸骨動脈と左大腿動脈のように、同側下肢動脈の複数部位のPTAを施行した例については、PTA施行数は1回とした。その際、閉塞の程度が高度である血管を代表させ、また閉塞が同程度の場合は末梢側を代表させてPTA施行部位とした。薬物療法の併用は術前1週間より術後3カ月以上の抗血小板剤(塩酸チクロピジン 200mg/day)の経口投与を基本とし、多くの症例でPTA後3日間6~12万単位のウロキナーゼの点滴静注を行った。また、完全閉塞例では

Table 1 Complications of 423 PTAs for 346 patients (383 punctures)

Type of Complication	Number of Complication	
	Major+Minor	Major
Angioplasty site (in 423 PTAs)	40 (9.5)	9 (2.1)
Spasm	13	0
Dissection	8	1
Thrombosis	5	2
Distal embolization	13	5
Perforation	1	1
Puncture site (in 383 punctures)	45 (11.7)	7 (1.8)
Hematoma/Bleeding	43	5
Pseudoaneurysm	1	1
Thrombosis	1	1
Miscellaneous (in 346 patients)	7 (2.0)	4 (1.2)
Renal failure	3	2
Shock	3	1
Aortic dissection	1	1
Total	92	20

percentage in parentheses

術中に12万~96万単位のウロキナーゼを使用した。

完全閉塞に対するPTAは91例91回であった。完全閉塞例の平均年齢は65.8歳，狭窄例(完全閉塞病変を有しない症例)の平均年齢は62.2歳であった。また，部位別の平均年齢および完全閉塞病変の割合は，総腸骨動脈：65.7歳，26.0%，外腸骨動脈：70.3歳，27.6%，大腿・膝窩動脈：68.5歳，31.9%，腎動脈：49.9歳，2.3%，鎖骨下・頸動脈：58.3歳，4.3%であった。

合併症の定義はPTA前と比較して状態の悪化をきたしたものの，あるいはその出現のために手技の失敗や手技時間の延長をきたしたものとし，内膜解離については，明らかに血流を障害するような高度な場合を合併症とし，それ以外は通常のPTAの結果見られるものとして評価した。攣縮，穿刺部血腫および再出血等については軽微なものもすべて合併症に含めた。

外科的治療や明らかな入院期間の延長を必要とした重篤な合併症を重症(Major)合併症と定義し，それ以外を軽症(Minor)として分類した。合併症をその成因によって，(1)血管形成術部に見られたもの，(2)穿刺部に見られたもの，および(3)その他に分類し，さらにそれぞれPTA施行部位，閉塞の程度および年齢による違いを評価した。遠位塞栓については血管形成術部におけるバルーン等の操作に伴う血栓やアテローム片によって生じるため，その成因は血管形成術部にあるものとして分類した。血管形成術部の合併症はPTA施行総数423回を，穿刺部の合併症は総穿刺数383回を，その他の合併症は延べ患者数346例をそれぞれ母数としてその割合を算出した。統計学的には χ^2 検定にて解析を行った。

結 果

1. 合併症の発生頻度

全体で85例に92回の合併症を認めた

(Table 1)。成因別には，423回のPTAのうち40例40回(9.5%)に血管形成術部の合併症が見られ，383回の穿刺のうち45例45回(11.7%)に穿刺部の合併症が見られた。また，その他の合併症は346例中7例(2.0%)に認められた。同時に2つ以上の合併症を認めた症例は7例あった。すなわち，攣縮1例，血栓形成2例および遠位塞栓3例には穿刺部血腫や再出血の合併症も伴い，血栓形成1例には一過性の腎機能低下を伴っていた。重症合併症は20例に認められ，6例に外科的治療を必要とした(Table 2)。合併症による死亡例は1例もなかった。

2. 血管形成術部の合併症

内訳は攣縮13例，内膜解離8例，血栓形成5例，遠位塞栓13例，穿孔1例であった(Table 1)。合併症の多くはPTAの手技に引き続き，血管拡張剤や血栓溶解剤の使用あるいは再度のバルーン拡張によって治療可能であった。しかし，重症合併症を9例に認め，そのうち5例に外科的治療を必要とした。内訳は下肢動脈の遠位塞栓2例と血栓形成1例に対する血栓塞栓除去術，下肢動脈の血栓形成1例に対する下腿切断術および腎動脈の穿孔1例に対する腎臓摘出術であった(Fig.1-3)。遠位塞栓2例に対しては血管造影室で即座に血栓塞栓除去術を施行した。

下肢の動脈においては総腸骨動脈9例(6.9%)，外腸骨動脈9例(10.3%)，大腿・膝窩動脈12例(12.8%)であり，末梢ほど合併症の発生頻度が高かった(Table 3)。攣縮について

