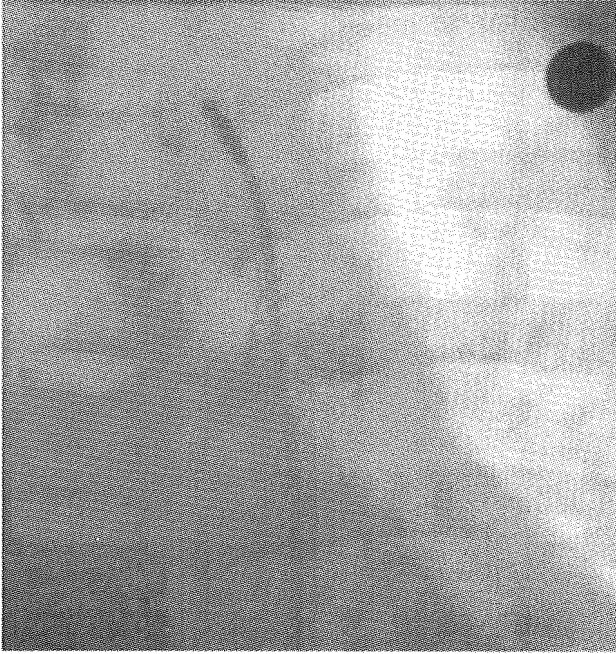
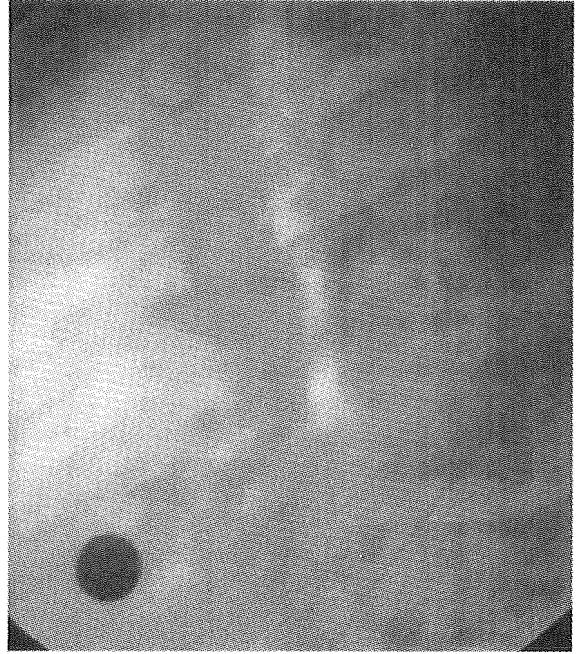


図5

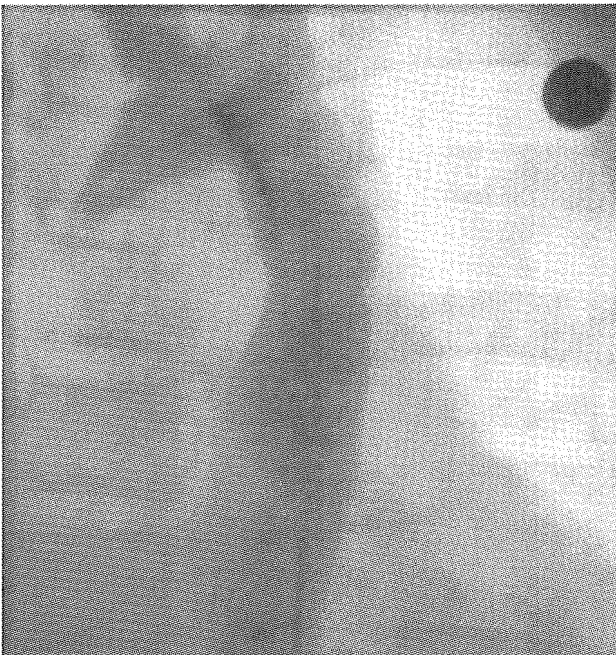
a



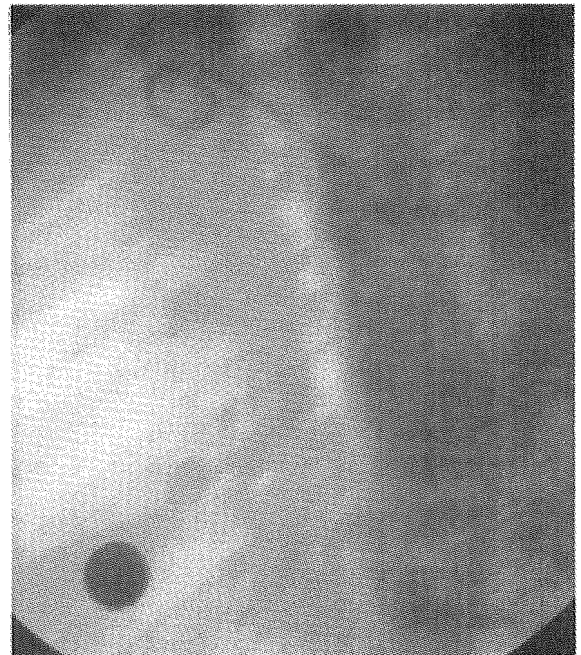
b



c



d



『先天性心疾患における大血管狭窄に対するカテーテルインターベンション
による拡大術の短・長期予後に関する多施設共同研究に関する研究』

—内科的ステント留置術と外科的ステント留置術—

石川司朗・佐川浩一

福岡市立こども病院・第一内科

【緒言】 現在狭窄血管に対する治療法として、内科的にカテーテルによるバルーン治療や外科的には狭窄血管のパッチ拡大並びに人工血管置換が行われている。しかし、これらの方法を行っても十分に拡大ができない症例がみられ、そういう症例に対してはステント留置術が選択される。ステントを留置する方法としては内科的にカテーテルによる留置の他に当院では外科的にもステントの留置を行っている。今回2000年7月より当院で行ったステント留置術を心カテ時（内科的）および開胸術時（外科的）に分け比較検討した。

【対象・方法】 症例は末梢性肺動脈狭窄(peri-PS)と大動脈縮窄術後(re-CoA)の患者である。内科的留置術(12例13回)：年齢4~20才、体重13.0~45.6kg、peri-PS 11例、re-CoA 1例で全例外科手術後。外科的留置術(13例13回)：年齢1~16才、体重8.8~62.0kg、全例peri-PSでTCC術、両方向性Glenn術、Fallot根治術または体肺短絡術で、ステント留置だけを目的として手術を行った症例はいなかった。全例Palma社製ステントを用いた。内科的には狭窄血管にロングシース挿入後、そのシース内にステントをマウントしたカテーテルを挿入し、狭窄血管を越えたところでロ

ングシースを引き、バルーン拡大することによりステントを留置した。外科的には可能な限り狭窄血管の背側を残した状態で剥離し、直視下にステントをマウントしたカテーテルを挿入し、バルーンを拡大することによりステントを留置した。バルーン拡大時に血管が裂けた症例には腹側にパッチを補填した。

