

磁気共鳴画像法 (MRI) による大動脈解離の診断: 特に真腔・偽腔の交通孔について

Magnetic resonance diagnosis of aortic dissection: With special reference to the communicating orifice between the true and false lumens

向原 伸彦
吉田 裕*
中村 和夫

Nobuhiko MUKOHARA
Yutaka YOSHIDA*
Kazuo NAKAMURA

Summary

Magnetic resonance imaging (MRI) was performed in thirty-one patients with aortic dissection to evaluate its usefulness in diagnosing the site of communicating orifice between the true and false lumens and the presence of retrograde dissection.

1. MRI revealed the site of the entry as a defect in the intimal flap in the images of 12 of 15 patients (80%).

2. The site of the communicating orifice between the true and false lumens in the abdominal aorta could be determined in six of eight patients (75%).

3. MRI diagnosis of retrograde dissection was successful in three patients.

4. Cross-sectional analysis of the abdominal aorta based on the location of the true lumen revealed that the celiac and superior mesenteric arteries tended to arise from the true lumen when the latter was situated in the anterior part of the abdominal aorta. The right and left renal arteries arose from the true lumen when it was positioned anterolaterally.

In conclusion, MRI was a useful diagnostic method for aortic dissection, especially for determining the site of entry in the thoracic aorta. The changes in signal intensity in the false lumen provided useful information for locating the communicating orifice between the true and false lumens and for diagnosis of retrograde dissection. Cross-sectional analysis of dissection in the abdominal aorta was useful for predicting the branching of the main arteries from the true or false lumen.

Key words

Magnetic resonance imaging

Aortic dissection

Entry

Retrograde dissection

神戸大学医学部 第二外科
*同 放射線科
神戸市中央区楠町 7-5-2 (〒650)

The Second Department of Surgery and *Department of Radiology, Kobe University School of Medicine, 7-5-2, Kusunoki-cho, Chuo-ku, Kobe 650

Received for publication January 6, 1986; accepted March 1, 1986 (Ref. No. 31-60)

緒言ならびに研究目的

解離性大動脈瘤の診断には、従来から侵襲的な血管造影法が最も重視されてきた¹⁻⁷⁾。それによれば、エントリー、リエントリーの位置や主要分枝と解離との関係、および DeBakey III 型からの逆行性解離の診断など、手術に必要な情報を正確に得ることができた。一方、contrast enhanced CT や超音波などのいわゆる無侵襲検査法では、それらの点の検索が不十分であった⁸⁻¹¹⁾。しかし、腎機能障害やヨード過敏症のため血管造影が実施出来ない症例は少なくない。また全身状態が悪いため、大動脈造影による侵襲を避けたい症例もまれではない。したがって、無侵襲検査であって、血管造影に匹敵する情報の得られるものがあればその意義は非常に大きいといえよう。

磁気共鳴画像 magnetic resonance imaging (MRI) は、この数年脚光をあびている無侵襲検査方法である。従来の contrast enhanced CT と異なり、横断面のみならず、冠状断面および矢状断面での検討も自由に出来るという利点がある¹¹⁻¹⁶⁾。また、造影剤を使用しなくとも血管系は黒くぬけて描出され、かつ血流速度の遅速によってさまざまな信号強度を生じるため¹¹⁻¹⁹⁾、複雑な病態を呈する解離性大動脈瘤の診断には特に有用性の高いことが認められてきた¹¹⁻¹⁴⁾。

今回われわれは、31 例の解離性大動脈瘤症例において、MRI によるエントリーや交通孔部位、ならびに逆行性解離の診断能を検討し、解離性大動脈瘤診断における MRI の位置づけを行なうことによって、その有用性を明らかにしたので報告する。

対 象

1984 年 8 月から 1985 年 11 月までにのべ 57 回の MRI を施行した解離性大動脈瘤 31 症例を研究対象とした (Table 1)。DeBakey の分類では I 型 5 例、II 型 2 例、IIIa 型 5 例、IIIb 型 18 例、および腹部限局型 1 例であった。MRI を術前のみ施

行したのは 17 例 (I 型 2 例、IIIa 型 3 例、IIIb 型 11 例、腹部限局型 1 例)、術後のみ施行したのは 11 例 (I 型 2 例、II 型 2 例、IIIa 型 2 例、IIIb 型 5 例)、術前後に施行したのは 3 例 (I 型 1 例、IIIb 型 2 例) であった。なお、I 型の 1 例と IIIa 型の 1 例、IIIb 型の 2 例および腹部限局型の 1 例の計 5 例は、偽腔内血栓閉鎖型症例であった。年齢は 36~80 歳 (平均 59 歳)、男女比は 23:8 であった。

研究 方 法

1. 研究項目: MRI による解離性大動脈瘤の診断における研究項目として、1) 解離像とその描出能、2) 病型診断能、および 3) エントリー像とその描出能を検討した。4) さらに腹部において (1) 真腔偽腔の交通孔部位の推定と主要分枝離断との関係の検討、(2) 偽腔内信号強度の変化を利用した交通孔の診断、および (3) 交通孔の直接描出を試みた。さらに 5) 腹部主要分枝レベルでの腹部大動脈横断面の解離形態と主要分枝との関係、および 6) 逆行性解離に対して検討を加えた。なお、各症例ごとに可及的に血管造影および contrast enhanced CT 所見と対比することによって、MRI 診断の裏付けを行う一方、1), 2) の項目では診断能の比較も行った。なお、ここで用いたエントリーとは、解離発生の起点となった血管内膜の亀裂で、血流が真腔から偽腔へと向かうものとした。腹部における交通孔とは、解離による主要分枝の離断が原因で剝離内膜にあいた穴とした^{1,5-7,11,20,21)}。リエントリーとは、偽腔内の減圧のために剝離内膜に生じた亀裂で、血流方向が偽腔から真腔へ向かうものとした^{1,4,7,22,23)}。

2. MRI 撮像法: 装置は 0.15 テスラの常電導型 (Picker VISTA-MR) を使用した。RF パルス系列は spin echo (SE) 法を用い、エコー時間を T_e 、繰り返し時間を T_r 、組み合わせを SE (T_e, T_r) であらわすと、 T_r の短い SE (40,200-500): シングルスライス、SE (40,700): 4 マルチスライス、および T_r の長い SE (40,1000-2100): 8 マルチスライスである。なお、シングルスライスは精

Table 1. Patients' profiles

Case	Age	Sex	MRI performed	DeBakey's classification (Type)	MRI diagnosis of dissection	Preop. MRI classification of DeBakey's type	
1.	37	F	Pre & postop.	I	Possible	I	Marfan syndrome
2.	67	M	Preop.	I	Possible	I	Right aortic arch, RG dissection
3.	36	M	Postop.	I	Possible		
4.	48	F	Postop.	I	Possible		
5.	69	M	Preop.	I (Th)	Impossible	Impossible	
6.	45	F	Postop.	II	Possible		Marfan syndrome
7.	68	M	Postop.	II			No residual dissection
8.	64	M	Preop.	IIIa	Impossible	Impossible	Healed dissection
9.	51	M	Preop.	IIIa	Possible	IIIa	
10.	66	F	Postop.	IIIa			No residual dissection
11.	68	M	Preop.	IIIa (Th)	Impossible	Impossible	
12.	72	M	Postop.	IIIa			No residual dissection
13.	47	M	Pre & postop.	IIIb	Possible	IIIb	
14.	70	F	Pre & postop.	IIIb	Possible	IIIb	
15.	54	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
16.	67	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	RG dissection
17.	51	F	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	RG dissection
18.	72	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
19.	45	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
20.	54	F	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
21.	71	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
22.	67	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
23.	70	M	Preop.	IIIb	Possible	IIIb	
24.	49	M	Postop.	IIIb	Possible		
25.	72	M	Postop.	IIIb	Possible		
26.	54	M	Postop.	IIIb	Possible		
27.	62	M	Postop.	IIIb	Possible		
28.	42	M	Postop.	IIIb	Possible		
29.	55	F	Preop.	IIIb (Th)	Possible	IIIb	
30.	61	M	Preop.	IIIb (Th)	Possible	IIIb	
31.	80	M	Preop.	Abdominal (Th)	Impossible	Impossible	

RG=retrograde; Th=thrombosed false lumen; pre & postop.=pre- and postoperatively.

