

心音・心雑音の伝播性の 直観的表示法について

東北大学 抗酸菌病研究所

田 中 元 直
 香 坂 茂 美
 海 野 金 次 郎
 寺 沢 良 夫
 杉 春 雄
 仁 田 桂 子

緒 言

胸壁上における心音・心雑音の強度分布状況，最強点の部位，伝播方向などは，心疾患の種類や程度によって特徴があり，無視し得ない重要な診断情報である。しかし，オシログラム表示心音計やスペクトル心音計ではこれらの表示は困難である。われわれはこのような診断上重要な心音・心雑音の強度分布，最強点部位，伝播方向などを，客観的かつ直観的に表示する方法を考案し，検討してきた^{1) 2)}。今回は，特に伝播状況の客観的表示法の原理と，取得される情報の解釈の仕方について述べる。

直観的表示法の原理

表示方式の原理は，図1のごとく，胸壁上に4個の小型マイクロホンを，上下および左右の関係が対称的になるように装着し，各マイクロホンの出力を，ブラウン管のX軸とY軸とに加え，4点間の電位差によって輝点が移動する有様を観察する方法である。実際には，4点における心音・心雑

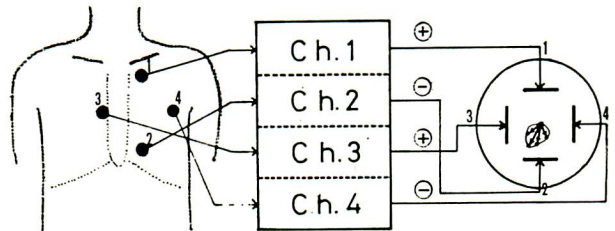


図1 ベクトル表示方式の原理図

Graphic representation of the transmission pattern of heart sounds and murmurs.

Motonao TANAKA, Shigemi KOSAKA, Kinjiro UNNO, Yoshio TERASAWA, Haruo SUGI & Keiko NITTA.

The Research Institute for Tuberculosis, Leprosy and Cancer, Tohoku University, Sendai, 980.

音信号を、**図2**のごとく処理し、抜きとった信号の振幅値または積分値による電位差をみるようにしてある。4個のマイクロホンの出力が同じ、すなわち4点の心音あるいは心雑音の強さが等しいとき、あるいは無信号のときは、ブラウン管面の輝点は中央（原点）にあって動かないが、もし4点の間に強度の差があるときは、輝点は原点から上下差と左右差との合成された方向へと偏位し、その方向は、4点のうち、心音・心雑音の強い部位を指示する。そして、強度に差があればあるほど、原点からの偏位距離は大きくなり、その大きさは4点における割合を表わす。これは、胸壁上4点間における心音・心雑音の強度の同時相関、すなわちベクトルを示すことになる。われわれはこれを、Ⅰ音ベクトル、Ⅱ音ベクトル、心雑音ベクトルなどと呼んでいる。これを胸壁上に置換すると、伝播方向などの判定が可能となる。

