

厚生労働科学研究費補助金  
小児疾患臨床研究事業  
(小児疾患分野)

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  
(H14 一小児 ー002)

Multi-institutional Study on the Immediate and  
Long-term Results of Catheter Intervention  
for the Congenital Great Vessel Stenosis

平成16年度研究報告書

平成17年3月

主任研究者 越 後 茂 之  
(国立循環器病センター)

厚生労働科学研究費補助金  
小児疾患臨床研究事業  
(小児疾患分野)

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  
(H14 一小児—002)

Multi-institutional Study on the Immediate and  
Long-term Results of Catheter Intervention  
for the Congenital Great Vessel Stenosis

平成16年度研究報告書

平成17年3月

主任研究者 越 後 茂 之  
(国立循環器病センター)

## 目次

I	まえがき	1
II	研究組織	2
III	総括研究報告	3
IV	分担研究報告	
1	肺動脈狭窄、大動脈縮窄に対するカテーテルインターベンションによる 拡大術の後方視的検討	27
2	未手術大動脈縮窄ステント治療における血行動態の評価 (手術修復症例との検討)	37
3	内科的ステント留置術と外科的ステント留置術	47
4	先天性心疾患に対する心臓カテーテル検査、カテーテル治療における 合併症に関する研究	61
5	末梢血管狭窄に対するカテーテルインターベンションにおける血管内 エコーカテーテルによる血管三次元構築の有用性についての検討	74
6	脱落 Palmatz large stent の回収グースネック・スネアーカテによる ステント径及び形状の変化について	93

## まえがき

近年、カテーテルインターベンションが先天性心疾患を中心とする小児心疾患の領域でも施行されるようになり、外科手術に比べて、非常に苦痛が少ない、入院期間が短い、手術による傷跡が残らない、などのメリットがあるため、疾患によっては外科手術に代わる治療法として定着しつつある。先天性心疾患の中で大きな部分を占める肺動脈狭窄や大動脈縮窄など大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションについても、外科手術と比較するとはるかに低侵襲であるため施行数が増加しているが、その予後や適応など未だ解明されていない課題や曖昧に処理されている問題点が少なくない。

本研究では、肺動脈や大動脈などの大血管狭窄を持つ小児に対してバルーンまたはステントによる血管拡大術を施行し、バルーンとステントの選択基準、使用バルーン径やステント径と短・長期予後との関係、合併症などを前方視的ならびに後方視的に検証することによって、これらに対するカテーテルインターベンションのエビデンスに基づく治療指針を作成することを目的としている。前方視的研究および後方視的研究を行うにあたって、全国の中心的小児心疾患医療機関である19施設からの参加同意を得て共同研究ネットワークを形成した。

3年間にわたる共同研究によるデータ集積と分析から、最終年度の成果として、末梢肺動脈狭窄ならびに大動脈縮窄に対するカテーテルインターベンションの適応基準と治療指針を作成した。

国立循環器病センター小児科 越後茂之

## 研 究 組 織

### 主任研究者

越後茂之                      国立循環器病センター                      臨床栄養部長（小児科部長）

### 分担研究者

石川司朗                      福岡市立こども病院                      第一内科部長

石澤瞭                      国立成育医療センター                      第一専門診療部長

中西敏雄                      東京女子医科大学                      循環器小児科助教授

小林俊樹                      埼玉医科大学                      小児科講師

黒江兼司                      葉山ハートセンター                      副院長

中村好一                      自治医科大学                      公衆衛生学部門教授

厚生労働科学研究費補助金（小児疾患臨床研究事業）  
総括研究報告

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

主任研究者 越後茂之 国立循環器病センター 小児科部長

### 研究要旨

近年、カテーテルインターベンションが先天性心疾患を中心とする小児心疾患の領域でも施行されるようになり、外科手術に比べて、1) 非常に苦痛が少ない、2) 入院期間が短い、3) 手術による傷跡が残らない、などのメリットがあるため、疾患によっては外科手術に代わる治療法として定着しつつある。先天性心疾患の中で大きな部分を占める肺動脈狭窄や大動脈縮窄など大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションについても、外科手術と比較するとはるかに低侵襲であるため施行数が増加しているが、その予後や選択すべき手技など、十分解明されていない問題点が少なくない。

本研究の目的は、肺動脈や大動脈などの大血管狭窄を持つ小児に対してバルーンまたはステントによる血管拡大術を施行し、バルーンとステントの選択基準、使用バルーン径やステント径と短・長期予後との関係、合併症などを前方視的観察研究や無作為割付研究によって綿密に検証し、これらに対するカテーテルインターベンションのエビデンスに基づく治療指針を作成することにある。本研究によって、肺動脈狭窄や大動脈縮窄を持つ広範囲な先天性心疾患患者に対して安全且つ適切な治療が可能になり、長期予後の改善とQOLの向上に大いに貢献すると考える。

現在までのところ、国内外から大血管狭窄に対するバルーンやステントの報告はみられるが、両者の比較や手技選択を含めた統合的研究は全くなく、前方視的研究など明確なエビデンスに基づく治療指針は提示されていない。これに対して本研究の特色は、1) 前方視的研究ならびに後方視的研究、2) 多施設共同研究、3) バルーンとステントとの統合的比較検討、4) 統計専門家による厳密な分析などである。

本研究にあたっては、本邦における小児循環器医療の中核である主任研究者及び分担研究者が所属する6施設を中心に、大血管に対するカテーテルインターベンション施行実績を考慮して、小児循環器医療を実施している他の13施設から共同研究者としての参加を得て、併せて19施設による全国を網羅した多施設共同治療ネットワークを形成した。

3年間にわたる共同研究によるデータ集積と分析から、末梢肺動脈狭窄ならびに大動脈縮窄に対するカテーテルインターベンションの治療指針を作成した。末梢肺動脈狭窄に対するカテーテルインターベンションの指針では、第一選択の治療法はバルーン血管形成術であり、直後の血管造影で有効でないと判断した症例については、数か月の経過観察後に血管造影や肺血流シンチ（片側性末梢肺動脈）を施行して再評価を行い、引き続き改善が認められない症例に対して、初回より大口径のバルーン、耐圧に優れたバルーン、カッティングバルーン、あるいはステントを用いて、インターベンションを再施行することとした。大動脈縮窄に対するカテーテルインターベンションの治療指針では、第一選択の治療を対象患者の体重によって分けている。体重 40kg 以上の患者については、ステント留置術によるインターベンションを最初から行うこととした。体重 40kg 未満の患者について、まずバルーン血管形成術を施行し、直後の血管造影で有効でないと判断した症例については、数か月の経過観察後に血管造影や狭窄部位の圧較差を評価し、改善が認められない症例に対して、バルーン血管形成術あるいはステント留置術によるカテーテルインターベンションを再施行するか、外科手術を行うこととした。

