

学位論文

「Clinical utility of the plasma brain natriuretic peptide level in monitoring tetralogy of Fallot patients over the long term after initial intracardiac repair: considerations for pulmonary valve replacement」

(フォロー四徴症術後遠隔期における血漿ナトリウム利尿ペプチド測定の臨床的有用性：肺動脈弁置換術の適応に関する検討)

DM12011 北川篤史

北里大学大学院医療系研究科

医学専攻博士課程

小児科学

指導教授 石井 正浩

## 著者の宣言

本学位論文は、著者の責任において実験を遂行し、得られた真実の結果に基づいて正確に作成したものに相違ないことをここに宣言する。

## 【要旨】

### 【背景】

ファロー四徴症に対する心内修復術は、1954年に Lillehei らによって初めて報告された。以来、術後の長期予後は格段に改善した。一方で長期生命予後が確立されたために、術後遠隔期に起こる続発症が問題となっている。進行性の肺動脈弁閉鎖不全症による右室の拡大と機能不全、突然死との関連性が報告され、その対策が急務であった。

肺動脈弁置換術は、肺動脈弁閉鎖不全症を改善させ、右室機能の回復と突然死を回避させる可能性がある。しかし、肺動脈弁閉鎖不全症や右室機能の定量的評価は解剖学的複雑さから長年困難であるとされてきた。

血漿ナトリウム利尿ペプチド(BNP)は、成人の循環器内科領域では心不全のバイオマーカーとして確立されたパラメータである。最近では先天性心疾患症例における血漿BNPの有用性も報告されつつある。

本研究の目的は、ファロー四徴症術後遠隔期症例における血漿BNP測定の意義を評価し、肺動脈弁置換術の至適時期と手術適応について検討することである。

### 【方法】

北里大学病院に通院中で、10歳以上のファロー四徴症術後症例33例を対象とした。全症例で心臓超音波検査、心電図検査、血液検査(血漿BNP測定)を行った。

肺動脈弁閉鎖不全症の評価は、心臓超音波検査でカラードプラ法を用いて行った。カラードプラ法で観察される肺動脈弁逆流ジェットの *vena contracta* と肺動脈弁輪径の比が0.5以上の場合を重度の肺動脈弁閉鎖不全症と定義した。

肺動脈弁置換術は、右心機能不全に起因する症状(全身倦怠感、呼吸苦、動悸、運動耐容能の低下など)を有する7症例に施行した。全7例は肺動脈弁置換術前の術後1年で心臓カテーテル検査を施行した。

### 【結果】

初回の心内修復術時年齢は平均  $1.3 \pm 0.7$  歳、フォローアップ期間は平均  $12.8 \pm 2.6$  歳であった。心臓超音波検査で、重度の肺動脈弁閉鎖不全症と診断されたのは27症例であった。New York Heart Association (NYHA)クラス分類は29症例がクラスI、4症例がクラスII以上であった。

重度の肺動脈弁閉鎖不全症がある症例では、それ以外の症例と比べて有意に血漿BNP値が高値であった( $37.5 \pm 33.1$  vs.  $17.3 \pm 6.6$  pg/ml;  $p = 0.013$ )。重度の肺動脈弁閉鎖不全症がある症例群の中でも、心不全による症状の有る群は、ない群と比べ

て血漿 BNP 値が有意に高値であった(71.4 ± 46.1 vs. 25.0 ± 14.0 pg/ml; p = 0.005)。

肺動脈弁置換術前に心臓カテーテル検査を行った症例では、血漿 BNP 値は右室拡張末期圧と正の相関関係を示した( $r = 0.851$ ;  $p = 0.008$ )。

ROC 曲線から求められる、右室機能不全に起因する心不全症状を有する症例を同定するための血漿 BNP のカットオフ値は、32.15 pg/ml (sensitivity, 85.7%; specificity, 83.3%)であった。

肺動脈弁置換術後 1 年で、血漿 BNP 値は術前と比較して有意に減少した(26.1 ± 13.2 vs. 71.4 ± 46.1 pg/ml;  $p = 0.009$ )。また、心電図検査では QRS 幅の改善を認めた(152 ± 12 vs. 167 ± 16 msec;  $p = 0.009$ )。心臓カテーテル検査では肺動脈弁置換術後 1 年で、右室拡張末期容積の改善を認めた(106.9 ± 14.7 vs. 126.0 ± 19.5 ml/m<sup>2</sup>;  $p = 0.008$ )。

#### 【結論】

血漿 BNP は、肺動脈弁閉鎖不全症や右室機能不全を評価する上で、簡便で信頼性のあるパラメータである。血漿 BNP 値を測定することは、ファロー四徴症術後遠隔期の肺動脈弁置換術を検討する上で有用であると考えられる。