【結果】内科的留置術（12例13回）：10例に留置が可能であったが、うち肺動脈分岐部狭窄2例でバルーン拡大時にステントが狭窄部より末梢に移動し十分な狭窄解除は得られなかった。また、2例はロングシース挿入ができず留置を断念した。外科的留置術（13例13回）：10例で成功した。1例はステント拡大時に肺動脈が裂けパッチによる補填拡大を要したが、狭窄の解除には成功した。1例はステントが十分に広がらなかったが術前より狭窄の程度は軽快した。1例は末梢にステントを留置しすぎた為中枢側に狭窄を残した。この症例は後日内科的に中枢側にステントを留置し、狭窄を解除した。

【結論】肺動脈分岐部狭窄例では患児の成長を考慮したサイズのステント留置が望まれる為、large size のステントを留置する必要がある、10~11Fの太く硬いロングシースを挿入が必要である。その為、体格の小さい児にはロングシースの挿入すらできない症例もあり、さらにはロングシースが挿入可能でも必要な長さのステントが留置できないことがあり、短いステントを何本も挿入せざるを得ないことがある。つまり内科的手法は体の小さな児における目的部位へのロングシース挿入に苦慮し、10~11Fと太いシースを挿入する必要から刺入部血管への損傷も考慮すると限界があると言わざるをえな

い。外科的留置術はこれらの問題を回避でき、当院の結果でも 8.8kg の症例にも large size のステントの留置が可能であった。また、肺動脈閉鎖の症例で、短絡術しか行われていない例では内科的には短絡血管からはステント留置はできないが、外科的には短絡術時に同時にステントを留置することができた。パッチ拡大が困難な肺実質内の末梢狭窄部形成に利用することもできるほか、癒着が高度な例では肺動脈狭窄部の情報を術前にきちんと把握しておくことにより、肺動脈の剥離をせずにステントを留置することで、剥離に要する時間を短縮でき手術時間の短縮にもつながっている。一方、拡張率が大きな症例では狭窄部位周辺の剥離がかえって肺動脈裂傷を起こしやすく、その予防として当院では背側の剥離はせずにステントを留置することによりステント留置後に背側の血管裂傷を起こさない工夫をして、合併症の予防をしている。内科的に合併症を恐れて十分に拡張できない状況でも、外科的にパッチの補填が可能な部位であれば十分な拡張が可能である。狭窄血管に対しステント治療を最大限に有効なものとするために、内科的手技のみならず外科的手技も選択肢として重要と考えられる。今後さらなる経験の積み重ねが必要である。

内科的ステント留置症例

診断	年齢(歳)	体重(kg)	留置ステント
PS po TOF	4	13.0	Not successful
PS po TOF	4	15.8	Not successful
ReCoA po Jatene	6	20.7	P3010E
PS po Jatene	8	21.6	P1809E
PS po TOF	9	24.0	P1508
PS po Jatene	9	21.4	P1809E,P1810E
PS po PA IVA	10	30.0	P1809E
PS po Jatene	11	40.0	P3010E
PS po Jatene	11	39.4	P1810E,1208E. P3010E,1809E
PS po TCPC	12	30.7	P1008.P1508
PS po TCPC	14	54.6	P3009E,P1809E P3008E
PS po Rastelli	20	45.6	P1810E x2

Po：術後

PS：肺動脈狭窄

TOF：ファロー四徴症

ReCoA：大動脈縮窄再発

Jatene：ジャテネ手術

PA IVS：純型肺動脈閉鎖

TCPC：Total Cavo-pulmonary Connection

Rastelli：ラステリー手術

外科的ステント留置症例

診断	年齢(歳)	体重(kg)	留置ステント
PS HLHS po Norwood	1	10.0	P1210E
PS SV po BDG	2	8.8	P1810E
PS HLHS po Norwood	2	10.8	P1210E
PS HLHS po BDG	2	11.4	P2006,P2007
PS po BDG	2	12.0	P3009E
PS PA VSD MAPCA po UF	5	12.0	P1810E
DORV PA po BT	5	14.2	P1809E
PS PA VSD MAPCA po BT	8	16.7	P1810E
PS po VSD PS	8	33.2	P1810E
TOF	9	21.6	P2007
SV PA TAPVD po BDG	16	40.4	P3010E
PS po Rastelli	16	55.6	P3010E
PS po Rastelli	16	62.0	P1810E

HLHS：左心低形成症候群

SV：単心室

BDG：グレン手術

PA：肺動脈閉鎖

VSD：心室中隔欠損

MAPCA：主要大動脈肺動脈側副血行

UF：肺動脈統合術

DORV：両大血管右室起始症

BT：Blalock-Taussig シェント

TAPVD：総肺静脈還流異常

Fig1 : 2歳 8.8kg 男児 単心室 肺動脈狭窄 グレン術後

狭窄部には鎖骨下静脈からアプローチしなければならず、内科的にステント留置はできない症例でした。肺動脈形成時にステント (P1810E) を外科的に右肺動脈に留置した。

Fig2 : 2歳 10.8kg 男児 左心低形成症候群 グレン術後

Fig1 の症例と同様でグレン術後であり、内科的にはアプローチできず、TCPC手術時にステント(P1210E) を左肺動脈に留置した。

Fig3 : 2歳 12.0kg 男児 グレン術後

TCPC手術時にステント(P3009E)を左肺動脈に留置した。

Fig4 : 5歳 14.2kg 女児 両大血管右室起始症 肺動脈閉鎖 B-T 術後

大動脈肺動脈短絡術を施行したのみであり、内科的には短絡血管を通してしか肺動脈にアプローチできず、ステント留置はできなかったが、肺動脈形成の手段として短絡術追加時に左肺動脈にステント(P1808E)を留置した。

Fig5 : 2歳 11.4kg 女児 左心低形成症候群 グレン術後

Fig2,3 の症例と同様グレン術後の患児で TCPC手術時に左肺動脈にステント(P2006E,P2007E)を留置したが、十分な拡張が得られず、内科的にも再拡張行なったが、効果はなかった。

