



Title	純型肺動脈閉鎖、重症肺動脈弁狭窄に対する肺動脈弁 裂開術に関する研究 : 術前後の右室形態と血行動態 の検討
Author(s)	八木原, 俊克
Citation	大阪大学, 1990, 博士論文
Version Type	VoR
URL	https://doi.org/10.11501/3052228
rights	
Note	

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

①

主論文

純型肺動脈閉鎖、重症肺動脈弁狭窄に対する

肺動脈弁裂開術に関する研究

—術前後の右室形態と血行動態の検討—

Pulmonary Valvotomy for Pure Pulmonary
Atresia and Critical Pulmonary Stenosis
--Morphological and hemodynamical
evaluation of the Right Ventricle--

大阪大学医学部第一外科

First Department of Surgery,

Osaka University Medical School,

八木原 俊克

Toshikatsu Yagihara

Key words: Pure Pulmonary Atresia,

Critical Pulmonary Stenosis

Pulmonary Valvotomy

(抄録)

純型肺動脈閉鎖(PPA)、重症肺動脈弁狭窄(CPS) 14例について、肺動脈弁裂開術(PVT)前後の右室容積(%RVEDV)、三尖弁輪径(%TVD)の変化と血行動態との関連を検討した。PVT後%RVEDVは有意に増加し、%TVDは変化しなかった。%RVEDVと%TVDは術前後において正の相関を認めた。術後 Q_p/Q_s と術前の%RVEDV、及び%TVDは正の相関が、術後RV/LVと術前%TVDは負の相関が、また術後のRVEDPは術前の%RVEDVと負の相関が見られた。術前%RVEDV<40%、%TVD<75%であった4例では、他の10例より術後 Q_p/Q_s は低く、術後RV/LV、術後RVEDPは高く、いずれも有意差を認めた。以上から、術前の右室形態からPVT後の右室形態、血行動態を予測できる可能性が示唆された。

Summary

Following the pulmonary valvotomy(PVT), the change of the right ventricular end-diastolic volume(RVEDV) and tricuspid valve diameter(TVD) were analyzed with the right ventricular hemodynamical parameters in patients with pure pulmonary atresia(PPA) and critical pulmonary stenosis(CPS). %RVEDV (% to prospected normal value) had increased significantly after PVT, however %TVD was not changed. %RVEDV and %TVD had a significant mutual relation before and after PVT. Postoperative pulmonary-systemic flow ratio(Q_p/Q_s) was correlated with preoperative %RVEDV , %TVD, and postoperative %TVD. Postoperative right and left ventricular systolic pressure ratio(RV/LV) was negatively correlated with preoperative %TVD. And, Postoperative right ventricular end-diastolic pressure(RVEDP) had a negative correlation with preoperative %RVEDV. In 4 cases of which %RVEDV was lower than 40%, and also %TVD was lower than 75%, postoperative Q_p/Q_s was lower, and postoperative RV/LV and postoperative RVEDP were higher than those of the other 10 cases significantly. These data suggested that postoperative right ventricular quantitative morphology, and hemodynamics of PPA and CPS might be predicted from %RVEDV and %TVD before PVT.

緒言

純型肺動脈閉鎖 (Pure pulmonary atresia, 以下 PPA) 及び重症肺動脈弁狭窄 (Critical pulmonary stenosis, 以下 CPS) は種々の程度の右室低形成を伴う疾患であるが、より良好な長期遠隔予後を得るためには右室を肺心室として使用することが理想的である。この観点から、初回手術としては低形成右室の発育を期待できる術式が優先されるべきと考えられる。従来から PPA, CPS に対する肺動脈弁裂開術 (Pulmonary valvotomy, 以下 PVT) の効果は、右室からの順行性肺血流の確保による低酸素血症の改善、右室の減圧によるコンプライアンスの改善と心筋血流の増加、および低形成右室の発育促進等が考えられてきた。PVT により右室容積が増加した例があることは既に報告が見られるが、どの程度の右室容積増加が期待できるのか、また三尖弁

の発育も同時に得られるかどうか等、P V Tによる右室形態の変化については、なお不明な点が多く、これらに関する詳細な報告は未だ見られない。

そこで本研究ではP P A、C P Sに対するP V T前後の右室形態の変化を右室容積と三尖弁輪径の変化から定量的に評価し、血行動態との関連を検討した。

対 象

1980年から1989年迄の10年間に、国立循環器病センターで外科治療を行ったP P A 33例、及びP P Aとほぼ同様の血行動態を有するC P S 17例を含めた50例のうち、手術前後でカテーテル検査を行い得た22例（P P A 13例、C P S 9例）を対象とした。男女比は12 : 10、E p s t e i n奇形合併例は除外した。初回手術時日令及び月令は、生後2日から16カ月、平均2カ

月で、28日以内12例、29日から3カ月未満7例、6カ月未満2例、および1才4カ月例1例である。

初回手術としてPVTを行ったのは15例で、そのうち1例には心房中隔欠損作成術を、また1例には心房中隔欠損作成術と体肺動脈短絡術 (S y s t e m i c - p u l m o n a r y s h u n t, 以下SPS) を同時に行った。他の3例にはPVT施行のそれぞれ1日後、2日後、6カ月後にSPSを追加した。PVTが不成功で、後に右室流出路が完全に閉塞していることがカテーター検査で確認された1例を除いた14例をPVT群とした。初回手術としてSPSを行った7例、およびPVT後の右室流出路閉塞例1例 (SPS追加例)、計8例については対照とし、SPS群として検討した。

PVTの術式としてはT r o c a r 尖刀を用いて経右室的に行う、B r o c k 手術を11例に行った。用いたT r o c a r のサイズ

としては 6 m m 5 例、, 7 m m 5 例、8 m m 1 例であった。また 3 例にはバルーンカテーテルを用いて右室流出路を一時的に閉塞し、肺動脈幹を切開して直視下に肺動脈弁を切開する術式を行った。また S P S の術式としては B l a l o c k - T a u s s i g 手術 6 例、径 4 m m (4 例)、あるいは径 5 m m (1 例) の人工血管を用いる M o d i f i e d B l a l o c k - T a u s s i g 手術を 5 例、及び径 4 m m 人工血管を用いるセントラルシャントを 1 例に行った。また S P S は初回単独手術として 7 例、P V T 同時手術として 1 例、P V T 追加手術として 4 例に行った。

方 法

術前および術後に心臓カテーテル検査及び右室造影検査を行った。術前カテーテル検査時年齢は 2 日から 1 6 カ月、平均 1.4 ± 3.5 カ月、術後カテーテル検査時 7 カ月から 5

9 カ月、平均 25 ± 12 カ月であった。初回手術から術後カテーテル検査までの期間は4ヶ月から54カ月、平均 23 ± 11 カ月で、1年未満1例、1年から2年未満11例、2年から3年未満8例、3年から4年未満1例、4年以上1例であった。

毎秒60ないし90コマの正側二方向シネ右室造影の拡張末期像において、右室陰影の *t r a b e c u l a e* の最外縁をトレースし、*i n t e g r a t i o n m e t h o d* により右室拡張末期容積 (R V E D V) を求めた。計測には *H e w l e t t P a c k a r d* 社製 5600M *A n g i o a n a l y s e r s y s t e m* を使用、*G r a h a m* 等の補正式⁽¹³⁾を用い、さらに越後等の体表面積から算出する正常予測値 ($81.95 \times B S A^{1.47}$) に対する百分率 (% R V E D V) で表した。三尖弁輪径 (T V D) は右室造影正面または側面像における拡張早期の *n e g a t i v e v a l v e s h a d o w* の最大径を

計測し、体表面積から算出する岸本等の正常
予測三尖弁輪径 ($31.1 \times BSA^{0.56}$)⁽¹⁴⁾
に対する百分率 (% T V D) で表した。カテ
ーテルによる心内圧測定と血液採取による血
液ガス測定を行い、右室左室収縮期圧比 (R
V / L V) 及び肺体血流量比 (Q p / Q s),
右室拡張末期圧 (R V E D P) を求めた。

成績

I. 手術前後の右室形態及びRV/LVの変化

1. %RVEDVの変化 (Fig. 1)

%RVEDVはPVT後14例中11例で増加が見られ、3例で軽度の減少が見られたものの、平均値は術前の $66 \pm 30\%$ から術後 $87 \pm 41\%$ へと有意に ($P < 0.01$) 増加した。一方、SPS前後では、 $24 \pm 11\%$ から $24 \pm 12\%$ へと変化は見られなかった。

Fig1

2. %TVDの変化 (Fig. 2)

%TVDはPVT前 $85 \pm 17\%$ から術後 $89 \pm 21\%$ へと有意の変化は見られなかった。同様にSPS前後でも $58 \pm 18\%$ から $54 \pm 12\%$ へと変化は見られなかった。

Fig. 2

3. RV/LVの変化 (Fig. 3)

RV/LVはPVT後全例で低下し、平均値は術前の 1.44 ± 0.43 から術後0

Fig3

. 46 ± 0.37 へと低下した ($P < 0.001$)。術後にも 1.51 、 0.92 と高値に留まる例が2例見られたが、他の12例では 0.7 以下に低下していた。SPS 前後では 1.76 ± 0.57 から 1.62 ± 0.34 と変化はなかった。

I I . 手術前後における % R V E D V と %

T V D の関係

1 . 術前 (Fig. 4)

