

# 心室中隔欠損における頸静脈波曲線の 血行力学的解釈

東京大学 第二内科

坂本二哉 林 輝美 井上 清  
伊藤梅乃 田中忠治郎 松久茂久雄  
村尾 覚

## はじめに

頸静脈波曲線記録からえられる右室等容拡張期は、II音肺動脈成分(II P)と“v”波の頂点との間隔(II P-v間隔)で表わされる。この値は肺高血圧合併例では延長することが知られている<sup>1)</sup>。しかしその血行力学的背景については、まだ十分な研究がなされているとはいえない。この報告は前回の ASD の頸静脈波曲線の分析<sup>2)</sup>に引き続き、心室中隔欠損(VSD)の頸静脈波曲線について、主として肺高血圧の関与が如何なる影響をもつか、さらには VSD における頸静脈波曲線の診断的意義に特異なものがあるか否かを検討したものである。

## 症例と方法

症例は東大第二内科を受診した VSD の中、頸静脈波曲線を記録した、男56、女28、計84例で、年齢は5才から60才、平均21.6才である。

VSDの診断は、心カテーテル法、心腔内心音図法などによったが、一部は手術により確認した。しかし約1/3例は臨床診断によった。また頸静脈波記録と心カテーテル検査施行とが6カ月以上離れているものは、心カテーテルデータとの対比から除外した。したがって、カテーテルデータとして採用したのは37例である。また肺動脈狭窄(PS)、大動脈弁閉鎖不全(AI)合併例をそれぞれ2例と5例含め

---

Jugular phlebogram in ventricular septal defect

Tsuguya SAKAMOTO, Terumi HAYASHI, Kiyoshi INOUE, Umeno ITO, Chujiro TANAKA, Mokuo MATSUHISA, Satoru MURAO

The Second Department of Medicine, Faculty of Medicine, University of Tokyo, Hongo 7-3-1, Bunkyo-ku, Tokyo, 113

た。記録失敗例は除外した。対照群として、ASD 研究の際に用いた例に加え、計84例の健常者を用いた。

頸静脈波曲線は主としてフクダ電子製TY-302を用い、平常呼気停止位で、心電図、心音図とともに記録した。紙送り速度は100 mm/sec である。

## 成績

### 1. 一般的観察

Figure 1は正常者の頸静脈波曲線を示す。a波が最も高く、x谷が最も深く、a波の頂点からx谷迄の波高でv波の高さを除すと、このv/a比は約60~70%に相応した。またII音肺動脈成分(II P)からv波迄の距離は臨床的に右室等容拡張期(isovolumic relaxation period:IVRP)を表わすが<sup>3)</sup>、通常100 msec以下である。

Figure 2はVSDの頸静脈波曲線であるが、全体の波形、II P-v間隔など、正常者のそれとほとんど変わりが無い。なおVSDでは心雑音が強大すぎて記録上II Pがはっ

きりしないことがあり、図のように2カ所の測定から、まずII A-II P間隔を求め、ついでII Aとvとの間隔を測定し、計算によってII P-v間隔を求める必要がある場合もあった。

### 2. v/a比について

上述のv/a比を全症例について検討すると、Figure 3の如く健常者の値はASDで述べた値と全く同一で、平均0.65を示した。一方、VSDでは、その分布、平均値とも、健常対照群と何ら変わりがなかった。鎖線は前回発表したASDの平均値0.93を示す。つまりVSDはASDと全く異なった値を示した。