Fig6 : 16歳 女児 単心室 肺動脈閉鎖 総肺静脈還流異常 グレン術後

TCPC術時に左肺動脈にステント(P3010E)を留置した。

Fig7 : 9歳 21.6kg 男児 ファロー四徴症

根治術時に左肺動脈にステント(P2007E)を留置したが、中枢側に狭窄を残した。

Fig8 : Fig7 の症例に後日内科的にステント(P1507)を再度留置し、狭窄を解除した。

Reference

- 1, Ungerleider RM, Johnston TA, O’Laughlin MP, Jagers JJ, Gaskin PR. Intraoperative stents to rehabilitate severely stenotic pulmonary vessels. *Ann Thorac Surg* 2001;71:476–81
- 2, Benson LN, Nykanen D, Freedom RM. Endovascular stents in congenital heart disease. *Prog Cardiovasc Dis* 1996;39:165–86
- 3, O’Laughlin MP, Slack MC, Grifka RG, Perry SB, Lock JE, Mullins CE. Implantation, and intermediate-term follow-up of stents in congenital heart disease. *Circulation* 1993;88:605–14
- 4, Fogelman R, Nykanen D, Smallhorn JF, McCrindle BW, Freedom CE, Benson LN. Endovascular stents in the pulmonary circulation: clinical impact on management and medium-term follow-up. *Circulation* 1995;92:881–5
- 5, Hatai Y, Nykanen DG, Williams WG, Freedom RM, Benson LN. Endovascular stents in children under 1 year of age: acute impact and late results. *Br Heart J* 1995;74:689–95
- 6, Shaffer KM, Mullins CE, Grifka RG. Intravascular stents in congenital heart disease: short- and long-term results from a large single-center experience. *Am Coll Cardiol* 1998;31:661–7
- 7, Mendelsohn AM, Bove EL, Lupinetti FM, Crowley DC, Lloyd TR, Fedderly RT, Beeekman RH. Intraoperative, and percutaneous stenting of congenital pulmonary artery, and vein stenosis. *Circulation* 1993;88:210–7
- 8, Coles JG, Yemets I, Najm HK, et al. Experience with repair of

congenital heart defects using adjunctive endovascular devices. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;110:1513-20

9, Ovarert C, Caldarone CA, McCrindle BW, et al. Endovascular stent implantation for the management of postoperative right ventricular outflow obstruction: clinical efficacy. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:886-93

10, Curran RD, Mavroudis C, Backer CL. Ascending aortic extension for right pulmonary artery stenosis associated with ventricular to pulmonary conduit replacement. *J Card Surg* 1997;12:372-9

11, Ing EF, Grifka RG, Nihill MR, Mullins CE. Repeat dilation of intravascular stents in congenital heart defects. *Circulation* 1995;92:893-7

12, Morrow WR, Palmaz JC, Tio FO, Ehler WJ, vanDellen AF, Mullins CE. Re-expansion of balloon-expandable stents after growth. *J Am Coll Cardiol* 1993;22:2007-13

Fig 1

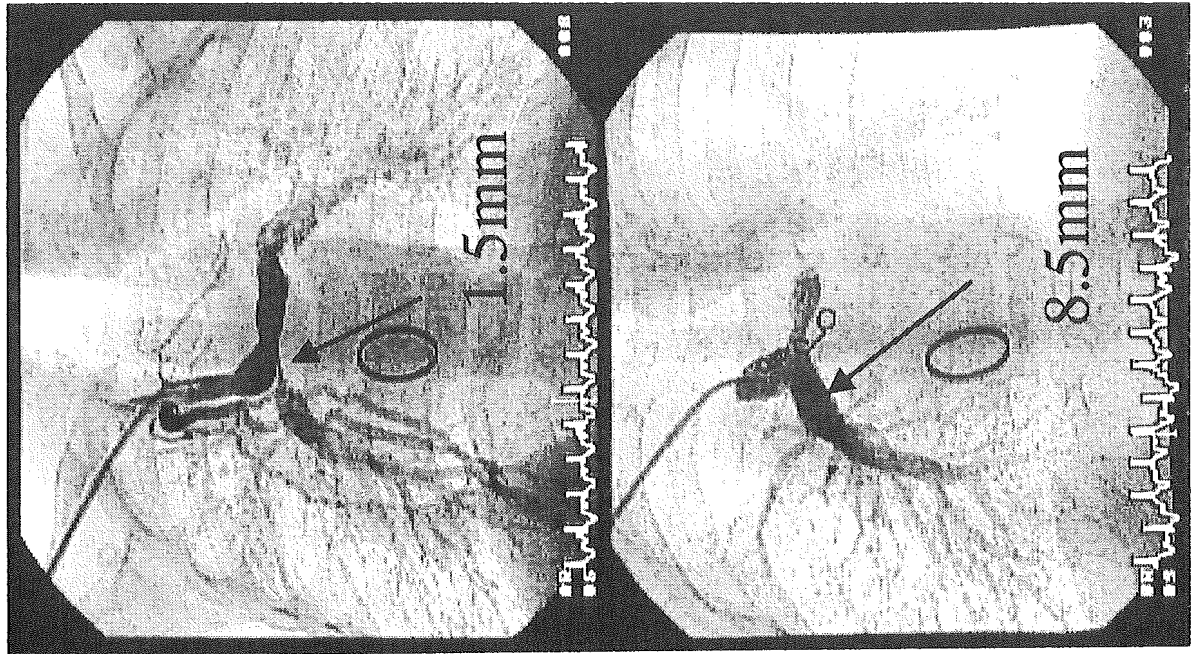
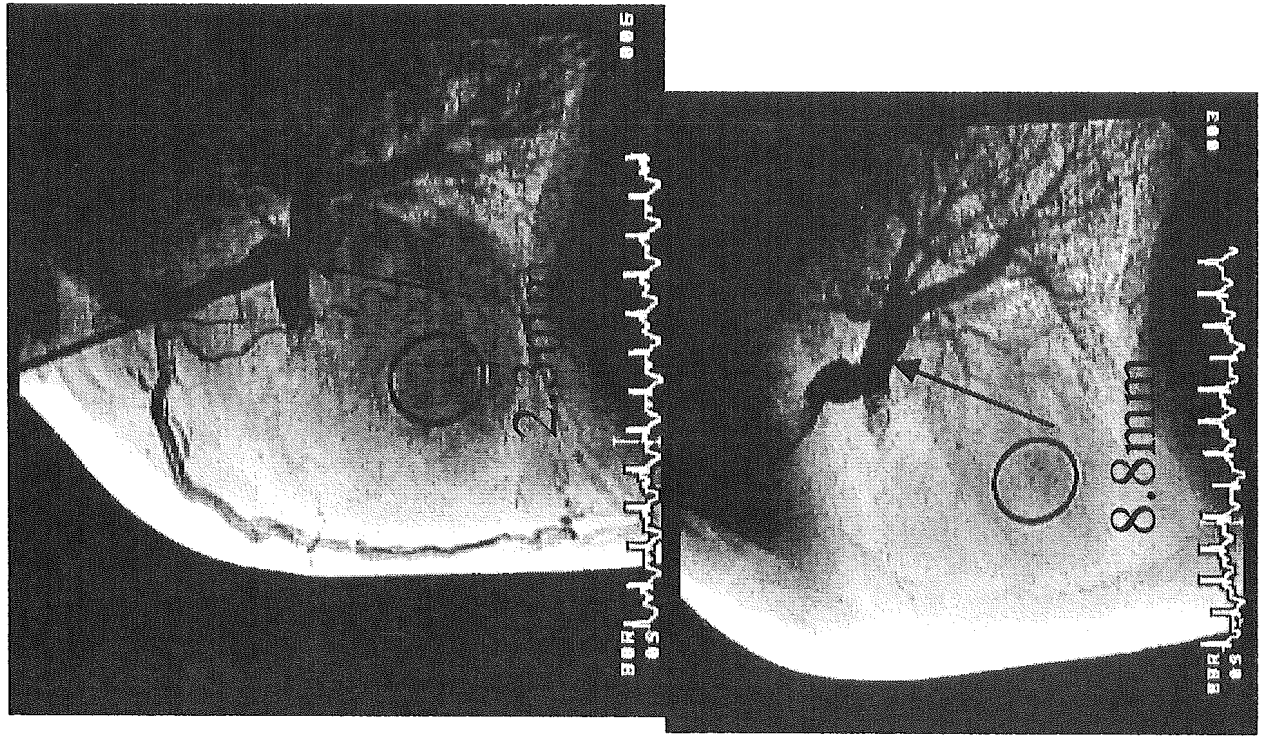