密スキャンに、マルチスライスは通常スキャンに用いた。また、スキャンの方法は、胸部では大動脈弓直上部から横隔膜までの下行大動脈を4または8マルチスライス(スキャン間隔:10または15

mm)によって、2,3回横断層を記録し、8ないし12スライスをスキャンした後、必要に応じ、矢状断や冠状断を追加した。スライス厚はいずれも10mmであった。一方、エントリー描出を目的と

した場合、横断層で得た剝離内膜とはほぼ直角方向の矢状断または冠状断を用い、上行大動脈から下行大動脈を8マルチスライスでスキャンした後、エントリーが描出されたスライスないしは描出の疑われたスライスをSE (40,300-500) のシングルスライスで精密にスキャンした。さらに、エントリー確認のために、同様のシングルスライスを用い、エントリーが描出されたスライスを中心に左右、前後または上下に2~5mm ずつずらして3ないし5スライスの精密スキャンを行った。症例によっては、異なる方向でもシングルスライスを行い、エントリーの確認を行った。腹部では、主要分枝の分岐状態とそれらのレベルでの真腔、偽腔内信号強度を正確に観察するために、腹腔動脈分枝上部から腎動脈下部までを横断層SE (40, 1000-2100) の8マルチスライスでスキャンした。また、腹部交通孔を直接描出するために、横断層マルチスライスで観察された偽腔内信号強度の最も低下する部位を中心に、2~5mm 間隔でSE (40,300-500) のshort Tr法を用いて3~4スライスのスキャンを行った。なお、全撮影時間は1~1.5時間であった。

結 果

1. 解離像とその描出能 (Table 1)

1) 偽腔内に血流を有する症例：解離は黒くぬけた血管内に白く描出される剝離内膜 (intimal flap) の存在、または白黒明瞭に区別される2腔として診断された。真腔は位置的、形態的に上行大動脈では左内側に、弓部では前下方に、下行大動脈では右内側前方に位置する傾向にあり、かつ大きな偽腔によって圧迫されている場合が多く、特に胸部では、横断層像で観察すると、大動脈断面積の1/2以下になっていることがまれではなかった。真腔内の血流は、心電図同期を使用しなかった今回の検討ではいずれの部位においてもほぼ無信号で、黒くぬけて描出された。これに対し、偽腔は、上行大動脈では右外側、弓部では後上方、下行大動脈では左外側後方に位置する傾向に

あり、大きく拡大して真腔を圧迫する場合が多かった。偽腔内信号は複雑に変化したが、エントリーや交通孔付近では黒くぬけ、それ以外の部位では大概白く高信号であった (Fig. 1)。

偽腔内に血流を有する術前例および術後例22例の検討では、全例で解離の診断が可能であり、また真腔と偽腔を区別し得た。Contrast enhanced CT は22例中21例に施行されたが、これも全例で上記の診断が可能であった。また、血管造影は22例中21例に施行されたが、20例で上記の診断が可能であった。診断できなかった1例は、撮影方向の選択が不良であったため、剝離内膜を確認できなかった例であった。すなわち、MRI による解離の診断および2腔の描出と鑑別診断能は、従来の画像診断法と同等ないしそれ以上であった。

2) 偽腔内血栓閉鎖型の症例：この型は contrast enhanced CT および臨床症状で診断され、5例にみられた。大動脈内壁にほぼ均一の厚さの血栓壁が長い範囲に認められた IIIb 型の2例では、解離の診断が可能であった。この場合、大動脈拡大はそれほど著明でなく、また真腔は横断面上、大動脈断面積の1/2以上を占め、偽腔による真腔の圧迫がみられないため、ほぼ円型を呈した (Fig. 2)。一方、ごく薄い血栓壁を有した I 型の1例、および真性大動脈瘤と同様の所見を呈した局限型の1例と IIIa 型の1例では、解離の診断は不能であった。

2. 病型診断 (Table 1)

血管造影や contrast enhanced CT で病型の確定している20例の術前症例を対象とした病型診断は、20例中17例において可能であった。病型診断ができなかった3例は、いずれも解離の診断そのものも不能な偽腔内血栓閉鎖型の症例であった。すでに述べたが、その中の1例は正常大動脈との鑑別が必要であった I 型であり、他の2例では解離の範囲が短かったため、壁内血栓を伴った真性大動脈瘤との鑑別が不可能であった。しかし、同じ偽腔内血栓閉鎖型でも前項(1の1))で述

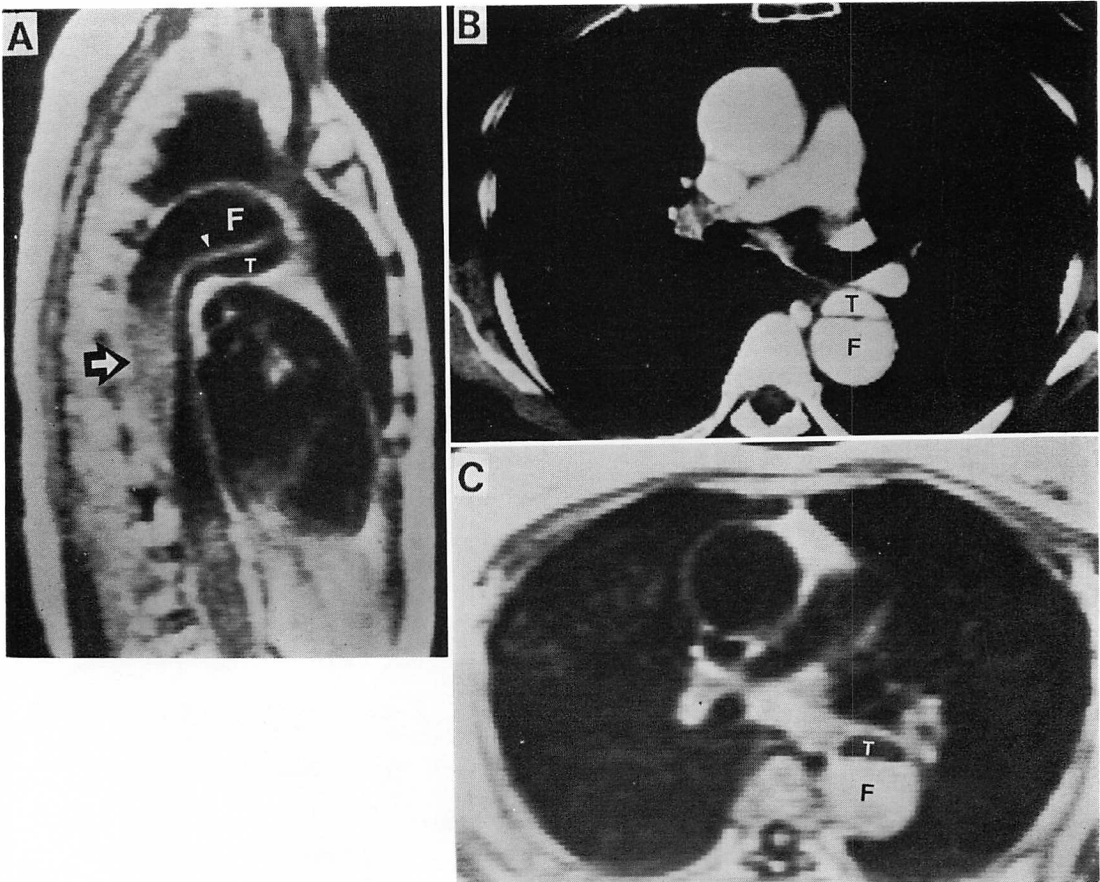


Fig. 1. Typical MR images of DeBakey type IIIb dissection (Case 20).

- A. Sagittal non-gated MR image [SE (40,500)] showing an intimal flap (arrowhead), and true (T) and false (F) lumens in the descending aorta. MR signal is seen in the region of slowly flowing blood in the false lumen (arrow).
- B. Contrast enhanced CT scan through the level of the main pulmonary artery showing small true (T) and large false (F) lumens in the descending aorta.
- C. Transaxial MR image [SE (40,700)] at the same level in Fig. B. showing different MR signal due to the different blood flow speeds between true (T) and false (F) lumens. The true lumen with high velocity of blood flow is shown as a smaller black area due to the zero MR signal. The false lumen with low velocity of blood flow is shown as a white area due to marked signal in it.

べた所見によって解離の診断が可能であった2例では病型診断も可能であった。すなわち、病型診断は偽腔内に血流を有する15例の解離症例では100%可能であったのに対し、血流のない偽腔内血栓閉鎖型では5例中2例で可能であった。

3. エントリーの描出 (Table 2)

エントリーは剥離内膜の中断像として15例中12例(80%)に描出され、その付近の偽腔内はほぼ無信号であった。その内訳は、I型2例、IIIa型1例、IIIb型9例であった。全例、方法の項で述