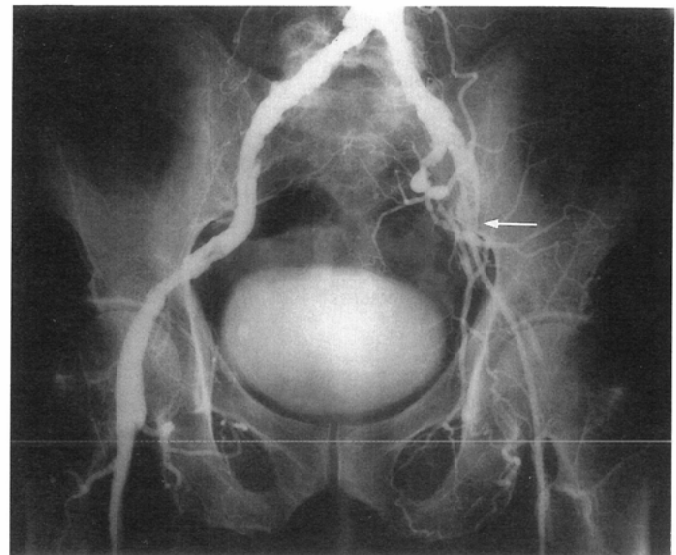
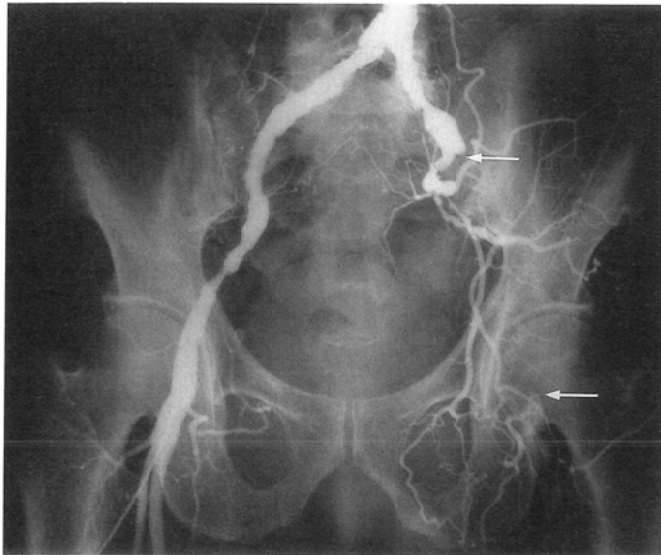
Table 2 Treatments for 20 major complications

Surgical procedures	6
Thromboembolctomy	3
Bypass	1
Bypass+Amputation	1
TAE+Nephrectomy	1
Conservative therapy (Transfusion)	14 (1)

Table 3 Angioplasty site complications

Site of Lesion	Common iliac (n=131)	External iliac (n=87)	Femoro-popliteal (n=94)	Renal (n=88)	Supra-aortic (n=23)
Spasm	1	1	8	3	0
Dissection	3	3	1	1	0
Thrombosis	1	2	2	0	0
Distal embolization	4	3	1	2	3
Perforation	0	0	0	1	0
Total	9 (6.9)	9 (10.3)	12 (12.8)	7 (8.0)	3 (13.0)
Major	1 (0.8)	3 (3.4)	2 (2.1)	1 (1.1)	2 (8.7)

percentage in parentheses



A	C
B	

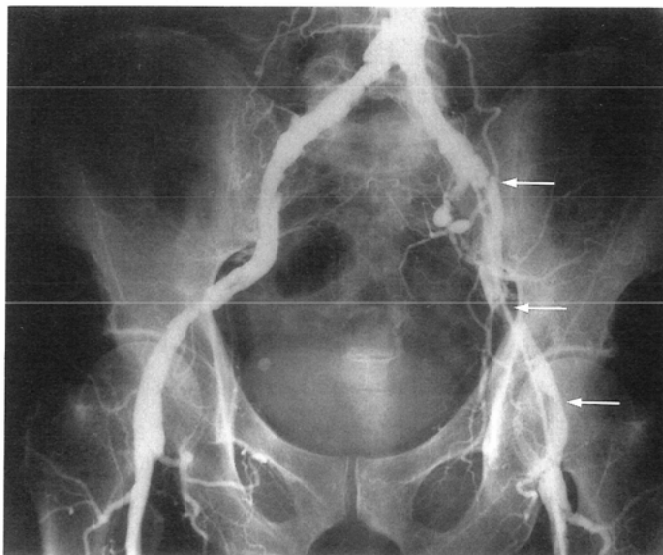


Fig.1 A 70-year-old man

Before PTA, there was complete occlusion of left external iliac artery (arrows, (A)). Although recanalization of the left external iliac artery was performed successfully without complications, dilatation was not sufficient. Another PTA was performed two weeks later. Before second PTA, there were stenoses of left external iliac artery (arrows, (B)). Immediately following angioplasty, there was occlusion of the proximal left external iliac artery (arrow (C)). Although the femoro-femoral bypass grafting was performed three days after second PTA, the complication resulted in the necrosis of left lower leg, which was treated by amputation three months later.