## 目次

	頁
1. 序論 -----	1
2. 方法	
2-1. 対象 -----	1
2-2. 肺動脈弁置換術(PVR)の手術適応 -----	1
2-3. 心機能評価法 -----	2
2-4. 統計学的解析 -----	2
3. 結果	
3-1. 対象の特徴 -----	2
3-2. 血漿 BNP 値と PR の重症度の関連性 -----	3
3-3. 血漿 BNP 値と PVR 術前の心臓カテーテル検査測定値の関連性 -----	3
3-4. PVR 検討のための血漿 BNP のカットオフ値 -----	3
3-5. PVR 術後 1 年目での測定値の変化 -----	3
4. 考察 -----	3
5. 総括 -----	5
6. 今後の課題 -----	5
7. 引用文献 -----	5
8. 図表 -----	8

## 1. 序論

1954年に Lillehei らによって最初のファロー四徴症(tetralogy of Fallot; TOF)に対する心内修復術が報告されてから[14]、外科的な進歩によって生命予後は著しく改善している。一方で現在では TOF 術後遠隔期に起きる、心不全や不整脈、突然死など多くの合併症が問題となっている[20]。Murphy らは、TOF 術後の症例では健常者と比較して長期生存率が低いことを報告している[16]。

肺動脈弁閉鎖不全症(pulmonary valve regurgitation; PR)は、TOF 術後遠隔期に起きる一般的な合併症であり、異常な血行動態の原因となる。重度の PR は慢性的な右心室の容量負荷となり、右心室の拡大と機能障害、致死的不整脈の原因となりうる[6, 7]。

肺動脈弁置換術(pulmonary valve replacement; PVR)は PR の改善に非常に有効である[5, 19]。一般的には、重度の PR や右心室機能不全に起因する症状を有する症例は PVR の適応であり、右心室の機能障害が不可逆的になる前に PVR を検討すべきであると考えられている。実際には、心不全症状の出現を待っていることは、適切な手術介入の判断を遅らせている可能性がある。

多くの研究では、心臓超音波検査や心臓カテーテル検査、心臓 MRI 検査などを用いて PVR の適応を検討している。しかし、これらの診断方法にはいくつかの技術的、医療経済的、侵襲的な問題が含まれている。

近年、血漿脳性ナトリウム利尿ペプチド(brain natriuretic peptide; BNP)値と心不全の関連性が報告されるようになった[24]。また BNP 値は、無症状もしくは軽度の症状を有する右心室の慢性的な圧負荷や容量負荷でも上昇することが報告されている[15, 17]。Eindhoven らは、複雑型心奇形の症例における BNP 測定の有用性を報告している[4]。しかし、TOF 術後における PVR の手術適応と BNP 値に関しては、いまだに議論の余地がある。

本研究の目的は、TOF 術後遠隔期症例の BNP 測定の意義と、PVR の至適時期との関連性を解明することである。

## 2. 方法

### 2-1. 対象

本研究は、北里大学病院に通院中で 10 歳以上の TOF に対して心内修復術を施行した既往のある症例を対象とした。

### 2-2. 肺動脈弁置換術(PVR)の手術適応

当施設における本研究の開始時点での PVR の手術適応は、右心室の拡大と機能不全による症状(全身倦怠感、呼吸苦、動悸、運動耐容能の低下)を認める症例であった。

### 2-3. 心機能評価法

当施設では、TOF 術後症例に対して心電図検査、胸部レントゲン検査、心臓超音波検査、血液検査(血漿 BNP 値)を年 1-2 回施行している。

本研究において血漿 BNP 値は、対象症例から採取された血液を速やかに臨床検査室に運び、化学発光酵素免疫測定法(chemiluminescence enzyme immunoassay; CLEIA)を用いて測定した。血漿 BNP 値の正常上限値は、18.4 pg/ml であった。

PR の重症度評価は、心臓超音波検査のカラードプラ法を用いて計測された vena contracta によって判定した。拡張早期に肺動脈弁逆流によってできる vena contracta のカラージェット幅を、肺動脈弁輪径で除した。我々は、vena contracta と肺動脈弁輪径の比が 0.5 以上のものを moderate-severe PR とし、0.5 未満のものを trivial-mild PR と定義した。

心臓カテーテル検査は PVR を施行した全 7 症例において、術前と術後 1 年目に施行した。血管造影検査によって両心室の収縮末期容積、拡張末期容積、駆出率を計測した。