術前の % R V E D V と % T V D の間には正の相関関係が見られた。(Fig. 4 : $Y = 54.3 + 0.47X$, $r = 0.818$, $P < 0.0005$)

2 . 術後 (Fig. 5)

Fig. 5 に術後の % R V E D V と % T V D の関係を示した。術後にもこの両者には正の直線相関が保たれていた ($Y = 59.6 + 0.34X$, $r = 0.679$, $P < 0.01$)。

また術前の % R V E D V は術後の % T V

D と ($Y = 59.5 + 0.45X$, $r = 0.646$, $P < 0.05$), 術前の % T V D は術後の % R V E D V と ($Y = 1.78X - 65.8$, $r = 0.774$, $P < 0.01$) と、いずれも正の直線相関が見られた。

I I I . 術後血行動態と術前後の右室形態との関係

1. P V T 後の Q_p / Q_s と術前後の % R V E D V , % T V D との関連。(Fig. 6、7)

P V T 後の Q_p / Q_s は 13 例で測定でき、0.54 から 1.27、平均 0.90 ± 0.23 であった。術後 Q_p / Q_s は術前の % R V E D V (Fig. 6 : $Y = 0.011X + 0.13$, $r = 0.700$, $P < 0.01$), および術前の % T V D (Fig. 7 : $Y = 0.021X - 1.0$, $r = 0.698$, $P < 0.01$) と正の相関関係が見られた。また、術後 Q_p / Q_s は術後 % T V D とも正の相関関

Fig. 6
Fig. 7

係が見られた ($Y = 0.019X - 0.83$, $r = 0.691$, $P < 0.01$)。術後 Q_p / Q_s と術後 % R V E D V との間には有意の相関関係は見られなかった。

2。P V T 後の R V / L V と術前の % R V E D V, % T V D との関連。(Fig. 8、9)

術後の R V / L V と術前の % R V E D V との間には有意の関連は見られなかった。しかし、% R V E D V が 27%、31% であった 2 例で術後 R V / L V は 0.9 以上の高値に留まっており、この 2 例を含めて術前の % R V E D V が 40% 未満であった 4 例での術後 R V / L V の平均は 0.81 ± 0.55 で、術前 % R V E D V が 40% 以上の 10 例での平均 0.33 ± 0.13 より有意に高値 ($P < 0.05$) であった (Fig. 8)。

術後 R V / L V と術前の % T V D との間には負の相関関係が見られた (Fig. 9 : $Y = 3.58 - 0.036X$, $r = 0.583$, $P <$

Fig-8
Fig-9

0.05)。術前の%TV Dが75%未満であった4例中、2例において術後のRV/LVは0.92, 1.51と高値に留まった。

3. PVT後のRV EDPと術前の%RV E D V, %TV Dとの関連。(Fig. 10、11)

PVT後のRV EDPは1から13、平均 6 ± 3 mmHgであった。術後のRV EDPと術前の%RV E D Vは粗な負の相関関係が見られた (Fig. 10: $Y = 1.02 - 0.059X$, $r = 0.530$, $P < 0.05$)。術前の%RV E D Vが40%未満であった4例中の2例において、術後のRV EDPはそれぞれ11, 13 mmHgと高値であった。術後RV EDPと術前の%TV Dとの間には有意の関係は見られなかったが、%TV Dが75%未満の4例(%RV E D V < 40%の4例と同じ症例)での術後RV EDPは平均 9.3 ± 3.3 mmHgで、%TV D ≥ 75

Fig. 10
Fig. 11

% の 10 例 での 平 均 5.2 ± 2.7 mmHg
よ り 高 値 ($P < 0.05$) で あ っ た (Fig. 1
1) 。 ま た 、 術 前 % T V D が 75 % 未 満 で あ っ
た 4 例 中 の 2 例 に お い て 、 術 後 の R V E D P
は そ れ ぞ れ 11、13 mmHg と 高 値 で あ っ
た 。

考案

1. P P A , C P S に対する初回手術について

P P A , C P S は動脈管に肺血流を依存する疾患であるため、新生児、乳児期早期に外科治療が必要となることが多いが、初期治療としてプロスタグランディン E 1 が導入されて以来、外科治療成績は著明に向上した。⁽¹⁾ 初回手術としては、P V T または S P S , あるいはその両者の同時、または近接手術が一般的に行われる。^{(4)(5)(17)~(20)} その手術術式選択に関してはまだ統一した見解がないのが現状である。

本症に対する P V T は、適切な肺血流量を得ると同時に、右室圧を減圧することにより心筋血流を改善し、さらに低形成右室の発育を期待できるという点で最も合理的な術式と考えられる。したがって、従来の径右室的に行う B r o c k 手術から、近年バルーンを用いて右室流出路を一時的に遮断し直視下に弁

切開を行う方法⁽¹⁷⁾や、人工心肺を用いて流出路パッチによる右室流出路再建を行う方法⁽¹⁸⁾等が考案され、P V Tの適応は拡大されている。一方、右室低形成が高度な例において、P V Tは技術的な制約と共にその効果にも制約があり、成績が不良なため、S P Sを第一選択とする報告も見られる⁽²⁰⁾。したがって、P P A、C P S外科治療方針確立のためには、P V Tの効果と限界を詳細に分析することが重要と考えられる。

2. P P A、C P Sにおける右室形態の定量的評価法について

P P A、C P Sにおける右室容積計測の試みはT. P. G r a h a m等によって最初に報告されている⁽²⁾。正常な右室形態とは異なる本疾患での右室容積計測について、G r a h a m等は右室陰影の最外縁をトレースし、さらに不規則な辺縁は出来るだけ平坦化し、正常右室形態に近い形で算出するのがよいと述べている。同様の方法でR. G. P a t e l

等は18例の本症について右室容積計測を行い、方法論的にはGraham等の計測法の妥当性に同意しているが、不規則な辺縁を平坦化してもPPAでは正常とはかなり異なる右室形態を有する例も見られることを報告している⁽³⁾。

今回の検討でも同じ方法で計測し、多くの例で拡張末期では正常右室形態と言える形で計測可能であった。したがってRVEDVは本症の右室容積評価のよい指標になり得ると考えられた。しかし、収縮末期ではトレース困難な例があり、収縮末期容積、駆出率の算出は行わなかった。また、正常心拍数が月令により異なる新生児、乳児期における心室容積の体の大きさに対する補正は、Graham等が述べているように、体表面積から算出する正常値に対する比を用いるのが最も理解しやすいものと考えられる。よってPatel等同様、本研究でも右室容積は%RVEDVで表した。

三尖弁輪径の正常値は、U. F. Rowl-
a t t 等の剖検心での正常値が多く用いら
れているが、⁽¹⁾固定液により萎縮しているため生
体心よりも過小であり、C. B. Bull 等
は造影検査での計測値と剖検心での計測値と
の間に $Y = 1.43X + 0.39$ という関連
を認め、Rowl a t t 等の正常値を補正し
て用いている。⁽²⁾本研究では岸本等の右室造影
から求めた正常値を用いており、まったく同
じ計測法でTV Dを求め、%TV Dを算出し
た。即ち、理論的に最も妥当性の高い指標で
あろう。計測誤差もRVE D Vより少ない点
からも、TV Dは臨床で用いる上できわめて
有用な指標と考えられる。

RVE D VやTV Dのほかに、J. R. Z-
u b e r b u h l e r 等はPPAの剖検心
を用いて、右室のi n l e t 及びo u t l e t
の長さ、三尖弁輪径と、それぞれ左室及び僧
帽弁での計測値との比を求め、これらを用い
て右室低形成の程度を評価している。⁽⁶⁾本疾患

で肺血流を動脈管やSPSに依存している状態では、肺血流量に応じた容量負荷が左室にかかっており、左室を基準にした指標は必ずしも妥当とはいえない。また、M. Yamaguchi等は、%RVEDV, %TVDに右室流出路の要素を加えた右室形態の定量的評価として右室発達指数を算出し、本症における術式選択基準を作成している⁽¹⁷⁾。新しい指標として興味のもたれるところではあるが、3種の計測値を乗じて一つの指標を算出する場合には、それぞれの測定誤差が加乗される事が懸念され、より簡便な指標が望まれる。

3. PPA, CPSに対するPVT後の右室形態の変化について

Graham等は、5例と少数例での結果ではあるが、PVT後に%RVEDVは増加するのであろうと結論している⁽²⁾。また、Patel等は、PVTを行った12例での%RVEDVの変化は、三尖弁逆流の高度な3例

でのみ著明な増大が見られたとしている⁽³⁾。しかしながら、彼らはまた、対象の12例中9例がPVT後にも体血圧以上の右室圧が残存していたと述べている。従って、PVTの技術的な問題が含まれており、PVTの効果について検討する対象としては不適當であったと考えられる。今回の対象症例ではPVT後にも体血圧以上の右室圧を示す例は1例のみであった。

中江等は右室低形成高度な例でのPVTは右室発育が得られないと結論している⁽⁵⁾。今回の症例において、PVT後の%RVEDVの術前の%RVEDVに対する比を、%RVEDV増大率として検討した。その結果、術前%RVEDV<40%の4例で1.13から1.75, 平均 1.45 ± 0.31 であり、術前RVEDV $\geq 40\%$ の10例の平均 1.35 ± 0.45 との間に有意差を認めなかった。従って、右室低形成の程度と関係なく、PVT後には右室発育は促進されると考えら