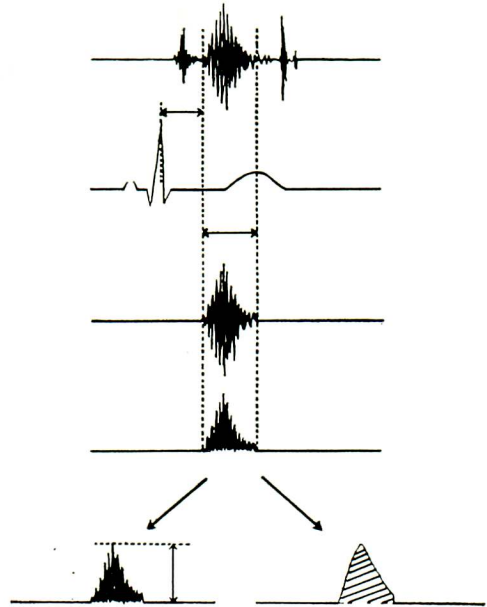


図2 心音・心雑音信号の処理方式のブロック図。振幅値を強度とする場合と、積分値を強度とする場合に分ける。

強度分布図と直観的表示方式におけるベクトルとの対比

本表示方式によって示されるベクトルは、前述のごとく、マイクロホンの装着部位の間における心音・心雑音の強度差によって変わる。もし設定された4点間に、有意の距離と位置関係とがあれば、胸廓表面上における心音・心雑音の強度分布状況が、ベクトルに反映することになる。**図3**は、心房中隔欠損（ASD）、心室中隔欠損（VSD）および動脈管開存（PDA）で、収縮期雑音の強度分布図とベクトルとの関係をみたものである。対応するベクトルは、Y軸（上下）を、左第1肋間胸骨縁と左第4肋間胸骨縁とを結んだ線とし、X軸（左右）を、右第3肋間胸骨縁と左第3肋間乳線上の点とを結んだ線とした場合である。この4点はほぼ直角座標上のり、正方形となる。また強度分布図上の実線とベクトル上の（L）とは、いずれも低周波成分の雑音を示しており、破線とベクトルの（H）とは、高周波成分を示している。強度分布図の●印は最強点を意味し、これに対し約6dBづつ減衰する等強度線を示した。なお、PDAにおいては、低周波成分と高周波成分の雑音の最強点が異なっていたので、高周波成分による最強点を×印で示した。ASDの収縮期雑音は分布領域が広く、VSDのそれは局在性が強い。PDAの雑音は最強点が左上胸部に偏在し、高周波成分は比較的限局性である。一般に、低周波成分の雑音分布は、高周波成分の雑音よりも広く、 $\frac{1}{2}$ に減衰する間隔が広がっている。ベクトルも