### 2-4. 統計学的解析

測定値は中央値(median)もしくは平均(mean)±標準偏差(standard deviation; SD)で表示した。連続する 2 つの変数間の関連性の証明には、線形回帰分析を用いた。対になる群の比較には t 検定か Wilcoxon 検定を用い、独立する群間の比較には Mann-Whitney 検定を行った。右心室機能不全の症状を予知する血漿 BNP 値のカットオフ値を求めるために、receiver operating characteristic (ROC) 曲線を作成した。統計解析には SPSS version 15.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois) ソフトウェアを用い、p 値が 0.05 未満のものを統計学的に有意であるとした。

## 3. 結果

### 3-1. 対象の特徴

研究対象となったのは 33 症例であった。初回心内修復時の平均年齢は 1.3 ± 0.7 歳であり、初回心内修復時から研究実施時までの平均間隔は 12.8 ± 2.6 年であった(表 1)。27 症例が心臓超音波検査で moderate-severe PR を有し、6 症例が trivial-mild PR であった。心不全による症状を有した 7 症例に対して、研究期間内に PVR を施行した(図 1)。初回心内修復時の年齢と研究実施時までの間隔において、moderate-severe PR を有する群と trivial-mild PR 群に有意な差は認めなかった。初回の右室流出路形成術(right ventricular outflow tract reconstruction; RVOTR) の術式は表 2 に示したとおりである。29 症例が New York Heart Association (NYHA) 機能分類 I 度であり、4 症例が NYHA 機能分類 II もしくは III 度であった。

### 3-2. 血漿 BNP 値と PR の重症度の関連性

血漿 BNP 値の平均値は、moderate-severe PR 群が有意に trivial-mild PR 群と比較して高値であった(37.5 ± 33.1 vs. 17.3 ± 6.6 pg/ml; p=0.013) (図 2a)。moderate-severe PR 群の中でも心不全症状を有する症例では、症状のない症例と比較して血漿 BNP 値は有意に高値であった(71.4 ± 46.1 vs. 25.0 ± 14.0 pg/ml; p = 0.005) (図 2b)。

### 3-3. 血漿 BNP 値と PVR 術前の心臓カテーテル検査測定値の関連性

心臓カテーテル検査は、PVR を施行した全 7 症例の術前に施行した。血漿 BNP 値は右室拡張末期圧(end-diastolic pressure; EDP)と正の相関関係を示した(r = 0.851; p = 0.008)。また血漿 BNP 値は左室拡張末期圧(r = 0.755; p = 0.025)、左室拡張末期容積係数(r = 0.672; p = 0.049)と正の相関関係を示した(図 3b, c, d)。一方で、血漿 BNP 値は右室拡張末期容積係数と負の相関関係を示した(r = -0.680; p = 0.046) (図 3a)。右室収縮末期容積係数、右室駆出率、左室駆出率は血漿 BNP 値と有意な相関関係を認めなかった(図 3e, f, g, h)。

### 3-4. PVR 検討のための血漿 BNP のカットオフ値

右心室不全症状の有無と血漿 BNP 値を用いて ROC 曲線を作成した(図 4)。PVR を検討すべき血漿 BNP のカットオフ値は、32.15 pg/ml (感度 85.7%、特異度 83.3%)であった。

### 3-5. PVR 術後 1 年目での測定値の変化

PVR 術後 1 年目での血漿 BNP 値は術前比較して有意に低下していた(26.1 ± 13.2 vs. 71.4 ± 46.1 pg/ml; p = 0.009) (図 5a)。また、心電図検査で QRS 幅は PVR 術後で有意に改善していた(152 ± 12 vs. 167 ± 16 ms; p = 0.009) (図 5b)。心臓カテーテル検査では右室拡張末期容積係数は PVR 術後に縮小していた(106.9 ± 14.7 vs. 126.0 ± 19.5 ml/m<sup>2</sup>; p = 0.008) (表 3)。全 7 症例で臨床症状の改善を認めた(図 5c)。

## 4. 考察

近年、TOF 術後早期または中期的生命予後は改善している[18]。多くの症例の長期予後が確立されるとともに、多くの術後合併症が報告されるようになった。いくつかの報告では、TOF に対する手術の既往がある症例では、運動耐容能の低下、心不全、不整脈、突然死の危険性があることが示されている[2, 7, 11, 16, 20, 21]。

PR は TOF 術後に起きる様々な合併症の原因となる異常な血行動態を作り出す。本研究においても、対象 33 症例中 27 例(81.8%)が初回心内修復術後 12.8 ± 2.6 年で重度の PR を呈していた。重度の PR は右心室の圧負荷となり、右心室の拡大



と機能不全を引き起こす。さらに、右室の拡大は心電図における QRS 幅の延長に寄与する[1, 3]。PVR は PR を減少させる非常に有効な手段である[5, 19]。いくつかの研究では、PVR 後に NYHA 機能分類の改善があったことを報告している[5, 8-10, 19, 23]。我々の研究でも、PVR を施行した全 7 症例で臨床症状の改善を認めた。