れた。しかしながら、術前の右室低形成が高度な例では、絶対的な容積増大量には制限があり、必ずしも肺心室として使用可能な程度までの容積増大を期待できない例があると考えられた。

S. V. Joshi 等はわずか 3 例の経験ではあるが、%TVD は PVT 後に増大が見られたと述べている⁽⁹⁾。R. M. Freedom 等は 60 例もの PPA 剖検例における三尖弁形態について検討を加え、種々の三尖弁形態異常や種々の程度の低形成が右室発育に制限を加えていると結論している⁽¹⁰⁾。Freedom 等は PPA における根治性の制限に最も関連する要因は三尖弁形態異常の程度で、%TVD はその程度を示す一つの指標として重要と考えている。

今回の検討では、%RVEDV と %TVD は術前のみならず、PVT 後にも良好な正の相関関係にあるにもかかわらず、PVT 後には %RVEDV は増加し、%TVD は SPS

後と同様、変化を認めなかった。

4. P P A, C P S における右室形態と血行動態の関連について

P V T 後の Q_p / Q_s が術前の % R V E D V, % T V D と正の相関関係にあったことは、P V T 後の右室からの順行性肺血流量が、術前の右室容積によって規制されることを思わせる。しかしながら右室からの肺血流量は術前の % T V D とも相関しており、従って三尖弁の形態もまた、肺血流量を規制していることが推察される。一方、% T V D は術後も変化せず、しかも同様に Q_p / Q_s と正の相関を示したが、術後増大した % R V E D V は Q_p / Q_s と相関を示していない。このことは術後の Q_p / Q_s を規制しているものは三尖弁の形態であって、% R V E D V の術後の増大にはむしろ他の因子も関与していることを示唆しているものと思われる。

本症の右室は P V T による圧負荷の軽減、コンプライアンスの改善等により、ある程度

の容積増加が得られる余地があると思われる。実際に右室からの順行性肺血流量の出現、あるいは増加により%RVEDVの増加を認めた。しかしながらこの増大した%RVEDVもまた%TVDと有意の正の相関を示したことは、右室発育の程度には術前からの三尖弁形態に関連した制約があると考えるのが妥当であろう。

術前の%RVEDV, %TVDが低値の例で、術後のRVEDPが高値であったことは、右室低形成高度な例においては、PVT後にも右室コンプライアンスの改善の程度は不良で、順行性肺血流量の制限は三尖弁のみならず右室そのものにも要因があると考えられる。術後のRVEDPと術後の Q_p / Q_s は負の相関関係にあり (Fig. 12)、このことを裏づけている。したがって、このような右室低形成高度な例ではPVTの右室発育促進効果には限界があるものと考えられる。

またPVTの右室減圧効果を表す指標とし

Fig. 12

て R V / L V を検討し、術後の R V / L V と術前の % T V D との間に負の相関関係を認めた。また術後 R V / L V が 0 . 9 2 , 1 . 5 1 と高値に留まった 2 例は、共に % R V E D V が低値のものであった。即ち、術前の右室低形成の程度が高度な例ほど相対的に右室流出路も低形成であるため、P V T 後にも右室流出路狭窄が残存する可能性が高いものと考えられた。

5。P P A , C P S に対する P V T の適応について

術後の Q_p / Q_s , R V / L V , R V E D P がすべて術前の右室形態と関連していたことから、術前の % R V E D V , % T V D から P V T の効果を予測することが可能と考えられ、この観点から P V T の術式選択基準の設定を試みた。Fig. 13 に P V T 症例においての術前の % R V E D V と % T V D との関係を示した。術前の % R V E D V が 40 % 未満、% T V D が 75 % 未満の 4 例を他の 10 例と

Fig. 13

比較すると、それぞれ術後 Q_p / Q_s は 0.57 ± 0.04 と 1.00 ± 0.15 、術後 RV / LV は 0.81 ± 0.55 と 0.33 ± 0.13 、術後 $RVEDP$ は 9 ± 3 mmHg と 5 ± 3 mmHg であり、いずれも有意差を認めた。そこで逆に、PVT後の RV / LV 、 $RVEDP$ 、及び Q_p / Q_s が不満足な値に留まった症例において、術前の右室形態がいかなる状態であったかを考察した。すなわち、PVT後、 RV / LV が 0.8 以上、 Q_p / Q_s が 0.7 未満、 $RVEDP$ が 10 mmHg 以上に留まっている症例の術前の右室形態をみると、ことごとくが $\%RVEDV < 40\%$ 、 $\%TVD < 75\%$ であった。

これらの症例が両心室を用いた生理的な修復手術の適応になり難いことは理解される。一方、肺血管床の状態が良好であると仮定して、Fontan手術を選ぶべきか、それよりも若干生理的修復術に近いと考えられるGlenn+右室流出路形成術を行うことが可

能であるかは、なお遠隔成績を含めた将来の
研究に待つべきものとする。

結 論

1。P P A , C P S に対する P V T は % R V E D V を増加させるが、% T V D は変化させなかった。

2。P P A , C P S における % R V E D V と % T V D は術前、及び術後において正の相関関係が見られた。

3。術後の Q_p / Q_s は術前の % R V E D V , % T V D 及び術後の % T V D との間に正の相関が見られた。

4。術後の $R V / L V$ は術前の % T V D と負の相関が見られ、また、術前の % R V E D V 40 % 未満の例では術後 $R V / L V$ が高値に留まる例が見られた。

5。術後の R V E D P は術前の % R V E D V と負の相関があり、また術前の % T V D が 75 % 未満の例では術後 R V E D P が高値の症例が見られた。

6。術前 % R V E D V < 40 % , % T V D < 75 % であった例では、術前 % R V E D V $\geq$

40%, $\%TVD \geq 75\%$ であった例と比べて、術後の Q_p / Q_s は有意に低値であり、また術後の RV / LV , $RVEDP$ は有意に高値であった。

7. 以上の成績により、術前の右室形態から、PVT後の右室形態及び血行動態を予測できる可能性が示唆された。

稿を終えるにあたり、直接御指導、御校閲を賜わりました恩師、川島康生教授に深甚なる謝意を表します。御指導下さいました松田暉助教授、中埜肅講師には心から感謝いたします。また、本研究に御協力下さいました教室、及び国立循環器病センターの諸兄各位に厚く御礼申し上げます。

文 献

- 1 . Olley PM, Cocceani F, Bodach E: E-type prostaglandins. A new emergency therapy for certain cyanotic congenital heart malformations. *Circulation* 53:728-731, 1976
- 2 . Graham TP, Bender HW, Atwood GF, page D L, Sell GR: Increase in Right ventricular Volume Following Valvulotomy for Pulmonary Atresia or Stenosis with Intact Ventricular Septum, *Circulation* 49 & 50 (Suppl II):II-69-78, 1974
- 3 . Patel RG, Freedom RM, Moes CAF, Bloom KR, Olley PM, Williams WG, Trusler GA, Rowe RD: Right Ventricular Volume Determinations in 18 Patients with Pulmonary Atresia and Intact Ventricular Septum, *Circulation* 61:428-440, 1980
- 4 . 八木原 俊克、岸本 英文、磯部 文隆、山本 文雄、西垣 恭一、高橋 玲比古、

藤田 毅、純型肺動脈閉鎖．狭窄の外科治療、日心血外会誌 19: 177-179、1989

5. 中江 世明、今井 康晴、中沢 誠、東館 雅文、河田 政明、高梨 吉則、高尾 あつ良、純型肺動脈閉鎖症における肺動脈裂開術の右室容積発育に及ぼす効果、日胸外会誌 33: 427-433、1985

6. Cobanogle A, Metzdorff MT, Pinson CW, Grunkemeier GL, Sunderland CO, Starr A. Valvotomy for pulmonary atresia with intact ventricular septum, A disciplined approach to achieve a functioning right ventricle, J Thorac Cardiovasc Surg 89: 482-490, 1985

7. deLeval M, Bull C, Stark J, Anderson RH, Taylor JFN, Macartney FJ: Pulmonary Atresia and Intact Ventricular Septum: Surgical Management Based on a Revised Classification, Circulation 66: 272-280, 1982

82

8 . Greenwald WE, DuShane JW, Burchell HB, Bruwer A, Edward JE: Congenital pulmonary atresia with intact ventricular septum. Two anatomic types(abst). Circulation 14: 495-946, 1956

9 . Joshi SV, Brawn WJ, Mee RBB: Pulmonary atresia with ventricular septum. J Thorac Cardiovasc Surg 91:192-199, 1986

10 . Freedom RM, Dishe MR, Rowe RD: The Tricuspid Valve in Pulmonary Atresia and Intact Ventricular Septum, A Morphological Study of 60 Cases, Arch Pathol Lab Med 102:28-31, 1978

11 . Lowlatt UF, Rimoldi HJA, Lev M: The quantitative anatomy of the normal child's hfication. Circulation 66:266, 1982
cart. Pediatr Clin North Am 10:499-588, 19

63

12 . Bull C, DeLeval MR, Mercanti C,

Macartney FJ, Anderson RH: Pulmonary
atresia and intact ventricular septum.
A revised classification. Circulation 66:
266-272, 1982

13. Graham TP, Jarmakani JM, Atwood GF,
Canent RV Jr. Right Ventricular Volume
Determination in Children. normal Values
and Observations with Volume or
Pressure Overload. Circulation 47:144-153
, 1973