#### A. 研究目的

先天性心疾患は、心臓の構造異常を中心とする疾患であるため、元来外科的にこれを修正してきた。しかし近年、心血管カテーテルインターベンションが先天性心疾患を中心とする小児心疾患の領域でも施行されるようになり、外科手術に比べて1) 非常に苦痛が少ない、2) 入院期間が短い、3) 手術による傷跡が残らない、4) 治療費が少額などのなどのメリットがあるため、肺動脈弁狭窄に対するバルーン弁形成術などは、外科手術に代わる治療法として定着しつつある。

先天性心疾患における血管狭窄は、成人例の冠動脈疾患と異なって、肺動脈狭窄や大動脈縮窄など大血管の狭窄が主体である。肺動脈狭窄は、単独あるいは複雑心疾患の合併症として多数の患者に認められ、先天性心疾患では非常に大きな部分を占めている。また、外科手術によ

って狭窄の修復を行ったにもかかわらず、術後の再狭窄が生じる場合が多数あり、しかも術後の癒着によって外科的に狭窄部位まで到達することが非常に困難な場合や肺内肺動脈狭窄例など外科手術が不能な症例では、選択の余地無くカテーテルインターベンションが唯一の治療法となる。大動脈縮窄についても、単独あるいは複雑心疾患の合併症として未手術例および術後再狭窄例が多数存在し、これらに対してカテーテルインターベンションが行われていて、外科手術に代わる第一選択の治療法としてバルーン血管形成術やステント留置術を施行する施設も少なくない。現在、大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションは多用される傾向にあるが、手技や使用バルーン及びステント径の選択などは、後方視的臨床研究の結果やインターベンション施行者の経験に頼って行われており、その予後や適応など解明されていない課題や曖

味に処理されている問題点が少なくない。

本研究の目的は、先天性心疾患における肺動脈や大動脈などの大血管狭窄に対して行われているバルーンやステントを用いたカテーテルインターベンションについて、バルーンとステントの選択、使用バルーン・ステント径と短・長期予後並びに合併症等との関係を綿密に比較検証することによって、これらに対するカテーテルインターベンションの適応、使用器具の選択、初回のカテーテルインターベンションによって効果が認められなかった症例などに対する治療方針についてのエビデンスに基づく治療指針を作成することにある。本研究によって、侵襲が少ない手技による安全且つ効果的な治療が可能になり、さらに全国の小児循環器医療施設において比較的均一な治療が行われる基盤が形成され、長期予後の改善と QOL の向上に大きく貢献すると考える。また、大血管に対するカテーテルインターベンションが第一選択の治療法として定着すれば、入院期間の短縮や手技料の低減などによって、医療経済的にも貢献は多大であると考え

## B. 研究方法

大血管の狭窄に対するバルーンやステントを用いた拡大術の報告は、国内外で多数みられるが、これらには多施設共同研究はほとんど無く、前方視的検討は皆無であり、バルーン及びステントの治療成績についての比較分析は全くない。また、狭窄の程度、長さ、

形態、年齢などからバルーン又はステントのいずれを選択するかの基準、最も効果が期待でき且つ合併症の発生が少ない使用バルーン径の選択基準、血管内に留置するステントサイズとその開大に用いるバルーン径などについての明確な結論はなく、したがって治療指針の提示もない。さらに、初回のカテーテルインターベンションによって効果が認められなかった症例についての、再カテーテルインターベンションについての検討も十分ではない。

本研究は、1) 疾患によって無作為割付研究または前方視的観察研究を行うほか、あわせて後方視的研究も実施する、2) 19施設による多施設共同研究によって短期間に多数の症例のデータを集積し結果に客観性を持たせる、3) バルーンによる大血管狭窄の拡大と血管内ステントによる大血管狭窄の拡大の比較検討から両者の得失を総合的に評価する、4) 分担研究者が所属する公衆衛生学教室の医療統計学専門家による客観的且つ厳密な統計処理を行うなど、今までの研究にない特色を持つ。

## C. 研究計画

本研究は、肺動脈狭窄または大動脈狭窄の患者を対象として、バルーンまたはステントによるカテーテルインターベンションの有効性について前方視的あるいは後方視的に短・長期予後を分析評価するものである。

### 1) 多施設共同研究ネットワーク

本研究実施にあたり、本邦における



小児カテーテルインターベンションの中核的6医療施設を中心として、全国を網羅する19施設からなる多施設共同研究ネットワークを形成する。研究プロトコールにおいては、カテーテルインターベンションを行う適応、狭窄部の血管径に対する使用バルーン径の選択基準、ステント使用の基準、検査項目と検査を行う時期などを決定する。また、手技の成功、不成功の判断基準を設定する。

## 2) 評価項目

主な検討項目は、血管造影による狭窄部径と圧較差である。さらに可能な症例には、血管内エコーにて血管内径や内膜の肥厚の程度を分析する。このほか、心エコー検査を施行して狭窄部の径や流速の経時的変動を検討する。片側の肺動脈狭窄症例については、肺血流シンチによる左右肺血流比倫理面への配慮を測定して、狭窄の解除とそれの伴う血流量増加ならびに末梢肺血管の成長の有無や増加の程度を分析する。また、カテーテルインターベンション前の狭窄部径と長さ、圧較差、使用したバルーン径やステント径、バルーンかステントのいずれを選択したか、施行後に使用した抗血小板薬や抗凝血薬の投与の有無や種類などと、短・長予後や合併症との関連についての前方視的な統計学的分析を自治医大公衆衛生教室で行う。これらの成果から、エビデンスに基づく大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションに関する適応基準及び治療指針を作成する。

## 3) 年次計画

3年間の研究についての年次計画は以下のとおりである。

初年度は、短期間に大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションの後方視的データを分析して、早急に研究プロトコール作成の資料とする。また、全国を網羅する共同研究ネットワークを形成する。

