

の右室・左室圧比は well PA 群 0.53 vs poor PA 群 0.80 ($p \leq 0.05$) (図 1) と有意に poor PA 群の右室圧が高値で、根治手術時年齢は well PA 群 4.5 歳 vs poor PA 群 6.6 歳で有意差はなかった (図 2)。

ここで、poor PA 群の術後肺動脈狭窄病変に対する治療手段として、カテーテルインターベンションによるバルーン拡大術が挙げられるが、その適応・治療成績は不明である。当院が経験した poor PA 群 17 例の後方視的検討を行った。

さらにバルーン拡大術が困難な症例に対する外科的ステント留置術を検討した。

2003 年 1 月から 12 月までの一年間に福岡市立こども病院心臓血管外科にて手術を行った ASD 患者 42 例のうち何例が適応患者となるか手術記録を元に検討した。

C. 研究結果

poor PA 群では、末梢動脈の狭窄病変が高度かつ複数であること、狭窄病変へのバルーンカテーテル、時にはガイドワイヤーの到達すら困難であった (図 3-5) という理由から一例も施行されていないということが判明した。

しかし、手術時にはステントが直視下に留置できるため、内科的に留置困難な症例にも留置することは可能であり、積極的に外科的留置術は施行された (図 6-12)。

そこで、当院で今までに行われた

外科的ステント留置術症例を調べた (図 13)。

内科的留置術 (12 例 13 回) (表 1) : 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) (表 2) : 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。今回、Amplatzer Septal Occluder の適応基準は以下のように考え決定した。

本方法はあくまで手術にとって代わる方法であるべきで、適応患者は今までの ASD の手術適応患者であること。

margin defect に関しては、anterior margin を除く margin がすべてあること¹⁾。

他の合併心奇形に対して外科的適応がある患者はやはり手術時に行うべきであると考え、他の合併心奇形に関してもカテーテル治療が可能な場合に限る。

ASD 患者は手術総数 413 例中 42 例 (10.2%) であった。(図 14) 男女比

は 14 : 28、(図 15) 手術術式は patch closure 12 例、direct closure 30 例であった。(図 16) 対象患者 42 例中 margin defect 患者は 6 例で、anterior margin defect の患者はいなかった。(Inferior defect 5 例、Superior defect 1 例) (図 17)。また、内科的 intervention では処理不可能な合併奇形を有する患者は 3 例であった。(図 18) (奇形の内訳は部分肺静脈還流異常 2 例肺動脈弁上狭窄 1 例であった。) 以上の結果から当院における Amplatzer Septal Occluder 適応患者数は 42 症例中 33 例 (78.6%) が Amplatzer Septal Occluder にて手術回避が可能と考えられた。

(図 19) また、年齢分布は 3 歳以上の患者 61.9%、体重 15kg 以上の患者は 42.9%であった。

D. 考察

PA—VSD—MAPCA に対する Rastelli 術後の右室収縮期血圧は肺野の支配領域の数に由来する部分が多く、右室から肺動脈に閉塞のない血行動態を作れることが重要な因子である。また、MAPCA の自然歴としては、時間の経過とともに狭窄・閉塞病変が進行するものであり、根治術時年齢に有意差は認めないが、poor PA 群の右室圧が高く、末梢性の肺動脈狭窄病変がすでに出来上がってしまっている可能性が考えられる。そこで、集束術を行っても複数箇所狭窄ないし、閉塞病変の可能性が進行しており、この病気に対するインターベン

ションの適応は厳しいことが予想される。つまり、MAPCA の支配領域が優位な poor PA 群の末梢肺動脈病変に対するカテーテルインターベンションは、病変部が高度かつ複数であり、病変部への到達が極めて困難なことから良好な結果は期待できず、その適応は基本的にないと考えられる。

PA—VSD—MAPCA に対する治療は、中心肺動脈の発育・十分な支配領域確保の為に新生児・乳児早期から開心術による積極的な右室流出路再建術または中心肺動脈への体肺短絡手術が望ましい。

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得ない。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。

本邦で Amplatzer Septal Occluder の治験が開始されて以来、ASD の患者に対する内科的 intervention による閉鎖が待たれていたが、やがて日本でも解禁される時期がやってきた。そこで、今回どの程度の患者が臨床応用の対象患者になるか検討した。今回の検討では 78.6% の患者が対象となるが、体内に内科的に取り出すことができない異物を留置す

るという手技であり、適応に関しては十分なインフォームドコンセントが必要であり、全国統一の適応基準作りが必要と考えられる。また、2 歳以下の患者において、成長に伴う問題があること、しばしば胸部の感染を起こすこと、心不全に対する治療が必要になることがあるという報告²⁾がみられ、現在の当院における手術適応も 3 歳以上としていることから、適応年齢は 3 歳以上、または 15 kg 以上が妥当と考えた。

E. 結論

PA—VSD—MAPCA 症例に対する治療戦略としてのカテーテルインターベンションは現段階では、治療適応そのものにも問題があり、十分な効果が発揮できる用具もないのが現状である。そこで、当院では外科的ステント留置術という手技も取り入れて、より小さい患者に安全にステントを留置することも内科医として考慮すべき方法と考えられた。

現段階における当院での適応基準は以下の通りと考えている。

今までの開心術による ASD 閉鎖の適応がある。

全周性に margin がある (anterior margin は除く)