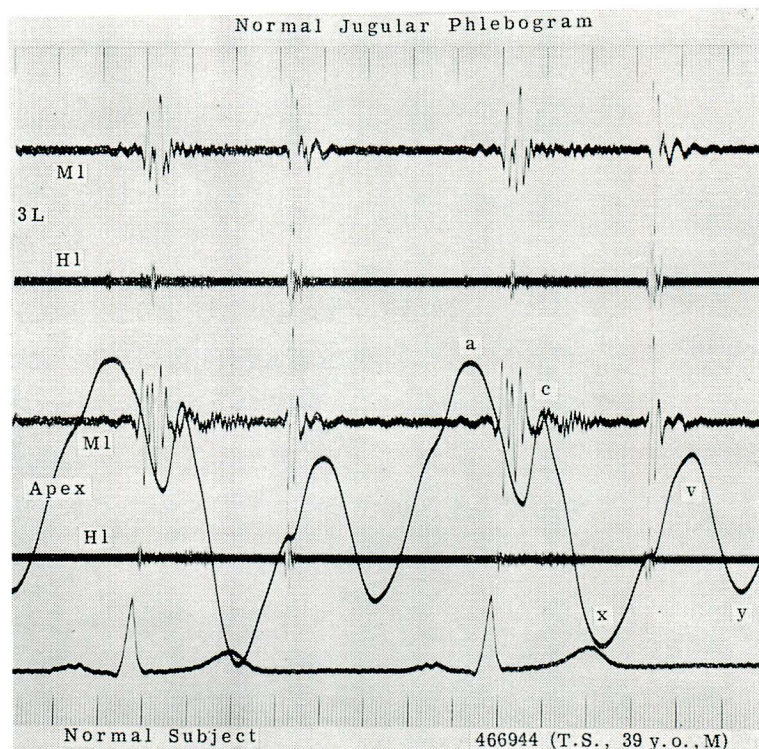
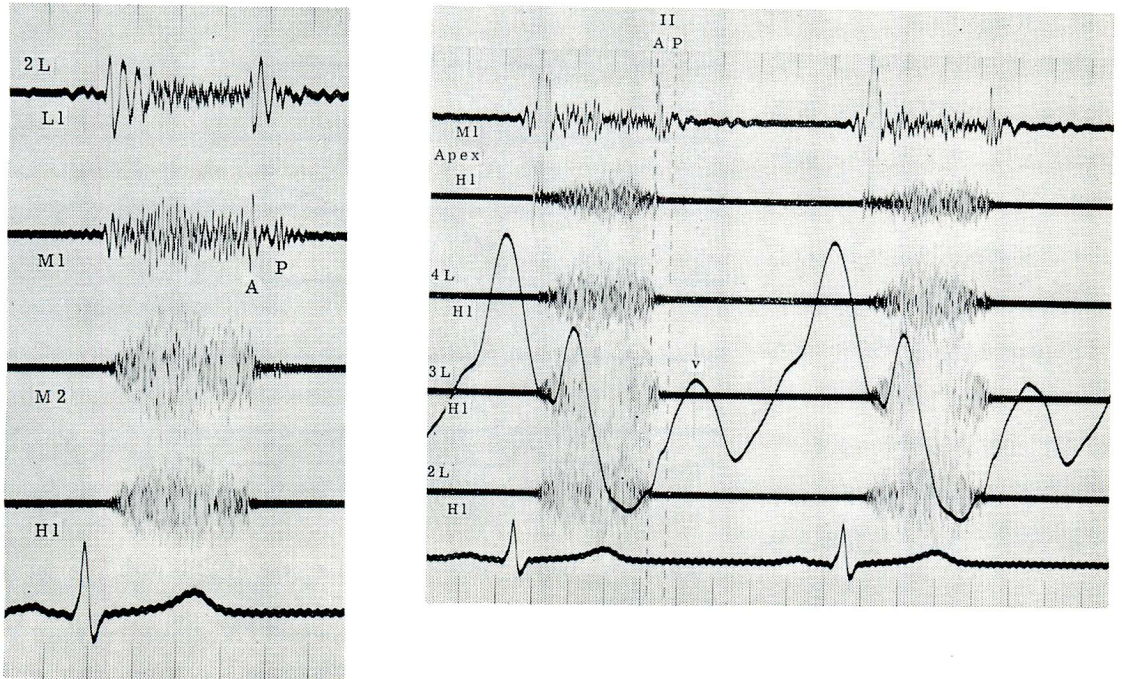
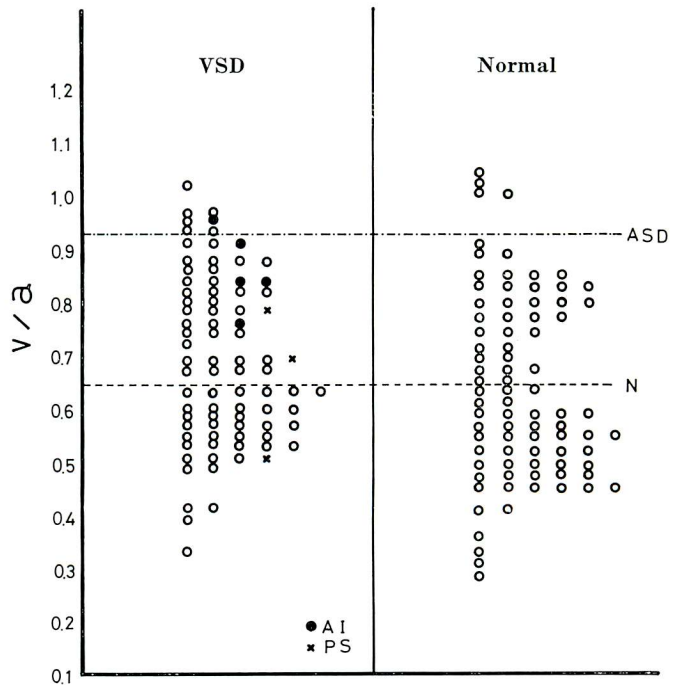


Figure 1. An example of normal jugular phlebogram (39 year-old male)

The height of v wave relative to the total amplitude is 65% and II P-v interval (corrected by  $\sqrt{RR}$ ) is usually less than 100 msec (average=84.3 msec). Jug.=Jugular phlebogram, 3L=left 3rd inter-space, M1=medium frequency PCG, H1=high frequency PCG. Paper speed: 100 mm/sec. Time lines: 0.1 and 0.01 sec.