第2年度は、研究プロトコールを完成し、施行施設の倫理委員会に臨床研究実施の承諾を得て患者登録を行い、無作為割付研究または前方視的観察研究を開始する。

第3年度は、長期予後を含む全てのデータの集積と分析を行い、前方視的および後方視的研究から得られた結果をもとに、大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションのエビデンスの基づいた治療指針を作成する。

## 4) 倫理面への配慮

本研究の実施にあたり、研究対象患者が15歳未満の小児の場合は保護者に対して、15歳以上20歳未満の場合は患者ならびに保護者に対して、20歳以上の場合は本人に対して研究内容について十分な説明を行い、承諾があった患者についてのみ前方視的研究の対象とする。尚、対象者が15歳未満の小児の場合は、理解可能であればできるだけ本人にも詳しい説明を行って同意を得るように努力する。研究では、患者の人権に十分配慮し、プライバシーを保護するほか安全に対して可能な限りの対策をとる。

#### D. 研究結果

後方視的研究については、主任研究者の施設を中心にデータを集計した。前方視的検討では、大血管狭窄に対するカテーテルインターベンションの施行実績に基づき全国の19施設を選択して形成した多施設共同研究ネットワークからデータを集積して分析した。

##### 1) 末梢肺動脈狭窄の成績

後方視的検討をみると、末梢肺動脈狭窄の50狭窄部位に対するバルーン血管形成術の検討では、末梢肺動脈の狭窄部径は $4.2 \pm 2.1\text{mm}$ からバルーン血管形成術直後に $5.9 \pm 2.7\text{mm}$ へ増加し、形成術前の $145 \pm 29\%$ になった。狭窄部径が50%以上増加した狭窄部位は19例38%であった(図1)。12例の前方視的検討では、バルーン血管形成術直後の狭窄部平均径は $139 \pm 34\%$ で、狭窄部径が50%以上増加した狭窄部位は3か所25%であった(図2)。狭窄部径の50%以上の増加を有効例とすると、バルーン血管形成術直後の結果では、十分な径の増加が得られた狭窄部は多くなかった。後方視的検討で経過観察した18狭窄部位のうち、経過観察後に著明な再狭窄を認めた例はなく、この間に狭窄部の径がさらに増加した例もみられた。経過観察した狭窄部位径は、バルーン形成術前 $4.4 \pm 0.6\text{mm}$ から術直後 $6.3 \pm 0.7\text{mm}$ に拡大し、中央値12.5か月の経過観察後は $6.5 \pm 0.9\text{mm}$ とほぼバルーン形成術直後の径を維持して、この時点で8狭窄部44%が術前径の50%以上の径の増加を認めた(図3)。前方視的検討では、バルーン血管形成術後6

か月時点までに術前径の50%以上の拡大が認められたのは33%であった。肺動脈バルーン血管形成術の効果が不十分な例を分析すると、1)狭窄部位が深くてバルーン拡大時にもウェストが消失しない、2)狭窄部位が長い、3)狭窄部位が肺動脈の屈曲部位にあたり血管断面が扁平である、4)人工材料や心膜使用部位との接合部、などが多かった。末梢肺動脈狭窄に対するバルーン血管形成術における狭窄部径に対するバルーン径の比率(200-350%)と術前の狭窄部径に対する術後径の比率について検討すると、有意な関係は認められなかった( $r=0.20$ ,  $p=0.56$ )が、270%以上のバルーン径において、術前径の150%以上に拡大している症例がみられた(図4)。合併症として、肺動脈の内膜フラップ、動脈瘤、肺出血、バルーン破裂などを認めた。

末梢肺動脈狭窄に対する45狭窄部位のステント留置についての後方視的検討では、狭窄部径は $4.7 \pm 2.0\text{mm}$ から $8.0 \pm 1.8\text{mm}$ に拡大し、留置術前の $192 \pm 72\%$ に増加した。50%以上の増加は、28狭窄部62%であった(図5)。5狭窄部位の前方視的検討では、ステント留置術直後の狭窄部平均径は $213 \pm 71\%$ で、狭窄部径が50%以上増加した狭窄部位は5か所100%であった(図6)。後方視的検討で経過観察した40狭窄部位のうち、効果があったと判断した狭窄部の29%に、経過観察期間後(中央値14か月)に内膜の増殖などによる20%以上の再狭窄が生じた。経過観察した40狭窄部位径は、ステント留置術前 $4.4 \pm 1.6\text{mm}$ から術直後 $7.7 \pm 1.7\text{mm}$ に拡大し、経過

観察後は $7.7 \pm 1.9$ mmで、26狭窄部位65%において術直前径の50%以上の増加を認めた(図7)。末梢肺動脈狭窄に対してステントを留置した症例で、バルーンによるステント再拡張を必要とする場合が少なくなかったが、それによって留置術直後の内径維持は可能であった。肺動脈ステント留置術の効果が不十分な例は、1)狭窄部位が堅くてバルーン拡大時にもウェストが消失しない、2)末梢血管が低形成、などの場合にみられた。合併症は、ステント留置術中の脱落やバルーン破裂、ステントによって十分拡大した患側の急速な肺血流増加による肺うっ血などである。

## 2) 大動脈縮窄の成績

大動脈縮窄34例に対するバルーン血管形成術の後方視的検討では、 $28 \pm 18$ mmHgから $13 \pm 11$ mmHgへと減少したが、20mmHg以上の圧較差が残存した症例は10例29%であり、残存圧較差20mmHg未満かつ30%以上の圧較差減少が認められて、バルーン血管形成術が有効であったと判断したのは17例50%であった(図8)。したがって、外科手術やステント留置術などの再治療が必要な20mmHg以上の圧較差が残存した症例が少なくなかった。前方視的検討では、2例中2例で圧較差は20mmHg未満になり、2例ともバルーン血管形成術が有効であった。後方視的検討で経過観察した24例で、大動脈縮窄の圧較差は、術前の $30 \pm 20$ mmHgから術直後 $13 \pm 12$ mmHgへと減少し、経過観察後は $12 \pm 16$ mmHgであった(図9)。術直後に

圧較差が20mmHg以上残存したのは9例38%であったが、経過観察後に著明な再狭窄を認めた例はなく、20mmHg以上の圧較差のある症例は8例33%であった。バルーン血管形成術によって圧較差が十分減少しなかったのは、狭窄部位が長い例や大動脈弓が低形成の場合であった。合併症には、大動脈フラップ、動脈瘤、バルーン破裂が認められた。