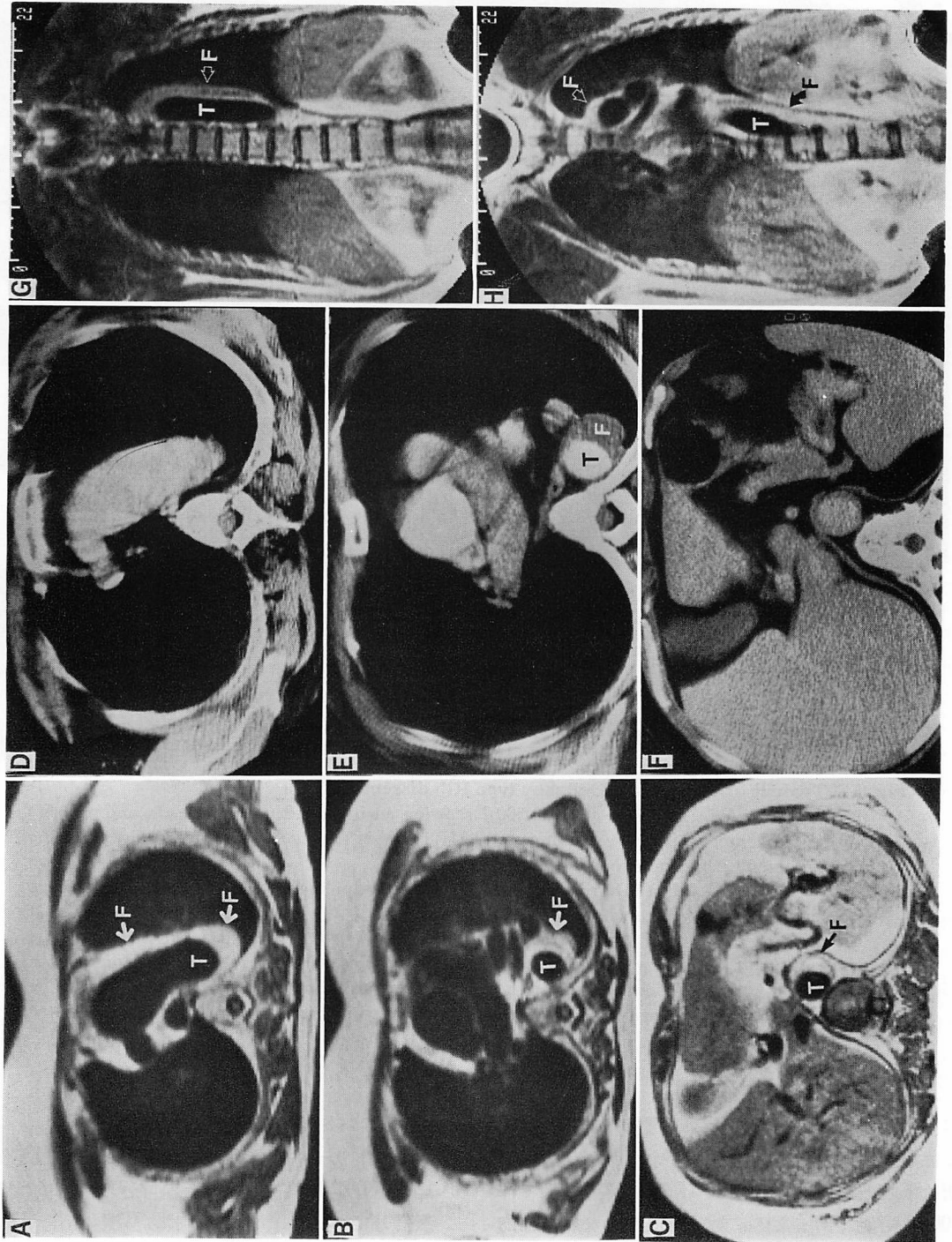


Table 2. Patients attempted visualization of entry using MRI (15 cases)

Case	Type	MRI performed	Visualization of entry	Location of entry	Scanning axis	Other methods for confirmation
1	I	Preop.	Unsuccessful	Ascending aorta		Angiography
2	I	Preop.	Successful	Aortic arch	Cor.	Angiography
4	I	Postop.	Successful	Aortic arch	Cor.	Angiography
6	II	Postop.	Unsuccessful	Ascending aorta		Angiography
9	IIIa	Preop.	Successful	Descending aorta	Sag. & Tr.	Angiography
14	IIIb	Preop.	Successful	Distal to LSCA	Sag. & Cor.	Angiography
15	IIIb	Preop.	Successful	Descending aorta	Sag. & Tr.	Angiography
16	IIIb	Preop.	Successful	Abdominal aorta	Tr. & Sag.	Angiography
18	IIIb	Preop.	Successful	Distal to LSCA	Sag.	Angiography
19	IIIb	Preop.	Unsuccessful	Descending aorta		Angiography
20	IIIb	Preop.	Successful	Distal to LSCA	Sag.	Angiography
21	IIIb	Preop.	Successful	Descending aorta	Tr. & Sag.	None
22	IIIb	Preop.	Successful	Distal to LSCA	Sag.	Angiography
23	IIIb	Preop.	Successful	Descending aorta	Sag. & Tr.	Angiography
24	IIIb	Postop.	Successful	Descending aorta	Sag. & Tr.	Angiography

Preop=preoperatively; Postop=postoperatively; Sag=sagittal; Cor=coronal; Tr=transverse; LSCA=left subclavian artery.

べたごとく、MRI の精密スキャンによりエントリーの確認を行った。また、12 例中 11 例は、血管造影により、MRI で描出されたのと同部位におけるエントリーの存在が確認された。弓部に存在するエントリーは冠状断、下行大動脈のエントリーは矢状断、また腹部大動脈のエントリーは横断層で描出されやすく、弓部主要分枝とエントリーとの関係が明瞭に判明した症例もあった。描出されなかった 3 例は、マルファン症候群 2 例、

IIIb 型 1 例であった (Figs. 3, 4).

4. 交通孔について

1) 真腔、偽腔の交通孔と腹部主要分枝離断の関係：通常、腹部主要分枝が解離の進行により離断される際は、主要分枝の起始部と一致したレベルで剝離内膜 (intimal flap) に真腔、偽腔間の交通孔を生ずる (Fig. 5)。この交通孔を MRI により診断するに際し、離断された主要分枝と交通孔の発生頻度、および交通孔部の血流方向などにつ

Fig. 2. Type IIIb dissection with the thrombosed false lumen (Case 29).

A, B & C: Transaxial MR images [SE (40,1000)]; D, E & F: Contrast enhanced CT images; G & H: Coronal MR images [SE (40,1000)].

- Level of the aortic arch showing the true (T) and thrombosed false (F) lumens.
- Level of the main pulmonary artery showing the circular true (T) and thrombosed false (F) lumens.
- Level of the celiac artery.
- Same level as Fig. A showing no definite thrombus.
- Same level as Fig. B showing enhanced the true (T) lumen and the thrombosed false (F) lumen as a low density area.
- Same level as in Fig. C.
- G & H. True (T) and thrombosed false (F) lumens are seen in the descending and abdominal aortae.

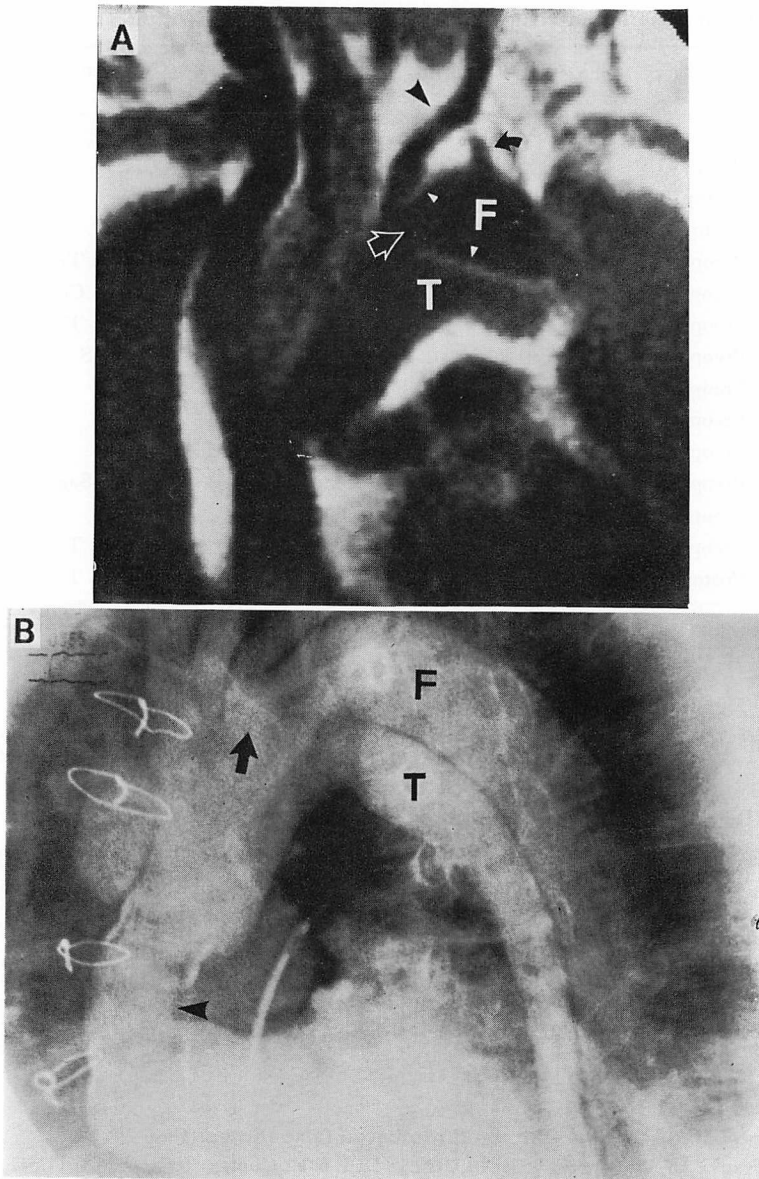


Fig. 3. Demonstration of the thoracic entry in Type I dissection with residual dissection (Case 4).

- A. Coronal MR section [SE (40,500)] showing dissection extending to the aortic arch. An entry (open arrow) is identified as a defect of the intimal flap (white arrowheads). The left common carotid artery (black arrowhead) originates from the true (T) lumen and the left subclavian artery (black arrow) originates from the false (F) lumen.
- B. 45° LAO view of transarterial cineangiogram showing the entry (arrow) and an artificial vessel with a ring (arrowhead).