は、大腿・膝窩動脈のPTAにおいて8例(8.5%)と最も多く見られた。遠位塞栓は鎖骨下・頸動脈において3例(13.0%)と最も高頻度に見られ、1例は鎖骨下動脈完全閉塞に、他の2例は内頸動脈狭窄に対するPTAに伴うものであった。3例中2例には脳梗塞を生じたが、いずれも保存的治療にて症状は改善した。

合併症の発生頻度は完全閉塞16.5%に対して狭窄7.5%であり、統計学的にも有意差($P < 0.01$)を認めた(Table 4)。外科的治療を必要とした5例中4例は完全閉塞例であった。年齢別には高齢者ほど合併症の発生が多い傾向を認めたが、統計学的有意差はなかった(Table 5)。

3. 穿刺部の合併症

大部分は軽度の血腫や再出血であった(Table 1)。7例の重症合併症に対して、4例は保存的に加療し、3例に特別の治療を必要とした。穿刺部血栓の1例に対しては緊急血管造影を施行し、血栓溶解剤の使用とともにPTAによって治療可能であった(Fig.4)。さらに、偽動脈瘤の1例に対してはバイパス術が施行され、穿刺部からの大出血のため1例に輸血を必要とした。また、37例に対しては両側大腿動脈

穿刺を行ったが、そのうち8例(21.6%)に穿刺部の合併症を認めた。合併症の発生頻度は狭窄より完全閉塞が、若年者より高齢者が高い傾向を認めた(Table 4, 5)。

4. その他の合併症

血管形成術部や穿刺部と関係のない合併症として、造影剤によると思われる腎機能低下3例、血圧低下3例およびガイドワイヤー操作に伴った可能性のある大動脈解離1例を認めた(Table 1)。これらの合併症はいずれも保存的に治療されたが、大動脈解離1例はICU管理を必要とした。腎機能低下3例中2例は腎動脈のPTAに伴うものであった。その他の合併症の発生頻度も完全閉塞の方が狭窄より高かった(Table 4)。

考 察

1. 合併症の発生頻度

PTAの合併症の発生頻度は、対象、合併症の定義さらには術者の技能により大きく異なるため、報告においても2~25%とまちまちであるが、多くは10%前後とされている^{1), 10)}。