14. 岸本 英文、広瀬 一、中埜 肅、松
田 暉、島崎 靖久、小林 順一郎、小川
実、森本 静夫、有沢 淳、川島 康生、心
血管造影法により計測した左右心室容積なら
びに房室弁、半月弁輪径の正常値について、
心臓 17: 711-716, 1985

15. 越後 茂之、岸田 憲二、中島 徹、
富田 英、鈴木 淳子、神谷 哲郎、山田
修。小児期の心室の発育と心パフォーマン
スの変化、体力科学: 34: 121-130、

1 9 8 5

1 6 . Zuberbuhler JR, Anderson RH: Morphological variations in pulmonary atresia with intact ventricular septum, Br Heart J 41:281-288, 1979

1 7 . Yamaguchi M, Hosokawa Y, Ohhasi H, Oshima Y, Tsukube T. Assessment of Right Ventricular Growth in Infants with Pulmonary Atresia and Intact Ventricular Septum, Crupi G, Parenzan L, Anderson RH. New york Futura Pub. Comp. Inc. 1989:116-121

1 8 . Weldon CS, Hartmann Jr AF, McKnight RC: Surgical Management of Hypoplastic Right Ventricle with Pulmonary Atresia or Critical Pulmonary Stenosis and Intact Ventricular Septum, Ann Thorac Surg 37:12-24, 1984

1 9 . Milliken JC, Laks H, Hellenbrand W, George B, Chin A, Williams RG. Early and

late results in the treatment of
patients with pumonary atresia and
intact ventricular septum. Circulation 72
:(suppl II)II-61-69, 1985

20 . Dobell AR, Grignon A. Early and Late
Result in Pulmonary Atresia. Ann Thorac
Surg 24:264-274, 1977

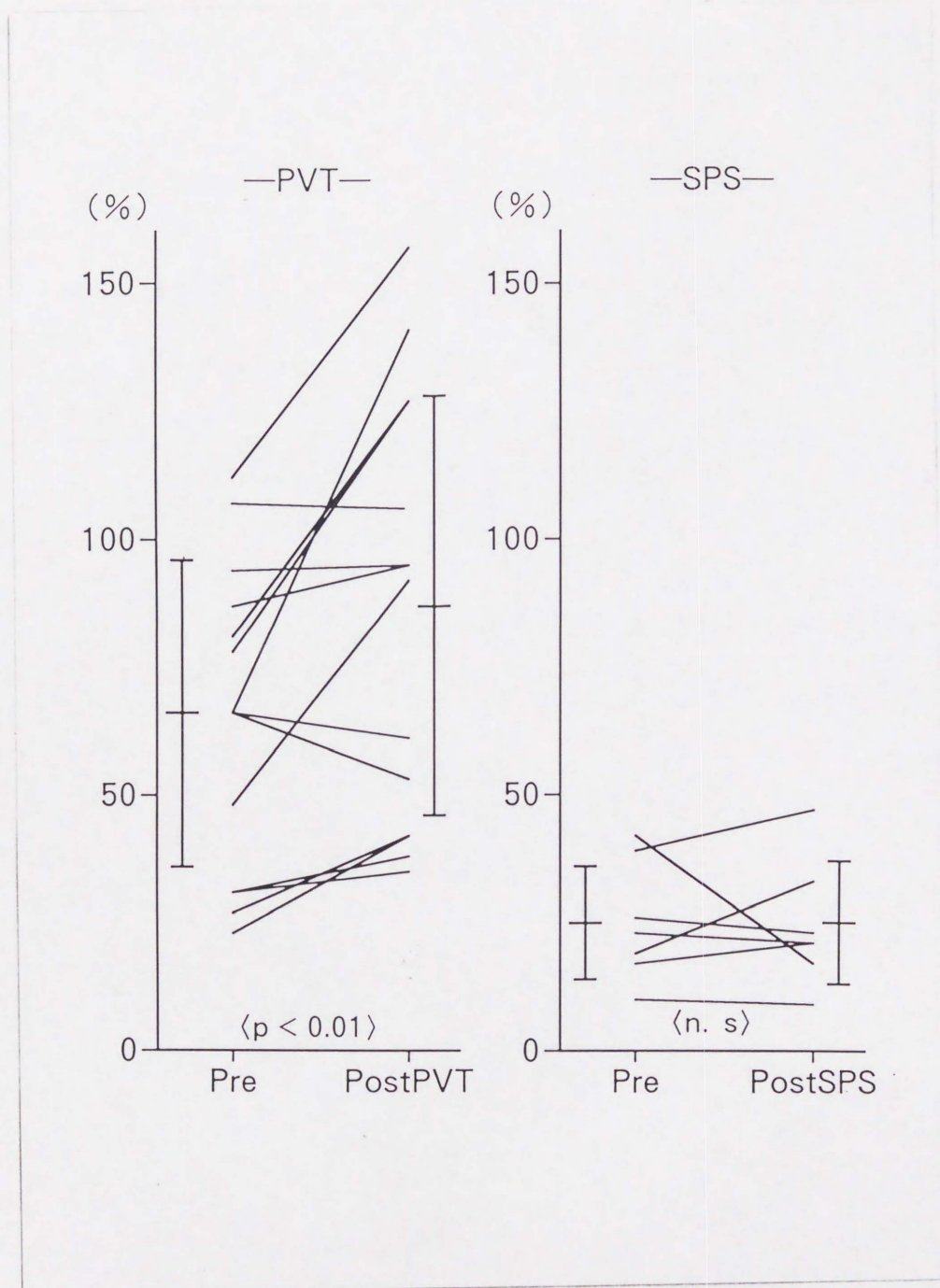


Figure 1. The change of %RVEDV between before and after PVT or SPS.

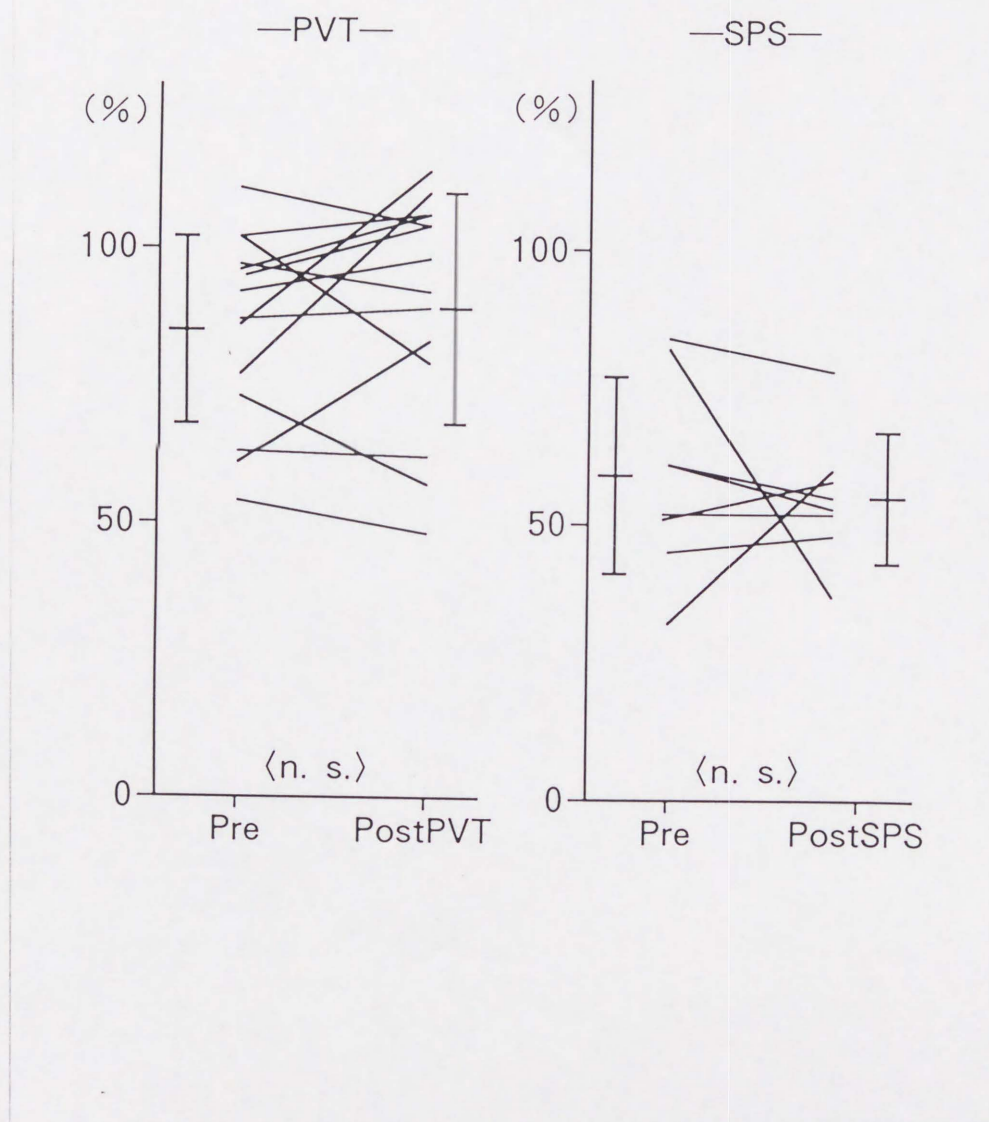


Figure 2. The change of %TVD between before and after PVT or SPS.