**Figure 2.** An example of jugular phlebogram in a case of simple VSD (28 year-old male)  
 Note the normal appearance of phlebogram.



**Figure 3.**  $v/a$  ratio in VSD  
 The  $v/a$  ratio is entirely normal and the average (N) is 0.65 (represented by broken line). The average is high in ASD (0.93) (chain line). AI=complicated cases with aortic insufficiency, PS=complicated cases with pulmonic stenosis.

### 3. II P-v 間隔

II P-v 間隔は肺高血圧で延長することが期待され, 事実 ASD では, 既報のごとく肺動脈圧が高い例で延長傾向が認められ, 肺動脈圧推定の1つの手がかりになると思われた。

Figure 4 は, VSD による Eisenmenger 症候群の1例 (PA 圧 100/48 mmHg) であるが, 頸静脈波曲線の波形自体には著変がないか, あるいは a 波が若干高い印象があるのみであるが, II P-v 間隔の延長が認められる。ASD の場合と異なり, II P と II A の分離は VSD の場合期待できず, II 音開始から測定すると, II P-v 間隔 (正しくは II 音-v 間隔) の値は 170 msec で, 健常者や肺高血圧を伴わない VSD のそれと比べ, かなりの延長を示している。

Figure 5 も PA 圧 110/50 mmHg の Eisenmenger 症候群の例であるが, 上記の例と同様に II P-v 間隔は 140 msec と明瞭に延長している。

Figure 6 は Eisenmenger 症候群にいたらない程度の肺高血圧症例 (PA 圧 47/13 mmHg) であるが, すでに II P-v 間隔

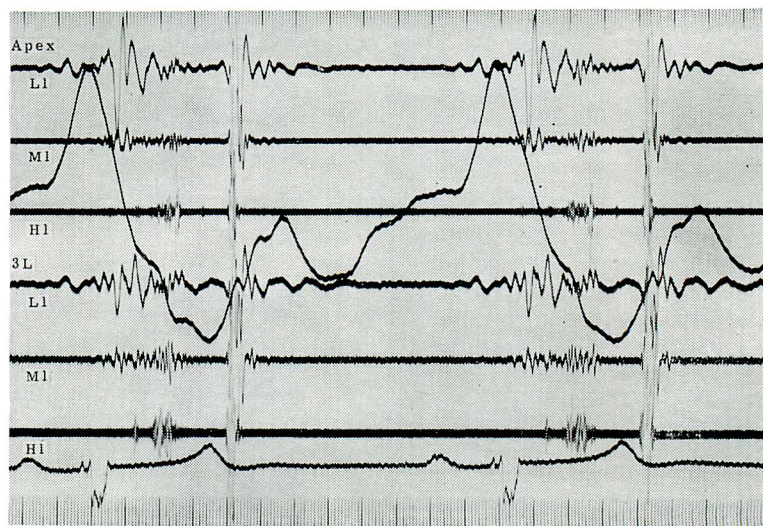


Figure 4. Jugular phlebogram in a case of VSD with Eisenmenger reaction

Note the long II P-v interval (170 msec). PA pressure was 100/40 mmHg. Tall a wave is also observed.



Figure 5. Jugular phlebogram in a case of VSD with Eisenmenger reaction

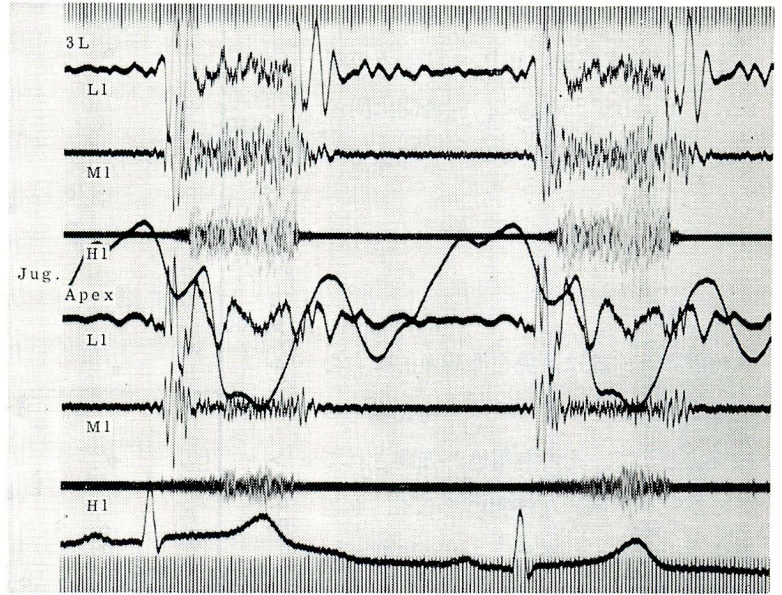
PA pressure was 110/50 mmHg, and IIP-v interval showed the prolongation (140 msec).