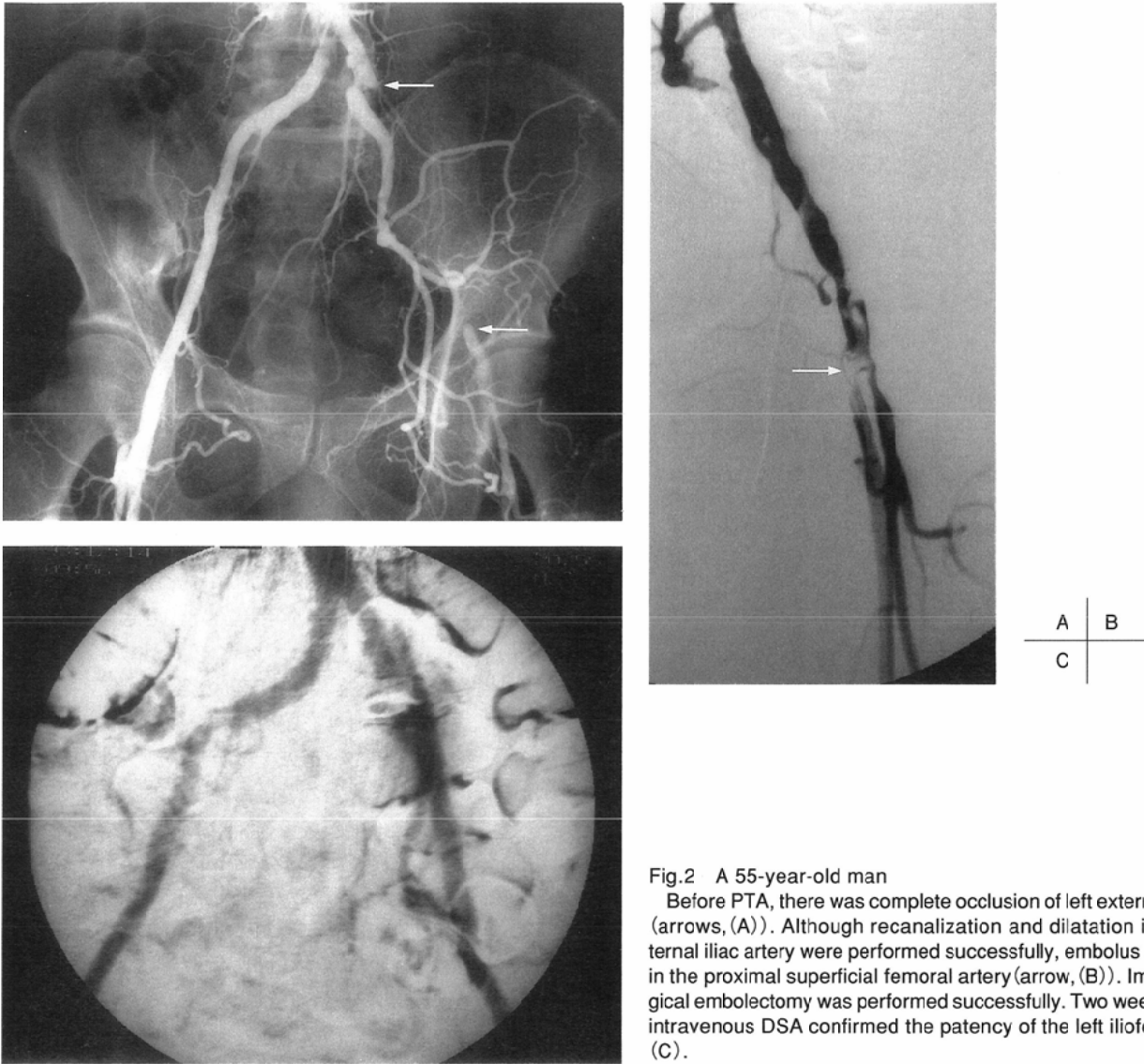


Fig.2 A 55-year-old man

Before PTA, there was complete occlusion of left external iliac artery (arrows, (A)). Although recanalization and dilatation in the left external iliac artery were performed successfully, embolus was revealed in the proximal superficial femoral artery (arrow, (B)). Immediate surgical embolectomy was performed successfully. Two weeks after PTA, intravenous DSA confirmed the patency of the left iliofemoral artery (C).

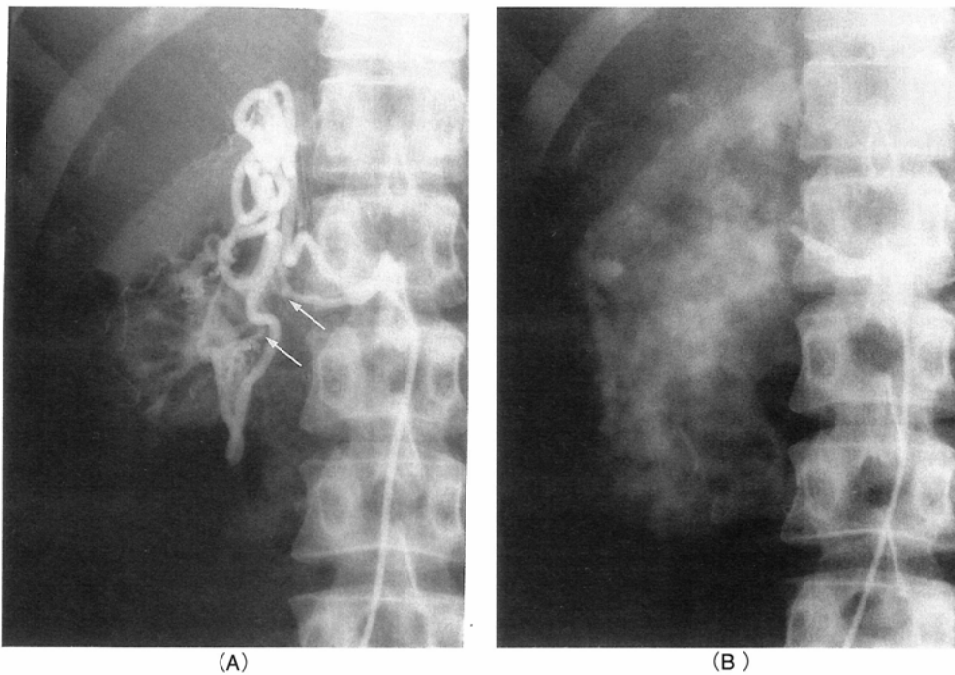


Fig.3 A 33-year-old woman

Before PTA, there was complete occlusion of the right renal artery (arrows, (A)). During an attempt to pass a guide wire through this occlusion, extravasation of contrast medium into the retroperitoneum was shown on fluoroscopy, indicating perforation of the vessel. Immediate arterial embolization was performed (B). Right nephrectomy was performed two weeks later.