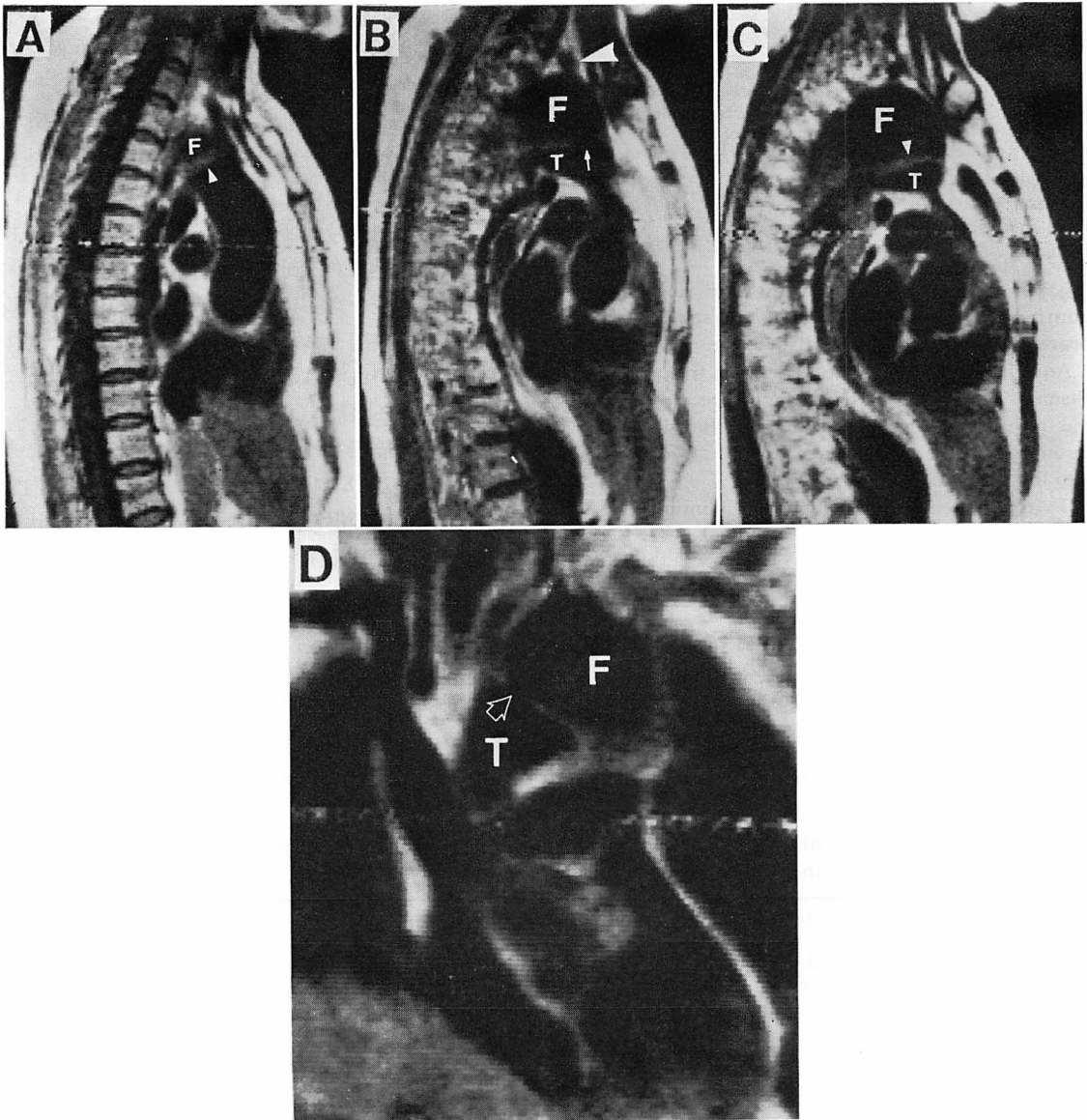


Fig. 4. Method of confirmation of entry by MRI. Type IIIb dissection (Case 14).

- A. Sagittal MR image (5 mm right lateral from Fig. B) showing an intimal flap (arrowhead) without a defect, and the true (T) and false (F) lumens.
- B. Sagittal MR image [SE (40,500)] through the entry. The entry (arrow) is seen as a defect in the intimal flap. The left subclavian artery (arrowhead) originates from the false lumen.
- C. Sagittal MR image (5 mm left lateral from Fig. B) identifying an intimal flap (arrowhead) without a defect.
- D. Coronal MR image [SE (40,500)] also showing the entry (open arrow) as a defect in the intimal flap, and the true (T) and false (F) lumens.

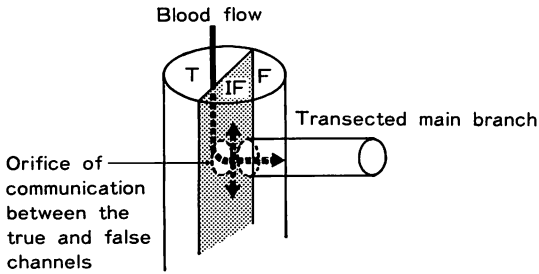


Fig. 5. Relationship between an abdominal communicating orifice and a transected main branch through an aortic dissection.

An orifice of communication between true and false channels (lumens) in aortic dissection occurs through the transection of a main branch. Blood flowing through the orifice usually goes from the true channel into the false channel.

T=true lumen; F=false lumen; IF=intimal flap.

いて、血管造影による検討では、離断された主要血管が偽腔から分枝するのを造影上確認しえたのは8例であった。このうち、離断主要血管のレベルに一致して交通孔が認められたのは6例(I型1例, IIb型5例)であった。これらの交通孔における血流はいずれも真腔から偽腔へ向かってお

り、血流が偽腔から真腔へと向かうリエントリーとは区別された。また、交通孔を有する6例での離断主要血管は、右腎動脈3例, 左腎動脈3例であった。なお、左腎動脈の1例では、それ以外に多数の腰動脈が同時に離断され、偽腔より分枝していたため、多数の交通孔が認められた。

2) 偽腔内信号強度の変化を利用した腹部における真腔、偽腔の交通孔の部位診断 (Table 3): 血流速度の速い真腔は黒く、血流停滞の見られる偽腔は白く描出されたが、真腔から偽腔へと向かう交通孔での血流は速度が速いため、その付近では、噴出する血流で偽腔内の信号強度が低下し、黒くぬけて描出された。MRI上、腹部大動脈をスキャンした18例中10例にそのような偽腔内での信号強度の変化を認めた。また、本現象が比較的限局して腎動脈レベルを中心に観察された例(限局型)は10例中7例であり、あるレベル以下の偽腔内が黒く抜けてしまう例(広範型)は3例みられた。限局型のうち腹部血管造影を施行した5例全例に、交通孔を通して真腔から偽腔内へと流出する速い血流の存在が確認され、この交通孔部位は、MRI上、明らかな信号強度の低下を認め

Table 3. Relationship between abdominal communicating orifices and changes in MRI signal intensity in the false lumen (10 cases)

Case	Changes in signal intensity		Communicating orifice	
	Localized or extensive	Level	Present or absent (location)	Reconfirmed by angiography
1	Localized	RA	Present (near RA)	Yes
2	Extensive	Below SMA	Absent	Yes
13	Extensive	Below SMA	Present (multiple: between RA & LCIA)	Yes
19	Localized	RA	Present (near RA)	Yes
20	Localized	SMA-RA	Obscure	No
21	Localized	RA	Obscure	No
23	Extensive	Below SMA	Present (multiple: below RA)	Yes
24	Localized	RA	Present (near RA)	Yes
26	Localized	RA	Present (near RA)	Yes
28	Localized	RA	Present (near RA)	Yes

RA=renal artery; SMA=superior mesenteric artery; LCIA=left common iliac artery.

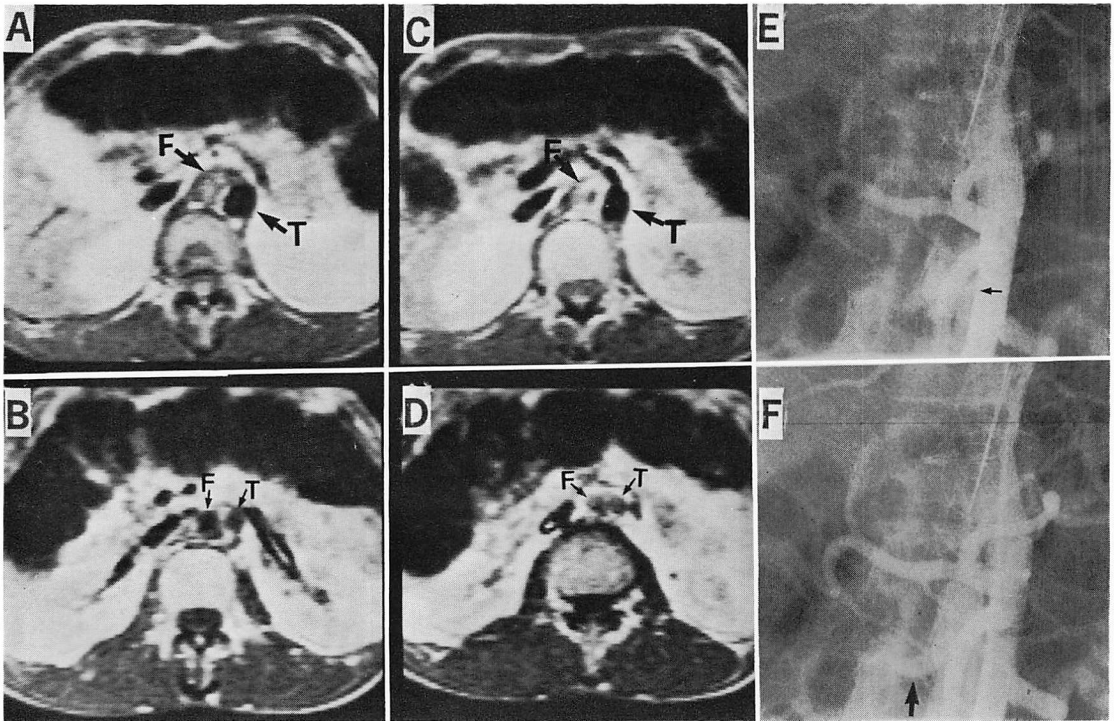


Fig. 6. Estimation of a communicating orifice in the abdominal aorta using localized changes in signal intensity in the false lumen. Type IIIb dissection (Case 28).