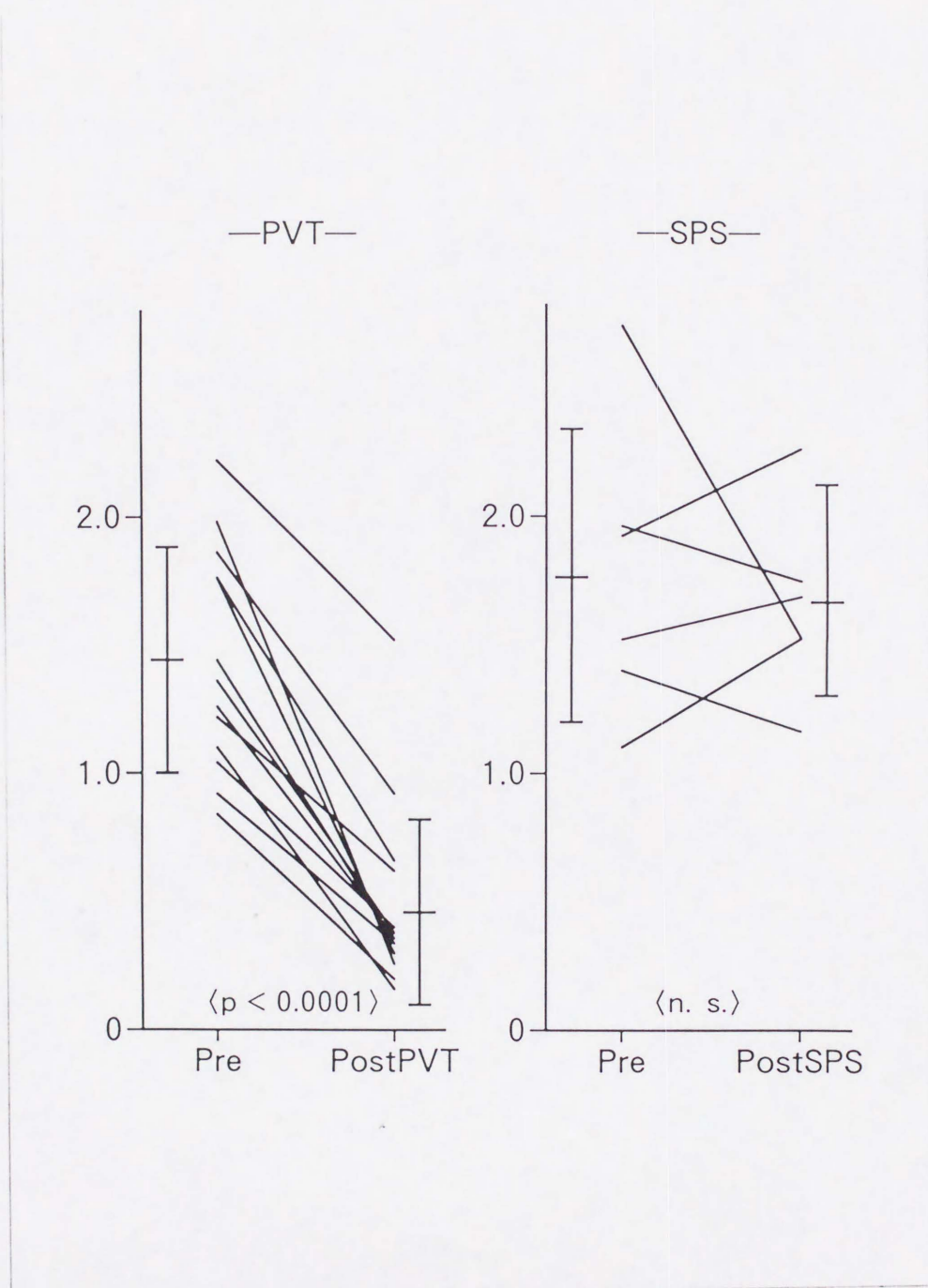


Figure 3. The change of RV/LV between before and after PVT or SPS.

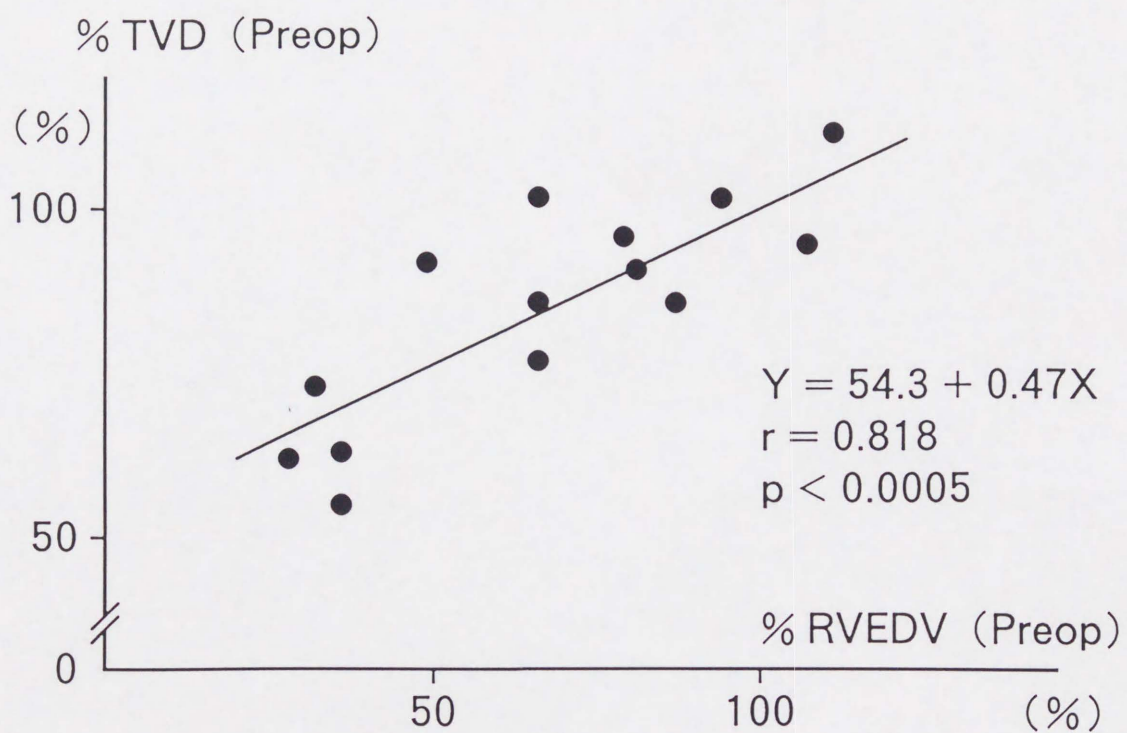


Figure 4. The %RVEDV and %TVD before the PVT. They had a significant mutual relation.

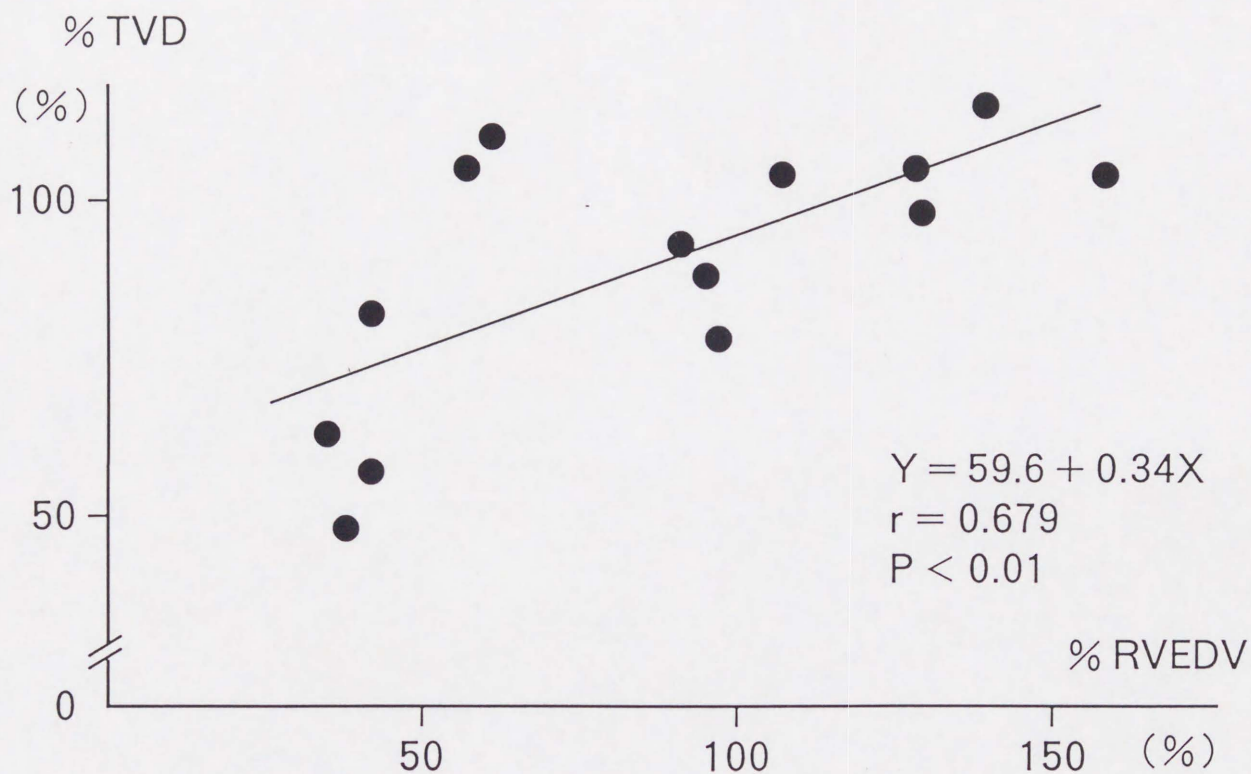


Figure 5. The %RVEDV and %TVD after the PVT. They had kept a significant mutual relation.