重度の PR と右室機能不全による臨床症状を認める症例が、PVR の手術適応となることは広く受け入れられている。当施設においても、PVR は全身倦怠感や動機、運動耐容能の低下がみられる症例に施行してきた。しかし、重度の PR による右心室の容量負荷と機能不全は必ずしも臨床症状に直結するわけではない。重度の PR は特に臨床症状なしに数年間耐容することができるが、その間に右室機能障害は不可逆的となっていくのである。そのため、臨床症状の出現を待つことは、PVR の至適時期を遅らせている可能性がある。PVR は右室機能不全が可逆的である期間内に施行すべきである。

いくつかの研究では PVR の至適手術時期について報告している。例えば、心臓 MRI 検査は心室の容積や機能、弁逆流を定量的に計測できる優れた方法である。一方で、心臓 MRI 検査には多くの医療費がかかり、測定に時間がかかることも問題である。多くの研究では、右心室の機能と PR の重症度を心臓超音波検査で計測しようと試みている。しかし、解剖学的複雑さからいまだに心臓超音波検査での評価には議論の余地がある。無症状の慢性的な PR をもつ症例の心機能障害を評価できる、簡便で費用のかからない、信頼性のある方法の発見が望まれていた。

血漿 BNP 値は近年注目されている心不全のバイオマーカーである。BNP は心筋細胞から圧負荷や容量負荷によって血液中に放出される。このバイオマーカーは、すでに一般的な心不全のパラメータとして広く知られている[22]。血漿 BNP 値は無症状の複雑型心奇形(TOF、単心室など)症例において、健常者と比較すると高値であることが報告されている[4]。

本研究では、重度の PR を有する症例でより血漿 BNP 値が高値であることを示した。また、血漿 BNP 値は右室拡張末期圧と正の相関関係を示すことが明らかとなった。重度の PR は右心室の圧負荷に寄与し、血漿 BNP 値の上昇に寄与する可能性が考えられる。さらに、血漿 BNP 値は重度の PR のある群の中でも特に臨床症状を有する症例で高値であることを示した。

血漿 BNP 値は PR の重症度と右室機能障害、それに起因する臨床症状と関連性があると考えられる。従って、このバイオマーカーは PVR の至適時期を決定する因子として有用であると考えられる。実際に、本研究における右心不全症状に対する血漿 BNP 値のカットオフ値は 32.15 pg/ml であった。血漿 BNP 値は特発性肺動脈性肺高血圧症や血栓閉塞性肺高血圧症、慢性肺疾患などでも上昇することが知られている[12]。そのため、TOF 術後のフォローアップとして定期的に BNP 値を測定し、その変化に注意しなければならない。血漿 BNP 値が高値となった場合、心

臓超音波検査や心臓カテーテル検査、心臓 MRI 検査など、他の評価方法も用いて多角的に PVR の至適時期を検討すべきである。

## 5. 総括

TOF 術後遠隔期の症例に対して血漿 BNP 値を測定することは、重度の PR と右室機能不全を発見できる、簡便で信頼できる、費用の掛からない優れた評価方法である。血漿 BNP 値は PVR 施行の至適時期を検討する際にも、有用なパラメータであると考えられる。

## 6. 今後の課題

本研究には様々な今後の課題がある。まず、研究対象が少数であることである。特に、PR が重度でなかった症例は 6 例しかおらず、重度の PR があり PVR を施行した症例は 7 例のみであった。また、本研究では PR の重症度評価を心臓超音波検査のカラードプラ法で行ったことである。Li らはカラードプラ法でも PR の重症度評価は可能であると報告している[13]。そして、右心室の容積と機能評価を、心臓カテーテル検査を用いて施行したことである。近年、心臓 MRI 検査が右室機能評価のスタンダードとなってきている。本研究期間内には当施設では先天性心疾患症例に対する心臓 MRI 検査を施行した経験がなかったためである。現在では当施設でも先天性心疾患症例の心臓 MRI 検査が可能となったため、今後は本研究結果と心臓 MRI 計測値についても比較検討していく予定である。