Fig 2

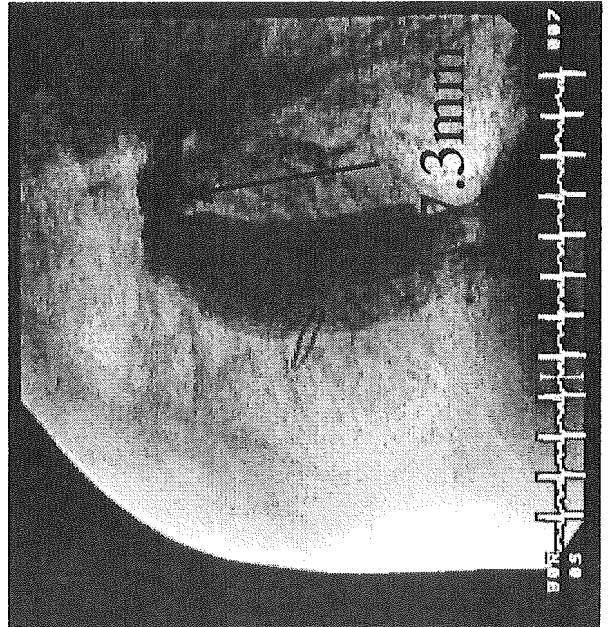
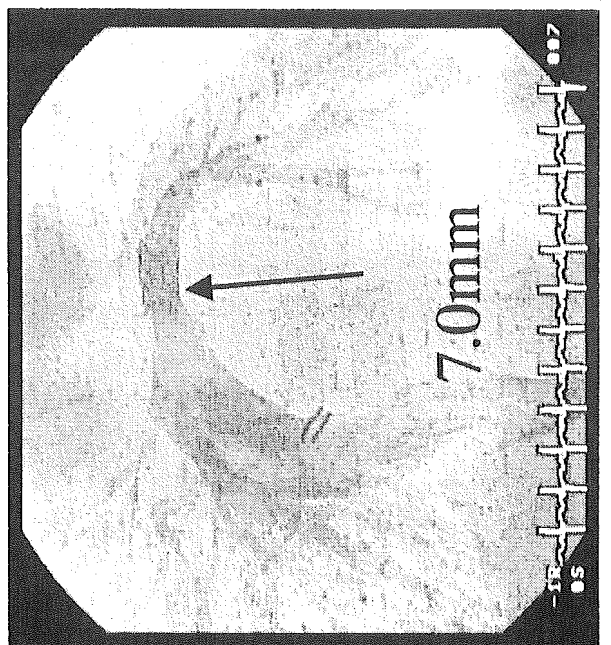
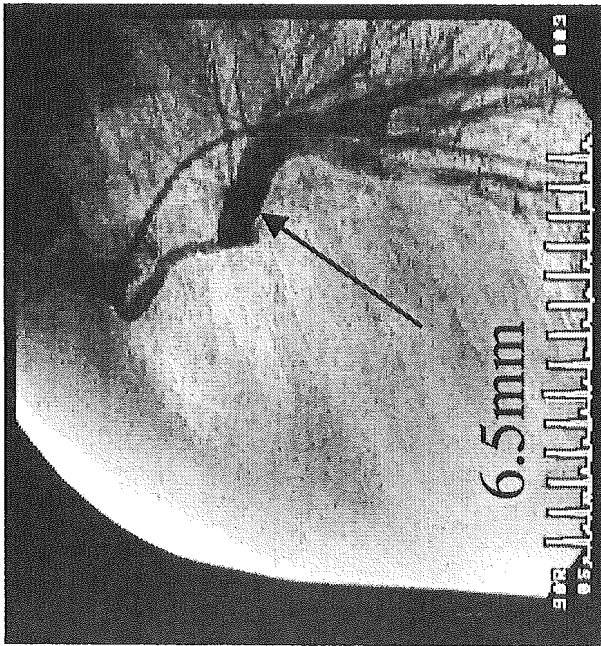
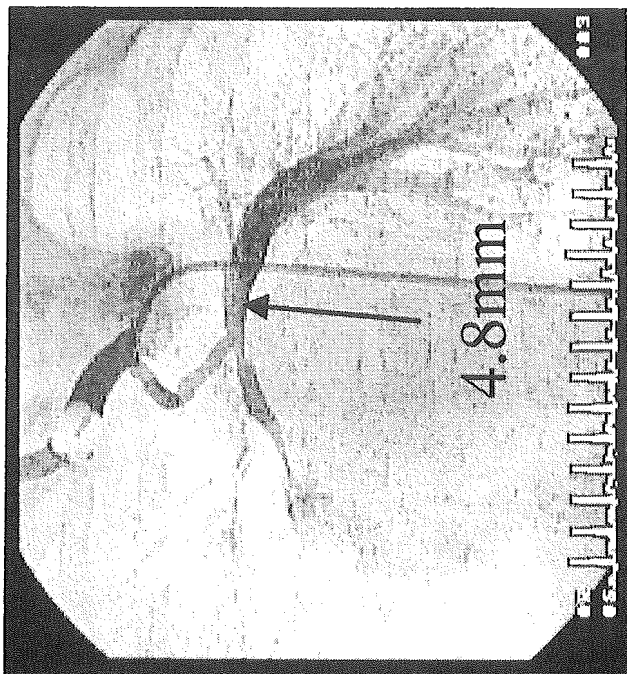