の延長(90 msec)が認められ始めている。

II P-v 間隔は心拍数の関数であるから<sup>3)4)</sup>, 補正 II P-v 間隔 ( $(\text{II P-v})/\sqrt{\text{RR}}$ ) を求めて心カテーテルデータと対比してみると, Figure 7 のごとくになった。図の中央は肺動脈収縮期圧との対比であるが, PA 圧が正常範囲では II P-v 間隔は広い範囲にわたり, 心拍数で補正しても, その拡がりはかなり大である。しかし肺動脈圧上昇とともに  $(\text{II P-v})/\sqrt{\text{RR}}$  は延長傾向が明らかとなり, Eisenmenger 症候群では明瞭な延長を認めた。なお右端に示す症例群は, 肺動脈圧を測定しなかったか, あるいはカテーテルデータとして採用しなかった例, ならびに臨床診断例における補正 II P-v 間隔測定値

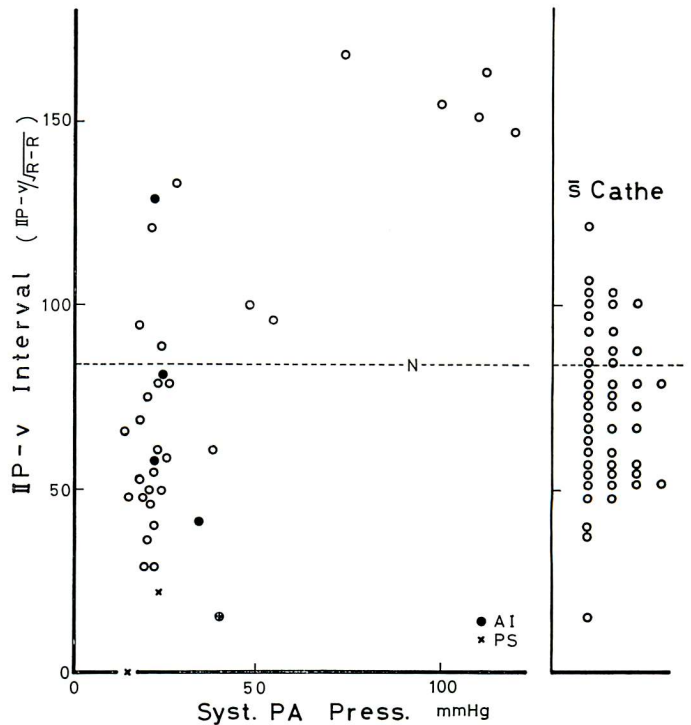
**Figure 7.** Relationship between the corrected value of II P-v interval ( $(\text{II P-v})/\sqrt{\text{RR}}$ ) and PA systolic pressure

Though the corrected II P-v interval has a wide range, there is a tendency to lengthen interval in cases with high PA systolic pressure. Cases without catheterization data (s Cathe: no catheterization or with time discrepancy of jugular phlebography and catheterization) are shown in the right column. The broken line indicates normal average.



**Figure 6.** Jugular phlebogram in a case of VSD with mild PA pressure elevation

PA pressure was 47/13mmHg, and the II P-v interval showed slight prolongation (90 msec).



である。

左-右短絡率と補正 II P-v 間隔との間には, Figure 8 の如く, 両者間に関係が認められず, ASD の場合と同様であった。

### 考案

頸静脈波曲線は, 現在非観血的に右心側の血行動態を推定するほとんど唯一の検査法として, その有用性が強調されているが<sup>6)</sup>, 体系的な研究に乏しく, ある特定の pattern を除き, その有用性に対する認識はあまり大であるとは言えない。

VSD に関しては, この疾患がたとえ右室の負荷増大を来すにしても, その頸静脈波曲線は本質的に正常者のそれと異ならず<sup>7)</sup>, したがって, 波形の直観的観察では, ほとんど診断的意義がないように思える。しかし逆の見方をすると,

VSD に他の疾患が合併した場合とか, あるいは本成績に示したように, 肺高血圧を合併する場合には, それが単なる VSD ではないということを推定する上に, 頸静脈波は 1 つの基準を与えると思われる。次に示すような場合は実地臨床上重要な問題を含んでいる。