年齢は 3 歳以上または体重 15kg 以上である

合併異常に対してもカテーテル治療が可能である

施設の外科治療成績を当学会に報告し、それをもとに患者もしくは親権

者に提示すること。

学会が作成した ASO 法の優位点と問題点を説明したうえで、本法を希望した場合に限る。

適応基準案を元に当院における症例数を検討すると、図 20 のように 54.8% (23 例) が Amplatzer Septal Occluder の適応と考えた。

F. REFERENCE

1) Interventional occlusion of atrial septum defects larger 20 mm in diameter. Berger, F Ewert, P Danhert, I Stiller, B Nurnberg, J H Vogel, M Z Kardiol 2000 Dec; 89(12) * 1119-25

2) Treatment of atrial septal defects in symptomatic children aged less than 2 years of age using the Amplatzer septal occluder. Vogel, M Berger, F Danhert, I Ewert, P Lange, P E Cardiol Young 2000 Sep; 10(5): 534-7

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・小児疾患臨床研究事業)
分担研究報告書

大血管狭窄病変に対するバルーン拡大術に関する研究

分担研究者 中西敏雄 東京女子医科大学 循環器小児科助教授

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は有用性であった。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。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結果、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。

大動脈弁狭窄や大動脈縮窄に対するバルーン拡大術の長期成績を調べた。手術回避率は、5年で80%、9年で60%であった。バルーン拡大術前の大動脈弁閉鎖不全の程度と、術直後からフォローアップを含めた期間の大動脈弁閉鎖不全の程度を比較して、術後に大動脈弁閉鎖不全が増悪したのは37%であった。小児の大動脈縮窄に対するバルーン拡大術の急性期成功率は83—88%であった。フォローアップで38%に再狭窄を認めた。大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術は、姑息術の範疇に属するものであること、大動脈縮窄に対するバルーン拡大術は、小児、成人を問わず、高い成功率を期待できるが、再狭窄の防止には、intimal tear が認められるまで拡大する必要があることがわかった。

カテーテル治療は侵襲的であり、合併症が起こりうる。1996—1999年の3年間で、カテーテル治療に関連した合併症は11%に発生し、重大な合併症3%、軽微な合併症8%であった。2003—2004年の2年間で、カテーテル治療に関連した合併症は3%に発生した。重大な合併症は3%、軽微な合併症は発生しなかった。今回の研究から、重大な合併症が0.6%の頻度で発生しうる、重大な合併症は軽減できなかった、軽微な合併症は減らすことができる、リスクは新生児、乳児で高く、治療カテーテルで高いことがわかった。

A. 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が成功率を高めたり、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。

また、大動脈弁狭窄や大動脈縮窄に対するバルーン拡大術の長期成績を調べた。動脈に対するバルーン拡大術の効果は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が成功率を高めたり、合併症を減らしたりする上で重要である。本研究では、動脈壁の損傷の有無と長期成績の関係について調べた。

さらに、小児における大動脈縮窄に対するバルーン拡大術の効果についての研究は多いが、成人での研究は少ないので、成人に於ける大動脈縮窄に対するバルーン拡大術の効果についても検討した。最後に、先天性心疾患に対する心臓カテーテル検査やカテーテル治療の合併症の頻度やその内容について検討した。

B. 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出した。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。

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、局所性の血管腔拡大を瘤、中膜の断裂が観察された場合を中膜断裂とした。

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。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。

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。

c) 大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術

大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術の適応は、左室—大動脈間の圧差が50 mmHg以上あること、または心電図上ST変化があること、そして大動脈弁閉鎖不全がSellers分類で2/4以上無いこととした。例外的に、大動脈弁閉鎖不全がSellers分類2/4以上でも、左室—大動脈間圧差が大きく、左室駆出率が低下している場合には、バルーン拡大にて左室駆出率を改善した後に手術を行う目的でバルーン拡大を施行した。

新生児—乳児期早期の児で大動脈弁の可動性が低下しており、左室の収縮が低下していたり、心不全症状を呈する場合には重症大動脈弁狭窄(Critical AS)と判断して、バルーン拡大術の適応とした。

1988年から2003年までに48例に対してバルーン拡大術を施行した。Critical ASは11例で、11回の手技を施行した。それ以外の大動脈狭窄(AS)は37例で、42回の手技を施行した。

バルーン拡大に際しては、大動脈弁輪径を弁のヒンジ部で測定した。バルーンサイズは、弁輪径の約90%のものを選択し、サイズアップするときは弁輪径を越えないこととした。

d) 大動脈縮窄に対するバルーン拡大術
研究1 —主に小児に於けるバルーン拡大術—

1988年～1994年にバルーン拡大術を施行した例を対象とした。バルーン拡大術の適応は、縮窄部前後の圧較差20mmHg以上、上肢の高血圧、造影上明らかな狭窄を認めるもの、のいずれかを満たす場合とした。その他の適応条件は図7に示す。バルーン拡大術にはMeditech社製Ultra-thinカテーテル、Hopkinton社製Tyshakカテーテルなどを用い、鎖骨下動脈直後の大動脈径と同径のバルーンより開始し、効果が不十分な場合は横隔膜部の大動脈径を大幅に越えない範囲でバルーン径を増して再度施行した。