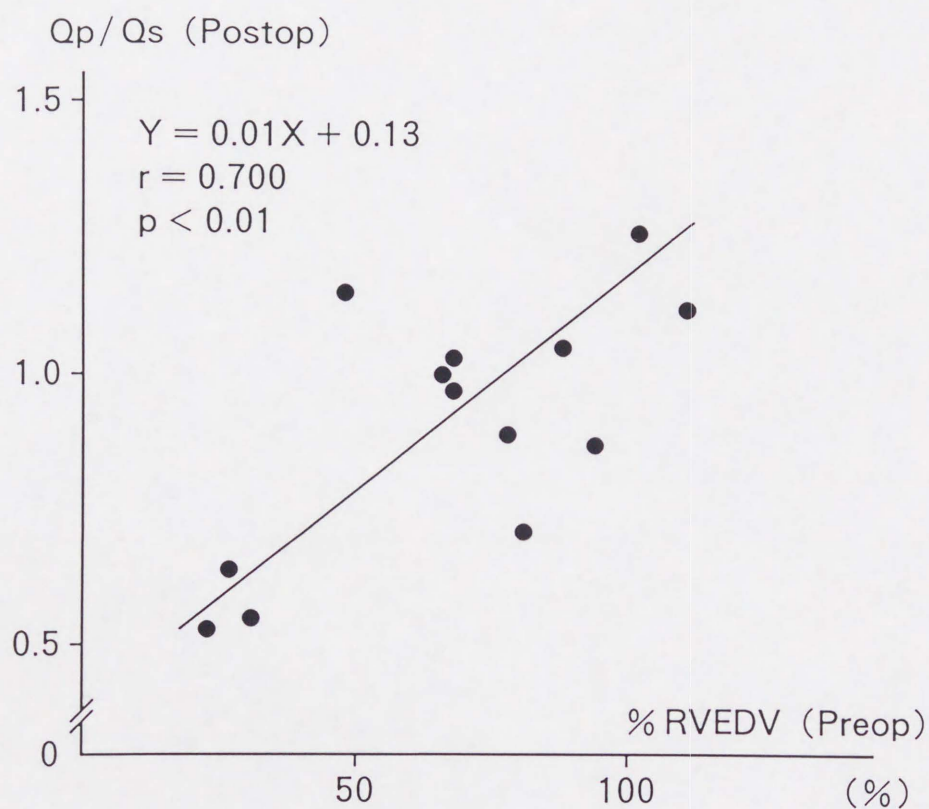


Figure 6. Preoperative %RVEDV and postoperative pulmonary-systemic flow ratio ($\dot{Q}_p/\dot{Q}_s$). The postoperative $\dot{Q}_p/\dot{Q}_s$ is significantly correlated with preoperative %RVEDV.

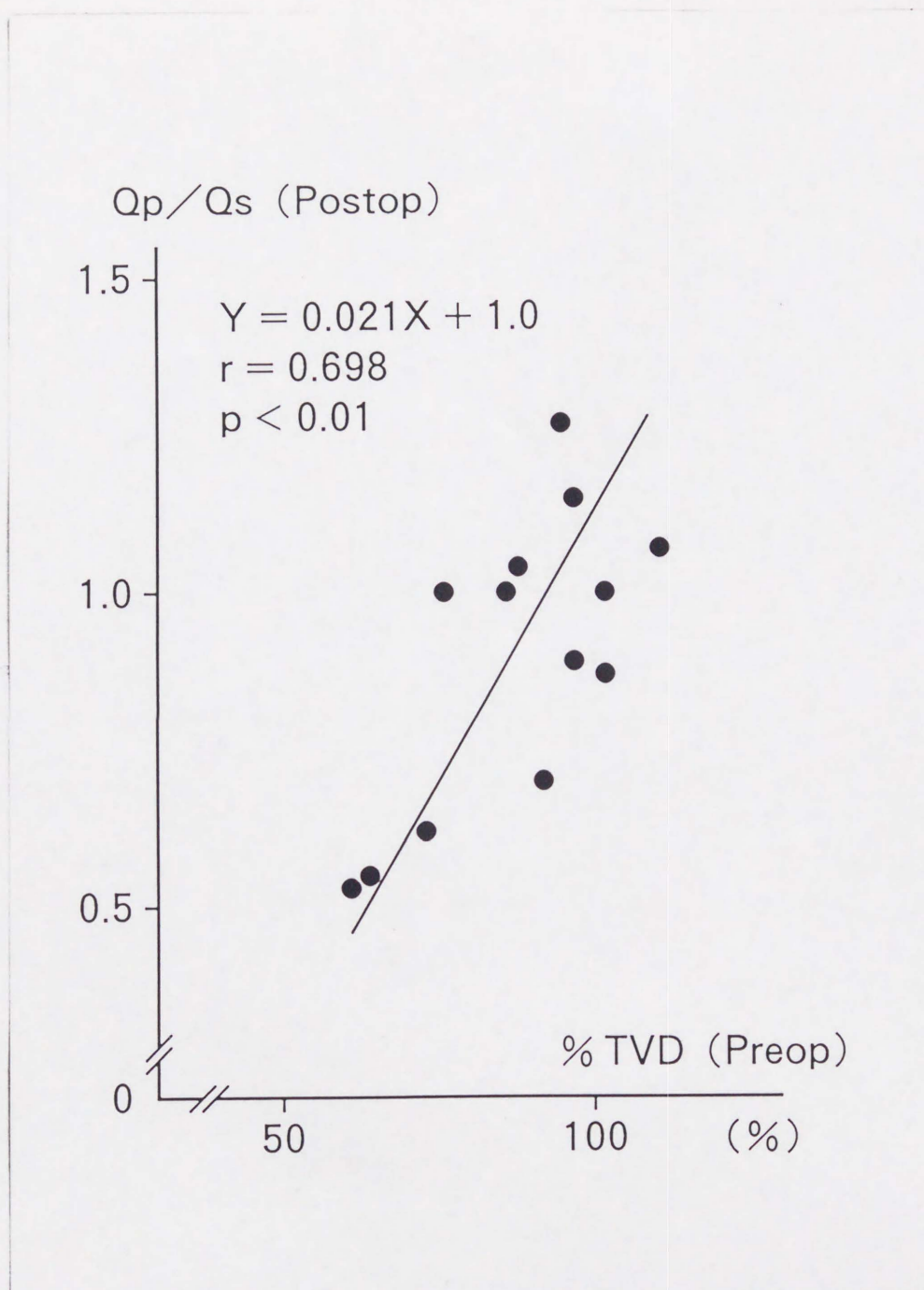


Figure 7. Preoperative %TVD and postoperative Q_p/Q_s . The postoperative Q_p/Q_s is significantly correlated with preoperative %TVD.