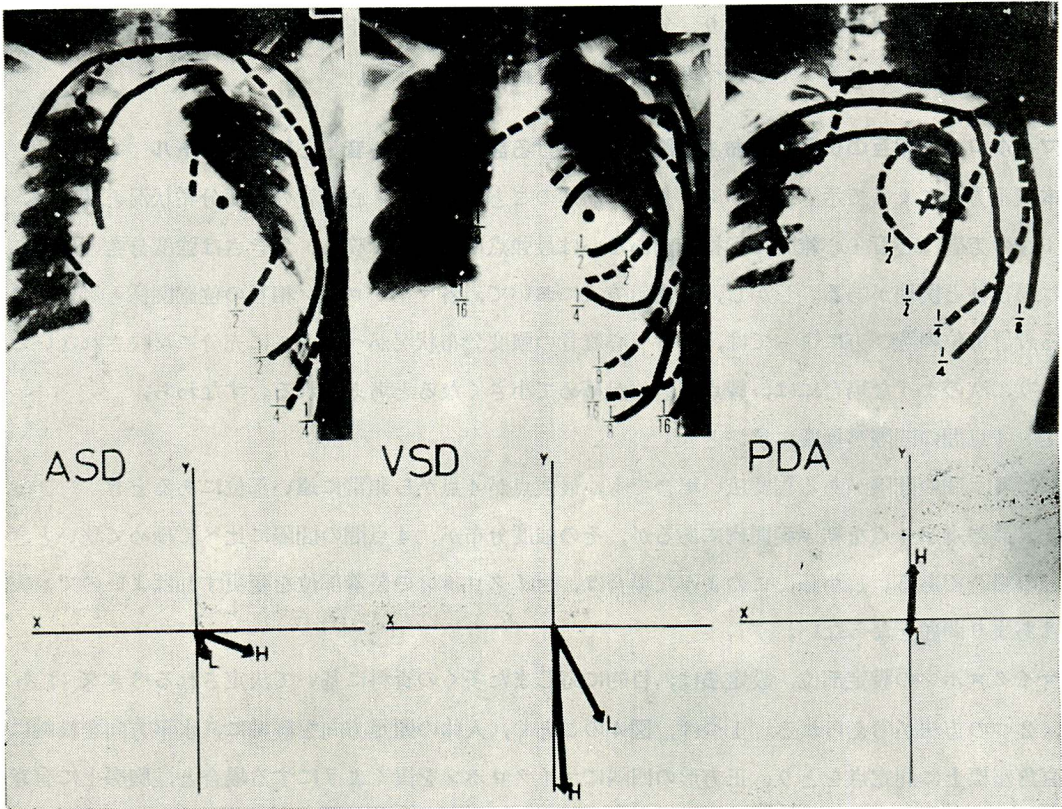


図3 心房中隔欠損（ASD）、心室中隔欠損（VSD）及び動脈管開存（PDA）における強度分布図と、そのベクトルとの関係
 上図の実線及び下図のL……低周波成分、上図の破線及び下図のH……高周波成分、上図における数値は最強点に対する比である。

同一症例でみると、ASDの収縮期雑音のベクトルは比較的小さく、VSDのそれは比較的大きい。一般に、低周波成分の雑音のベクトルは高周波成分のそれより小さい。ここでベクトルが小さいということは、4点間において雑音の強度に差が少ないことを示しており、分布領域が広いことを推定させる。ベクトルの方向は、ASDとVSDとでは左下方を向き、一方PDAでは、低周波成分の雑音のベクトルは下方を、高周波成分のそれは上方を向く。この場合、ASDとVSDの最強点は、4点で囲まれた正方形内にあり、PDAにおいてはこの正方形の外にある。ASDとVSDのベクトルは最強点から遠ざかる方向へ、PDAにおける高周波成分の雑音ベクトルは、ほぼ最強点の部位へ向く。このようなことから、おおよそ次のような関係が推定できる。

(1) 最強点が4点を結ぶ範囲外にあり、分布領域が広い場合は、ベクトルは小さく、分布領域が狭い（限局性）場合は、ベクトルは大きくなる。そして、ベクトルの方向と負（逆）の方向が伝播方向を示す。また、正の方向は最強点の部位を示す。

(2) 最強点が4点の範囲内にあり、分布領域が広い場合は、ベクトルは小さく、分布領域が狭い場合はベクトルは大きくなる。そしてベクトルの方向は伝播方向を示す。

マイクロホン相互の位置関係および胸壁上における設置部位と心音・心雑音ベクトル

本表示方式によって示されるベクトルは、前述のごとく、心音・心雑音の強度分布状況と関連し、ベクトルの方向は心音・心雑音の伝播方向あるいは最強点の部位を示唆し、大きさは強度分布の広さあるいは局在性と関連がある。しかし、本表示方式において、各マイクロホン相互の位置関係と胸壁上における設置部位の選び方によっては、心音・心雑音の強度分布状況がベクトルに十分に反映されないことがあり、次のような場合には、輝点の偏位が極めて小さくなると考えられる。すなわち、

- (1) 4点間の間隔が極度に狭いとき
 - (2) 4点間の間隔がある程度広い場合でも、最強点が4点から非常に遠い部位にあるとき
 - (3) 最強点が4点を結ぶ範囲内にあるが、その強度分布が、4点間の間隔に比べて極めて狭いとき
- などの場合である。しかし、このような場合は、マイクロホンの装着部位を変更すればよいので、実際にはあまり問題とならない。

マイクロホンの設定部位、設定法は、目的に応じた多くの資料に基いて決定されるべきではあるが、2つの方法が考えられる。1つは、**図4**のごとく、人体の頭足方向を縦軸に、水平方向を横軸にした直角座標上に測定点を取り、正方形の四隅にマイクロホンを置くようにする場合と、胸廓上に有意の4点を選び、任意に上下と左右との関係をとる場合とがある。後者の例としては、**図5**のごとく、いわゆる「心臓の聴診部位」上に4点をとる場合がある。