Table 4 Complication rates by severity of lesions

Type of complication	Stenosis	Complete occlusion
Angioplasty site	25/332 (7.5)	15/91 (16.5)
Spasm	9 (2.7)	4 (4.4)
Dissection	8 (2.4)	0 (0.0)
Thrombosis	4 (1.2)	1 (1.1)
Distal embolization	4 (1.2)	9 (9.9)
Perforation	0 (0.0)	1 (1.1)
Puncture site	27/275 (9.8)	18/108 (16.7)
Miscellaneous	4/255 (1.6)	3/91 (3.3)

Complication rates (%) = No. of complications / No. of PTAs, punctures or patients

Table 5 Complication rates by age group

Age	-49	50-59	60-69	70-79	80-
Angioplasty site	2/43 (4.7)	3/55 (5.5)	20/178 (11.2)	11/122 (9.0)	4/25 (16.0)
Puncture site	2/42 (4.8)	5/45 (11.1)	20/162 (12.3)	15/109 (13.8)	3/25 (12.0)
Miscellaneous	0/39 (0.0)	2/43 (4.7)	1/142 (0.7)	3/100 (3.0)	1/22 (4.5)

Complication rates (%) = No. of complications / No. of PTAs, punctures or patients

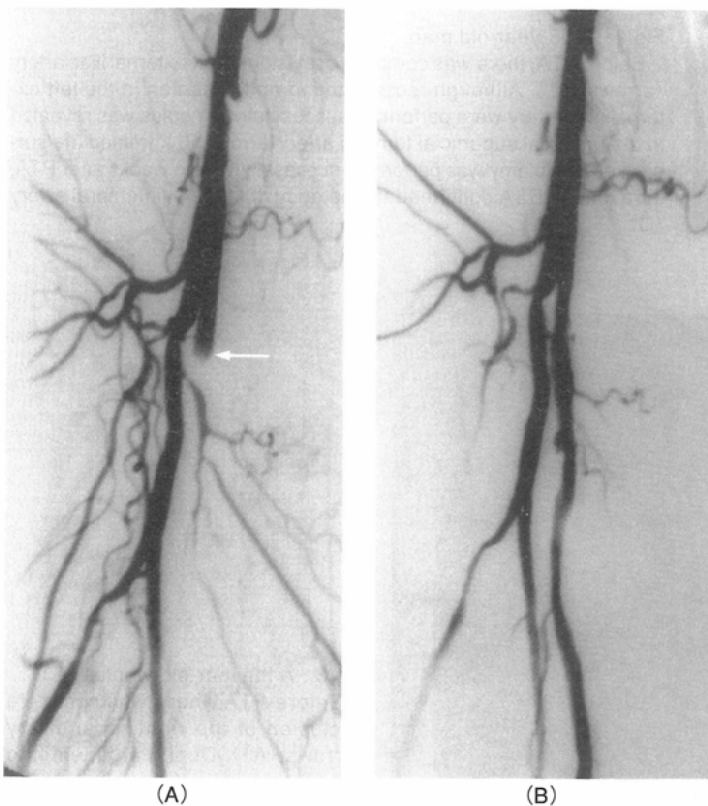


Fig. 4 A 62-year-old man

PTA for a stenosis of the left common femoral artery was performed by the right femoral approach. On the following day, patient complained of pain of the right lower extremity. Right femoral arteriogram revealed occlusion of the proximal right superficial femoral artery (arrow, (A)). Thrombolysis was performed successfully (B).

16). 我々は合併症をその成因に分けて検討したところ、発生頻度は血管形成術部9.5%、穿刺部11.7%、その他2.0%であった。多くの報告では考慮されていない攣縮や小さな血腫も合併症に含めたため、その発生頻度はやや高い結果となった。外科的治療や明らかな入院期間の延長を必要とした合併症は、血管形成術部9例(2.1%)、穿刺部7例(1.8%)、その他4例(1.2%)であり、6例に外科的治療を必要とした(Table 2)。重症合併症については1~9%とする諸家の報告と同様の結果を得た^{1), 13)-15)}。死亡例も0.2~0.8%報告されており^{1), 10)-14)}、その多くは血管形成術部あるいは穿刺部からの出血によるものである。今回の検討には死亡例を認めなかったが、致命的合併症も起こり得ることを認識しておく必要がある。

2. 血管形成術部の合併症

血管形成術部の合併症は、ガイドワイヤーやカテーテルの挿入が困難なこと、あるいは攣縮が生じやすいことの原因から腎動脈や下肢末梢の動脈に高頻度とされている^{10), 15)}。我々の検討では大腿・膝窩動脈に最も高頻度であったが、腎動脈には少なかった。腎動脈では対象例に若年者および非閉塞病変が多かったため、合併症の発生率は低かったものと考えられる。

攣縮は大腿・膝窩動脈および腎動脈に高頻度に認められた。攣縮のため患者が強い疼痛を訴えたり、施行時間が延長し、失敗に終わることもあり、攣縮も無視できない合併症と考えられる。攣縮は腎動脈のPTAに高頻度とされており、特に線維筋性異形成の患者に対しては注意が必要である¹⁵⁾。血管拡張剤は、攣縮が生じたときだけでなく、攣縮の予防にも有効である¹⁰⁾。