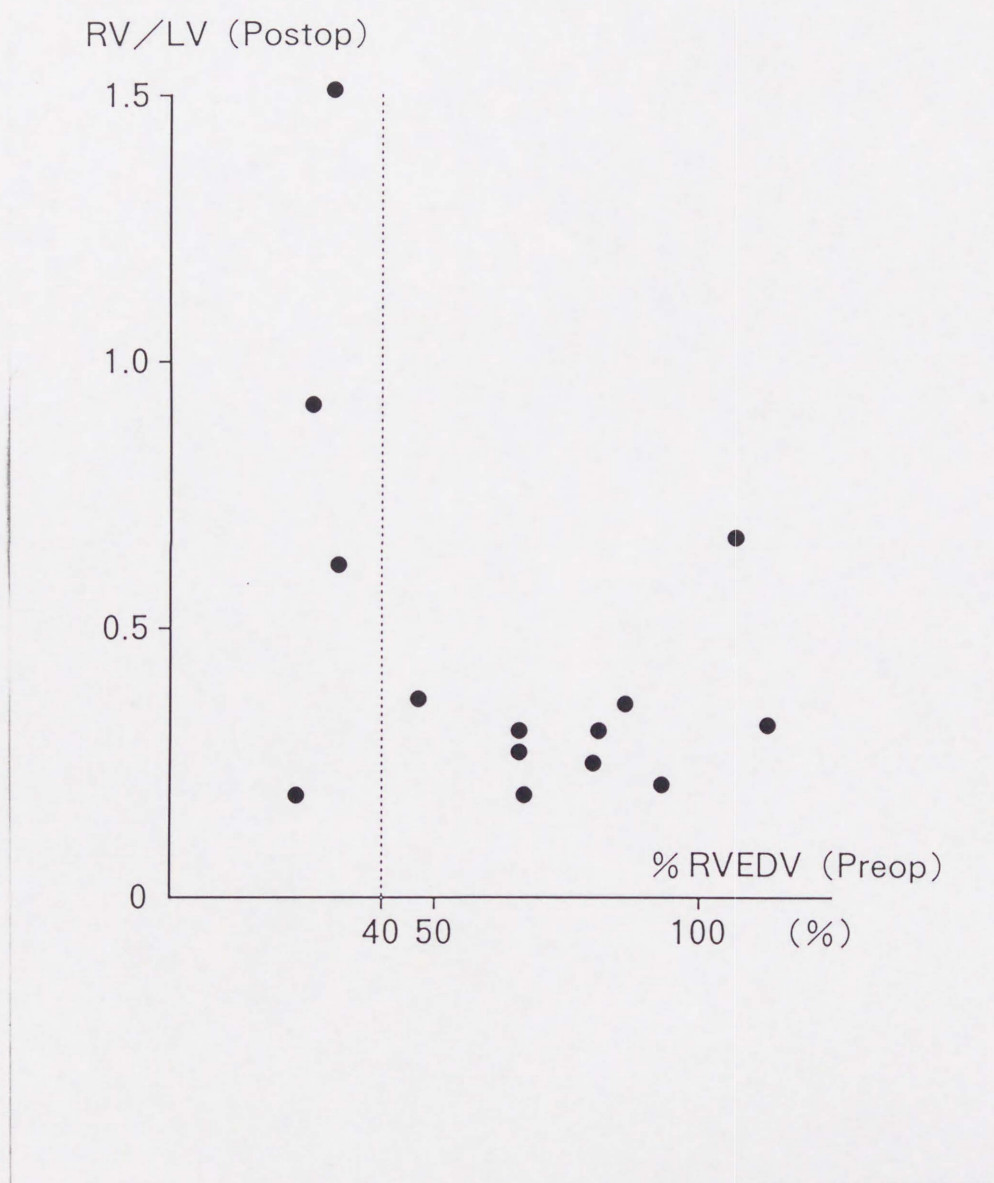


Figure 8. Preoperative %RVEDV and post-operative RV/LV.

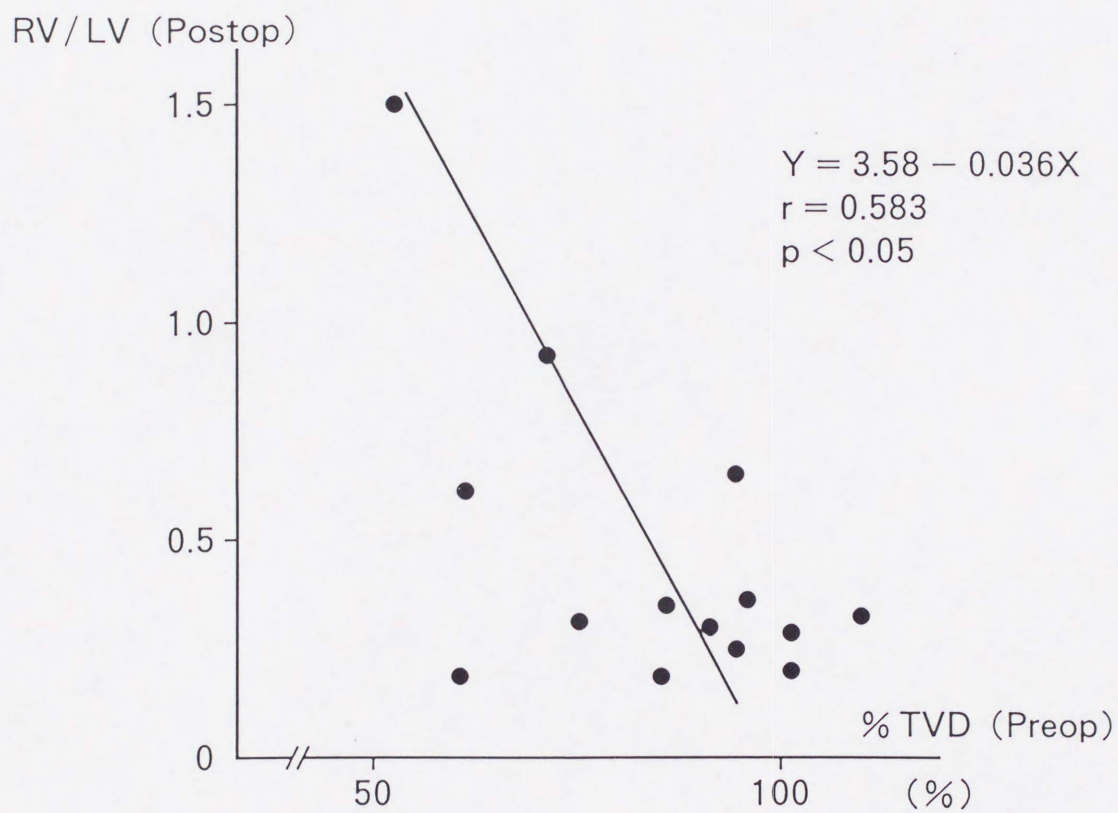


Figure 9. Preoperative %TVD and post-operative RV/LV. Postoperative RV/LV is negatively correlated with preoperative %TVD.

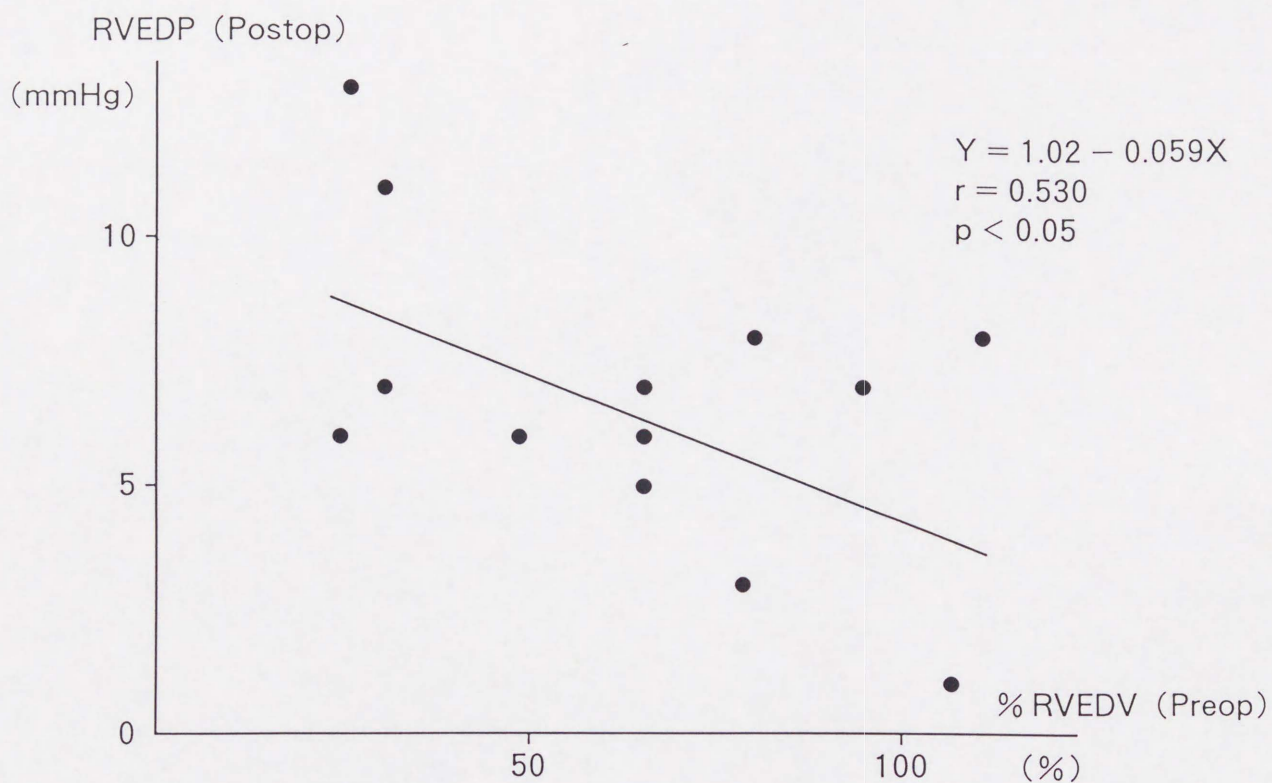


Figure 10. Preoperative %RVEDV and post-operative RVEDP. The postoperative RVEDP is negatively correlated with pre-operative %RVEDV.