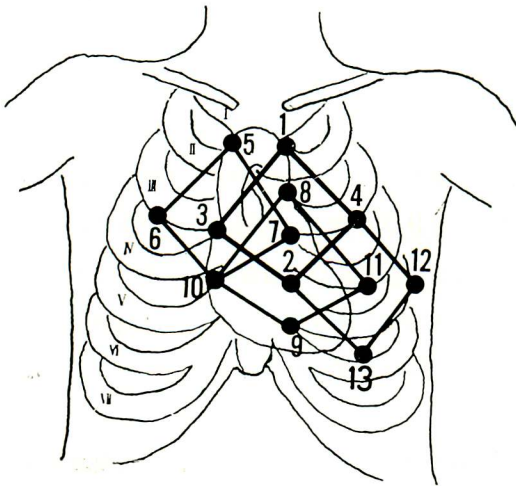


図4 マイクロホンを装着する4点が、直角座標上にあるように設定する場合の例

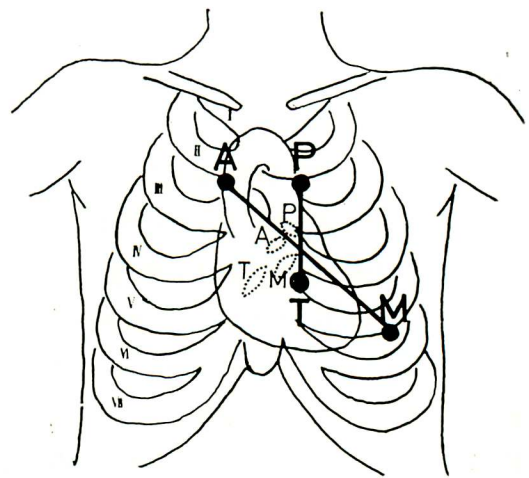


図5 4点を、いわゆる心臓の聴診部位に設置した場合の例

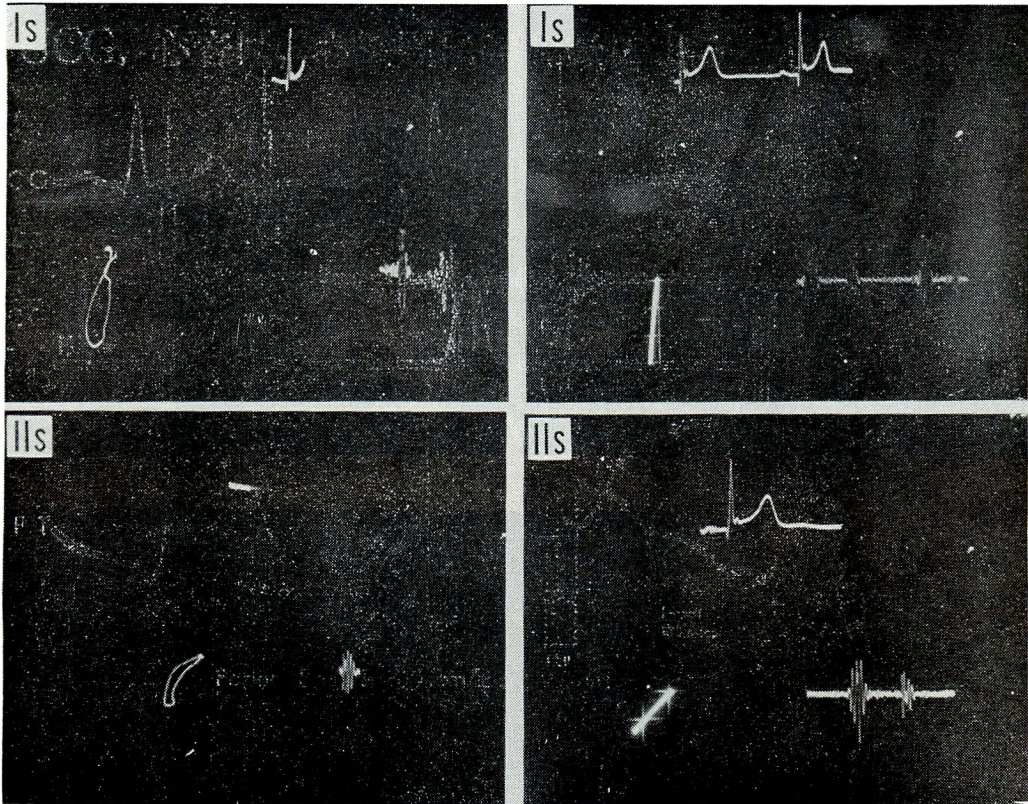


図6 ベクトル表示法による正常心音記録例。マイクロホンの装着部位は、上下を左第1肋間胸骨縁と左第4肋間胸骨縁とし、左右を右第3肋間胸骨縁と左第3肋間乳線上とした。上段はI音（IS），下段はII音（IIS）。左側は振幅値を強度とした場合、右側は積分値を強度とした場合のベクトル表示である。