## 7. 引用文献

1. Abd El Rahman MY, Abdul-Khaliq H, Vogel M, Alexi-Meskishvili V, Gutberlet M, Lange PE. Relation between right ventricular enlargement, QRS duration, and right ventricular function in patients with tetralogy of Fallot and pulmonary regurgitation after surgical repair. *Heart*. 2000; 84: 416-20
2. Bricker JT. Risks, markers, and causes. Sudden death and tetralogy of Fallot. *Circulation*. 1995; 92: 158-9
3. Doughan AR, McConnell ME, Lyle TA, Book WM. Effects of pulmonary valve replacement on QRS duration and right ventricular cavity size late after repair of right ventricular outflow tract obstruction. *Am J Cardiol*. 2005; 95: 1511-4
4. Eindhoven JA, van den Bosch AE, Jansen PR, Boersma E, Roos-Hesselink JW. The usefulness of brain natriuretic peptide in complex congenital heart disease: a systematic review. *J Am Coll Cardiol*. 2012; 60: 2140-9
5. Frigiola A, Tsang V, Bull C, Coats L, Khambadkone S, Derrick G, Mist B,

- Walker F, van Doorn C, Bonhoeffer P, Taylor AM. Biventricular response after pulmonary valve replacement for right ventricular outflow tract dysfunction: is age a predictor of outcome? *Circulation*. 2008; 118: S182-90
6. Gatzoulis MA, Till JA, Somerville J, Redinton AN. Mechanoelectrical interaction in tetralogy of Fallot. QRS prolongation relates to right ventricular size and predicts malignant ventricular arrhythmias and sudden death. *Circulation*. 1995; 92: 231-7
  7. Gatzoulis MA, Balaji S, Webber SA, Sui SC, Hokanson JS, Poile C, Rosenthal M, Nakazawa M, Moller JH, Gillette PC, Wevv GD, Redington AN. Risk factors for arrhythmia and sudden cardiac death late after repair of tetralogy of Fallot: a multicentre study. *Lancet*. 2000; 356: 975-81
  8. Gengsakul A, Harris L, Bradley TJ, Webb GD, Williams WG, Siu SC, Merchant N, McCrindle BW. The impact of pulmonary valve replacement after tetralogy of Fallot repair: a matched comparison. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2007; 32: 462-8
  9. Geva T, Gauvreau K, Powell AJ, Cecchin F, Rhodes J, Geva J, del Nido P. Randomized trial of pulmonary valve replacement with and without right ventricular remodeling surgery. *Circulation*. 2010; 122: S201-8
  10. Henkens IR, van Straten A, Schaliij MJ, Hazekamp MG, de Roos A, van der Wall EE, Vliegen HW. Predicting outcome of pulmonary valve replacement in adult tetralogy of Fallot patients. *Ann Thorac Surg*. 2007; 83: 907-11
  11. Khairy P, Landzberg MJ, Gatzoulis MA. Value of programmed ventricular stimulation after tetralogy of fallot repair: a multicenter study. *Circulation*. 2004; 109: 1994-2000
  12. Kucher N, Samuel Z, Goldhaber. Cardiac biomarkers for risk stratification of patients with acute pulmonary embolism. *Circulation*. 2003; 108:2191-2194
  13. Li W, Davlouros PA, Kilner PJ, Pennell DJ, Gibson D, Henein MY, Gatzoulis MA. Doppler-echocardiographic assessment of pulmonary regurgitation in adults with repaired tetralogy of fallot: Comparison with cardiovascular magnetic resonance imaging. *Am Heart J* 2004; 147: 165-72
  14. Lillehei CW, Choen M, Warden HE, Warden HE, Read RC, Aust JB, Dewall RA, Varco RL. Direct vision intracardiac surgical correction of the tetralogy of Fallot, pentalogy of Fallot and pulmonary atresia defects: report of first ten cases. *Ann Surg*. 1955; 142: 418-42
  15. Mir TS, Falkenberg J, Friedrich B, Gottschalk U, Le TP, Laer S, Weil J. Levels of brain natriuretic peptide in children with right ventricular overload due to congenital cardiac disease. *Cardiol Young*. 2005; 15: 396-401