バルーン拡大術の効果判定は、圧較差が20mmHg未満～低下した場合を成効とした。

その後の経過観察中に心臓カテーテル検査、心エコー、血圧測定によって再び20mmHg以上の圧較差を認めた場合、再狭窄を生じたと判断した。

バルーン拡大術後に施行した大動脈造影で壁の不整、解離、小瘤(突出)を認めた場合は、内膜の亀裂すなわちintimal tearを生じたと判断した。大動脈内膜剥離intimal flapの有無は、血管内エコーでも観察した。血管内エコーは30MHz、3Fのカテーテル(UltraCross, Boston Scientific社製)を用いた。

急性期に有効であった16例を対象とし、再狭窄について検討した。バルーン拡大術後の経過観察期間は2ヶ月～6年7ヶ月(2.2±1.8年)であった。症例の

内訳は、未手術のCoA6例、術後再狭窄を生じたCoA8例、術後狭窄を生じたIAA2例であった。経過観察中に再狭窄を認めなかった群(A群)と認めた群(B群)に分類し、バルーン拡大術施行時の血管壁損傷の有無を比較した。

2) 研究2 —成人の大動脈縮窄症に対するバルーン拡大術—

18才以上でバルーン拡大術を施行された7例を対象とした。手術後CoA4例、Native CoA3例で、Re-CoAは0.1—4才で手術を受けていた。全例で高血圧を認め、それがカテーテル治療を受ける理由となっていた。フォローアップ中の再狭窄の有無について研究1と同様に検討した。

e) カテーテル治療合併症の検討

1996年5月—1999年3月の3年間に施行したカテーテル検査、カテーテル治療における合併症について検討した。

また、2003年—2004年の2年間に施行したカテーテル検査、カテーテル治療における合併症について検討し、1996—1999年のデータと比較した。

カテーテル検査、カテーテル治療における合併症は、診療録を後方視的にレビューし、合併症の有無を判断した。

1987年—1993年に施行したカテーテル検査、カテーテル治療における合併症について検討したトロント小児病院から発表されたデータと比較した。

C. 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。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つたが、内中膜と一緒に測定し、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。

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すると、側副血行動脈では血管内エコーで厚い内中膜層が観察された。血管内エコーで観察した内中膜壁厚は、主要大動脈肺動脈側副血行のない肺動脈狭窄例に比べ、有意に厚かつた。主要大動脈肺動脈側副血行症例でバルーン拡大術の後に血管内エコーで肺動脈壁を観察すると、内中膜の断裂が発生していることがわかつた。バルーン拡大術が有効であつた症例と、有効でなかつた症例で、内中膜の壁厚を比べると、有効例での壁厚が厚かつた。このことは、有効なバルーン拡大のためには、内中膜の断裂が発生する必要があることを示唆する。

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

まず、血管エコーを用いた肺動脈の壁厚測定について検討した。血管エコーで内中膜壁厚を測定すると、肺動脈狭窄のある血管では、狭窄が無い血管に比べて

内中膜壁厚が増大していることがわかつた。

次に、血管エコーを用いた肺動脈径の測定について検討した。血管エコーから測定した肺動脈径は、造影から測定した肺動脈径とよく一致した。血管エコーを用いると造影なしでも血管径や内中膜壁厚を測定できることがわかつた。

バルーン拡大術後には15%に内膜剥離や瘤を認めず、85%に内膜剥離を認め、瘤を認めたのは67%であつた。バルーン拡大術は34カ所中29カ所(85%)で成功した。

34カ所の中、造影上または血管エコーで内膜剥離を認めたのは29カ所であつた。その29カ所の中、造影で内膜剥離を認めたのは44%にすぎなかつたが、血管エコーでは100%に認められた。

34カ所の中、造影上または血管エコーで瘤を認めたのは28カ所であつた。その28カ所の中、造影で内膜剥離を認めたのは61%にすぎなかつたが、血管エコーでは93%に認められた。

34カ所の中、血管エコーで中膜断裂を認めたのは26カ所であつた。

以上より、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ことがわかつた。

c) 内膜剥離や瘤の中期予後

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。バルーン拡大術直後に認められた内膜剥離は、バルーン拡大術3.3±1.6年後の検査では、84%に認められなくなり、8%

で内膜剥離は軽減し、8%では変化がなかった。バルーン拡大術直後に認められた瘤は、54%に認められなくなり、33%で瘤は小さくなり、13%では変化がなかった。以上の結果は、内膜剥離、瘤ともに約90%の率で消退ないし消失することを示す。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、バルーン拡大術直後に内膜剥離や瘤の形成を認めなかった例では、フォローアップでこれらの所見が新たに出現することは無かった。

d) 術後中期における再狭窄とバルーン拡大術直後の内膜剥離や瘤形成との関係

肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術直後にみられる肺動脈の断裂や瘤形成と、中期に於ける再狭窄との関係について検討した。肺動脈狭窄に対するバルーン拡大術直後の内膜剥離や瘤の有無は血管造影と血管内エコーを用いて判定した。再狭窄の有無はバルーン拡大術後 3.3 ± 1.6 年後に血管造影にて判定した。バルーン拡大術直後に肺動脈の瘤形成を認めた症例では、14例中3例(21%)に再狭窄を認めた。バルーン拡大術直後に肺動脈の内膜剥離を認めた症例では、12例中1例(8%)に再狭窄を認めた。一方、肺動脈狭窄病変の再狭窄肺動脈の内膜剥離や瘤形成を認めなかった症例では、4例中3例(75%)に再狭窄を認めた。再狭窄率はバルーン拡大術直後に肺動脈の断裂や瘤形成を認めた症例で有意に少なかった。肺動脈狭窄病変の再狭窄肺動脈の内膜剥離、中膜断裂や瘤形成