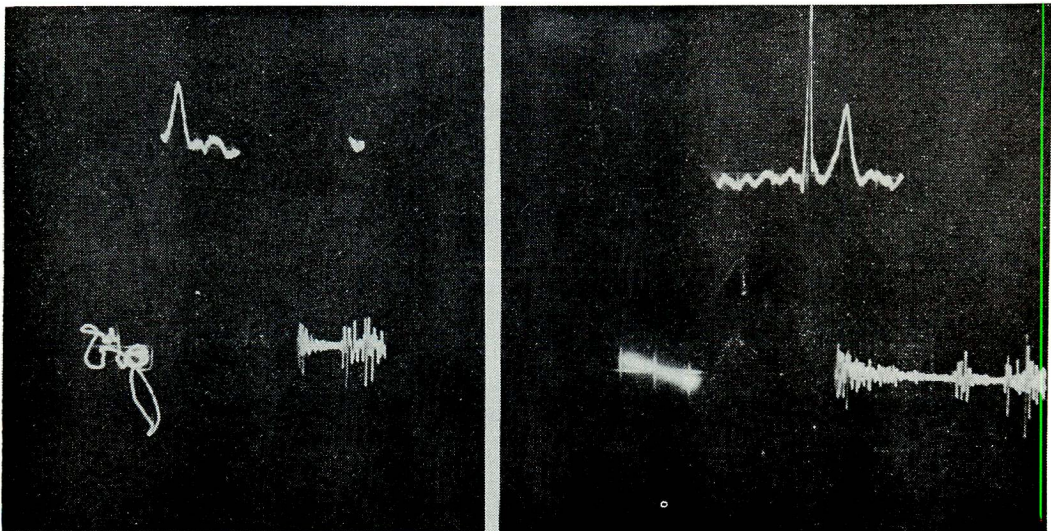


図7 僧帽弁口狭窄の記録例

左図は、一心拍周期の心音・心雑音ベクトル
右図は、拡張期雑音の積分値ベクトル

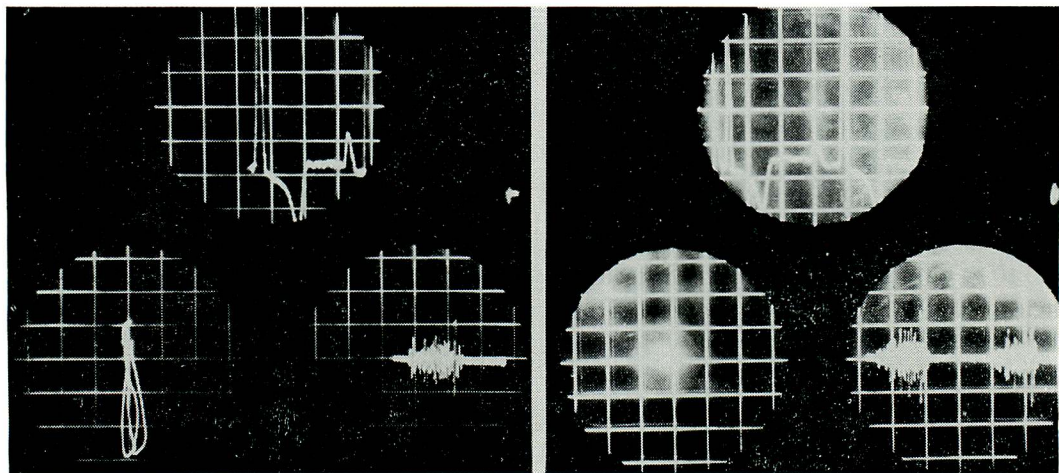


図8 ファロー四徴の記録例 (左)