大動脈縮窄に対するステント留置術についての13例の後方視的検討では、術前の圧較差は $34 \pm 19$ mmHgから術直後に $5 \pm 7$ mmHgへと減少し、12例92%の症例で残存圧較差が20mmHg未満となり、これらの症例は全てステントが有効であると判断した(図10)。前方視的検討では、9例全例の残存圧較差が20mmHg未満かつ30%以上の圧較差減少が得られ、ステント留置術が有効であると判断した。前方視的検討では、9例のステント留置術後全例において残存圧較差は20mmHg未満かつ圧較差の減少は30%以上となり、全て有効と判断した。経過観察では、6例のステント留置術前の圧較差は $34 \pm 17$ mmHgから術直後に $7 \pm 9$ mmHgへと減少し、経過観察後(中央値20か月)は $8 \pm 7$ mmHgほぼ同じ平均値で、いずれの症例も圧較差は20mmHg未満であった(図11)。前方視的検討では、6か月後に最狭窄を3例に認めた。ステント留置によって、大動脈壁損傷による大動脈瘤の発生を伴うことなく著明な圧較差の減少を得るが、年少児などステント内径が小さい場合は、ステント内の内膜増殖などによる著明な再狭窄が生じる症例が認められた。ステン

ト留置術による不十分な圧較差減少例は、狭窄部位が長くその一部に強い狭窄がみられる場合と狭窄部位から動脈が分岐する例であった。合併症として、末梢肺動脈狭窄例とは異なって、ステントの脱落は認められなかった。バルーンの破裂がみられた。

### 3) カテーテルインターベンションの適応と治療指針

末梢肺動脈狭窄に対するカテーテルインターベンションの適応は、主任・分担・共同研究者によるデータ分析や文献的考察から、1) 右室収縮期圧が左室の70%以上か、片側肺動脈狭窄では肺血流センチによる患/健側肺血流比が0.4%、且つ2) 外科手術の適応がないか、又は総合的に判断して外科手術より有利な症例とした(図12)。また、カテーテルインターベンション治療指針(図13)は、以下のとおりとした。まず、第一選択の治療法は、原則として最狭部径の270-500%のバルーンによる血管形成術を行う。有効でない症例については、数か月の経過観察後に血管造影を行って、拡大がバルーン血管形成術前の50%未満又は片側末梢肺動脈狭窄における肺血流センチの患/健側肺血流比が0.4%未満であれば、初回より大口径のバルーン、高耐圧のバルーン、カッティングバルーン、あるいはステントを用いて、インターベンションを再施行する。ステントに比して、施行直後の狭窄部径の改善が得られ難いバルーン血管形成術を第一選択の治療法とした理由は、バルーン血管形成術では術直後より経過観察中に狭窄部径が増加する

症例がみられること、またステントでは留置後内膜の増殖によって著明な再狭窄を来す症例がしばしば認められることによる。ステント留置例で、大動脈縮窄と比較して高度の再狭窄を来すことが多いのは、肺動脈狭窄においてはその血管径から比較的細いステントを使用することが多いため、ステント内径に比して内膜肥厚の比率が大きく、著明な再縮窄の発症の可能性は高くなることにより考える。

大動脈縮窄に対するカテーテルインターベンションの適応は、同じく主任・分担・共同研究者によるデータ分析や文献的考察から、1) 狭窄部の圧較差が20mmHg以上、2) 狭窄部位から動脈の分岐がない、3) 大動脈弓低形成ではない、4) 他に治療が必要な合併心疾患がない、の条件を満たす例とした(図14)。カテーテルインターベンション治療指針(図15)は、以下のとおりとした。まず、体重によって第一選択の治療法を分別した。体重40kg以上の症例については、大動脈縮窄のステント挿入に必要な径の大動脈シースを留置しても大動脈損傷の可能性は高くないと判断した。また、十分な圧較差減少を得るほか、縮窄部位の大動脈瘤や内膜フラップの発生を防止するためにも、第一選択の治療法としてステント留置術を行う。この体重であれば成人した時点でも狭窄が生じない太いサイズのステントを留置することができる。さらに、大口径のステントであれば、内膜の増殖がみられてもステント内径に比して内膜肥厚の比率は小さく、著明な再縮窄の発症の可能性は高くないと判断した。但し、ステンレス

に対するアレルギーを持つ患者には、バルーン血管形成術を行う。体重 40kg 未満の症例については、第一選択の治療法として大隔膜位の大動脈径より小さく、且つ最狭部径の 300%以下のバルーンによる血管形成術を行う。ステント留置術は直後の圧較差減少には極めて有効な方法であるが、当然のことながらステント再拡大には限度があり、体重 40kg 未満では成人した時点でも狭窄が生じない太いサイズのステントを留置することができないと予想される。初回のバルーン血管形成術が有効でない症例については、数か月の経過観察後に心臓カテーテル検査を行い、残存圧較差が 20mmHg 以上であれば再バルーン血管形成術または外科手術を行う。ステント留置は、狭窄部位が長いなど再バルーン血管形成術の効果が期待できない場合や、外科手術の既往による癒着などのため外科手術が困難であるか効果が期待できない症例に対する緊急避難的処置とするのが適切であると考えらる。

#### E. 参考文献

- 1) Lock JE, Castaneda-Zuniga WR, Fuhman BP, Bass JL: Balloon dilatation angioplasty of hypoplastic and stenotic pulmonary arteries. *Circulation* 1983; 67:962-967
- 2) Lock JE, Bass JL, Amplatz K, Fuhman BP, Castaneda-Zuniga WR: Balloon dilatation angioplasty of aortic coarctations in infants and children. *Circulation* 1983; 68:109-116
- 3) O'Laughlin MP, Perry SB, Lock JE,

Mullins CE: Use of endovascular stents in congenital heart disease. *Circulation* 1991; 83:1923-1939

4) McCrindle BW, Jones TK, Morrow WR, Hagler DJ, Lloyd TR, Nouri S, Latson LA: Acute results of balloon angioplasty of native coarctation versus recurrent aortic obstruction are equivalent. Valvuloplasty and angioplasty of congenital anomalies (VACA) registry investigators. *J Am Coll Cardiol* 1996; 28:1810-1817

5) Brzezinska-Rajszyk G, Qureshi SA, Ksiazek J, Zubrzycka M, Kosciuszka A, Kubicka: Middle aortic syndrome treated by stent implantation. *Heart* 1999; 81:166-170