が存在すると再狭窄が起こりにくいことがわかった。

冠動脈では内膜や中膜の損傷が起こると内膜や中膜の増殖を誘発し再狭窄の原因になりうるということが知られている。肺動脈でも内膜や中膜の損傷が起こると内膜や中膜の増殖を誘発し再狭窄の原因になるかもしれない。その可能性を検討するために、フォローアップ時の血管内エコーで、内中膜の厚さを測定した。バルーン直後に瘤を認めた群、内膜剥離のみを認めた群、瘤も内膜剥離も認めなかった群、の3群間で内中膜の厚さに有意差を認めなかった。このことは肺動脈に於いては内膜や中膜の損傷で、それら血管層の有意な肥厚を誘発しないことを示唆する。さらに、再狭窄を認めた群と認めなかった群で内中膜の厚さを比較すると、両者で有意な差は無かった。これらのデータは、肺動脈の再狭窄は、内中膜の肥厚によることは少ないことを示唆する。しかし、その様な症例が全くないわけではなく、もともと全体的に低形成の肺動脈ではありうる。今回の研究では内中膜の肥厚のために再狭窄をきたした例は1例のみであった。

e) 大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術

圧差 50 mmHg 以上であったものが 50 mmHg 以下になった場合を成功と定義すると、大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術の成功率は86%であった。

大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術後に圧差が 50 mmHg 以下に低下しなかった例では Konno 手術が施行された。

中長期成績を、手術回避率から推定した。手術は、左室—大動脈圧差が50 mmHg以上あるが何らかの理由でもはやバルーン拡大術を施行しない場合か、大動脈弁閉鎖不全が2度以上で左室容量負荷が認められる場合に適応とした。手術回避率は、5年で80%、9年で60%であった。手術は、37例中12例32%の患者に施行された。内訳はRoss手術5例、Ros-Konno手術2例、Konno手術5例であった。手術の理由は大動脈弁閉鎖不全(AR)8例、大動脈弁狭窄(AS)3例、その両方(ASR)1例であった。

バルーン拡大術急性期の合併症は大動脈弁閉鎖不全が発生し強心剤の一時的な投与が必要であった1例(2%)と、大腿動脈の閉塞をきたした2例(5%)であった。強心剤の一時的な投与が必要であった1例は、18才の男性で、大動脈弁にすでに石灰化を認めたが、石灰化が軽度であったためバルーン拡大術を施行した。バルーン拡大術後2度のARを認めたが、強心剤の一時的な投与で状態は安定し、待機的に手術が可能であった。

フォローアップでのARの推移を調べた。バルーン拡大術前のARの程度と、術直後からフォローアップを含めた期間のARの程度を比較して、術後にARが増悪したのは15例37%であった。そのうち、術前0度から1度になったのは11例29%、1度が2度になったのは3例8%であった。

f) 重症大動脈弁狭窄(critical AS)に対するバルーン拡大術

新生児—乳児期早期の児で大動脈弁

の可動性が低下しており、左室の収縮が低下していたり、心不全症状を呈する場合には重症大動脈弁狭窄(Critical AS)と判断して、バルーン拡大術を施行した。術前の左室—大動脈間の圧差が50 mmHg以上の例は36%しかなかった。心拍出量が低下していたために、2/3の症例では圧差が50 mmHg以下にもかかわらず重症の大動脈弁狭窄であった。バルーン拡大術後、11例中4例36%は経過良好で、外来で経過観察中である。2例18%は大動脈弁閉鎖不全の増悪のためにRoss手術を施行した。3例27%はばるん拡大術後も心不全が続き、心不全増悪のために死亡した。

g) 大動脈縮窄に対するバルーン拡大術 小児に於けるバルーン拡大術—

バルーン拡大術を施行した年齢は平均 6.3 ± 8.4 才であった。急性期の成功率は、術後CoA(Re-CoA)では88%、手術未施行例(Native CoA)では83%であった。

成功例について再狭窄の有無を検討した。バルーン拡大術後の経過観察期間は2ヶ月~6年7ヶ月(2.2 ± 1.8 年)であった。術後のCoAおよびIAA10例中3例(30%)、未手術のCoA6例中3例(50%)、計16例中6例(38%)にバルーン拡大術後の再狭窄を認めた。経過観察中に再狭窄を認めなかった10例(A群)と認めた6例(B群)で、バルーン拡大術施行時の指標を比較した。施行時年齢はA群 6.8 ± 9.5 才、B群 5.3 ± 7.1 才、経過観察期間はA群 1.9 ± 1.3 年、B群 2.5 ± 2.3 年と有意差は認めなかった。バルーン拡

大術施行直前の圧較差は、A 群 33±18 mmHg、B 群 36±16mmHg、狭窄径は A 群 5.1±2.6mm、B 群 4.1±1.3mm、狭窄径／横隔膜部大動脈径は A 群 48±10%、B 群 44±19%と有意差は認められなかった。一方、バルーン拡大術後は、圧較差 A 群 4±4mmHg、B 群 12±8mmHg (p=0.02) と有意差を認めた。バルーン拡大術後の狭窄部径は A 群 9.6±3.6mm、B 群 5.9±0.9mm、拡大率は A 群 105±63%、B 群 55±50%と有意差を認めなかったが、バルーン拡大術後の狭窄径／横隔膜部大動脈径比は A 群 93±26%、B 群 63±20% (p=0.03) と有意差を認めた。バルーン径／狭窄径は A 群 243±50%、B 群 225±94%と有意差を認めなかったが、バルーン径／横隔膜部大動脈径は A 群 111±22%、B 群 86±16%と有意差を認めた。Intimal tear は、A 群では 10 例中 9 例 (90%) に認められたのに対し、B 群で認めた例はなかった (p=0.0009)。未手術の CoA は両群ともに 3 例ずつ、術後の IAA は 1 例ずつ認め、合併奇形は A 群 8 例、B 群 5 例であり、いずれも両群間で有意差を認めなかった。