A, B, C & D: Transaxial MR images [SE (40,200)]. (A: Level of the celiac artery; B: Level of the renal artery; C: Level of the superior mesenteric artery; D: Level below the renal artery).

A & C. High signal intensity in the false (F) lumen due to slow blood flow.

B. Zero signal intensity in the false (F) lumen probably caused by rapid or turbulent blood flow is seen. Such localized signal changes in the false lumen suggest the presence of a communicating orifice.

D. High signal intensity in the false (F) lumen is seen again.

E. Aortogram with contrast injection in the true lumen showing a communicating orifice (arrow) between the true and false channels.

F. Aortogram a few seconds later shows that the right renal artery (arrow) arises from the false lumen.

た偽腔内の腎動脈レベルに一致した。一方、MRI上、腹部偽腔内のすべてのレベルで信号を有し、信号強度の変化がなかったのは8例で、これらでは血管造影上、交通孔を認めなかった。以上の検討により偽腔内の腎動脈レベルに限局してみられる本現象は、この部位に交通孔が存在することを示すMRI所見であると考えられた (Fig. 6)。3例の広範型のうち1例はIIIb型症例で、偽腔が

横隔膜付近で血栓閉鎖され、MRIでは上腸間膜動脈以下が黒く無信号を呈したのに対し、血管造影では腎動脈以下に多数の交通孔が証明された (Fig. 7)。他の2例はI型とIIIb型症例で、MRI上、やはり上腸間膜動脈以下の偽腔内が黒く描出されたが、血管造影では腹部の交通孔や明瞭なりエントリーは認められなかった。

3) 交通孔の直接描出: 腹部偽腔内信号が限局

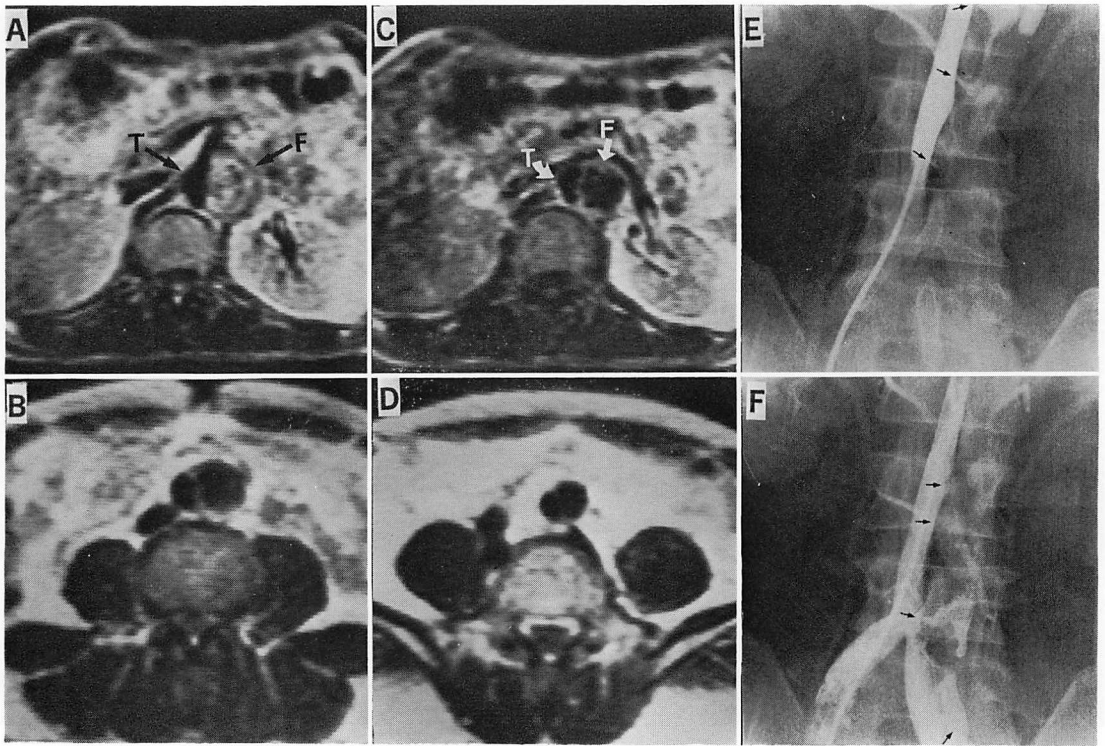


Fig. 7. Type IIIb dissection with an extensive change in signal intensity in the false lumen (Case 13).

A, B, C & D: Non-gated transaxial MR [SE (40,200)] images.

A: Level of the superior mesenteric artery; B: Level below the renal artery; C: Level of the renal artery; D: Level near the bifurcation of the common iliac arteries.

A. High signal intensity in the false (F) lumen is seen.

B, C & D. Zero signal intensity in the false lumen indicating high velocity or turbulent blood flow present in the false lumen.

E & F. Aortogram showing multiple communicating orifices (arrows).

的に無信号を呈した部位を中心に精密スキャンを行い、3例中2例で交通孔の直接描出に成功した (Fig. 8).

5. 腹部横断層における真腔の占拠部位と主要分枝の分岐状態との関係 (Table 4)

真腔、偽腔の占拠部位がMRIにより同定され、血管造影およびcontrast enhanced CTによっても確認されている18例(I型3例, IIIb型15例)について、腹腔動脈、上腸間膜動脈および腎動脈レベルにおける腹部大動脈横断層の解離形態を明らかにするとともに、真腔の占拠部位と主要分枝

の分岐状態との関係についても検討した。なお、主要分枝が真腔、偽腔のいずれから分岐しているかの診断は、MRIのみならず血管造影およびcontrast enhanced CTを併用して総合的に行なった。また、分枝が描出されなかった場合のレベルの推定は、上腸間膜動脈がすべての症例で描出可能であったため、このレベルを中心に、中枢側1~2cmの横断層を腹腔動脈レベルとし、末梢側1~2cmの横断層を腎動脈レベルとした。Fig. 9のごとく、腹部大動脈横断層面を α (左前)、 β (右前)、 γ (右後)、 δ (左後)の4つの象限に区分し、さ

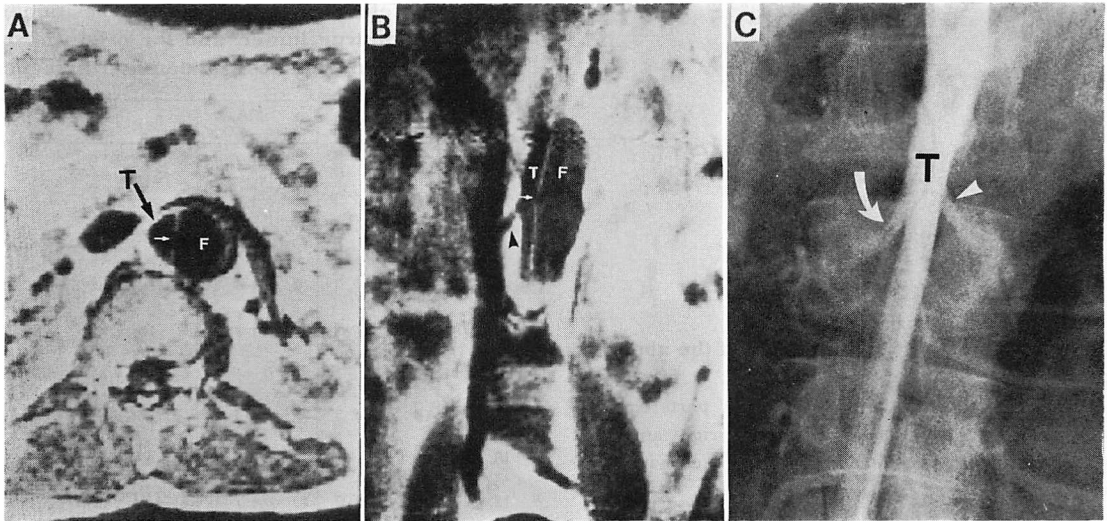


Fig. 8. Direct visualization of an abdominal communicating orifice (Case 13).

- A. Transaxial MR image [SE (40,500)] through the level of the renal artery depicting a defect in the intimal flap (white arrow), which is a communicating orifice between the true (T) and false (F) lumens caused by left renal artery transection.
- B. Coronal MR image [SE (40,500)] also showing a communicating orifice (arrow).
- C. Aortogram showing a jet (arrowhead) through a communicating orifice and the right renal artery (arrow).