6) Tomita H, Kimura K, Kurosaki K, Okada Y, Watanabe K, Yasuda K, Hasegawa S, Hayashi G, Ono Y, Yagihara T, Echigo S et al: Stent implantation for aortic coarctation complicating the Norwood operation in a 48-day old baby. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2001; 54:239-41

7) Nakanishi T: Balloon dilatation and stent implantation for vascular stenosis. *Pediatric International* 2001; 43: 548-552

8) Tomita H, Yazaki S, Kimura K, Ono Y, Yamada O, Ohuchi H, Yagihara T, Echigo S: Potential goals for the dimensions of the pulmonary arteries and aorta with stenting after the Fontan operation. *Cathet Cardiovasc Intervent* 2002; 56:246-253

9) Tomita H, Yazaki S, Kimura K, Ono Y, Yamada O, Yagihara T, Echigo S: Late neointima proliferation following implantation of stents for relief of pulmonary

arterial stenosis. *Cardiol Young* 2002; 12:125-129

10) Hoshina M, Tomita H, Kimura K, Ono Y, Yagihara T, Echigo S: Factors determining peripheral pulmonary artery stenosis remodeling in children after percutaneous transluminal balloon angioplasty. *Cir J* 2002; 66:345-346

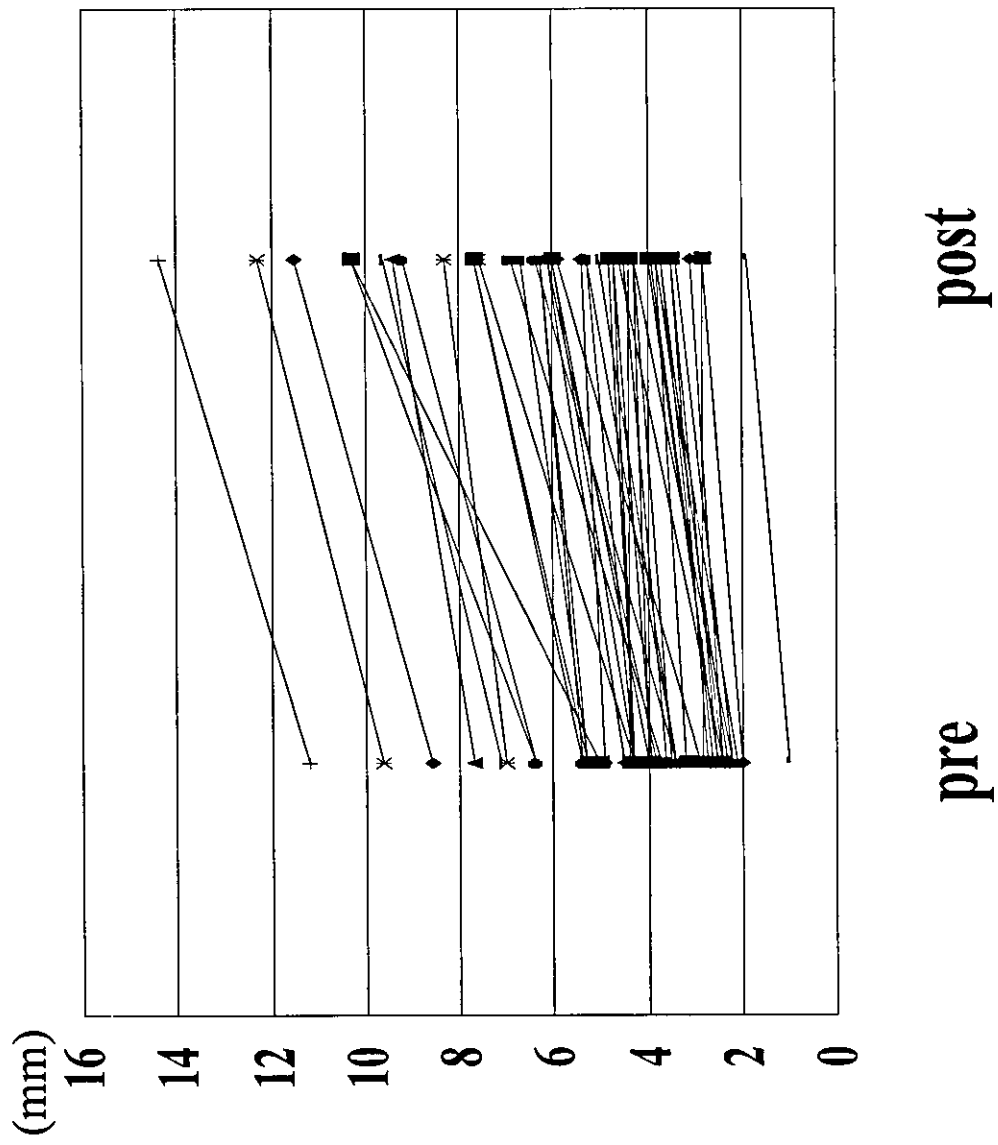
11) Tomita H, Yazaki S, Kimura K, Hayashi G, Fujita H, Okada Y, Watanabe K, Kurosaki K, Ono Y, Yagihara T, Echigo S: Balloon angioplasty of postoperative coarctation in the transverse arch in infants: Protecting the common carotid artery. *Cathet Cardiovasc Interven* 2003; 60:529-533

12) Tomita H, Yazaki S, Kimura K, Watanabe K, Hatakeyama K, Ono Y, Echigo S: Acute recoil of stents used for great vessel stenosis complicating congenital heart disease *Cardiol Young* 2003; 13:519-525

13) Tomita H, Yazaki S, Echigo S, Kimura K, Takamuro M, Horita N, Fuse S, Tsutsumi H. Late distortion of the original Palmaz stent implanted in postoperative lesions associated with congenital heart disease. *Cathet Cardiovasc Interven* (in press)