一般に、下肢の動脈に対するPTAでは閉塞性血管病変が重篤なほど合併症の発生頻度が高いとされている^{4), 12)}。すなわち、間歇性跛行より安静時疼痛の方が、狭窄より閉塞の方が合併症の発生頻度が高い。我々の検討でも完全閉塞例においては合併症の発生頻度が有意に高かった。成功率についても完全閉塞例は狭窄例より成績が悪いとされている^{3), 4)}。一方で、特に腸骨動脈に関しては初期成功が得られれば、閉塞病変でも狭窄病変とほぼ同様の長期予後が期待でき^{3), 20)}、完全閉塞例に対するPTAには術者の経験と熟練が必要と考えられる。

下肢動脈のPTAにおいてMorseら¹³⁾は年齢とともに合併症の発生頻度が増加し、70歳以上では70歳未満と比較して有意に高いと報告している。高齢者に合併症が

多い原因として、加齢に伴う全身の動脈硬化性変化の進行が考えられる。我々の検討では、血管形成術部と穿刺部のいずれにおいても年齢とともに合併症の発生頻度が増加する傾向を認めたが、統計学的有意差はなかった。一方、完全閉塞病変を有する症例では狭窄病変を有する症例より平均年齢が高かった。このことは、高齢者では閉塞性血管病変の進行とともに、合併症の発生頻度が増加することを示唆するものと考えられる。また、長期予後の面からも、高齢者では再狭窄率が高く²⁰⁾、高齢者に対するPTAは術中だけでなく、術後の厳重な経過観察も必要である。

腎動脈のPTAについて、成松ら²²⁾は2例(3.7%)の重篤な合併症を報告しており、1例には我々の経験と同様に穿孔のため腎臓摘出術が行われていた。Bergqvistら¹⁵⁾は、腎動脈のPTAでは下肢の動脈より高頻度に合併症を認め、特に破裂は5%に認められたと報告している。Gardinerら¹⁰⁾も、352例453回の全身各部に対するPTAのうち2例2回の破裂を報告しているが、いずれも腎動脈に対するものであり、そのうち1例は死亡している。バルーン拡張時に動脈の破裂が生じたときは、あわててバルーンカテーテルを抜去するのではなく、出血を最小限に食い止めるため破裂部でバルーンを拡張させ血流の低下に努めなければならない¹⁰⁾、¹⁵⁾。腎動脈の閉塞性疾患に対してPTAは第一選択の治療法ではあるが、重篤な合併症が生じ得ることを認識しておかなければならない。

鎖骨下・頸動脈に対するPTAは、現時点では必ずしも確立したものではないが²¹⁾、⁹⁾、¹⁶⁾、その中で鎖骨下動脈狭窄例では比較的確立されてきている⁸⁾。我々は3例と他部位より高率に遠位塞栓を経験したが、鎖骨下動脈狭窄例には合併症を認めていない⁹⁾。鎖骨下・頸動脈に対するPTAにおいては、神経症状が出現する可能性があり、脳梗塞につながるため、まず適応について症例ごとに十分な検討が必要である。

3. 穿刺部の合併症

穿刺部の合併症は2~8%としばしば見られ¹⁰⁾、¹¹⁾、通常の血管造影より1%ほど多いとされている¹⁰⁾。また、今回の検討では、両側大腿動脈穿刺例では21.6%に穿刺部の合併症を認めており、穿刺回数にほぼ比例して合併症の発生頻度が増加していた。報告例の大部分は保存的に治療可能な血腫や再出血であるが、重篤なものでは外科的治療の必要な大きな血腫や偽動脈瘤あるいは輸血を必要とする大出血があり、穿刺部に対する術後管理も重要である。一般に血管造影後の穿刺部圧迫においては、加圧しすぎると血栓形成の原因になるし、弱すぎると血腫を形成する。小児や若年女性のほか、びまん性の狭窄のある患者では、血管閉塞を起こしやすいので強すぎる圧迫は避けるべきであり、高齢者や出血傾向のある患者では血腫を作りやすく注意が必要である²⁴⁾。特に、PTA施行後においては、穿刺部の頻回の観察が重要である。

血管造影穿刺部の偽動脈瘤や動静脈瘻の発生は約0.02%と非常に稀であり、高血圧の存在や抗凝固療法の併用によってその頻度は増加する²⁵⁾、²⁶⁾。PTAにおいては0.1~0.4%の

報告があり¹⁾、¹⁰⁾、¹¹⁾、径の大きなカテーテルやウロキナーゼを使用するためより高頻度になると考えられる。穿刺部に拍動性の腫瘍を触知するとき、以前は血管造影にて偽動脈瘤や動静脈瘻の診断が行われ、外科的に治療されていた。最近では超音波カラードップラにて容易に診断され、早期であれば同時にプローブで圧迫することによって治療も可能である²⁶⁾。