らに、真腔面積の 3 分の 1 以上が属する象限を **Fig. 9** のごとく表示した。

1) 腹腔動脈: 18 例中、腹腔動脈が真腔から分岐したのは 17 例、偽腔から分岐したのは 1 例であった。前者の真腔占拠部位は α , β , $\alpha+\delta$, $\beta+\gamma$ のいずれかに属し、真腔は必ず α または β , すなわち前壁を含んで存在した。偽腔から分岐した 1 例の真腔占拠部位は β であった。

2) 上腸間膜動脈: 18 例中、上腸間膜動脈が真腔から分岐したのは 16 例であった。この 16 例では α , β , $\alpha+\delta$, $\beta+\gamma$ のいずれかとなり、真腔は必ず α または β を含んで存在した。偽腔から上腸間膜動脈が分岐した 2 例の真腔は、 β および $\beta+\gamma$ に存在した。

3) 腎動脈: 右腎動脈が真腔より分岐した例は 12 例で $\beta+\gamma$, $\alpha+\beta$, β に分類され、必ず β を含んでいた。偽腔からは 5 例、圧迫されていたのは 1 例であった。この偽腔から分岐した 6 例の真腔

は $\alpha+\delta$, α のいずれかで、必ず α を含んでいた。圧迫されていた例は α に真腔が存在した。

左腎動脈が真腔より分岐した例は 13 例、偽腔からは 5 例であった。真腔から分岐した 13 例中 12 例は、 α , $\alpha+\beta$, $\alpha+\delta$ のいずれかに分類され、必ず α を含んでいた。1 例は真腔が $\beta+\gamma$ に存在した。偽腔から分岐した例の真腔は β , $\beta+\gamma$ に含まれ、必ず β を含んでいた。

一方、両腎動脈が真腔より分岐したのは 5 例で、いずれも真腔は $\alpha+\beta$ に存在した。

6. 逆行性解離の診断

I 型の 5 例中 1 例および IIIb 型 18 例中 2 例は逆行性解離例であった。I 型例ではエントリーが弓部に存在し、上行大動脈へ逆行性に解離が及び、また右側大動脈弓を合併していた。無侵襲検査による逆行性解離の診断法として、MRI における偽腔内信号強度の変化を利用する方法を検討した。SE (40,700) の 4 マルチスライス横断層では、

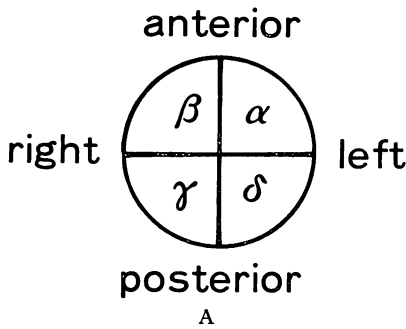


Fig. 9 A. Cross-sectional division of the abdominal aorta.

Cross-section is subdivided into four parts; α occupying left anterior part, β occupying right anterior part, γ occupying right posterior and δ occupying left posterior.

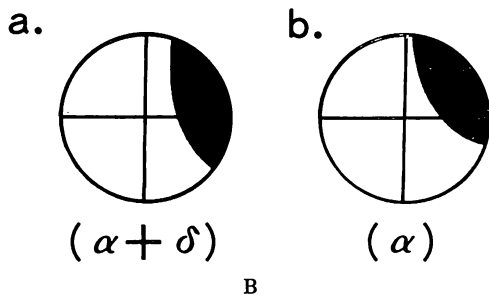


Fig. 9 B. Cross-sectional analysis based on the position of the true lumen by divisions.

The position of the true lumen is determined as follows:

- This is determined as $\alpha + \delta$ because more than one third the area of the true lumen is present in α and δ .
- This is determined as α because more than one third the area of the true lumen is present only in α .

大動脈弓部で偽腔内が黒く無信号となったのに対し, 肺動脈幹レベルの上行大動脈における偽腔内は白く高信号を呈した (Fig. 10). 同レベルでの short TR による SE (40,200) のシングルスライススキャンでは偽腔内は無信号となり, 偽腔内には血栓等は存在せず, マルチスライスの SE (40,700) で白く高信号に描出されたのは, 停滞流によるものと診断された. すなわち通常の I 型解

Table 4. Relationship between the position of the true lumen and the origin of the main branches in abdominal dissection

Case No.	Celiac a.		SMA		Renal a.	
	Position	Orig.	Position	Orig.	Position	Orig.
1. I	● β	T	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	rt-T lt-F
2. I	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	rt-F lt-T
3. I	● β	F	● β	F	● β	rt-T lt-F
4. I	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \beta$	rt-T lt-T
13. IIIb	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	rt-T lt-F
14. IIIb	● β	T	● β	T	● $\alpha + \beta$	rt-T lt-T
15. IIIb	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	rt-F lt-T
18. IIIb	● α	T	● α	T	● $\alpha + \beta$	rt-T lt-T
19. IIIb	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	rt-T lt-F
20. IIIb	● β	T	● β	T	● $\alpha + \beta$	rt-T lt-T
21. IIIb	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	rt-T lt-T
22. IIIb	● α	T	● α	T	● α	rt-compressed lt-T
23. IIIb	● $\beta + \delta$	T	● $\beta + \delta$	T	● $\beta + \gamma$	rt-T lt-T
24. IIIb	● $\alpha + \delta$	T	● α	T	● $\alpha + \delta$	rt-F lt-T
25. IIIb	● β	T	● β	T	● $\alpha + \beta$	rt-T lt-T
26. IIIb	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	T	● α	rt-F lt-T
27. IIIb	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	T	● $\beta + \gamma$	rt-T lt-F
28. IIIb	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	T	● $\alpha + \delta$	rt-F lt-T

Black area=true lumen; Position=position of the true lumen; Orig.=origin; rt=right; lt=left; T=origin from the true lumen; F=origin from the false lumen.

離では大動脈弁直上付近にエントリーが存在するため, 肺動脈レベルの上行大動脈では, エントリーより流入する速い血流と乱流により偽腔内は無信号を呈すると考えられるのに対し, これと全く相反する上行大動脈内の偽腔内有信号所見は逆行性解離を強く示唆した. IIIb 型の 2 例はいずれも腹部にエントリーを有し, 胸部大動脈へ逆行性に解離した 1 例で下行大動脈内に信号を認めたのに対し, エントリー付近の腹部大動脈偽腔内は無信号であった.

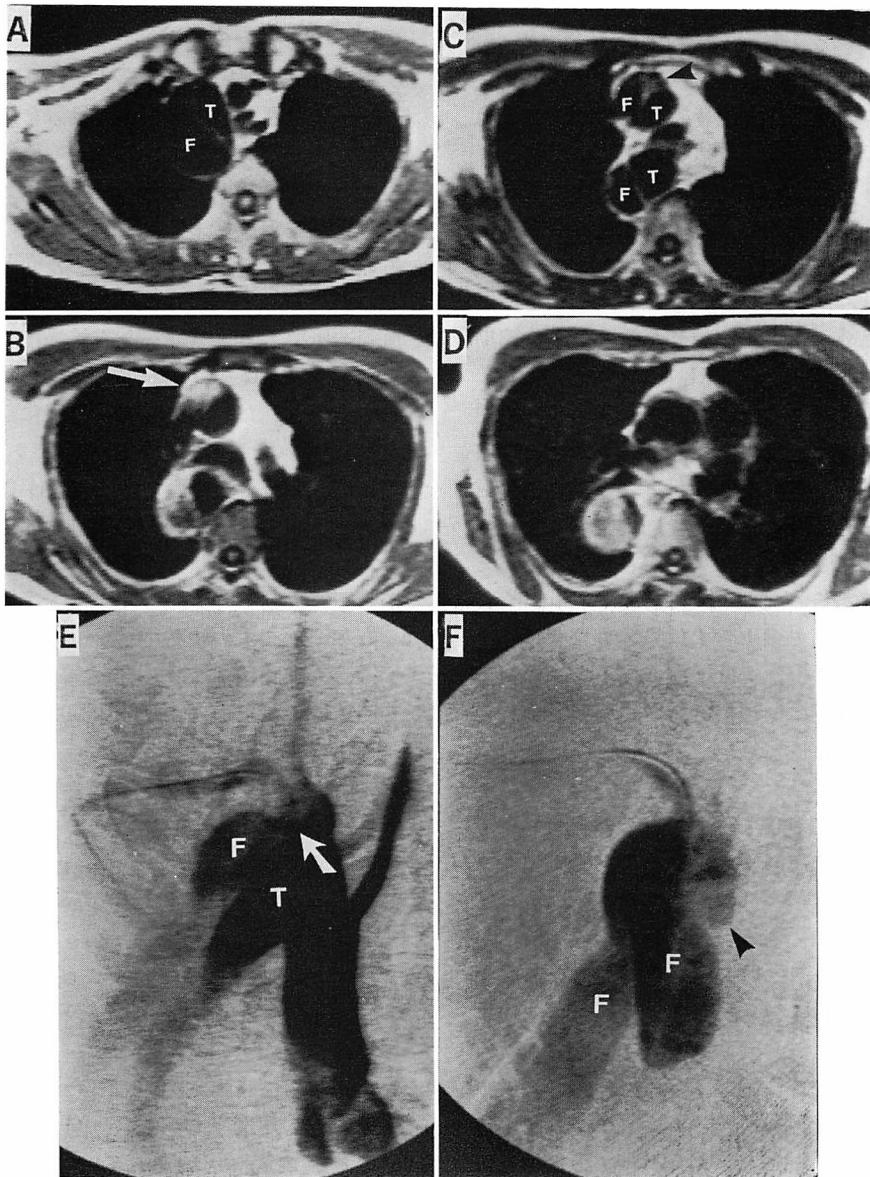


Fig. 10. Type I dissection with retrograde dissection and the right aortic arch.