2) 成人の大動脈縮窄症に対するバルーン拡大術—

急性期の成功率は、術後大動脈縮窄 (Re-CoA) では 75%、手術未施行例 (Native CoA) では 100%であった。この結果は、成人においても小児と同様の効果を期待できることを示唆する。しかし症例の中には狭窄が解除されたにもかかわらず圧差が残存した例もあった。

次に成人で再狭窄について検討した。バルーン拡大術後の経過観察期間は 7±

5 年であった。7 例中、再狭窄を認めた例は無かった。Intimal tear は、再狭窄の無かった 7 例中 1 例を除き 6 例全例に認めた。

安静時の高血圧を認めた例は無かったが、Native CoA 3 例の中、1 例で運動時高血圧 (200mmHg 以上) を認め、2 例でアンジオテンシン変換酵素阻害剤を服用していた (表 2)。これらの結果は、成人に於ける大動脈縮窄に対するバルーン拡大術の成功率は高く、再狭窄率は低いことを示す。また、高血圧が長年続いた Native CoA の患者では、バルーン拡大の後も高血圧が持続する可能性があることを示唆する。

h) カテーテル検査、カテーテル治療における合併症

(1) 1996年—1999年の合併症

1996年5月—1999年3月の3年間に施行したカテーテル検査、カテーテル治療は、1922件であった。年齢は、平均 6.5 歳 ± 3.8 歳 (0 歳—51 歳) であった。体重は平均 20 Kg ± 17 Kg (1.3 Kg—81 Kg) であった。

カテーテルの内容は、診断カテーテルが 83%、カテーテル治療が 14%、伝記生理学的カテーテルが 2%、カテーテルアブレーションが 1%であった。

合併症は、重大なもの 0.6%、軽微なもの 1.3%であった。

重大な合併症の内訳は、死亡 3 例 (0.15%)、大腿動脈閉塞による脈の脆弱化 1 例、溶血、試験開腹 1 例、高度僧帽

弁閉鎖不全1例、右室穿孔4例、タンポナーデ1例であった。

死亡3例のうち1例は、左心低形成症候群で心房間交通が狭小化しショック状態となった生後23日の児で、緊急的に心房中隔裂開術を試みたが、不可能のまま死亡した。2例目は29歳のEisenmenger症候群で、診断カテーテルを施行中に、突然死した。3例目は5歳の多脾症の児で、アブレーション後に突然死した。待機的なカテーテル治療での死亡例は無かった。

重大な合併症のうち、溶血、試験開腹例は、動脈管コイル塞栓術後に高度溶血が発生したため、留置したコイルを回収したところ、激しい腹痛をきたした。試験開腹の結果、消化管に壊死は認めず、腸間動脈に閉塞も認めなかった。微少血栓による腹痛であったと思われる。患者の状態は開腹し、後日、外科的に動脈管を結紮した。

高度僧帽弁閉鎖不全例は、僧帽弁狭窄に対するバルーン拡大術直後に僧帽弁閉鎖不全をきたした。緊急で僧帽弁置換術を施行し、その後の経過は順調である。

右室穿孔4例は、純型肺動脈弁閉鎖症に対し弁穿孔を試みている最中にワイヤーが右室流出路を穿孔したものである。全例、後日、弁穿孔が成功している。

タンポナーデは1例で発生した。先天性僧帽弁狭窄症に対しBrockenbrough法で心房間を穿刺し、拡張用バルーンカテーテルを僧帽弁に挿入しようとして操作中に、タンポナーデに気づき、心嚢穿刺してドレナージした。その後、カテーテル治療に成功し終了した。

軽微な合併症は13%に認めた。

呼吸不全でマスクによる加圧ないし気管内挿管したものが3.5%、一過性の不整脈は5.3%に認めた。一時的に足背動脈の脈の触れがわるくなったものが3.1%にみられた。しかし実際にウロキナーゼを使用したものは0.2%であった。一過性の足背動脈の脈が触れにくくなることは、体重10Kg以下の児に多かった。

(2) 2003-2004年の合併症

2003年—2004年の2年間に施行したカテーテル検査、カテーテル治療は、860件であった。そのうち、カテーテル治療が11%を占めていた。

合併症は、重大なもの0.6%、軽微なもの2%であった。軽微な合併症は減少していたが、重大な合併症の頻度は変化がなかった。

重大な合併症の内訳は、死亡3例(0.3%)、右室穿孔1例、半身不全麻痺1例であった。脈の問題やタンポナーデは無かった。右室穿孔1例は、純型肺動脈弁閉鎖症に対し弁穿孔を試みている最中にワイヤーが右室流出路を穿孔したものである。後日、弁穿孔に成功した。

半身麻痺の1例は、左Blalock-Taussig短絡術に対し、コイル塞栓を施行した例で、コイル塞栓後に右半身麻痺が出現した。CT検査では脳に梗塞像は認めなかった。リハビリ療法で回復したものの、不全麻痺を残した。BT短絡血管と左頸動脈が近かったため、微少血栓が頸動脈にとんだ可能性がある。