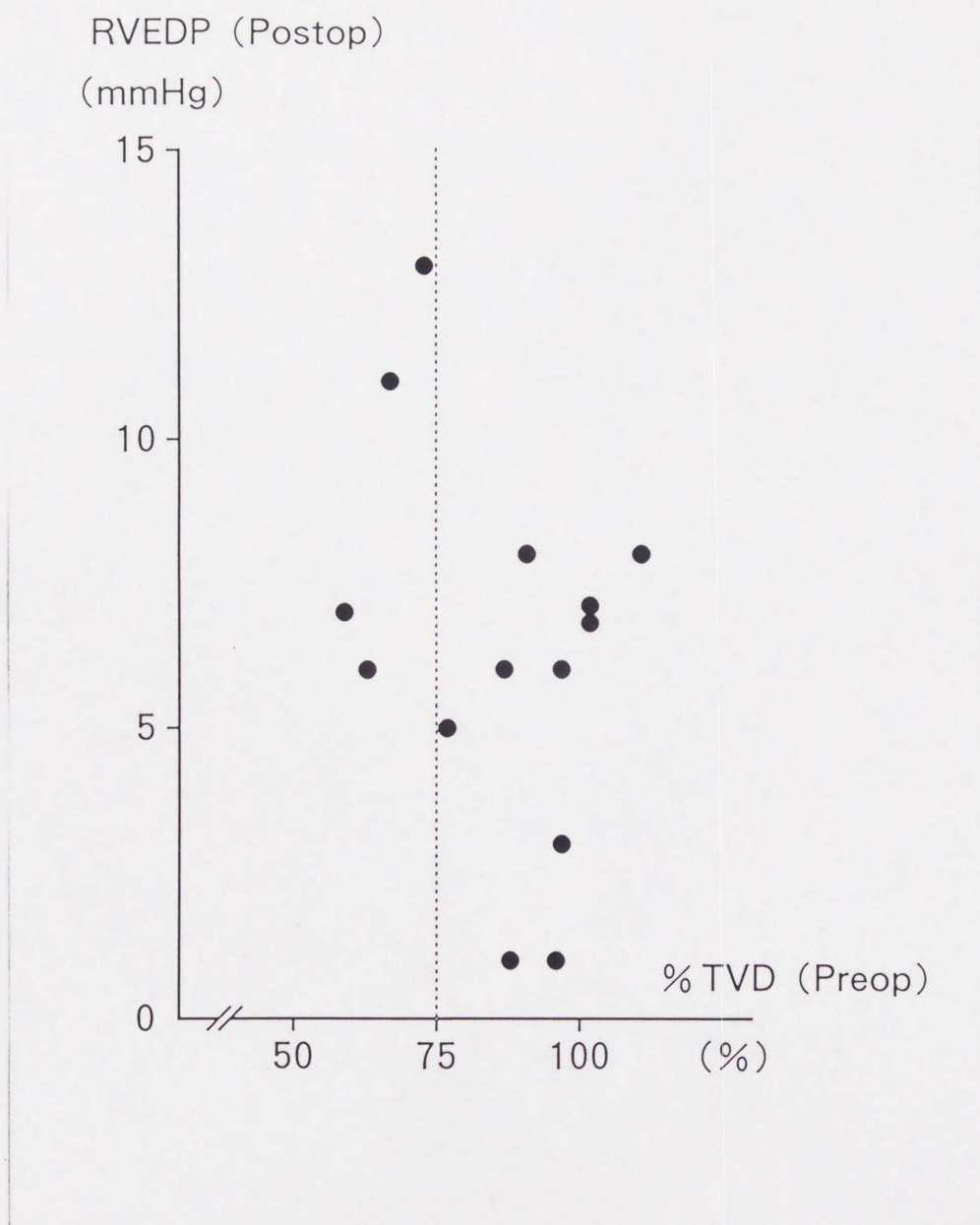


Figure 11. Preoperative %TVD and post-operative RVEDP.

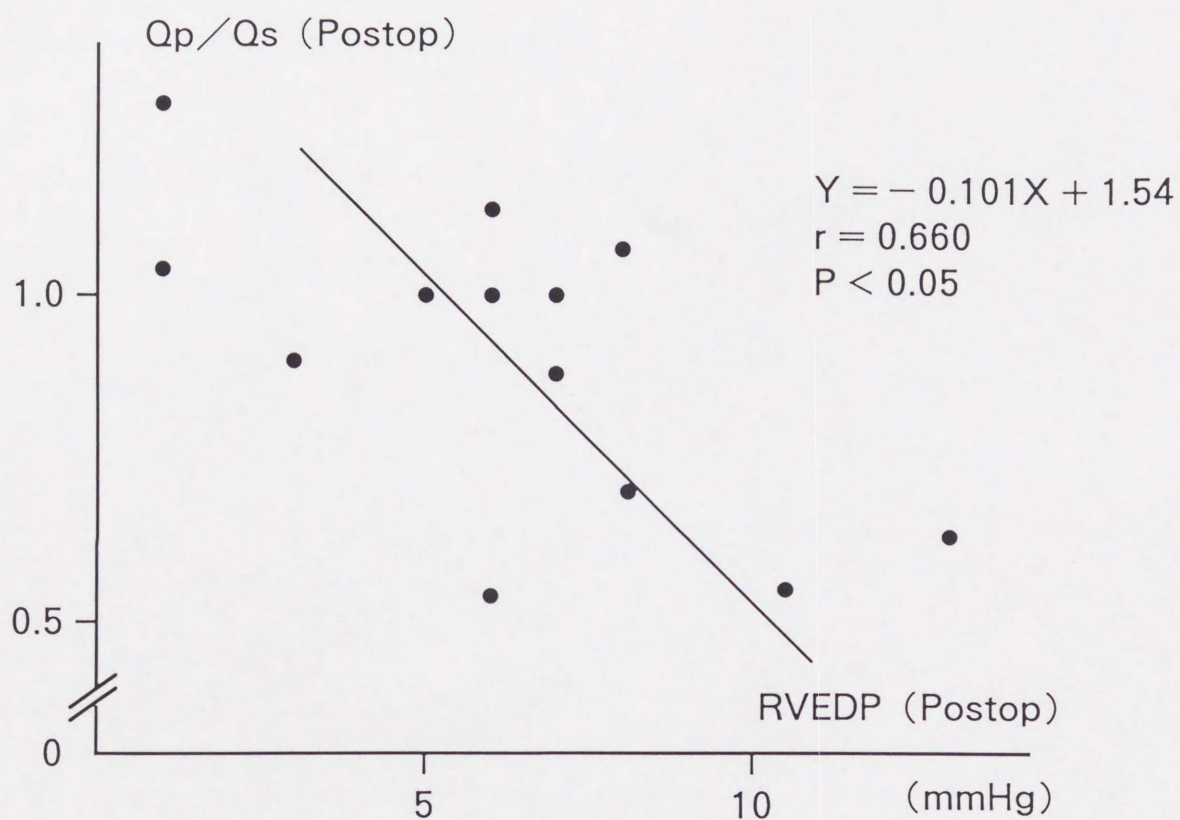


Figure 12. Postoperative RVEDP and post-operative Qp/Qs.

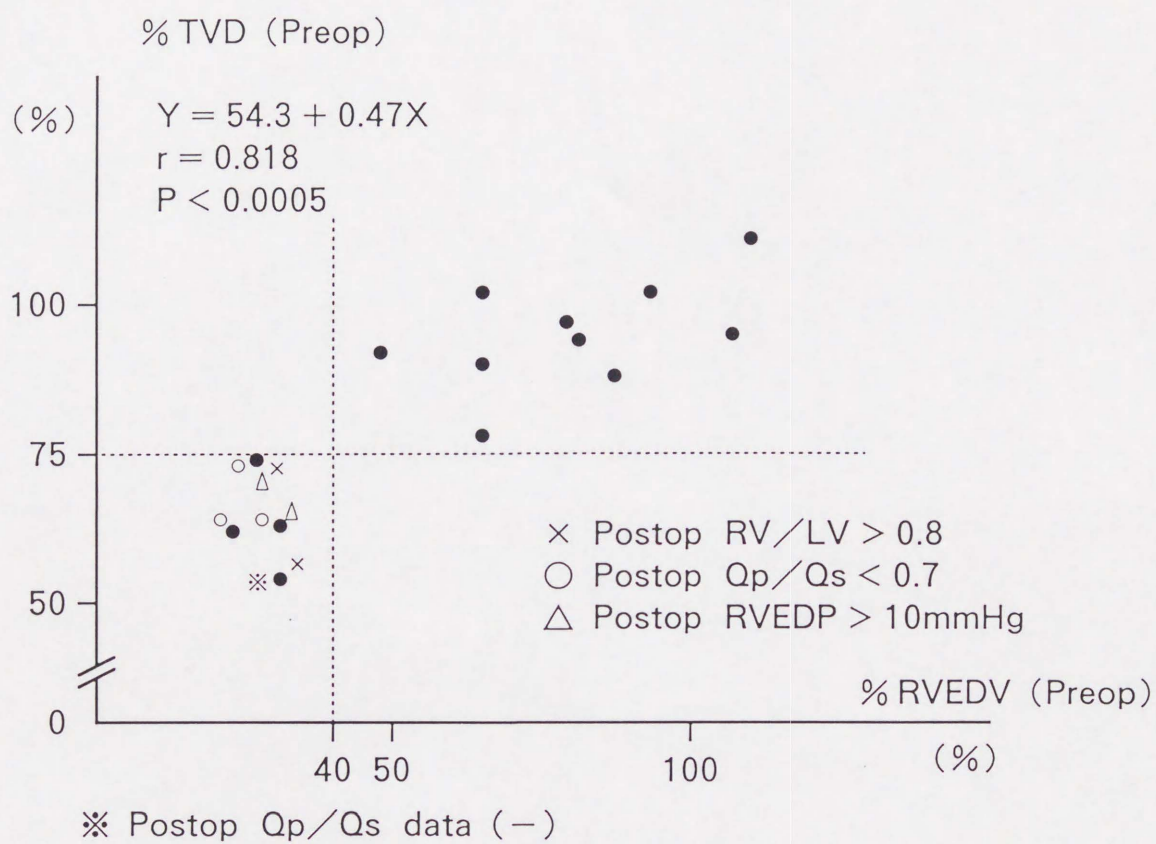


Figure 13. The relationship between pre-operative %RVEDV or %TVD and RV/LV, RVEDP, or Qp/QS after PVT.