Fig 3

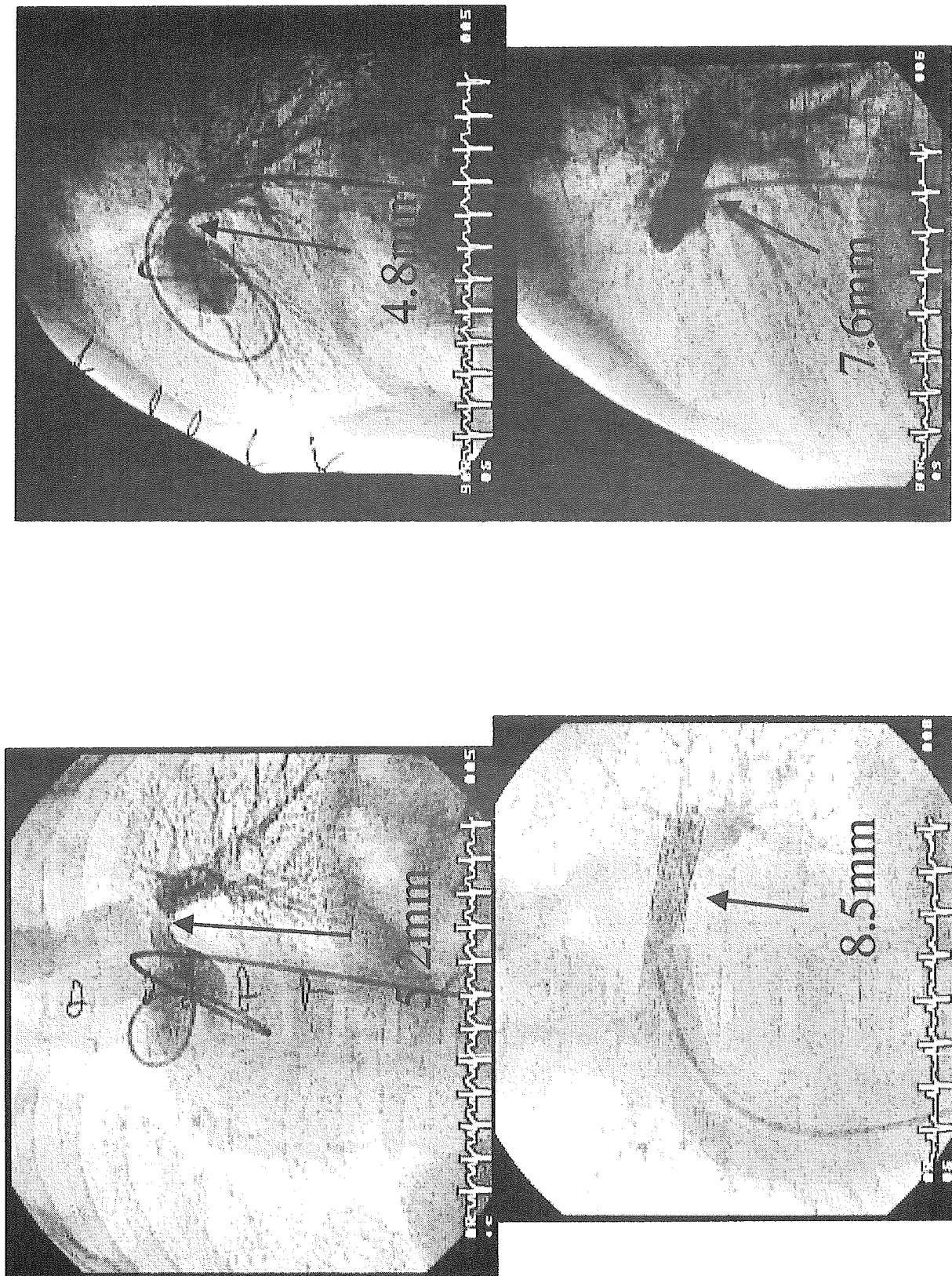


Fig 4

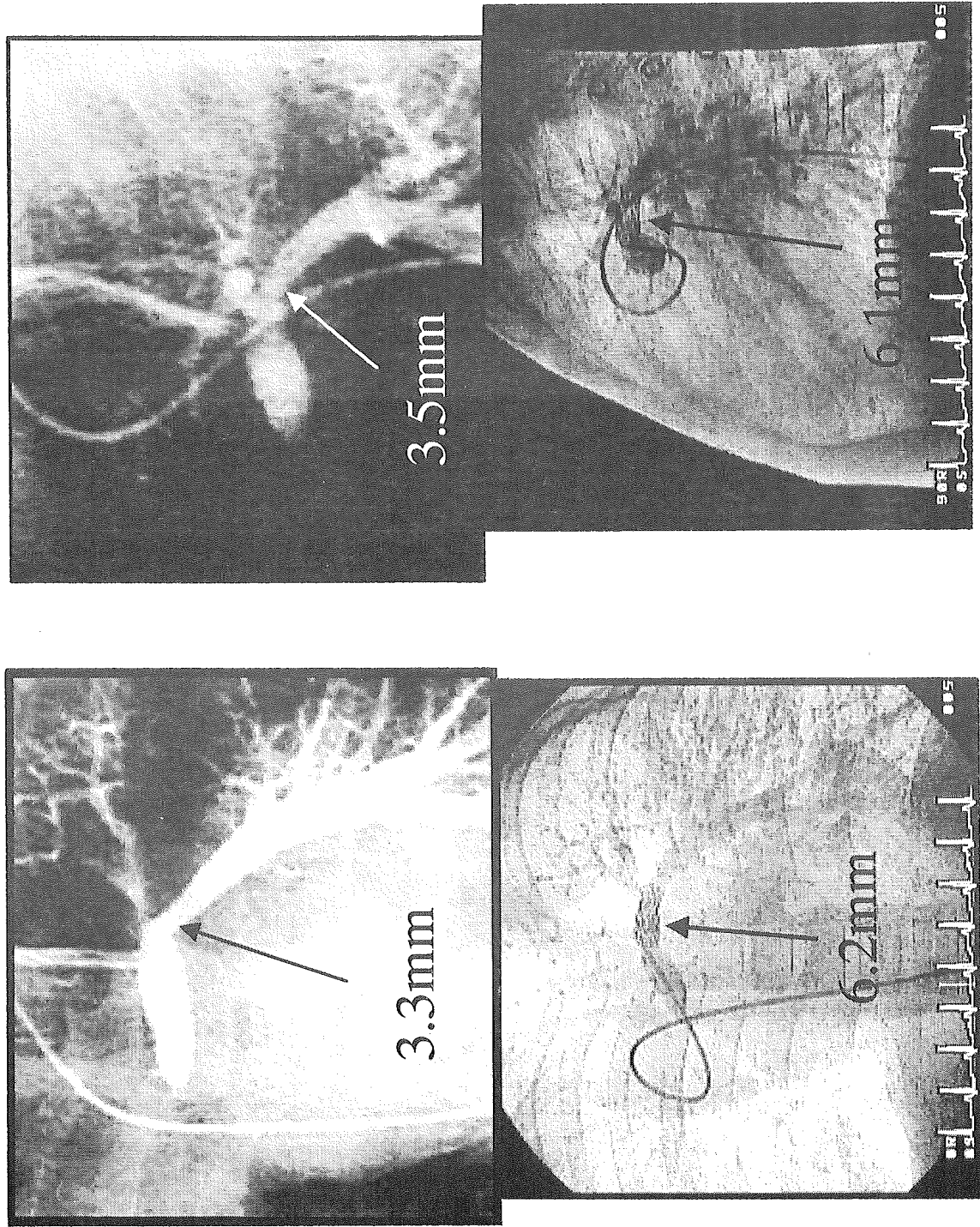


Fig 5

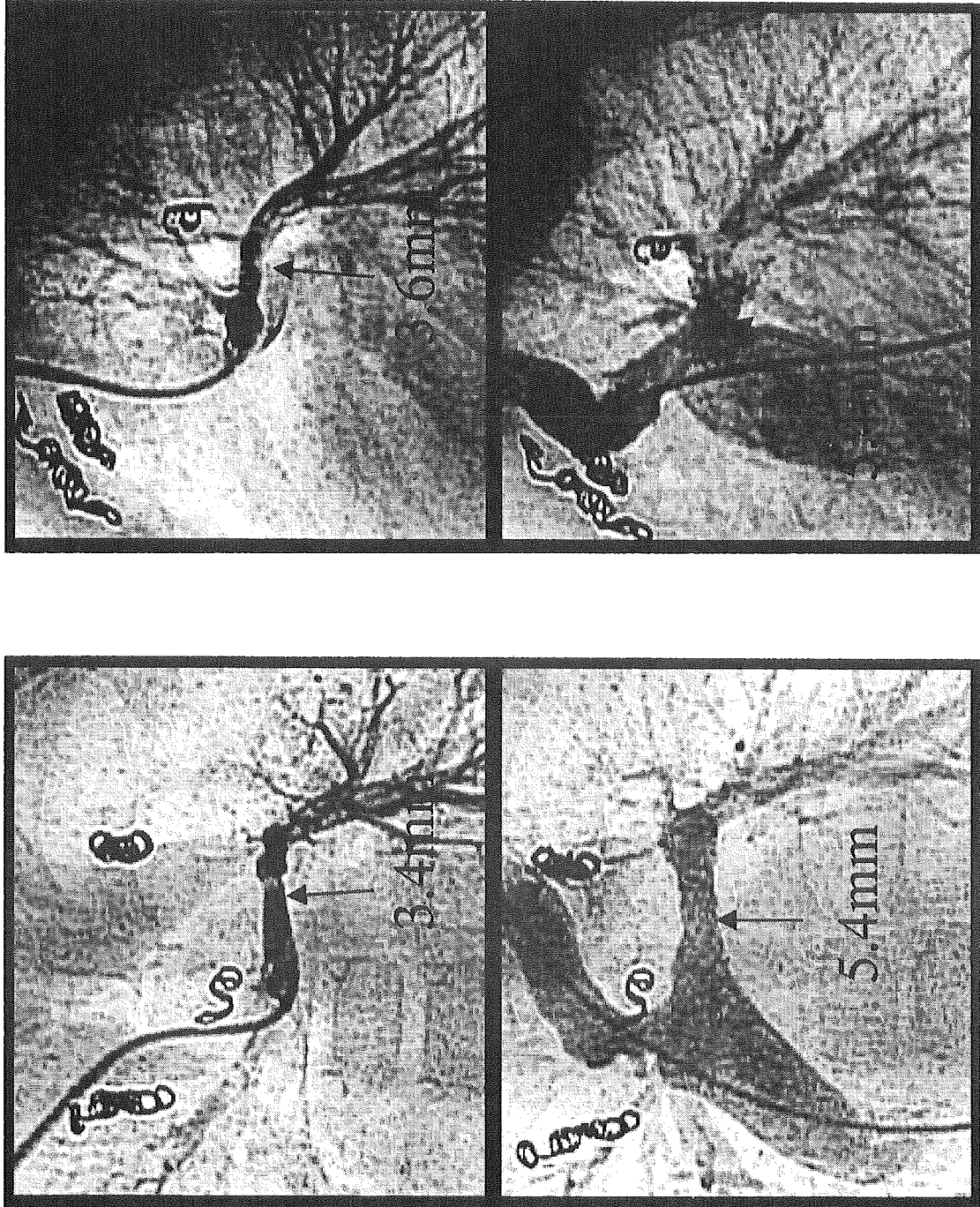