16. Murphy JG, Gersh BJ, Mair DD, Fuster V, McGoon MD, Ilstrup DM, McGoon DC, Kirklin JW, Danielson GK. Long-term outcome in patients undergoing surgical repair of tetralogy of Fallot. *N Engl J Med.* 1993; 329: 593-9
17. Norozi K, Buchhorn R, Kaiser C, Hess G, Grunewald RW, Binder L, Wessel A. Plasma N-terminal pro-brain natriuretic peptide as a marker of right ventricular dysfunction in patients with tetralogy of Fallot after surgical repair. *Chest.* 2005; 128: 2563–2570
18. Ooi A, Moorjani N, Baliulis G, Keeton BR, Salmon AP, Monro JL, Haw MP. Medium term outcome for infant repair in tetralogy of Fallot: indicators for timing of surgery. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2006; 30: 917-22
19. Oosterhof T, van Straten A, Vliegen HW, Meijboom FJ, van Dijk AP, Spijkerboer AM, Bouma BJ, Zwinderman AH, Hazekamp MG, de Roos A, Mulder BJ. Preoperative thresholds for pulmonary valve replacement in patients with corrected tetralogy of Fallot using cardiovascular magnetic resonance. *Circulation.* 2007; 116: 545-51
20. Quattlebaum TG, Varghese PJ, Neill CA, Donahoo JS. Sudden death among postoperative patients with tetralogy of Fallot: a follow-up study of 243 patients for an average of twelve years. *Circulation.* 1976; 54: 289-93
21. Saul JP, Alexander ME: Preventing sudden death after repair of tetralogy of Fallot: complex therapy for complex patients. *J Cardiovasc Electrophysiol.* 1999; 10: 1271-87
22. Tang WH, Francis GS, Morrow DA, Newbu LK, Cannon CP, Jesse RL, Storrow AB, Christenson RH, Apple FS, Ravkilde J, Wu AH; National Academy of Clinical Biochemistry Laboratory Medicine. National academy of clinical biochemistry laboratory medicine practice guidelines: clinical utilization of cardiac biomarker testing in heart failure. *Circulation.* 2007; 116: e99-109
23. Vliegen HW, van Straten A, de Roos A, Roest AA, Schoof PH, Zwinderman AH, Ottenkamp J, van der Wall EE, Hazekamp MG. Magnetic resonance imaging to assess the hemodynamic effects of pulmonary valve replacement in adults late after repair of tetralogy of fallot. *Circulation.* 2002; 106: 1703-7
24. Yeo KT, Wu AH, Apple FS, Kroll MH, Christenson RH, Lewandrowski KB, Sedor FA, Butch AW. Multicenter evaluation of the Roche NT-proBNP assay and comparison to the Biosite Triage BNP assay. *Clin Chim Acta.* 2003; 338: 107–15

## 8. 図表

表 1. 患者背景

表 2. PR の重症度と患者背景

表 3. PVR 前後での心臓カテーテル検査測定値の変化

図 1. 当施設での治療戦略

PR, pulmonary valve regurgitation; PVR, pulmonary valve replacement.

図 2. 血漿 BNP 値と PR の重症度、臨床症状の関連性

A : 血漿 BNP 値と PR の重症度の関連性

B : 血漿 BNP 値と臨床症状の関連性

図 3. 血漿 BNP 値と心臓カテーテル検査測定値の関連性

図 4. 臨床症状の有無と血漿 BNP 値の関連性(ROC 曲線)

図 5. PVR 前後での測定値の変化

A : 血漿 BNP 値

B : QRS 幅

C : NYHA 機能分類

表 1. 患者背景

<b>Variable</b>	<b>n = 33</b>
Age at examination (years)	14.5 ± 2.8
Sex (male : female)	21 : 12
Age at initial repair (years)	1.3 ± 0.7
Interval between initial repair and examination (years)	12.8 ± 2.6

The values are presented as the mean ± standard deviation (SD).

表 2. PR の重症度と患者背景

Variable	Moderate-Severe PR (n = 27)	Trivial-Mild PR (n = 6)	p value
Age at initial repair (years)	1.3 ± 0.7	1.4 ± 0.8	0.310
Age at examination (years)	12.4 ± 5.9	12.9 ± 1.0	0.247
Interval between repair and examination (years)	10.6 ± 5.5	11.5 ± 1.1	0.441
Type of RVOTR			
Transannular patch	20	4	
Pulmonary valvotomy	4	2	
Monocusp valve	3	-	
TR grade			
Trivial-Mild	21	6	
Moderate-Severe	6	-	
NYHA functional class			
I	23	6	
II	3	-	
III	1	-	

PR, pulmonary valve regurgitation; RVOTR, right ventricular outflow tract reconstruction; TR, tricuspid valve regurgitation; NYHA, New York Heart Association

表 3. PVR 前後での心臓カテーテル検査測定値の変化

Variable	Before PVR	After PVR	p Value
RV EDVI (ml/m <sup>2</sup> )	126.0 ± 19.5	106.9 ± 14.7	0.008
RV ESVI (ml/m <sup>2</sup> )	58.2 ± 8.2	52.9 ± 11.6	0.088
RV EDP (mmHg)	6.7 ± 3.3	8.3 ± 4.7	0.058
RV EF (%)	53.1 ± 8.2	50.5 ± 9.0	0.129
LV EDVI (ml/m <sup>2</sup> )	105.4 ± 19.6	109.4 ± 21.1	0.199
LV ESVI (ml/m <sup>2</sup> )	45.3 ± 12.3	45.0 ± 13.8	0.161
LV EDP (mmHg)	7.9 ± 1.6	11.2 ± 3.0	0.015
LV EF (%)	57.0 ± 9.1	59.7 ± 6.0	0.252