死亡は3例に発生し、2例は診断カテー

テル、1例はカテーテル治療において発生した。

死亡の1例は、大血管転換症の診断カテーテルの翌日に右室穿孔が発見され、緊急手術を施行したが効果なく死亡した。フォロー四徴症、主要大動脈肺動脈側副動脈の1ヶ月児は、診断カテーテル終了後、治療抵抗性の高度の低酸素血症を急激にきたし、低酸素血症で死亡した。他の1例は、純型肺動脈閉鎖症の児で、カテーテルによる肺動脈弁穿孔に成功していたが、敗血症を合併し、死亡した。軽微な合併症は2%に認めた。一過性の不整脈は0.3%、角膜乾燥による潰瘍0.2%、造影剤アレルギー0.8%、カテーテルが左室内にトラップされたものが0.1%、右室内に少量の空気を認めたものが0.1%であった。いずれも後遺症を残さないで回復した。脈の問題が生じた例は無かった。

(3) 1987年—1993年のトロント小児病院での合併症 (文献的データ)

1987年—1993年の7年間に施行したカテーテル検査、カテーテル治療は、4952件であった。年齢は、平均2.9歳(0歳—20歳)であった。診断カテーテルが72%、カテーテル治療が28%であった。

合併症は、重大なもの2%、軽微なもの9%であった。

重大な合併症の内訳は、死亡0.14%、大腿動脈閉塞による脈の脆弱化0.4%、タンポナーデ0.

2%などであった。死亡7例のうち、診断カテーテルは3例で、カテーテル治療に関連するものは4例であった。1例は肺動脈弁狭窄で、動脈管に血栓ができ死亡、1例は心房中隔を拡大中に死亡、1例は心房中隔裂開術で穿孔し死亡、1例は肺動脈狭窄に対しすてんと留置術中タンポナーデで死亡している。軽微な合併症は血管に関連したものが多い。

一時的に足背動脈の脈の触れがわるくなったものが3.3%にみられた。

合併症発生リスクファクターは、(1)新生児、(2)乳児、(3)カテーテル治療であった。

(4)カテーテル治療における合併症
1996—1999年の3年間で、カテーテル治療に関連した合併症は11%に発生した。

拡張用バルーンが破裂したのは19例(患者に合併症なし)、コイルの落下3例(うち1例は回収できず)、バルーン部分がシャフトから遊離したのが1例(回収)、右室穿孔4例(経過観察のみ)、タンポナーデ1例(心嚢穿刺)、溶血、試験開腹1例、高度僧帽弁閉鎖不全1例、死亡は2例であった。

右室穿孔は純型肺動脈閉鎖症に対するカテーテル治療の際の、ガイドワイヤーによる穿孔である。

タンポナーデの1例は、先天性僧帽弁狭窄症に対しBrockenbrough法で心房間を穿刺し、拡張用バルーンカテーテルを僧帽弁に挿入しようと操作中に、タンポナーデに気づき、心嚢穿刺してドレナージした。その後、カテーテル治療に成功し

終了した。

死亡2例のうち1例は、左心低形成症候群で心房間交通が狭小化しショック状態となった生後23日の児で、緊急的に心房中隔裂開術を試みたが、不可能のまま死亡した。2例目は5歳の多脾症の児で、アブレーション後に突然死した。待機的なカテーテル治療での死亡例は無かった。

(5) 合併症のまとめ

1996-1999年の3年間で大血管に対するカテーテル治療における合併症は認めなかった。

1996-1999年の3年間で、カテーテル治療に関連した合併症は11%に発生し、重大な合併症3%、軽微な合併症8%であった。

2003-2004年の2年間で、カテーテル治療に関連した合併症は3%に発生した。重大な合併症は3%、軽微な合併症は発生しなかった。

死亡の1例は、純型肺動脈閉鎖症の児で、カテーテルによる肺動脈弁穿孔に成功していたが、敗血症を合併し、死亡した。右室穿孔は1例に認め、純型肺動脈閉鎖症に対するカテーテル治療の際の、ガイドワイヤーによる穿孔であった。

半身麻痺の1例は、左Blalock-Taussig短絡術に対し、コイル塞栓を施行した例で、コイル塞栓後に右半身麻痺が出現した。CT検査では脳に梗塞像は認めなかった。リハビリ療法で回復したものの、不全麻痺を残した。BT短絡血管と左頸動脈が近かったため、微少血栓が頸動脈にとんだ可能性がある。

2003-2004年の2年間で、大血

管に対するカテーテル治療における合併症は認めなかった。

トロント小児病院のデータでは、重大な合併症は3%に認めている。大動脈弁狭窄、大動脈縮窄に対するバルーン拡大術、肺動脈狭窄に対するステント留置術の際の合併症発生が多い。

これらのデータは、幸い今回の研究期間中には我々の施設では、大血管に対するカテーテル治療においては、重大な合併症は発生しなかったが、合併症はいつでも、どの施設でも発生しうることを示している。

D. 考察

a) 肺動脈狭窄

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。今回の研究でもバルーン拡大術成功の29カ所の中、27カ所に中膜断裂や内膜剥離が認められた。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。今回の研究でも中膜断裂を認めた病変の大部分で瘤の発生も認めた。理想的なバルーン拡大術の結果は、瘤の発生なしに中膜が断裂して血管径が拡大することであるが、ほとんどの例で中膜の全層で断裂が起こるといえる。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。今回の結果は、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ことを示唆した。