A, B, C & D. Non-gated transaxial serial MR images [SE (40,700)].

- A. Level of the aortic arch depicting the intimal flap and zero signal intensity in the false (F) lumen, which indicates the presence of an entry near this level.
- B. Level of the bifurcation of the trachea. A stronger signal seen in the false lumen is due to stagnant blood flow in the distal blind loop caused by retrograde dissection.
- C. Level of the distal ascending aorta. Faint signal (arrow) can be seen in the false (F) lumen.
- D. Level of the aortic trunk. No dissection in the ascending aorta are seen.
- E. Transarterial DSA (45° RAO). Arrow shows an entry in the aortic arch.
- F. Frontal DSA with insertion of a catheter into the false lumen showing a blind false (F) lumen caused by retrograde dissection. Entry is indicated by arrowhead.

考 査

MRI による解離性大動脈瘤の診断は、血流の状態に応じて現れる MRI 信号の正しい理解とその応用が基本と考えられ、ことに偽腔内に現れる高信号像こそ、特異的で、しかも本来非侵襲であるこの診断法において重要な役割をなしているものといえよう。本研究では、心電図同期法を使用しなかったため、偽腔内に現れた信号は心収縮期および拡張期の信号を総合したものであるが¹²⁾、この総合した信号の変化が腹部交通孔の診断や逆行性解離の診断には特に有用であった。この理由は、エントリーや腹部交通孔付近の偽腔内の無信号が、心電図同期をした場合、同期時期によっては無信号としてとらえられない場合があると考えられるからである。一方、心電図非同期の場合、脈拍と Tr の関係で多少とも信号強度に変化が生じると考えられるが、今回の研究では十分検討可能であった。以下にこの信号とその変化を中心とした診断法の有用性について、順に考察を加える。

1. 病型診断

偽腔内に血流を有する解離性大動脈瘤症例では、全例で解離の診断とともに病型診断が可能であった。問題は、解離性大動脈瘤症例の 5~25% を占めるとされる偽腔内血栓閉鎖型の診断である^{1,4,5,20~25)}。この型は従来、単純 CT 上、石灰化内膜の偏位や、白く輪状に描出される新鮮血栓の存在をとらえることで診断されたが^{8,9,20)}、現時点では、MRI だけによるこの型の診断は、上行、下行大動脈の広い範囲に血栓を有する例を除いては困難と考えられる。これは、MRI では偏位した石灰化像の描出が不明瞭なため、II 型や腹部限局型では壁在血栓を伴う真性大動脈瘤と鑑別しがたく、また、血栓の幅が狭い例では正常大動脈瘤とも鑑別できない例があったためである。本研究でとり扱った偽腔内血栓閉鎖型の 5 例中 3 例は、上記の理由によって、解離の有無の診断さえ困難であった。

2. エントリーの局在診断

現在行われている手術術式のほとんどは、エントリーに対して直接何らかの処置を加えるものであるため、術前よりエントリーの位置を正確に知ることが極めて重要である^{3,22,27~30)}。従来より、血管造影がこの役目になってきたが、撮影方向がエントリーにおけるジェット方向とほぼ直角でない場合や、弓部にエントリーのある症例では、血管造影でもエントリーを直接描出しがたいときがある。MRI ではエントリーは内膜の中断部として描出された。エントリー描出には剝離内膜と直角に近いスキャン方向が有利であったが、III 型の場合、下行大動脈では、偽腔が後外側に存在することが多く^{1,5,20,21,23)}、剝離内膜と直角近くスキャンするには矢状断が適していた。また、弓部から下行大動脈の連続した断面を得るにも矢状断が有利であり、矢状断でエントリーが描出された場合、大動脈弓部や分枝とエントリーの位置関係が明瞭であった¹¹⁾。また、大動脈弓部のエントリーの描出には冠状断が有利であった。しかし、スキャン方向が斜めになる場合、剝離内膜そのものの描出も困難であり、任意のスキャン角度を設定できる機種では、この点が有利になると思われた。MRI で描出された剝離内膜の中断部がエントリーである確信を得るには、例えば矢状断の場合、エントリーが描出されたスライスを中心に左右に 3~5 mm ずらして数スライススキャンし、同様の中断像がないことを確認するとともに、中断部での冠状断や横断層による描出も加え、総合的に判断することが重要である。今回、エントリーは 80% と比較的高率に描出されたが、これは、対象とした 15 例全例が発症後 1 ヶ月以上経過した慢性例であったからでもあろう。慢性例ではエントリー部は上皮化され^{21,23)}、比較的しっかりした組織となり、収縮期、拡張期で形態の変化をきたしにくいと考えられる。なお、剝離内膜の中断した部位が MRI で無信号となる石灰化部である可能性もあり、エントリーか石灰化かの厳密な鑑別には CT の併用が望ましい。しかし、CT でみる

解離性大動脈瘤症例の剝離内膜の石灰化部は通常小さく^{8,9)}、中断部のごとく描出される石灰化は相当大きなものでなければならず、MRI 上実際にはほとんど鑑別を要しないと思われる。一方、エントリー部と弓部主要分枝との位置関係も重要であるため、主要分枝の断面を描出しておき、エントリーとの位置関係を把握しておくことが望ましい。

3. 真腔、偽腔の交通孔部位の推定と主要分枝の解離による離断

エントリーを含めた真腔、偽腔の交通孔部位の推定は、偽腔内の局所的な信号強度の変化をとらえることでなされた。すなわち、交通孔付近では、真腔からの血流の噴出により偽腔内に速い血流が流入するため、通常、停滞流のため白く高信号を呈する偽腔が低信号に変化することを利用したものである。この推定には主に8マルチスライス横断面層を用いたが、交通孔付近では、血管造影で横断面層面に平行に噴出する血流や乱流も認めており、このことも信号低下の原因の一つになると考えられた^{18,19)}。リエントリーという用語を使わず、交通孔と言う用語を用いたのは、血管造影で確認された交通孔部での血流が真腔から偽腔へと向かうもので、通常のリエントリーのごとく^{1,7,22)}、減圧の役目を果たしていないと考えられたからである。また、今回の検討では、この交通孔はその部位が偽腔から分岐している主要分枝の位置に一致したことから、ほとんどが腹部主要分枝や腰動脈の離断によってできたものと考えられた。解離性大動脈瘤に対する古い術式として fenestration がある^{2,31)}。これは、真腔、偽腔を交通させることによって偽腔内の減圧を目的としたものであるが、その成績は不良であった^{3,22,32)}。この理由は、交通孔部での血流方向は意に反してほとんど真腔から偽腔へと向かうものであって、減圧の目的を成さなかったためではないかと考えられる。

偽腔内信号強度変化の広範型、つまり、あるレベル以下の偽腔内が黒く無信号になった場合の血管造影との比較検討では、必ずしも無信号部に一

致したレベルに交通孔があるとはいえず、今後の検討が必要である。

4. 腹部大動脈の解離形態

腹部大動脈横断面層での解離形態と主要分枝との関連を検討する際、「真腔面積の1/3以上が属する領域」としたのは、実際、他象限にまたがった真腔面積の1/3の領域から分岐する主要分枝があったからで、1/3はおよその見当で判断した。腹腔動脈や上腸間膜動脈は、真腔が α (左前)または β (右前)、つまり前壁に存在すればほとんどが真腔より分岐したが、たとえ真腔が α, β に存在したとしても、偽腔の非常に大きな例などでは例外も認められた。腎動脈に関しては、右腎動脈は β 、左腎動脈は α に真腔があればそれぞれ真腔から分岐する傾向にあった。逆に、右腎動脈は β に真腔がない場合、左腎動脈は α に真腔がない場合は、偽腔から分岐するか圧迫されていた。もちろん例外も報告されているが^{5,20)}、重要なことは解離形態を検討し、主要分枝が偽腔から分岐している可能性が高い時は、主要分枝離断による交通孔の存在や分枝の圧迫の有無を検索することである。これを血管造影で確認するには、少なくとも2回の造影を行う必要がある。すなわち腹部に撮影部位を固定し、1回目に、エントリー付近で造影剤を注入し、真腔の後に遅れて造影される腹部偽腔から分岐する主要分枝があるかないかをまず確認し、次に、2回目として、真腔内のカテーテルを腹部に下げて造影剤を発射し、真腔から偽腔へ噴出する血流があるか否か、あるいは真腔内に negative jet があるか否かを検索しなければならない。さらに、解離形態の検討は以下の判断にも臨床上役立つと考えられた。例えば、一側の腎動脈が偽腔から分岐する解離形態を示し、かつMRI上、偽腔内の信号強度が変化した場合には、その腎動脈が偽腔から分岐し、そこに交通孔を作っていると推定することができよう。この際、たとえエントリーを手術で閉鎖したとしても、分枝は交通孔からの血流で養われると考えられるため、腹部に fenestration を作成する必要のないこ