(右)

左図は、一心拍周期の心音・心雑音ベクトル
 右図は、収縮期雑音のベクトルで、右上方に向き小さい。

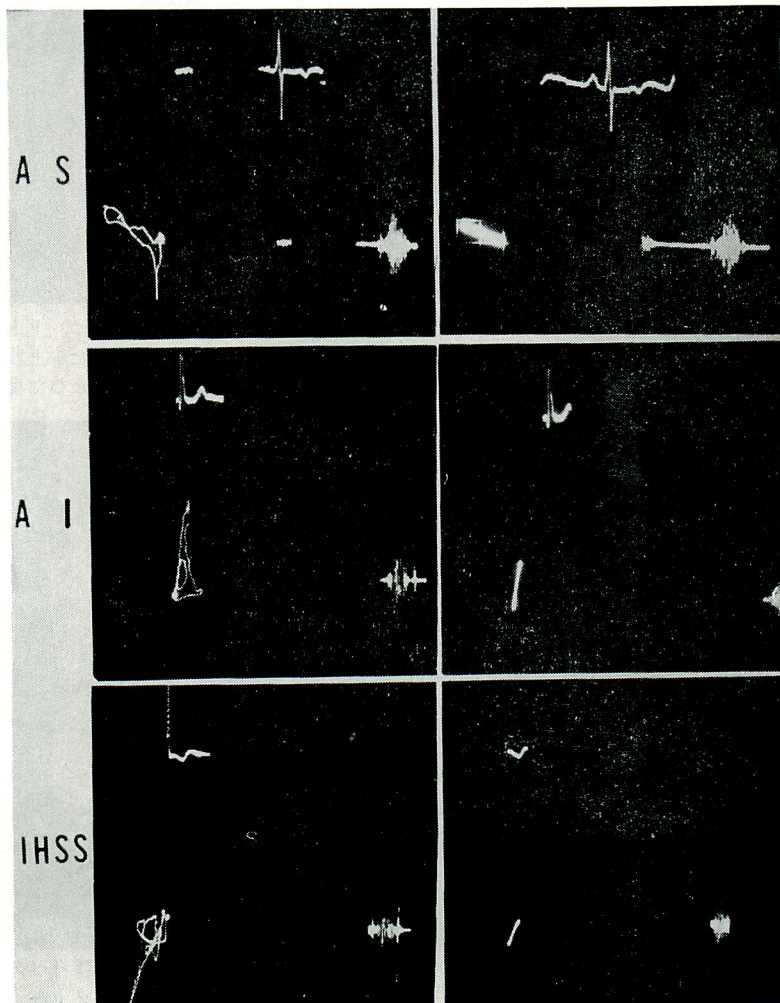


図9 左室流出路部疾患の記録例→

右図は、すべて収縮期雑音の積分値を強度としたベクトル

左図は、振幅値を強度とした一心拍周期の心音・心雑音ベクトル

一般に、強度分布状況をベクトルから判定する場合は、ブラウン管上の表示をそのまま体表面に置換して考えることができるので、4点が心濁音界の上下、左右縁にあるのが好都合である。しかし、4点を直角座標上にとる場合には、心臓の輪廓と胸骨および肋骨の形とから、この条件を必ずしも満足することができない。図4の①—②