Fig 6

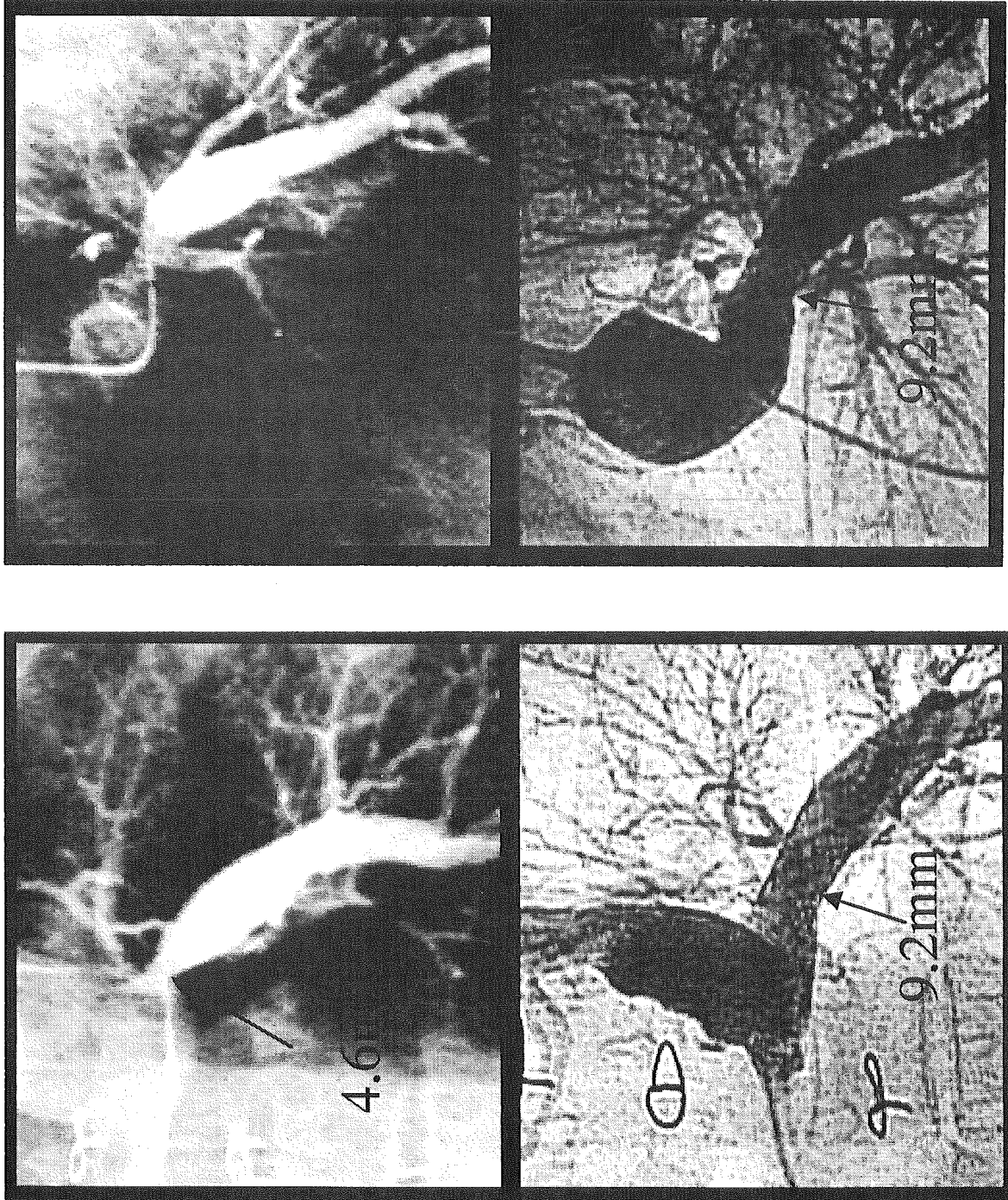


Fig 7

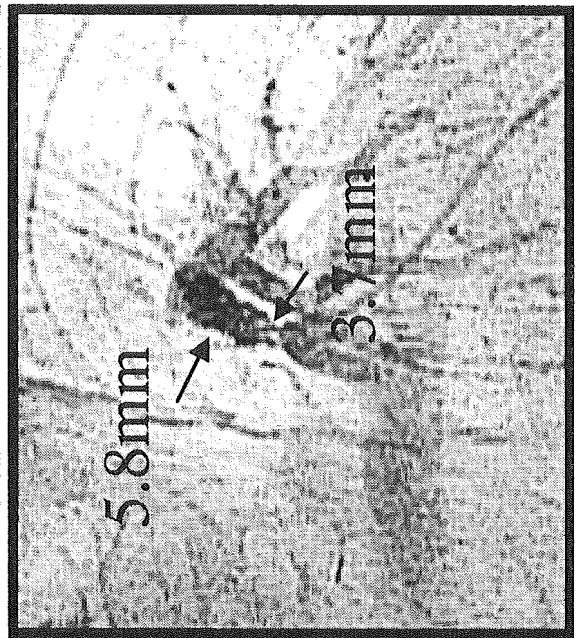
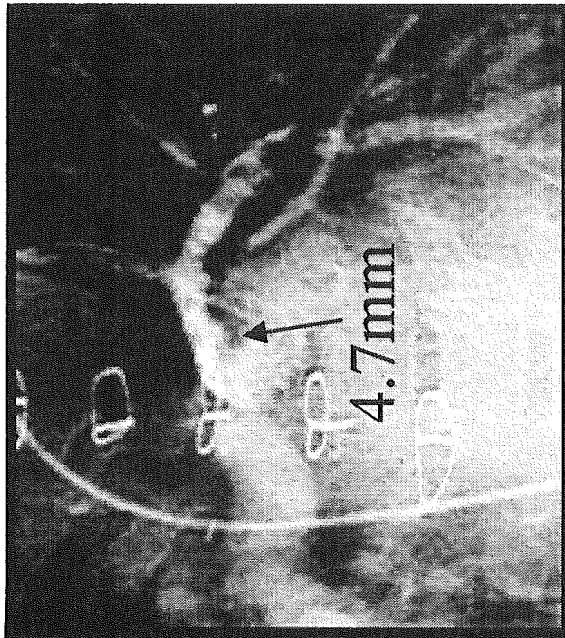