まず第 1 に VSD に他の疾患が合併した場合, 頸静脈波はその合併を示唆することがある。Figure 9 に示した症例は肺動脈弁狭窄 (PS) 合併例であるが, II P の遅れ (II A-II P 間隔 120 msec) に加えて, II P-v 間隔が実質的に 0 である。つまりこの間隔の極端な短縮は, II 音発生後, PA 圧と右房圧とが急速に近接することを示し, 実質的には非常に低い PA 圧を来す疾患, つまり PS の合併を示唆する。VSD では時として本例のような幅広い II 音分裂を来すことがあるが, PS が合併しない限り, このような II P-v 間隔の短縮はおこらない筈である。実際本例ではその後の心カテーテル検査によって, PS の合併が証明されており, 平均 PA 圧 7 mmHg, 平均右房圧 5 mmHg と両者間に大差がなかった。

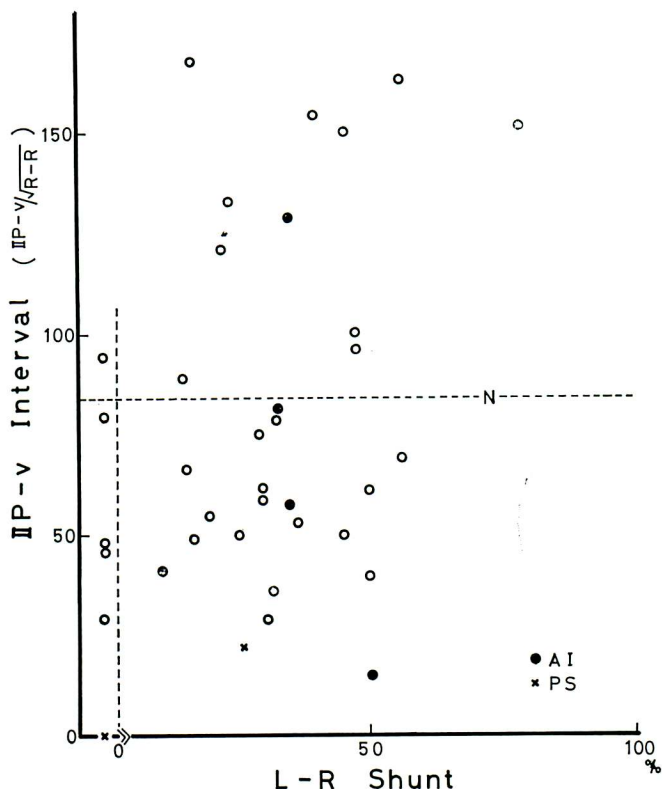


Figure 8. Relationship between the corrected value of II P-v interval ( $IP-v/\sqrt{R-R}$ ) and left-to-right shunt ratio. No definite correlation was observed.

第2に問題となることは、 $\Pi P-v$  間隔がある程度延長している場合、VSD では Eisenmenger 化した状態を示すと考える必要があるということである。Figure 10 の症例は心音図上からも Eisenmenger 化した VSD に近い形と考えられるが、PA 圧はえられていない。しかし本例が肺高血圧を有するという一つの傍証として、 $\Pi P-v$  間隔の明らかな延長があげられる。

以上述べたごとく、 $\Pi P-v$  間隔、すなわち右室 IVRP の長さには、すでに多くの研究者によって指摘されたごとく<sup>5)</sup>、右房圧、心拍数、肺動脈収縮期圧等いくつかの因子が関与するが、本研究における VSD に関する限り、

ある程度以上の肺動脈圧上昇は、常に右室 IVRP の延長を伴うことから、IVRP の延長には肺動脈圧上昇が一つの大きな因子になっていることは間違いないと思われる。この点に関し Gamboa<sup>8)</sup>は、30例の VSD について、平均 PA 圧と  $\Pi P-v$  間隔との間に、相関係数 0.9 という高度な直線関係があると報告している。本成績ではそれ程密な関係はなく、ことに平均 PA 圧を variable にとると相関に乏しく、Figure 7 に示したごとく、肺動脈収縮期圧に関し、直線的というよりも、むしろ放物線的な関係があるように思われた。したがって本成績に関する限り、 $\Pi P-v$  間隔から PA 圧を推定する場合、PA 圧がきわめて高いか、逆に低いかが予測しうる程度に留まるとするのが妥当であると考えられる。

このように右室 IVRP に対して肺動脈圧が関係していることは事実であるが、この際、IVRP( $\Pi P-v$  間隔)が延長するには、 $\Pi P$ が早期に出現するか、または v 波の遅れがあるか、そのどちらかが関係すると思われる。