とが術前に容易に判断しうる。

5. 逆行性解離^{7,21,28)}

現在のところ、無侵襲な検査方法による逆行性解離の診断は困難とされているが²⁸⁾、MRI では偽腔内の血流信号の変化を利用することによってそれが可能となった。既述のごとく、横断層マルチスライスを利用すれば、一般に、エントリー付近の偽腔では、真腔からの速い血流や横断層面に平行に移動する血流のため無信号を呈するのに対し、盲端となる逆行性解離の先端部の偽腔内は血流停滞により有信号部となることが十分考えられる。弓部にエントリーの存在したわれわれの症例でも、逆行性に解離した弓部大動脈偽腔内が有信号部として明瞭に描出された。この有信号が血栓か停滞流によるのかを区別するために、short TrのSE (40,200) シングルスライスでスキャンしたところ、偽腔内は無信号になり、信号は停滞流によったものと判断された。

以上、解離性大動脈瘤に対するMRIの有用性を述べたが、これらすべての検索を完了するまでにかなりの時間を要するのが現状であり、現段階では真の緊急例におけるMRIの有用性を判断することは難しい。しかし、今後超電導装置の普及や、系統だった検査方法の確立によって時間は短縮される可能性があり、MRIは緊急例においても安心して使用しうる検査方法になると思われる。

結 語

1. MRIによる解離性大動脈瘤の病型診断は偽腔内に血流を有する症例では100%で可能であった。しかし、偽腔内血栓閉鎖型では5例中2例において可能であったにすぎず、正常大動脈様の1例および限局型の2例では解離の有無の診断さえ困難であった。

2. エントリーは剝離内膜の中断像として15例中12例、80%において描出可能であった。しかし、マルファン症候群の2例およびIIIb型の1例では描出不能であったが、マルファン症候群

では剝離内膜が菲薄で動揺しやすいためと考えられた。

3. 偽腔における信号強度の変化は、交通孔の位置の推定や、逆行性解離の存在を診断する目安となる所見であった。

4. 腹部大動脈横断層での解離形態の検索は、主要分枝の分岐状態の判断に有用であった。偽腔から分岐した場合、MRIにより偽腔内信号強度の変化をとらえることによって、交通孔の有無を推定することが可能となった。

要 約

31例の大動脈解離症例に対して磁気共鳴画像法(MRI)を施行し、特に真腔、偽腔の交通孔や、逆行性解離の診断におけるMRIの有用性を検討した。

1. MRIによりエントリーは、剝離内膜の中断像として15例中12例(80%)に描出された。

2. 腹部における真腔、偽腔の交通孔の診断は、血管造影で交通孔が認められた8例中6例(75%)で可能であった。

3. 3例で逆行性解離が診断された。

4. 真腔の位置に基づいた腹部横断面の解離形態分析では、腹腔動脈と上腸間膜動脈は、真腔が前方に存在すれば真腔より分岐した。右腎動脈は右前方に、左腎動脈は左前方に真腔が存在すれば、各分枝は真腔より分岐した。

以上より次のごとく結論された。

1. MRIは大動脈解離の診断、特に胸部大動脈のエントリーの描出に有用であった。

2. 偽腔内の信号強度の変化は、腹部における真腔、偽腔の交通孔や逆行性解離の診断の目安となる所見であった。

3. 腹部大動脈横断層面の解離形態分析により、主要分枝の分岐状態が推定できた。

文 献

- 1) Hirst AE Jr, Johns VJ Jr, Kime SW Jr: Dissecting aneurysm of the aorta: A review of 505 cases.

- Medicine **37**: 217, 1958
- 2) Hume DM, Porter RR: Acute dissecting aortic aneurysms. *Surgery* **53**: 122, 1963
 - 3) Austen WG, Buckley MJ, McFarland J, De-Sanctis RW, Sanders CA: Therapy of dissecting aneurysms. *Arch Surg* **95**: 835, 1967
 - 4) Dinsmore RE, Willerson JT, Buckley MJ: Dissecting aneurysm of the aorta: Aortographic features affecting prognosis. *Diagn Radiol* **105**: 567, 1972
 - 5) Hayashi K, Meaney TF, Zelch JV, Tarar R: Aortographic analysis of aortic dissection. *Am J Roentgenol* **122**: 769, 1974
 - 6) Guthaner DF, Miller DC, Silverman JF, Stinson EB, Wexler L: Fate of the false lumen following surgical repair of aortic dissections: An angiographic study. *Radiology* **133**: 1, 1979
 - 7) 山口敏雄, 植原敏勇, 内藤博昭, 太田光重, 菅原徹雄, 前田宏文, 杏晃二, 小塚隆弘, 足立郁夫, 中島伸之, 藤田毅, 由谷親夫: 大動脈解離の解離形態診断—Cineangiographyの有用性について—. *脈管学* **22**: 21, 1982
 - 8) Heiberg E, Wolverson M, Sundaram M, Connors J, Susman N: CT findings in thoracic aortic dissection. *Am J Roentgenol* **136**: 13, 1981
 - 9) Godwin JD, Herfkens R1, Skioldebrand CG, Federle MP, Lipton MJ: Evaluation of dissections and aneurysms of the thoracic aorta by conventional and dynamic CT scanning. *Radiology* **136**: 125, 1980
 - 10) Smuckler AL, Nomeir A, Watts LE, Hackshaw BT: Echocardiographic diagnosis of aortic root dissection by M-mode and two-dimensional techniques. *Am Heart J* **103**: 897, 1982
 - 11) Mukohara N, Yoshida Y, Kozawa S, Okada M, Nakamura K, Ogawa K: Diagnosis of aortic dissection using magnetic resonance imaging—Including the comparison with the other diagnostic methods—. *J NMR Med* **5**: 73, 1985
 - 12) Herfkens RJ, Higgins CB, Hricak H, Lipton MJ, Crooks LE, Lanzer P, Botvinick E, Brundage B, Sheldon PE, Kaufman L: Nuclear magnetic resonance imaging of the cardiovascular system: Normal and pathologic findings. *Radiology* **147**: 749, 1983
 - 13) Yamada T, Harada J, Tada S: Diagnosis of aortic dissection by NMR-CT—Its clinical effectiveness. *J NMR Med* **4**: 107, 1984
 - 14) Amparo EG, Higgins CB, Hricak H, Sollitto R: Aortic dissection: Magnetic resonance imaging. *Radiology* **155**: 399, 1985
 - 15) Geisinger MA, Risius B, O'Donnell JA, Zelch MG, Moodie DS, George CR: Thoracic aortic dissections: Magnetic resonance imaging. *Radiology* **155**: 407, 1985
 - 16) Glazer HS, Gutierrez FR, Levitt RG, Lee JK, Murphy WA: The thoracic aorta studied by MR imaging. *Radiology* **157**: 149, 1985
 - 17) Kaufman C, Crooks L, Sheldon P, Hricak H, Herfkens R, Bank W: The potential impact of nuclear magnetic resonance imaging on cardiovascular diagnosis. *Circulation* **67**: 251, 1983
 - 18) Bradley WG Jr, Waluch V: Blood flow: Magnetic resonance imaging. *Radiology* **154**: 443, 1985
 - 19) 荒木力, 飯尾正宏: NMRによる血管病変の画像診断—最近の進歩—. *脈管学* **25**: 353, 1985
 - 20) Siegelman SS, Sprayregen S, Strasberg Z, Attai LA, Robinson G: Aortic dissection and the left renal artery. *Radiology* **95**: 73, 1970
 - 21) Gore I, Hirst AE Jr: Dissecting aneurysm of the aorta. *Cardiovasc Clin* **2**: 239, 1974
 - 22) McCloy RM, Spittell JA Jr, McGoon DC: The prognosis in aortic dissection (dissecting aortic hematoma or aneurysm). *Circulation* **31**: 665, 1965
 - 23) Gore I, Hirst AE Jr: Dissecting aneurysm of the aorta. *Prog Cardiovasc Dis* **16**: 103, 1973
 - 24) Stein HL, Steinberg I: Selective aortography, the definitive technique, for diagnosis of dissecting aneurysm of the aorta. *Am J Roentgenol* **102**: 333, 1968
 - 25) 高宮誠: 大動脈解離の診断の進歩. *臨床科学* **20**: 1231, 1984
 - 26) 内藤博昭, 中島伸之: 大動脈瘤の診断, CT. *現代医療* **16**: 1151, 1984
 - 27) DeBakey ME, Henly WS, Cooley DA, Crawford ES, Morris GC Jr: Surgical treatment of dissecting aneurysm of the aorta: Analysis of seventy-two cases. *Circulation* **24**: 290, 1961
 - 28) Cipriano PR, Griep RB: Acute retrograde dissection of the ascending thoracic aorta. *Am J Cardiol* **43**: 520, 1979
 - 29) Carpentier A, Deloche A, Fabiani JN, Chanvaud S, Relland J, Nottin R, Vouhe P, Massoud H, Dubost Ch: New surgical approach to aortic dissection: Flow reversal and thromboexclusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* **81**: 659, 1981
 - 30) Ablaza SGG, Ghosh SC, Grana VP: Use of a ringed intraluminal graft in the surgical treatment of dissecting aneurysms of the thoracic aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg* **76**: 390, 1978
 - 31) DeBakey ME, Cooley DA, Creech O Jr: Surgical considerations of dissecting aneurysm of the aorta. *Ann Surg* **142**: 586, 1955

向原, 吉田, 中村

32) Lindsay J Jr, Hurst JW: Clinical features and prognosis in dissecting aneurysms of the aorta: A

reappraisal. *Circulation* 35: 880, 1967