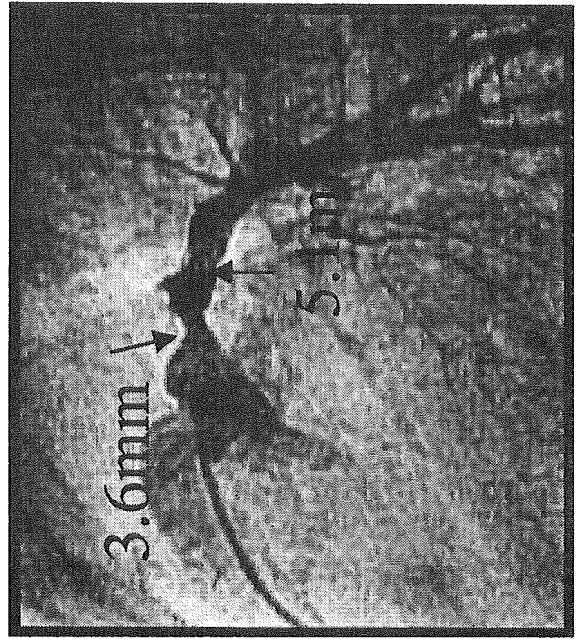
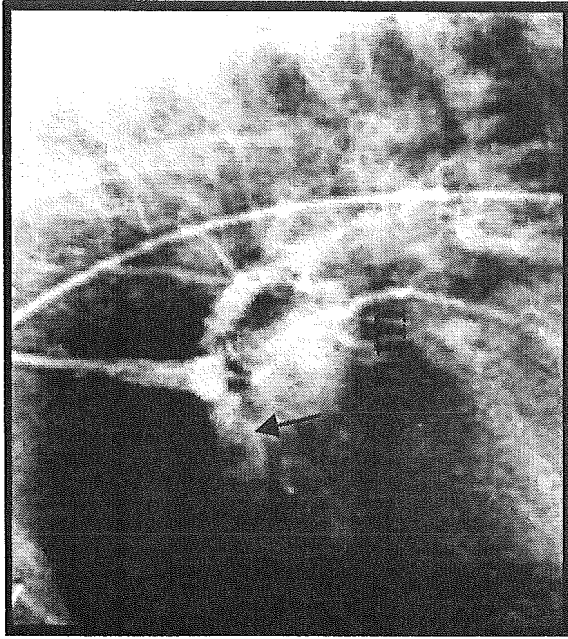
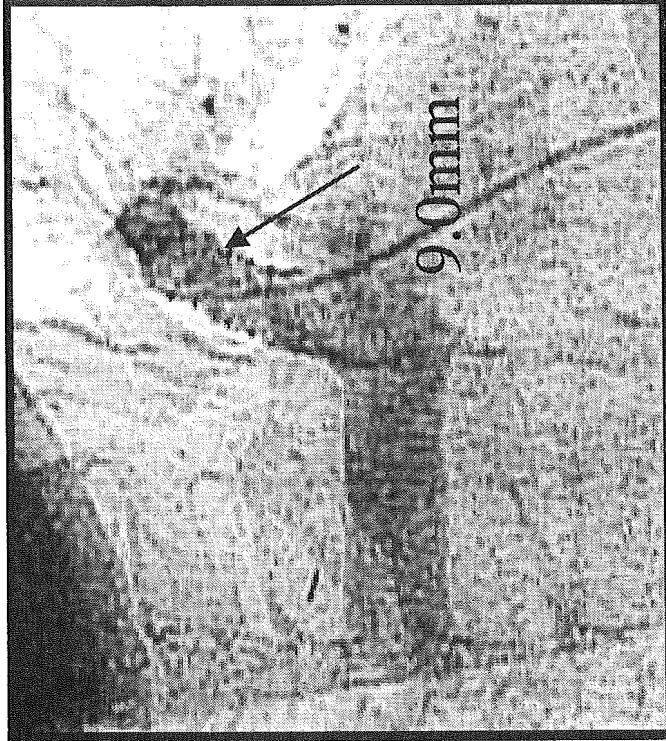