Gamboa<sup>8)</sup>は、平均 PA 圧に対して、Q-v 間隔は直線的相関をもつものに対して、Q- $\Pi P$  は PA 圧の影響をあまり受けないとしている。Leatham および Segal<sup>9)</sup>も shunt 率 28.5% 以上の VSD において、Q- $\Pi P$  間隔は延びないと述べている。この現象を Harris<sup>10)</sup> は、心不全がない場合、右室は“systolic overload”を駆出時間の延長なしに処理しうるからであると説明した。元来 v の遅れは、機械的な因子、

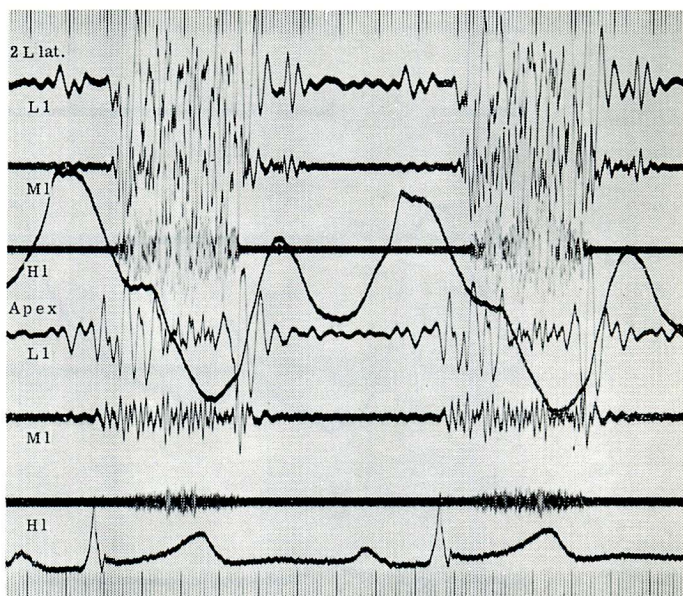
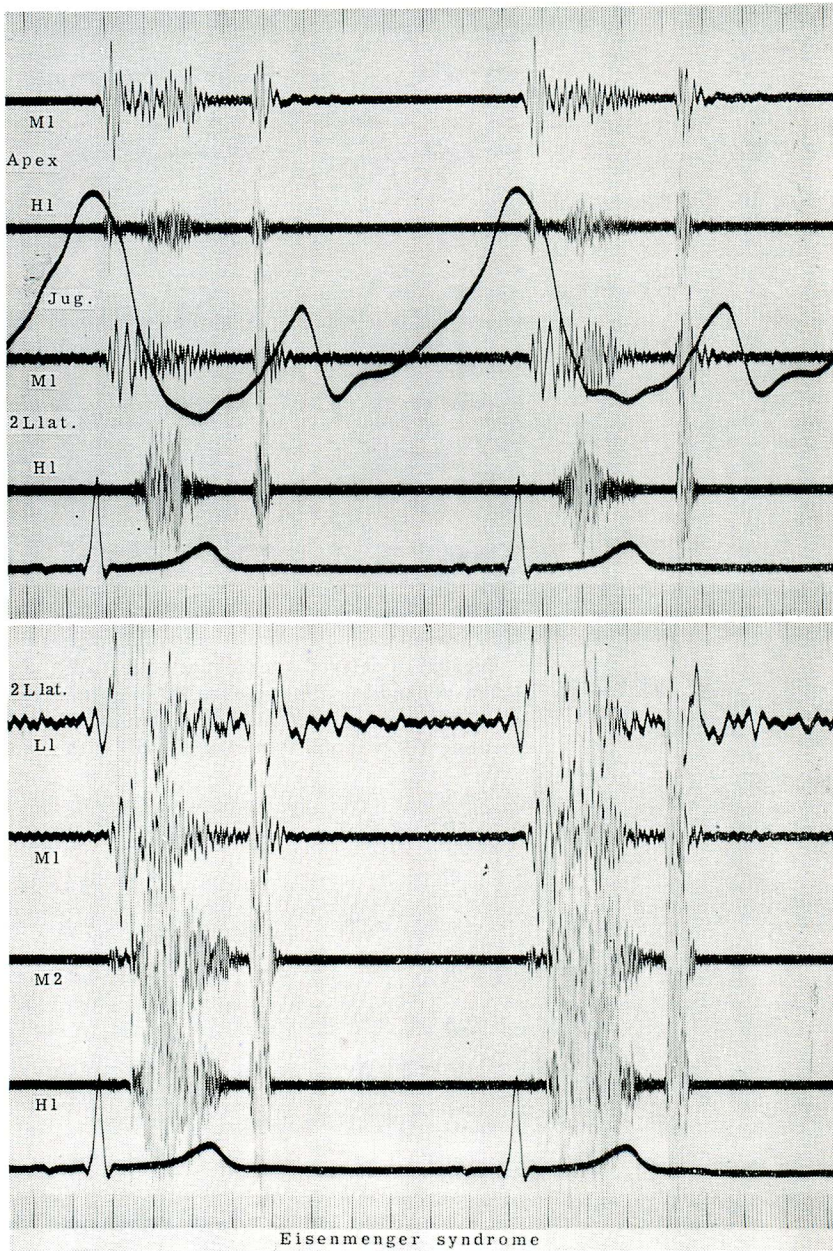