# PS balloon 径の変化:前後

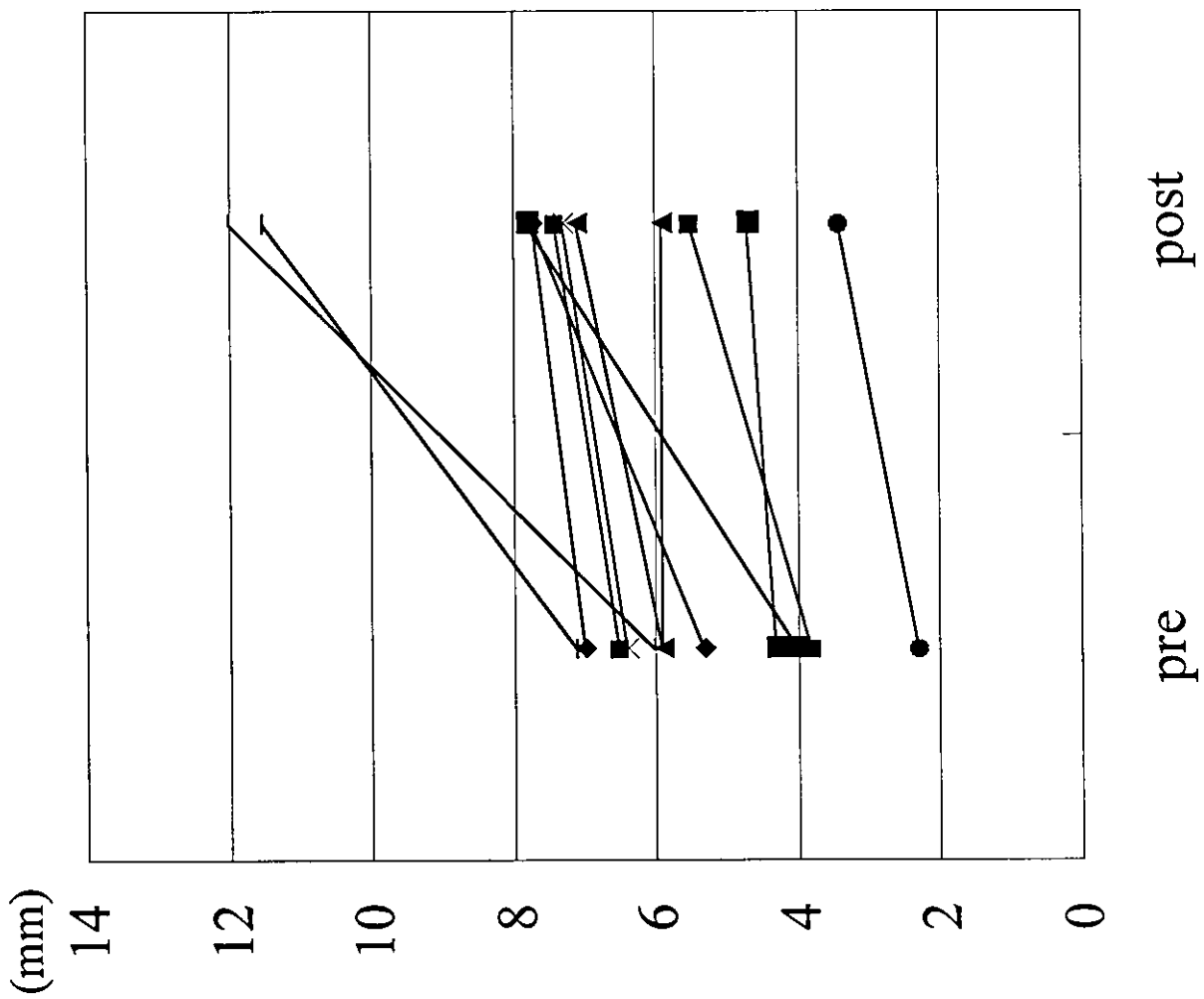
図1  
(後方視的検討)



# 【肺動脈狭窄：balloon】

## 図 2

(前方視的検討)



施行数12

術後平均径139±34%

径増加≥50%は  
狭窄部位の25%



# PS balloon 径の変化:経過観察 図3

(後方視的検討)

$n=18$

Pre  $4.4 \pm 0.6\text{mm}$

Post  $6.3 \pm 0.7\text{mm}$

F/U  $6.5 \pm 0.9\text{mm}$

$p < 0.0001$

Post:  $151 \pm 26\%$

F/U:  $153 \pm 45\%$

50%以上の径の増加  
がF/Uで得られた病変  
数

8病変(44%)