PTA後の穿刺部血栓についての報告および検討は少ないが、Gardinerら¹⁰⁾は3例(1%)の穿刺部血栓を報告している。我々は穿刺部圧迫が原因と考えられる血栓症の1例(0.3%) (Fig.4)を経験した。一般の血管造影における穿刺部血栓の発生頻度を0.2%とする報告もある²⁷⁾。PTAにおいては基礎疾患として閉塞性血管病変を有しているため、一般の血管造影よりも穿刺部血栓の発生は高頻度と考えられる。穿刺部の術後管理においては血腫の有無だけではなく、脈拍の状態についても厳重な観察が必要である。

血管形成術部と同様に穿刺部の合併症は完全閉塞例および高齢者において高頻度であった。その原因として、穿刺部血管も含めて全身の血管系に閉塞性病変が進行していること、大量の血栓溶解剤を使用していること、カテーテル挿入時間も長いことが影響しているものと考えられる。

4. その他の合併症

その他の合併症として、腎機能障害は腎動脈のPTAにおいて3~6%と高頻度に起こるとされている¹⁰⁾、¹⁵⁾。我々の検討においても3例中2例は腎動脈のPTAに伴うものであった。特に腎動脈のPTAにおいては術中術後の尿量に注意し、十分な補液に心掛けるべきである。

また、その他の合併症についても完全閉塞例において高頻度であったが、その原因として完全閉塞例では全身の血管系に病変が進行し、心疾患や腎疾患を有している可能性が高いことが考えられる。

5. 合併症の対策

今回の検討では重篤な合併症20例に対し保存的あるいは外科的治療を行い(Table 2)、18例に原疾患および合併症の症状消失あるいは改善を認めた。腎臓摘出術施行の1例は術前より外科的治療を考慮した上でPTAが試みられていた(Fig.3)。しかし、下腿切斷術施行の1例では合併症のため不必要な機能消失をきたした(Fig.1)。PTAの施行に当たっては患者と家族に手技内容だけでなく、起こり得る合併症も十分に説明し、了承を得ておくことが重要である。特に、高齢者あるいは完全閉塞例に対しては十分な注意と十分な説明が必要である。

また、我々はPTA施行中に認められた塞栓に対して血管造影室で即座に血栓塞栓除去術を施行した2例を経験している。2例とも完全閉塞であったにもかかわらず、術後は良好に経過している(Fig.2)。合併症の発生は術者の経験に左右されるところが大きいが、適切な処置を早期に行えば、より重篤な合併症への進行を防ぐことも可能である。そのためには、まず、術中・術後に頻回の患者観察を行い、合併症を早期に発見することが重要である。さらに、ひとつの

治療法に固執せず、時期を逸しないように次の治療法を考慮すべきである。たとえば、遠位塞栓の溶解が困難と判断したら、なるべく早く血栓塞栓除去術やバイパス術を考慮すべきである。

ガイドワイヤーやカテーテル等の器具の改良や血栓溶解療法の併用および手技の向上に伴って、PTAの優れた治療成績が報告されている¹⁾⁻⁹⁾。下肢動脈の閉塞性疾患に対する外科手術の致死率は2~6%とされており^{1), 2)}、侵襲性の点からもPTAがまず最初に施行されるべきである。さらに、その安全性に基づいて、最近欧米では外来でPTAを施行する傾向にある^{28), 29)}。しかし、決して安易にPTAを行うのではなく、合併症の内容とその対策を十分理解しておくことが必要である。

結 語

過去12年間に施行した346例423回のPTAを対象とし、合併症の頻度と内容を検討した。血管形成術部、穿刺部、およびその他の合併症は、おのおの9.5% (423回のPTAのうち40回)、11.7% (383回の穿刺のうち45回)、2.0% (346例のうち7例)に見られた。重症合併症は20例に認められ、6例に外科的治療を必要とした。合併症の発生は完全閉塞例および高齢者において高頻度であった。PTAの施行に当たっては、合併症の内容とその対策を十分理解しておく必要がある。