Figure 9. An example of jugular phlebogram in a case of VSD complicated by valvular pulmonic stenosis

Because of delayed appearance of  $\Pi P$  ( $\Pi A-\Pi P$  interval is 120 msec) and low PA pressure,  $\Pi P-v$  interval is practically zero in this situation. This proved the merit of measurement of  $\Pi P-v$  interval in case of VSD with suspected PS.



**Figure 10.** Jugular phlebogram in a case of probable Eisenmenger syndrome

In this case, the PA pressure was not obtained. However, the presence of significant pulmonary hypertension is easily suspected by the prolonged P-Q interval (125 msec).



つまり上昇した右室圧が右房圧に迄下降するのに時間がかかるということによって生じるし、また Gleason<sup>11)</sup>は、右室肥大に伴う右室伸展性減少が心室弛緩に要する時間を増大させるとしている。

以上を本研究の VSD 例に適用すると、PA 圧上昇のない例では II P の出現が正常であり、RV-RA の圧差が小さい為、RV 圧の経過のうち下降部分が短かく、したがって II P-v 間隔、つまり右室の IVRP は正常にとどまることになる。

一方 PA 圧が上昇し、Eisenmenger reaction を呈するようになると、II P の出現は正常の場合によって早期に出現し<sup>12)</sup>、一方 v 波の出現は遅れるから、したがって著明な II P-v 間隔の延長 (IVRP の延長) を来すと解される。

以上のごとき考察が妥当であることは、PA 圧の低い PS 合併例で、II P の遅延が II P-v 間隔を消失させる傾向があることでも明らかである。

しかし本研究では、PA 圧正常群と Eisenmenger 群との間に明らかな差をみたとはいえず、補正 II P-v 間隔と PA 圧との間に密接な直線関係をみいだすことはできなかった。その原因の一つは、成人例においては小児例におけるような hyperkinetic pulmonary hypertension を有する例に遭遇する機会に乏しいことがあげられよう。またカテーテル施行と頸静脈波記録との時期的ずれも考慮されねばならない。

## まとめ

84例の VSD と84例の健常対照群について頸静脈波曲線の対比検討を行ない、以下の結論を得た。

1. VSD では、いわゆる simple VSD である限り、頸静脈波曲線に本質的な変化を来さない。
2. 肺高血圧を合併すると、右室等容拡張期を代表する補正 II P-v 間隔が著明に延長して 150 を超え、逆に PS を合併して肺動脈圧の著しい低下を来すと、この間隔は消失に傾く。
3. しかしながら、II P-v 間隔から肺動脈圧を推測するには、上述した両極端の中間領域におけるバラツキが大きく、従来の成績はその点で批判されなければならない。

## Summary

Jugular phlebogram in 84 patients with ventricular septal defect (VSD) and in the same number of normal subject was analysed, and the hemodynamic correlates were investigated as to some variables.

In VSD, the jugular phlebogram was essentially normal, whenever the gross hemodynamic change was not observed by cardiac catheterization. No abnormality of the "v" wave as in the case of atrial septal defect was observed. In cases with pulmonary hypertension

(PH), the isovolumic relaxation period (IVRP) of the right ventricle, measured by the interval between the pulmonary component of the second heart sound ( $\Pi P$ ) and the peak of the "v" wave (corrected by heart rate),  $(\Pi P - v)/\sqrt{RR}$ , was prolonged beyond 150, whereas it was extremely short in the complicated cases with pulmonary stenosis (PS). However, the relationship between the pulmonary systolic pressure (PSP) and  $(\Pi P - v)/\sqrt{RR}$  was not so close as one might predict the PSP from the measured interval. Mean pulmonary artery pressure had not better correlation than PSP. Discussion was made as to the diagnostic prospect of the jugular phlebogram in VSD, particularly with respect to the measurement of IVRP.