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。いままでこのような報告はなされておらず、本研究が世界ではじめての報告である。

本研究では、肺動脈の内膜剥離や瘤形成と、肺動脈再狭窄との関係についても検討した。バルーン直後に瘤を認めた群、内膜剥離のみを認めた群、瘤も内膜剥離も認めなかった群、の3群間で内中膜の厚さに有意差を認めなかった。このことは肺動脈に於いては内膜や中膜の損傷で、それら血管層の有意な肥厚を誘発しないことを示唆する。逆に、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。この知見も世界ではじめての報告である。

b) 大動脈弁狭窄

今回の中長期成績を、他の研究者の成績と比較してみると、手術回避率は10年で約70%、2度以上の大動脈閉鎖不全からの回避率は5年で60%との報告がある。また、外科的な弁切開術のあとの中長期成績は、有意な大動脈弁狭窄ASや閉鎖不全ARからの回避率は10年で80%であったとの報告もある。今回の結果は、バルーン拡大術の中長期成績は、諸外国の成績と同様であり、また外科的弁切開術の成績とも似ていた。以上のデータは、大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術は、姑息術の範疇に属するものであることを示している。バルーン拡大術は、外科的弁切開術より侵襲度が少ない

し、弁置換術を先送りできるので、小児においては第一選択の治療法としてよいと考えられる。

急性の合併症は、大動脈弁閉鎖不全増悪1例(2%)と、大腿動脈閉塞2例(5%)であった。大動脈弁閉鎖不全増悪の1例は、石灰化弁に対してバルーン拡大術を施行した後に大動脈弁閉鎖不全発生し、強心剤の一時的な投与が必要であった。石灰化した弁に対するバルーン拡大術は禁忌であるといえる。

本研究ではフォローアップでの大動脈弁閉鎖不全の推移を調べた。バルーン拡大術前の大動脈弁閉鎖不全の程度と、術直後からフォローアップを含めた期間の大動脈弁閉鎖不全の程度を比較して、術後に大動脈弁閉鎖不全が増悪したのは15例37%であった。術後経過とともに年の単位で大動脈弁閉鎖不全が進行することは、これまでも報告されている。大動脈弁狭窄による血流の乱れや流速増加によって弁の肥厚や変形が発生する結果、閉鎖不全が増悪するのかもしれない。

小児で大動脈弁狭窄や閉鎖不全が増悪すると、Ross手術やKonno手術を施行する必要がある。大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術は、小児にたいする弁の外科手術が施行可能な施設においてなされるべきであろう。

c) 重症大動脈弁狭窄

重症大動脈弁狭窄critical ASは、術前から心不全が強く、予後不良な疾患である。今回の研究でも、中長期経過が比較的良好であったのは37%にすぎなかった。残りは、術後も心不全が進行して

死亡したり、大動脈弁閉鎖不全が増悪して弁置換術となっていた。左室が小さめの例もあったが、生存例では全例で、2心室存在する血行動態で経過観察している。本症の予後は、術前の心不全の程度と、左室心内膜線維弾症の程度によるところが大きい。ショック状態で治療した場合の予後は不良である。

d) 大動脈縮窄

今回の検討では、バルーン拡大術後2.2±1.8年の経過観察中に、術後再狭窄例の30%、未手術例の50%、全体で38%にバルーン拡大術後の再狭窄を認めた。術後再狭窄例に対するバルーン拡大術後の再狭窄は、15%前後との報告もあるが、大規模な長期成績の検討では、12年の経過観察中に33%の症例で再狭窄の解除が必要になったと報告している。我々の検討の方が経過観察期間は短いが、結果はほぼ同様であった。

再狭窄を認めない群と認めた群との比較では、バルーン拡大術前の圧較差、狭窄径、狭窄径の横隔膜部大動脈径に対する比率のいずれも有意差を認めなかったが、バルーン拡大術後の圧較差、圧較差変化率、狭窄径の横隔膜部大動脈径に対する比率、intimal tearの所見はいずれも有意差を認めた。すなわちバルーン拡大術前の重症度はバルーン拡大術後の再狭窄とは無関係であり、バルーン拡大術施行時に十分な拡張が行われたか否かが、バルーン拡大術後の再狭窄に関係していると考えられた。

今回の検討では、再狭窄を生じない例ではバルーン拡大術後の血管内エコーや

血管造影で90%にintimal tearを認めたのに対し、再狭窄を生じた例でintimal tearを認めたものは1例もなかった。従ってCoAに対するバルーン拡大術では、単なる血管の伸展に留まらずバルーン拡大術後の造影で血管壁の不整や解離、小瘤(突出)といった血管内膜に亀裂を生じたと考えられる所見すなわちintimal tearが得られるまで十分に拡張を行うことが重要と考えられた。Intimal tearは血管内エコーで正確な観察が可能である。血管内エコーや造影によって血管壁の観察を行いながら、注意深いバルーン拡大術を行うことが重要である。

Intimal tearはバルーン拡大術後の経過観察中に施行されたIVUS、経食道エコー、血管造影などで消失している例もあり、これは血管壁のremodelingが起こったためと考えられる。ただし過度の拡張は、亀裂が内膜、中膜に留まらず外膜まで及び動脈瘤を生じることとなり、小さい動脈瘤は自然軽快することがある一方で、バルーン拡大術直後に認められなくても経過中に新たに出現する例や増悪する例があり、MRIや血管造影などによる十分な経過観察が必要である。