本論文の要旨は第53回日本医学放射線学会総会(1994. 4. 7~9. 於神戸)にて発表した。

文 献

- 1) Becker GJ, Katzen BT, Dake MD : Noncoronary angioplasty. *Radiology* 170 : 921-940, 1989
- 2) Wilson SE, Wolf GL, Cross AP : Percutaneous transluminal angioplasty versus operation for peripheral arteriosclerosis. *J Vasc Surg* 9 : 1-9, 1989
- 3) Colapinto RF, Stronell RD, Johnston WK : Transluminal angioplasty of complete iliac obstructions. *AJR* 146 : 859-862, 1986
- 4) Johnston KW : Iliac arteries ; Reanalysis of results of balloon angioplasty. *Radiology* 186 : 207-212, 1993
- 5) Johnston KW : Femoral and popliteal arteries ; Reanalysis of results of balloon angioplasty. *Radiology* 183 : 767-771, 1992
- 6) Bakal CW, Sprayregen S, Scheinbaum K, et al : Percutaneous transluminal angioplasty of the infrapopliteal arteries ; Results in 53 patients. *AJR* 154 : 171-174, 1990
- 7) Levin DC : Percutaneous transluminal angioplasty of the renal arteries. *JAMA* 251 : 759-763, 1984
- 8) Selby JB, Matsumoto AH, Tegtmeyer CJ, et al : Balloon angioplasty above the aortic arch ; Immediate and long-term results. *AJR* 160 : 631-635, 1993
- 9) Kachel R, Basche St, Heerklotz I, et al : Percutaneous transluminal angioplasty (PTA) of supra-aortic arteries especially the internal carotid artery. *Neuroradiology* 33 : 191-194, 1991
- 10) Gardiner GA, Meyerovitz MF, Stokes KR, et al : Complications of transluminal angioplasty. *Radiology* 159 : 201-208, 1986
- 11) Johnston KW : Factors that influence the outcome of aortoiliac and femoropopliteal percutaneous transluminal angioplasty. *Endvasc Surg* 72 : 843-850, 1992
- 12) Hasson JE, Acher CW, Wojtowycz M, et al : Lower extremity percutaneous transluminal angioplasty ; Multifactorial analysis of morbidity and mortality. *Surgery* 108 : 748-754, 1990
- 13) Morse MH, Jeans WD, Cole SEA, et al : Complications in percutaneous transluminal angioplasty ; Relationships with patient age. *Br J Radiol* 64 : 5-9, 1991
- 14) Belli AM, Cumberland DC, Knox AM, et al : The complication rate of percutaneous peripheral balloon angioplasty. *Clinical Radiol* 41 : 380-383, 1990
- 15) Bergqvist D, Jonsson K, Weibull H : Complications after percutaneous transluminal angioplasty of peripheral and renal arteries. *Acta Radiol* 28 : 3-12, 1987
- 16) Sharma S, Kaul U, Rajani M : Identifying high-risk patients for percutaneous transluminal angioplasty of subclavian and innominate arteries. *Acta Radiol* 32 : 381-385, 1991
- 17) Korogi Y, Takahashi M : Percutaneous transluminal angioplasty of totally occluded iliac arteries in high-risk patients. *Br J Radiol* 59 : 1167-1170, 1986
- 18) Korogi Y, Takahashi M, Bussaka H, et al : Percutaneous transluminal angioplasty of the ilio-femoro-popliteal arteries ; Initial and long-term results. *Radiation Medicine* 5 : 68-74, 1987
- 19) 興柁征典, 平井俊範, 坂本祐二, 他 : 鎖骨下動脈のPTA. *日本医放会誌* 54 : 8-12, 1994
- 20) 平井俊範, 興柁征典, 小国達郎, 他 : 腸骨・大腿・膝窩動脈のPTA ; 初期および長期の治療成績について. *日本医放会誌* 54 : 1339-1346, 1994
- 21) 寺田正樹 : 骨盤・下肢閉塞性動脈硬化症に対する経皮的血管形成術に関する研究—特に閉塞病変に対する血栓内線溶療法を併用した血管形成術の有用性についての検討. *脈管学* 31 : 445-453, 1991
- 22) 成松芳明, 谷本伸弘, 甲田英一, 他 : 腎血管性高血圧症に対する経皮的血管拡張術 ; 長期follow-upを中心に. *日本医放会誌* 46 : 585-594, 1986
- 23) 古寺研一, 奈良貞博, 石飛幸三 : PTAの合併症. *臨放* 36 : 1127-1132, 1991
- 24) 打田日出夫 : Seldinger法, カテーテル操作. 平松京一編 : 造影手技のポイント. 2-12, 1993, 秀潤社
- 25) Mitchell DG, Needleman L, Bezzi M, et al : Femoral artery pseudoaneurysm ; Diagnosis with conventional duplex and color doppler US. *Radiology* 165 : 687-690, 1987
- 26) Fellmeth BD, Roberts AC, Bookstein JJ, et al : Postangiographic femoral artery injuries ; Nonsurgical repair with US-guided compression. *Radiology* 178 : 671-675, 1991
- 27) Sigstedt B, Lunderquist A : Complications of angiographic examinations. *AJR* 130 : 455-460, 1978
- 28) Rogers WF, Kraft MA : Outpatient angioplasty. *Radiology* 174 : 753-755, 1990
- 29) Struk DW, Rankin RN, Eliasziw M, et al : Safety of outpatient peripheral angioplasty. *Radiology* 189 : 193-196, 1993