RV, right ventricle; EDVI, end-diastolic volume index; ESVI, end-systolic volume index; EDP, end-diastolic pressure; EF, ejection fraction, LV, left ventricle



図 1. 当施設での治療戦略

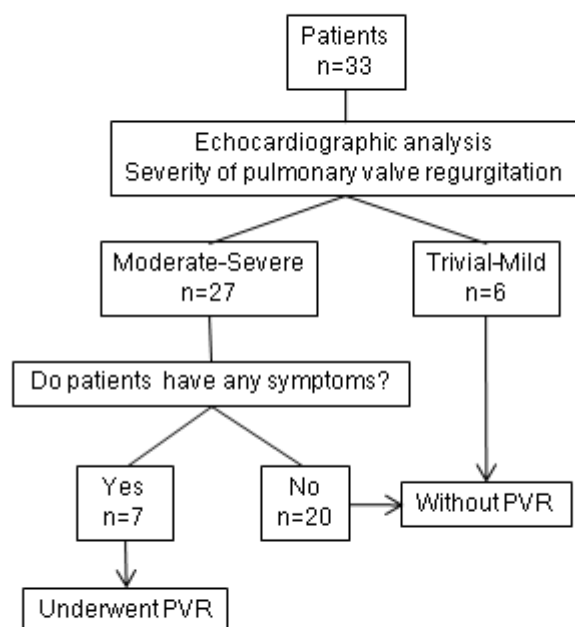