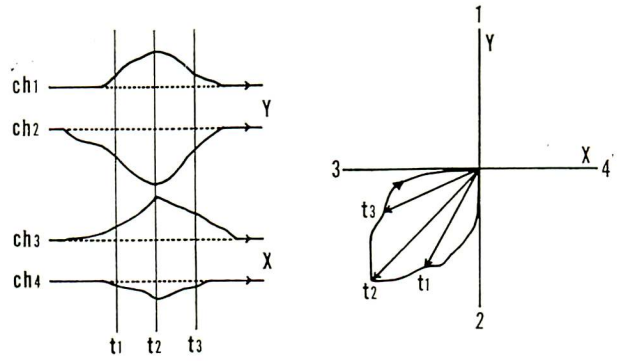


図10 振幅値を強度とした場合のベクトルループの成立ち方

③—④の点、すなわち、左第1肋間胸骨縁と左第4肋間胸骨縁とを上下点とし、右第

3肋間胸骨縁と左第3肋間乳線上の点とを左右点に選ぶと、体幹の上下、左右の関係と比較的一致し、最も合理的である。この4점에設置した場合の臨床記録例を図6～9に示す。各図の左側は振幅値を強度とした場合である。振幅値を強度とした場合には特有のループを観察することができる。これは図10のごとく連続的に心雑音ベクトルを表示した場合、各点における心雑音のパターンが異なっているためである。これは、胸壁上における強度分布状況が時間経過とともに刻々変化する状態を表わした結果ともいえる。

図11は、マイクロホンの装着部位4点を図5のごとく心音・心雑音の最良聴取部位といわれる所に設置し、各種先天性および後天性心疾患について、7例ずつの心雑音の平均ベクトルを示したものである。この図のベクトルは、ブラウン管面に表示された時と同じ直角座標で示した。したがって、設定した左右2点を結ぶ方向は、ブラウン管のX軸方向と約40°のずれがあるから、表示されたベクトルの方向と大きさは、そのままでは比較できない。すなわち体表に置換して考えた場合、

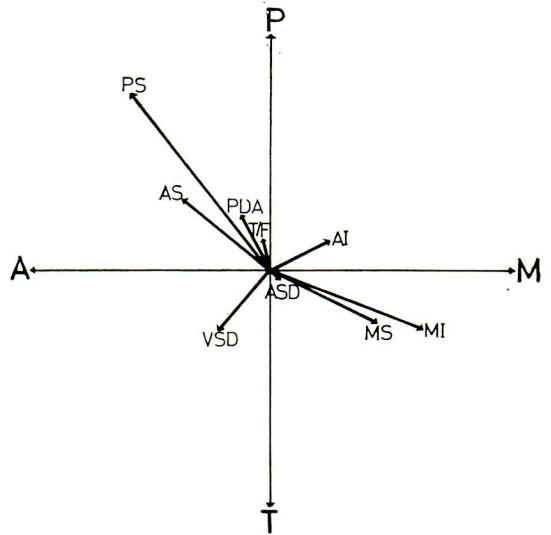


図11 4点を、図5のごとく設定したときの、各種心疾患における心雑音ベクトル

表示されたベクトルは反時計方向に回転していることになる。また、第2象限および第4象限にあるベクトルは、実際より小さく表示され、第1象限および第3象限のベクトルは大きく表示される。しかし、ベクトルの存在する象限は最強点のある部位を示唆し、ベクトルの大きさは分布領域の広さを示す。ベクトルが大きいかほど雑音が限局していることを意味し、同じ象限に存在するベクトルを比較した場合、

座標軸に近いほど、心雑音はその聴診部位に偏位していることになる。

この図において、肺動脈弁狭窄（PS）、僧帽弁疾患（MI、MS）、大動脈弁狭窄（AS）のベクトルは比較的大きく、ファロー四徴（T/F）やASDなどのベクトルは小さい。ASDにおけるベクトルは、図3の場合と同様に小さい。

また、T/Fのベクトル（図8）も小さい。これはマイクロホン装着部位をどのようにとっても、雑音の強さに差がないことを示すものであり、分布が広いことを意味している。同じ大動脈弁疾患において、大動脈弁狭窄（AS）におけるベクトルと大動脈弁閉鎖不全（AI）におけるベクトルとは、その大きさおよび存在する象限が異なっている。すなわち、ASのベクトルは第4象限にあり、AIのベクトルは左方へ偏位し、ASのベクトルに比し小さい。このことは、AIの雑音が心尖部にもかなり分布し、ASの雑音に比し分布領域が広いことを意味している。また、PS、MSおよびMIのベクトルは大きい。これはこれらの疾患における心雑音が限局性であることを意味する。以上のベクトル所見は、田中ら³⁾ および吉村ら⁵⁾ の報告している各種疾患における心雑音の強度分布状況を、かなりよく伝えているものと考えられる。