Fig 8



厚生労働科学研究費補助金（効果的医療技術の確立推進臨床研究事業）

分担研究報告書

肺動脈分枝狭窄に対するバルーン拡大術における血管内エコーの役割に関する研究

分担研究者 中西敏雄 東京女子医科大学助教授

研究要旨 バルーン拡大術の前後で血管の断裂や瘤形成の有無を知ることは成功率を高めたり、合併症を減らしたりする上で重要である。肺動脈のバルーン拡大術において、内膜剥離や瘤形成の診断する上で血管内エコーの有用性について検討した。肺動脈のバルーン拡大術後、内膜剥離や瘤を認める割合は血管造影に比較して血管エコーの方がより高かった。血管損傷の有無の診断上、血管造影に比較して血管エコーの方がより鋭敏である可能性がある。また、血管造影と血管内エコーを用いて、バルーン拡大術の際に形成された血管の断裂や瘤の長期予後について検討した。肺動脈の血管壁の断裂や瘤は時間経過とともに消退ないし消失していく傾向があることがわかった。また、肺動脈の断裂や瘤形成と、肺動脈狭窄病変の再狭窄との関係についても検討した。肺動脈の断裂や瘤形成が存在すると再狭窄が起こりにくいことがわかった。

A. はじめに

肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術はいまだ成功率も低い。また、合併症も起こりうる、比較的风险が高い治療手技であるといえる。肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術の成功率を高めたり、合併症を減らしたりする努力が必要である。冠動脈に対するカテーテル治療に於いては血管内エコー (Intravascular Ultrasound, IVUS) を用いると冠動脈壁を詳しく観察できることが知られている。肺動脈に於いても血管内エコーを用いれば、肺動脈壁の厚さや損傷の有無などをより詳細に検討でき、成功率を高めたり、合併症を減らしたりできる可能性があると考え、本研究を開始した。

B. 研究目的

肺動脈のバルーン拡大術の効果は肺動脈壁の断裂が発生することでもたらされる。しかし断裂が深すぎると血管の亀裂、破裂につながり出血や瘤形成などの合併症の発生につながる。バルーン拡大術の前後で血管の断裂や瘤形成の有無を知ることは成功率を高めたり、合併症を減らしたりする上で重要である。血管造影は血管内に造影剤を注入してその陰影をみる検査なので、必ずしも血管に断裂が入ったか否かを診断する上で鋭敏でない可能性がある。本研究は、血管の断裂や瘤形成の診断上、血管内エコーの有用性について検討することを目的とした。

大動脈縮窄に対するバルーン拡大術では、拡大後に大動脈瘤が形成され、それが時間経過とともに増大することがあることが知られ

ている。肺動脈に形成された瘤の時間経過については調べられていない。本研究では、血管造影と血管内エコーを用いて、バルーン拡大術の際に形成された血管の断裂や瘤の長期予後についても検討した。

冠動脈狭窄に対するカテーテル治療の後、高率に再狭窄が発生することが知られている。冠動脈狭窄に対するカテーテル治療の後に、内膜損傷が起こり、内膜増殖を促して、再狭窄を促進してしまう可能性も指摘されている。さらに肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術後にも再狭窄が発生することが報告されている。肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術後に発生する肺動脈の断裂や瘤形成は、肺動脈狭窄病変の再狭窄を促進してしまうものなのであろうか？本研究では、肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術後に肺動脈の断裂や瘤形成と、肺動脈狭窄病変の再狭窄との関係についても検討した。

C. 研究方法

a) 主要大動脈肺動脈側副血行症例に於ける血管内エコー

主要大動脈肺動脈側副血行症例の剖検血管標本を生理食塩水中に置き、血管内エコー所見を観察した。血管内エコーは 30 MHz、3 F のカテーテル (Sonicath または UltraCross, Boston Scientific 社製) を用いた。また、主要大動脈肺動脈側副血行症例の臨床例で血管内エコーを検討した。血管エコーでは内膜と中膜を区別できないので、内中膜を一緒に測定し、内中膜壁厚とした。

b) 肺動脈狭窄症例に対しバルーン拡大術を施行した例での内中膜の観察

肺動脈狭窄が存在し、その為にバルーン拡大術を施行した30症例を対象とした。術前には造影上左右いずれかの肺動脈に狭窄が存在し、狭窄部で20 mmHg以上の圧差が存在した。34カ所に狭窄が存在し、それらに対して拡大術を施行した。施行時の年齢は6±4歳(0.7—11歳)であった。

血管内エコーは30 MHz、3 Fのカテーテル(Sonicath または UltraCross, Boston Scientific 社製)を用いた。バルーン拡大前後で血管内エコーを施行したのは27カ所、バルーン拡大後でのみ血管内エコーを施行したのは7カ所であった。

バルーン拡大術は、まず造影を行い血管径を実測し、スケールから血管径を計算した。バルーンは狭窄部径の2.5から3倍のものを選択した。バルーン拡大術後に血管内エコーを施行し、内膜剥離が認められないか、薄い内膜剥離のみ認められた場合には、バルーンサイズを増して再度バルーン拡大を施行した。随時血管造影を施行し、血管エコーと造影所見からバルーン拡大の終了を決定した(図1)。

バルーン拡大術成功の定義は、1) 狭窄部径が50%以上拡大した場合、または2) 圧差が50%以下になった場合とした。

血管造影と血管エコーでは内膜剥離の有無と瘤形成の有無を診断した。造影検査では血管腔に薄い膜様の陰影欠損が観察された場合を内膜剥離、局所性に血管腔が拡大した場合を瘤とした。血管エコーではエコー輝度のあ

る薄い膜状の突出が観察された場合を内膜剥離(図2)、局所性の血管腔拡大を瘤(図3)、中膜の断裂が観察された場合を中膜断裂とした(図3)。

血管エコーでは内膜と中膜を区別できないので、内中膜を一緒に測定し、内中膜壁厚とした(図4)。正常では内中膜層は殆ど層として認められなかったので、血管エコー上の内中膜層とは大部分は内膜をみていると思われる(図4)。

バルーン拡大術後遠隔期に、再度フォローアップカテーテルを施行し、血管造影と血管内エコーを用いて、バルーン拡大術の際に形成された血管の断裂や瘤の長期予後についても検討した。

肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術直後に認める肺動脈の断裂や瘤形成と、肺動脈狭窄病変の再狭窄との関係についても検討した。

D. 研究結果

a) 主要大動脈肺動脈側副血行症例に於ける血管内エコー

主要大動脈肺動脈側副血行症例の剖検血管標本を生理食塩水中に置き、血管内エコー所見を観察した(図5)。組織学的には主要大動脈肺動脈側副血行動脈では厚い内膜が観察された。血管エコーでは内膜と中膜は区別できなかったが、内中膜を一緒に測定し、内中膜壁厚とすると、剖検例での組織学的な内中膜の厚さと、血管内エコーでの内中膜の厚さとはよく一致した(図6)。

また、主要大動脈肺動脈側副血行症例の臨