図 2. 血漿 BNP 値と PR の重症度、臨床症状の関連性

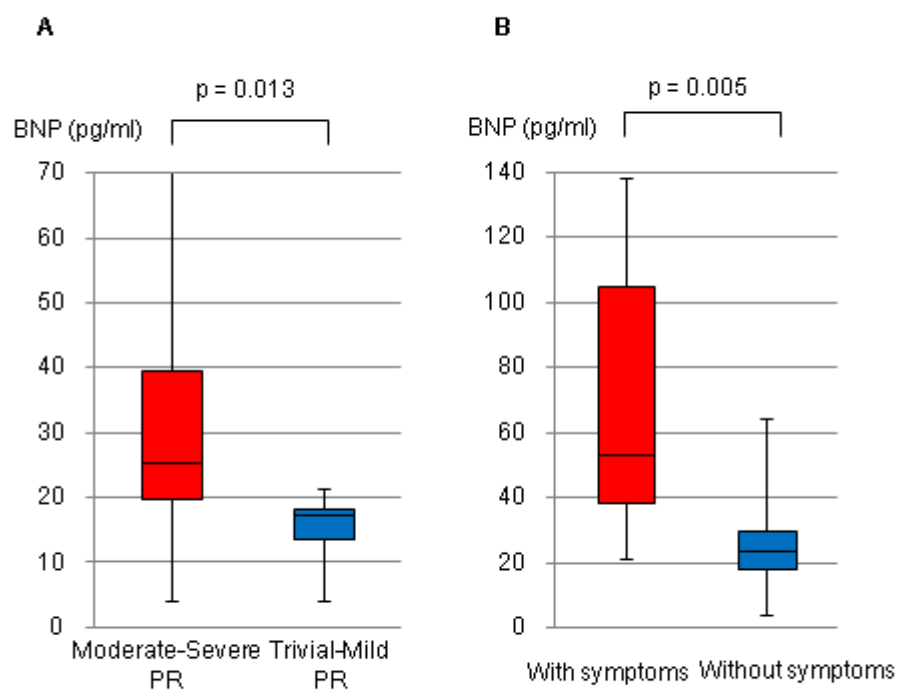


図 3. 血漿 BNP 値と心臓カテーテル検査測定値の関連性

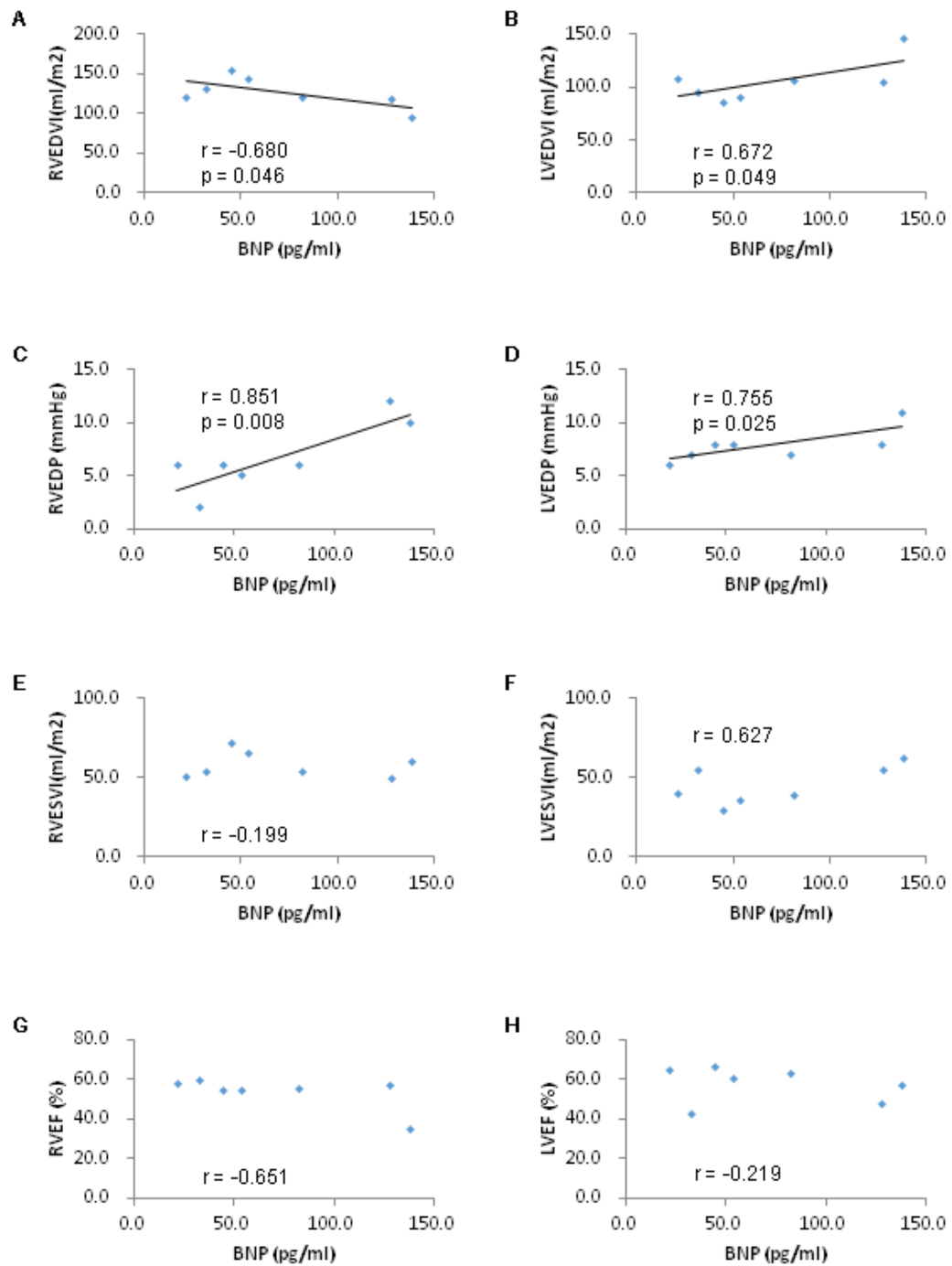


図 4. 臨床症状の有無と血漿 BNP 値の関連性(ROC 曲線)

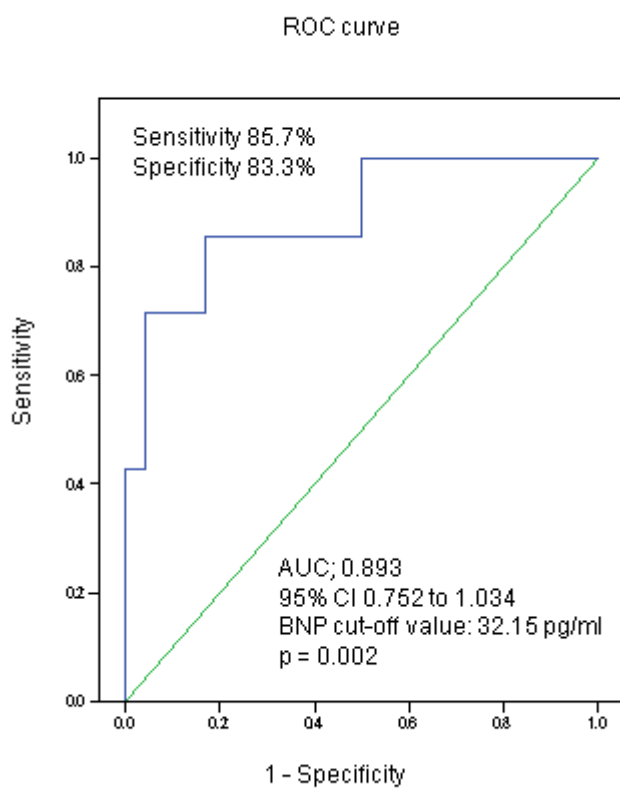


図 5. PVR 前後での測定値の変化