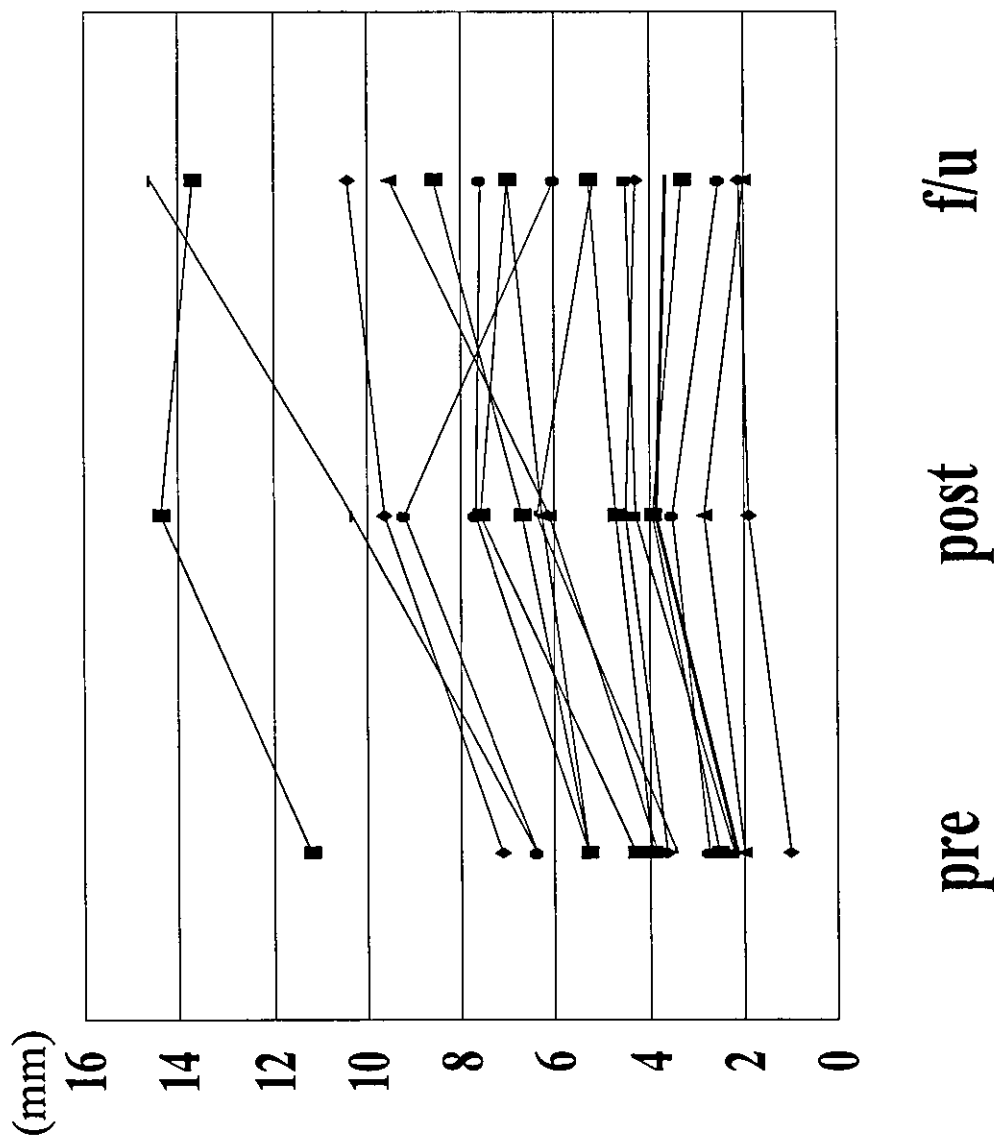
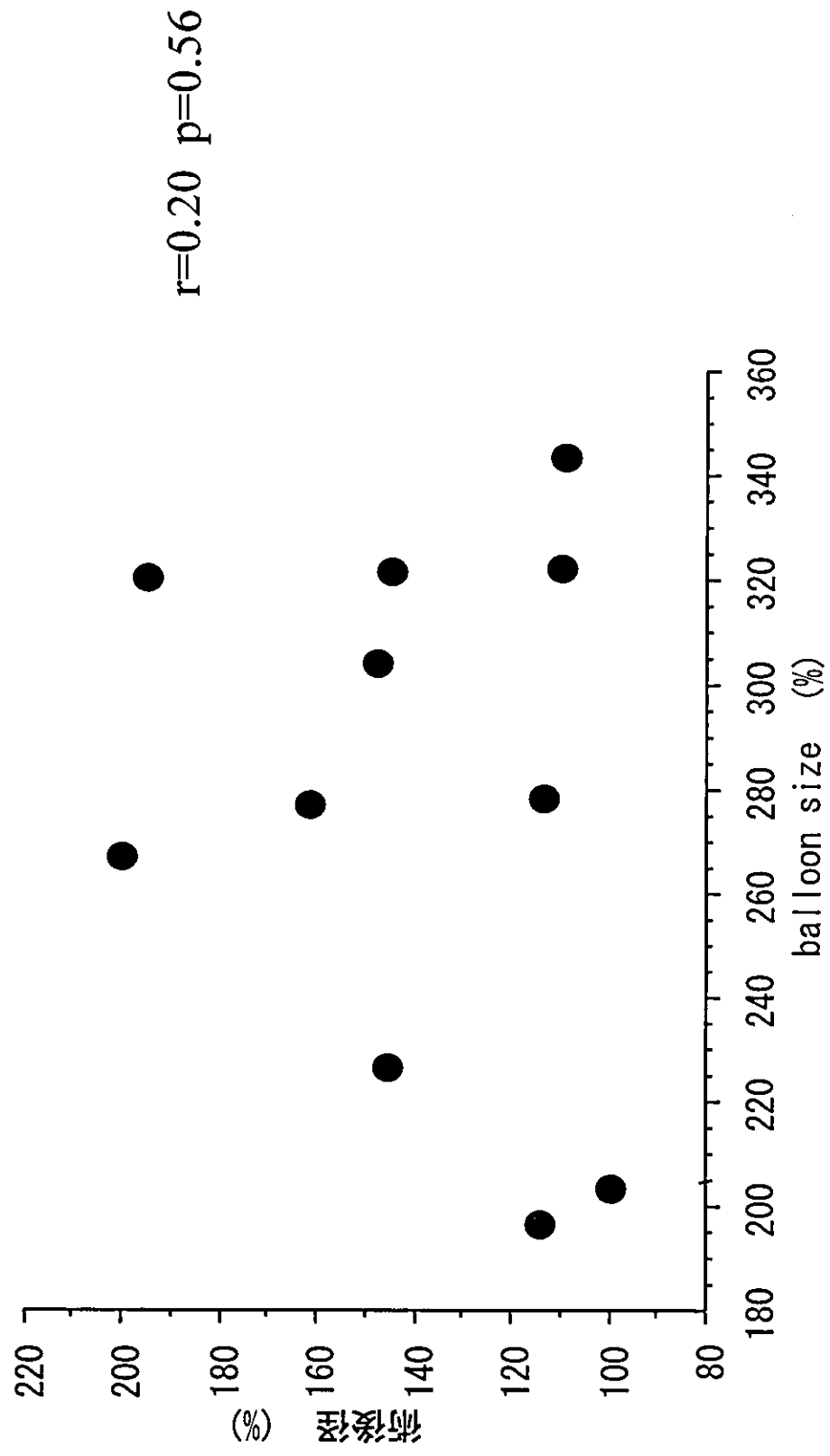