結 語

胸壁上4点間における心音・心雑音の強度の同時相関を、ブラウン管面上にベクトル的に表示することによって、胸壁上における心音・心雑音の強度分布状況、最強点の所在および最大伝播方向などを、容易、かつ直観的に判定できる。そして、本表示方式は、心疾患の鑑別診断のみならず、心音・心雑音の伝播機構の解析などにも応用できるものと考えられる。

本研究は、昭和45年度新医療技術研究補助金による助成によってなされたものであり、謝意を表す。

文 献

- 1) 田中元直，他：第8回日本ME学会大会予稿集，1969.
- 2) 田中元直，他：第9回日本ME学会大会予稿集，1970.
- 3) 田中元直，他：診断と治療 54：1213，1966.
- 4) 吉村正蔵，他：日本臨床 24：2043，1966.

第 1 席 討 論

司会 (田中(元)・東北大) : 心音・心雑音の伝播についての発表ですが、質問なり意見なりを伺いたいと思います。

坂本 (東大第二内科) このような方法を使うメリットと云うものを、一言でいうとどういうことになるのでしょうか。普通の心音図で、たとえば同じ増幅度で数カ所から記録しておいて比較するというのは、手数がかかる、ということでのメリットなのか、それとも何かそれによって、診断が非常に容易になるというメリットがあるのか、また、あればどの程度なのかお尋ねしたいと思います。

演者 (海野・東北大抗酸菌研) : そのそもその目的は、聴診上問題となる、いわゆる聴診所見の内容ですけれども、たとえば私たちはよく心尖部だけ聞こえる雑音だとか、心尖部と第2肋間がよく聞こえるが、ほかのところでは聞こえない雑音であるとか、どこでも良くきかれるとか、そういうふうなことをいつも口にするわけです。この発表はまず最初にそういう言葉の客観的な表示、たとえば雑音の最強部位、分布領域の広さ、伝播方向というようなものを、できるだけ客観的に表示したいと云うのが、第一の目的です。

それから、第二に、そういう強度分布というものについて、心臓から出た音が、どういう伝播をして、それぞれに特有な強度分布をつくるのかということ、つまり一つの強度分布の成因をあきらかにして、音源の部位とか、雑音の発生機転とか、そういうものを知る手段とする。また、そういう方法を発展させて行くつもりです。

坂本 以前の私は、最強点というものにそれほど関心を持たなかったのですが、最近は非常に興味を持っております。そこで二つお聞きしたいことが有るのですが……。あとでも話題になるかと

と思いますが、僧帽弁狭窄の拡張期ランブルとオーステン・フリント雑音のランブルは、聴取される範囲が違くと昔からいらわれています。その差が絶対的なものかどうか、それにはいろいろ問題がありそうですが、一つの理由としては、僧帽弁狭窄(MS)では右室が張り出してくるために左室が背中の方にまわるので、左室は胸壁に僅かしか顔を出さず、従って狭い範囲にしか雑音が聞かれない。一方、大動脈弁閉鎖不全では左室が前胸壁の方に張り出してくるので、左室の聴取領域が増すためにフリント雑音も広い範囲できかされる。このように考えれば、非常に合理的なんですけれども先生の研究でそういう鑑別が可能かどうかということが一つの質問です。それから、もう一つは、これは演題から少し外れるかもしれないですけれども、雑音の最強点というものは、元来雑音を発生する部位、つまり雑音発生源から最も近い胸壁部位にあるというふう考えた場合、そこに何か間違いがあるかどうかということなんです…。

演者 この方法であたえられる情報が何を意味するかということは、先程申した通りですが、胸壁上の強度分布が心臓の音響のどういうものを反映して、さきほど示しましたような結果ができたかというようなこと、それからそれに関係したいろいろな解剖学的な変化というようなことは、これから検討して行きたいと思っております。それから最強点の問題ですけれども、最強点が音源の最強点にもっと近い点にあるということは非常に興味あることなのですけれども、まだ基礎実験の段階で臨床的なことを結びつけるまでになっていないので、はっきりしたことは申しあげられませんが、しかし非常に関係が深いのではないかと思っております。