以上よりバルーン拡大術後の再狭窄を生じないためには、血管内膜に亀裂を認めるまで徐々にバルーン径を増し、必要かつ十分な拡張を行うことが重要であると考えられた。

e) 合併症

今回の研究では、診断カテーテルおよびカテーテル治療における合併症の頻度は、

外国の施設とほぼおなじであった。また、軽微な合併症は軽減できるが、重大な合併症、とくに死亡は、一定の率で発生しうることを示した。今回の研究での死亡例は、カテーテル中に過誤があったわけではなく、疾患の重症性に起因するものであった。軽微な合併症を減らすことができたのは以下の様々な要因によると思われる。

まず、合併症を減らすべく、いくつかの対策をとった。呼吸不全が予測される例では、積極的に最初からマスクや挿管での呼吸補助を行うようにした。

穿刺部の動脈損傷が減った理由は、シースの改良により動脈損傷が軽減されたことと、ヘパリン中和のためのプロタミンの使用をできるだけ避けるようにしたことである。また新生児乳児には3Fや4Fのシースをできるだけ使用するようにしている。

不整脈が減った理由は不明であるが、より慎重なカテーテル操作をするようになったためかもしれない。

2003—2004年の期間に、造影剤のアレルギーが0.8%に認められたが、イオン性、非イオン性を問わずに発生した。幸い、ステロイドの投与で軽快した。

2003—2004年の期間に、角膜潰瘍を0.2%で認めたが、全身麻酔例ではテープで眼球保護をするようにしてからは、発生していない。

カテーテル室のスタッフのメンバーが変わると、合併症対策が受け継がれていかない可能性もあるので、マニュアルを整備していくことが大切である。

重大な合併症を減らすには今後どのようにしたらよいのであろうか？特にカテーテル治療においては、重症の緊急例を除いては、あらかじめリスクはわかっているので、十分な対策を立てることである。さらに、術者が、起こりうる合併症について十分な知識をもっていることが必要である。それには、全国の施設から合併症についての詳細な報告を集め、それを共有できる環境を作ることが必要である。いったん合併症が起こったらどうしたらよいか？合併症に対する対処をたてておくことも重要である。まず、パニックにならないこと、患者の生命を救うためにできることを迅速におこなうべく、冷静に判断していくこと、人を集めること、外科医を呼ぶこと、カテーテルで対処できることがあるので必要な器具を用意しておくことである。

E. 結論

内膜剥離や瘤形成の有無の診断上、血管造影に比較して血管内エコーの方がより鋭敏である。バルーン拡大術の成績向上のために血管内エコーは欠かすことができないものである。

大動脈弁狭窄に対するバルーン拡大術は、姑息術の範疇に属するものである。

大動脈縮窄に対するバルーン拡大術は、小児、成人を問わず、高い成功率を期待できるが、再狭窄の防止には、intimal tear が認められるまで拡大する必要がある。

カテーテルにおいては、重大な合併症が0.6%の頻度で発生しうるが、軽微な合併症は減らすことができる。カテーテ

ルのリスクは、新生児、乳児で高く、治療カテーテルで高い。合併症についての知識を深めること、あらかじめ対策を立てておくことが重要である。

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・小児疾患臨床研究事業)
分担研究報告書

末梢性肺動脈狭窄病変に対するカテーテル治療
拡張性を向上させる要素に関する研究

分担研究者 石澤 瞭 国立成育医療センター 第一専門診療部長
磯田 貴義 国立循環器病センター 循環器科医師

研究要旨

末梢性肺動脈狭窄に対するカテーテル治療に際しては、まずバルーン拡大術が選択される。バルーン拡大術の成功性を増加させることを目的に成功性の規定要素を単一施設での連続症例で解析した。先天性心疾患に合併する Native な病変においてはバルーン拡大の有効性が高く、積極的なバルーン拡張を組み入れた治療戦略を立てる必要性が示唆された。術後末梢性肺動脈狭窄では術後経過期間が狭窄の拡張性に関与する重要な要素であった。一方、狭窄を早期に検出し治療介入するためには、狭窄病変の経時的評価が必要である。このためには適切なモダリティを用いた評価手段を導入することが望ましい。このことを鑑み、二つのモダリティについて末梢性肺動脈狭窄評価に対する有用性を評価した。末梢性肺動脈狭窄の画像診断モダリティとして 3D-CT は直観的な形態把握を可能にするとともに、正確な分枝間距離の把握にも有用であることが示され、バルーン拡大術のみでなくステント留置術に際して重要な情報を呈しうると考えられた。IVUS による血管三次元構築法はカテーテル治療の効果を判定するための病情報を同時に与えることができるとともに、低侵襲で血管の解剖学的情報を与えることを可能にすると考えられた。

A. 研究目的

末梢性肺動脈狭窄症はファロー四徴症を始めとした種々の先天性心疾患に合併する小児循環器領域で頻度の高い心血管合併病変である。末梢性肺動脈狭窄は合併先天性心疾患の根治性に著しく関与するとともに、根治手術後の長

期的な morbidity および mortality に直接影響する。

従来、末梢性肺動脈狭窄症は手術的なアプローチが困難な場合が多く治療が困難な病変であったが、1980 年代に開発されたバルーンカテーテルを用いた拡張法が応用されるようになって以来、