図 4

肺動脈狭窄におけるballoon sizeと狭窄部の術後径

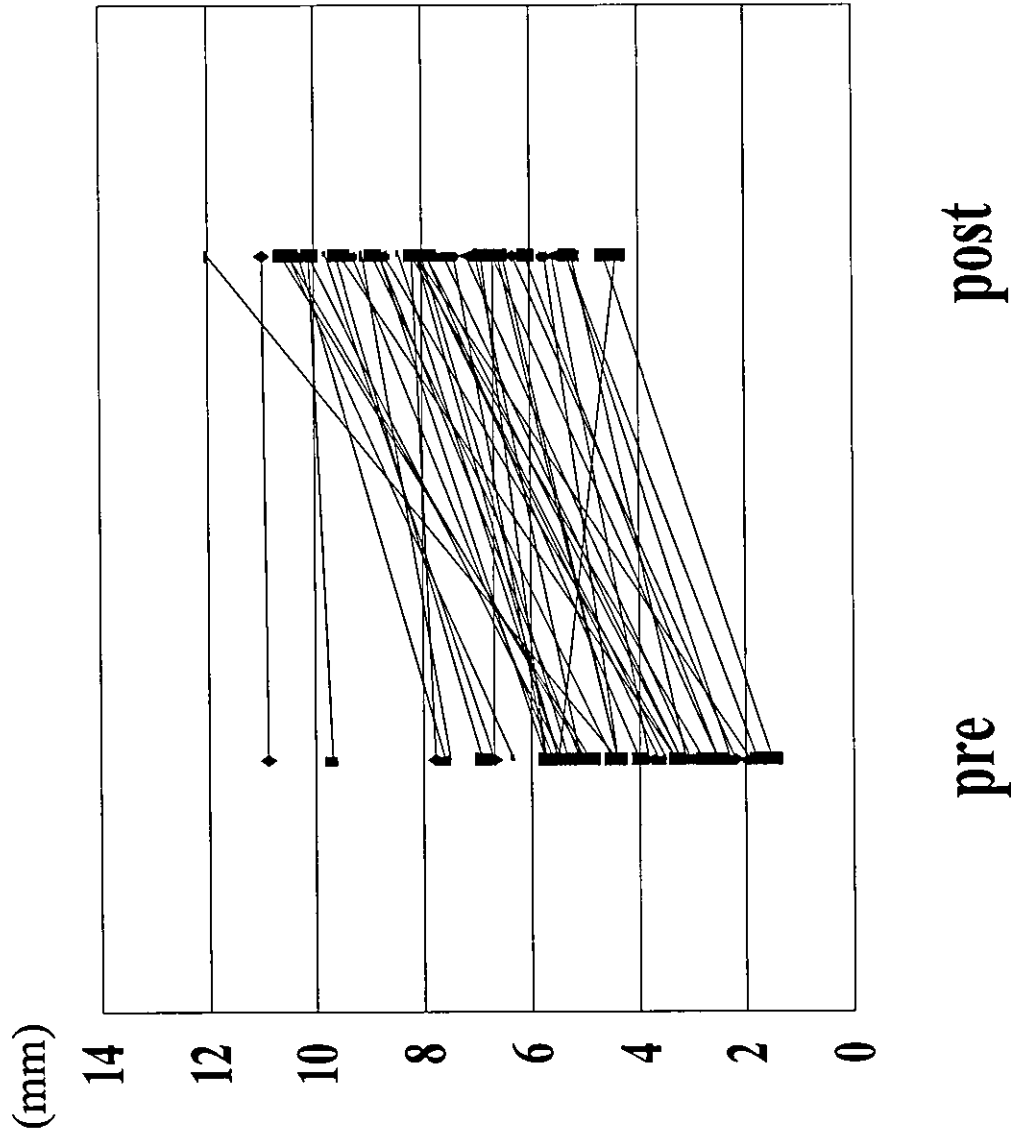


# PS stent 径の変化:前後

図 5

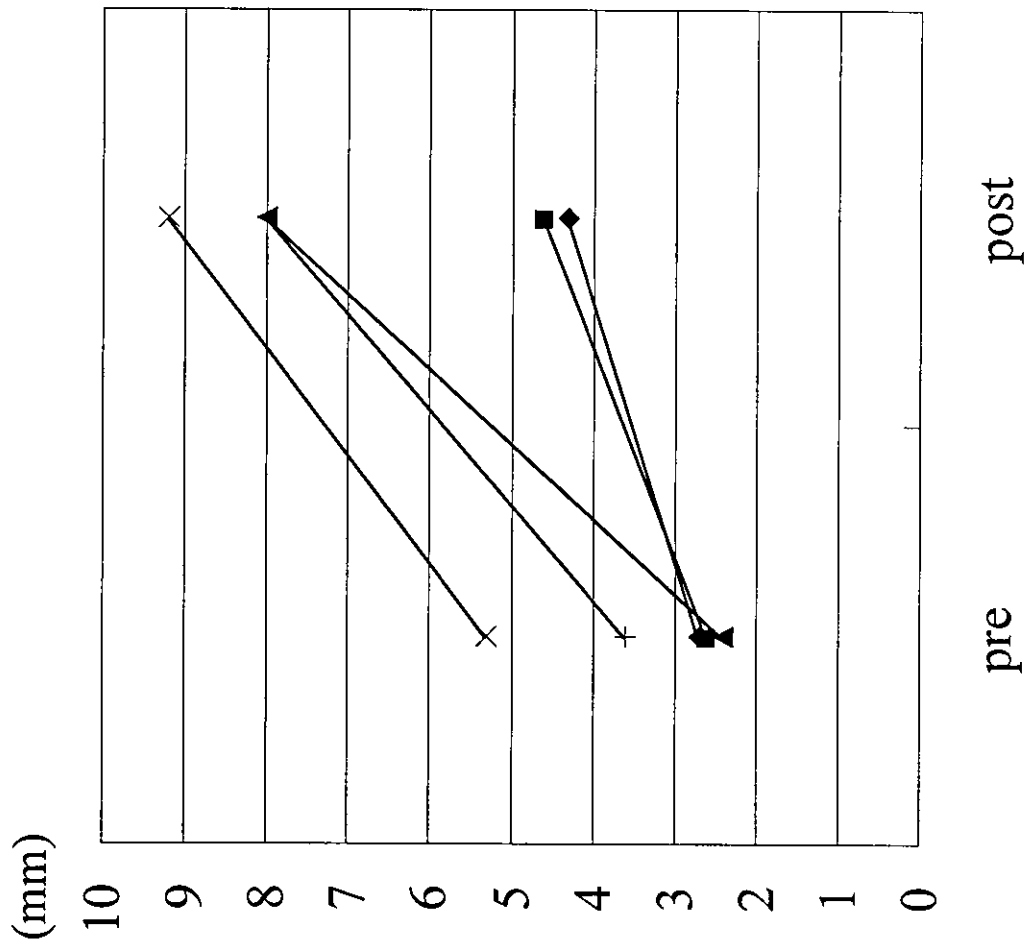
(後方視的検討)

$n=45$   
*Pre*  $4.7 \pm 2.0\text{mm}$   
*Post*  $8.0 \pm 1.8\text{mm}$   
 $p < 0.0001$   
 $19/2 \pm 72\%$   
50%以上の径の増加  
が得られた病変数  
28病変(62%)



# 【肺動脈狭窄：stent】

## 図6



施行数5

術後平均径 $213 \pm 71\%$

径増加 $\geq 50\%$ は  
狭窄部位の100%