#### 文 献

- 1) Hartman H: The jugular venous tracing. Amer Heart J 59: 698-717, 1960
- 2) 坂本, 井上, 張, 伊藤, 林, カミアル, 村尾: 心房中隔欠損症における頸静脈波曲線の診断的意義とその血行力学的背景。臨床心音図 2: 73-85, 1972
- 3) Fuchs G, Zeller G: Zur unblutigen Bestimmung der Trikuspidalöffnungszeit. Z Kreislaufforsch 53: 148-153, 1964
- 4) Arevalo F, Sakamoto T: On the duration of the isovolumetric relaxation period (IVRP) in dog and man. Amer Heart J 67: 651-654, 1964
- 5) Burstin L: Determination of pressure in the pulmonary artery by external graphic recordings. Brit Heart J 29: 396-494, 1967
- 6) Feder W, Cherry RA: External jugular phlebogram as reflecting venous and right atrial hemodynamics. Amer J Cardiol 12: 383-393, 1963
- 7) Wood P: Diseases of the Heart and Circulation, 2nd ed, Lippincott, Philadelphia, 1956
- 8) Gamboa R, Gersony WM, Hugenholtz PG, Nadas AS: External measurement of the isovolumic relaxation phase as an indicator of pulmonary artery pressure in ventricular septal defect. Amer J Cardiol 16: 665-674, 1965
- 9) Leatham A, Segal B: Auscultatory and phonocardiographic signs of ventricular septal defect with left-to-right shunt. Circulation 25: 318-327, 1962
- 10) Harris P: Some variations in the shape of the pressure curve in the human right ventricle. Brit Heart J 17: 173-182, 1955
- 11) Gleason WL, Braunwald E: Studies on the first derivative of the ventricular pressure

pulse in man. J Clin Invest 41 : 80-91, 1962

- 12) Ito U, Hayashi T, Sakamoto T : Syndrome of pulmonary artery attenuation. Observation of 23 cases (in preparation).

## 討 論

坂本（東大第二内科）：共同演者で発言するのはおこがましいのですけれども、私たちが既に出ている外国の業績を知っていながらわざわざ出題した理由をちょっと申し上げておきます。これは一般的な問題でありますけれども、外国の雑誌を見ていると、ことに最近、成績があまりにきれいで、かえって信憑性に乏しいという論文が多いようであります。この会場の中にも非常に多数のアメリカ留学経験者がおられるはずで、それでこのような席で発言するのは気がひけますが、いろいろな外国人留学生がきて、アメリカで腰かけ仕事をして帰ってゆく。その仕事に、信憑性がないということがしばしばあるのは問題であります。別に Gamboa を攻撃するわけではありませんが、彼は Nadas のところにいた非常に優秀な人ですけれども、私たちがいま発表しました仕事でおわかりになりましたように、II Pと頸静脈波のvとの間隔と肺動脈圧の間には、Gamboa のような、そんなにきれいな直線的相関があるとは思えないのですが、しかしNadasの所の成績では、II P-v間隔から肺動脈圧を推定できると断言しています。またメキシコ人の Bursatin がアメリカでやった仕事にもそういうようなことがかいてありますが、実際はそれほどでもないのです。この際私の申したいことは、外国の論文だから正しいとか、それに盲目的に従って、僅かの差を論じているのは愚だと思ふのです。最近の Circulation や American Heart Journal には、まやかしの心音図・心機図の論文が決して少くはないということを、ぜひ知っておいていただきたいと思ふのです。

司会（竹越）：坂本先生、左心に対する apex cardiogram の問題と、それから右心系の運動に対する頸静脈波の問題ですけれども、そのいずれにも、再現性ということについてどういうふうにお考えですか。とくに頸静脈波に関して…。

坂本：頸静脈波のほうが apex cardiogram よりも再現性があるのじゃないかと思ふのです。ただ注意しなければならないのは記録率の問題だと思います。今日の演題でほんとは申し上げるべきだったのでしょうけれども、このVSD84例のほか、まだ頸静脈波を記録したVSDが15例ですか、余分にあるのです。しかしこの15例は研究の中に入っていません。それらを捨てた最大の理由は、頸動脈波の混入が強すぎて、C波が頸動脈起源であるかどうか問題はありますが、とにかくA波よりも高いC波が出てくるような頸静脈波曲線となって分析に用いられない場合があることが、何度撮りなおしても避けられないし、また頸動脈切痕や収縮期波が重なって分析に適さない、そういう例が何%かある。そういう難点があると思います。これは apex cardiogram でも同じだと思いますし、この方はまたトランスジューサーのあて方で、ひどくいえばどういふふうにも撮れて、再現性がないともいえます。心音がとれないという人は無いことはありませんが極めて稀ですけれど、それも含めて、こういう indirect な方法では、頸動脈波、頸静脈波、あるいは心尖拍動図のいづれにおいても、かならず十分な記録がえられないという何%かの人がいるということは事実です。そういう弱点は避けることが出来ません。