

## 貧血時心音および心雑音についての心音図学的研究

金沢大学大学院医学研究科第一内科学講座(主任 武内重五郎教授)

西 出 啓 二 郎

(昭和39年2月15日受付)

本論文の要旨は昭和39年2月22日日本循環器学会関東甲信越地方会  
第32回例会において発表の予定である。

近年心臓血管外科の進歩によつて、心弁膜疾患・先天性心疾患の正確な診断が必要となつてきている<sup>1)</sup>。弁膜疾患・先天性心疾患の診断には、聴診・心音図・心電図・X線検査・心臓カテーテル法・心臓血管造影法などの診断法があるが<sup>2)-4)</sup>、聴診はスクリーニングの手段としてますますその重要性をましてきている。しかし聴診法は元来主観的なものである<sup>5)-7)</sup>。この主観性を避け、客観的な信頼性のある方法が要求され心音図が出現したのであるが、出現当時は心雑音が記録しがたく、心音が記録されるにすぎなかつた。ところが近年に至り電子工学の発展により、種々の改良がなされ、優れた心音計が出現してきたのである<sup>6)-9)</sup>。

われわれが患者に心雑音を認めた際に、最初に直面するのはそれが器質性心雑音か、機能性心雑音かということであろう<sup>10)-15)</sup>。機能性心雑音としては従来、正常時の心雑音<sup>16)-21)</sup>・甲状腺機能亢進症<sup>13)14)22)</sup>・貧血時の心雑音<sup>13)14)23)-31)</sup>・その他<sup>32)</sup>があげられている。正常時の心雑音についてはかなりの報告がみられるが<sup>16)-20)</sup>、貧血・甲状腺機能亢進症の心音・心雑音についての心音図学的分析は少ない。著者は機能性心雑音を聴取される場合ことに貧血時の心音および心雑音について、心音図上の特徴を知るために、心音図とともに心電図・胸部X線写真・バリストカルジオグラムをとり、血色素数・赤血球数・血液粘稠度・血液比重・血清総蛋白量を測定して、心音図との相互関係をしらべた。一方正常人で心雑音の聴取されるものおよび甲状腺機能亢進症の心音図と比較検討し、若干の知見をえたので発表する。

## 実験方法

1) 心音計は多段フィルター式心音計<sup>33)34)</sup>(桑原博愛堂製 U-5 型)を使用した。その増幅器特性を附図

1に示す。すなわち 500 cps に対し 50 cps の減衰度が、0, 12.5, 25, 37.5 および 50db となる5種のフィルターを内蔵する心音計である。低音減衰度の少ない方から、順次最低音 (low)・低音 (medium low)・中音 (medium)・高音 (medium high), および最高音 (high) とした。5mv, 60 cps の商用交流電流を増幅器の入力端に印加して校正曲線とした。記録器は、1000cps まで平坦な特性を有する可動鉄片型オシログラフを、またマイクロフォンは口径 3.5cm, 重量 270g の空気伝導型ダイナミックマイクロフォンを用いた。記録紙搬送速度は 10cm/sec とした。レーザーおよび残光性ブラウン管オシログラフを記録時のモニターとした。記録に際しては被検者を数分間仰臥位として安静を保たしめ、普通呼吸を行なわせ、呼吸の終りに呼吸停止を命じ、4~5 心拍について記録した。記録部位としては、心尖部 (Apex), 胸骨左縁第IV肋間 (LIV), 胸骨左縁第III肋間 (LIII), 肺動脈領域 (P) および大動脈領域 (A) の五つの部位について記録した。被検者は防音室内に入れ、記録器は防音室外におき、また介助者によりマイクロフォンによる胸壁への圧力をほぼ一定に保たせた。このようにしてえられた心音図を附図2に示す。

2) 血液粘稠度は Hess の方法を<sup>35)</sup>、血液比重は硫酸銅法<sup>37)</sup>をもちいて測定し、血清総蛋白量測定は日立蛋白計<sup>37)</sup>によつた。

3) バリストカルジオグラムは米山式 low frequency ballistocardiograph<sup>38)39)</sup>を使用し、被検者には呼吸で呼吸停止を命じて 8~10 心拍について記録した。バリストカルジオグラムの校正は、Table の下面中央に、縦横両軸のいずれにも45度の角度にして固有振動数約 2.5 cps の単振子をとりつけ、この振子の先端に滑車を介して 1kg の重量を負荷して一定の偏位を

Phonocardiographic Studies of Heart Sounds and Murmurs in Anemics. Keijiro Nishide, Department of Internal medicine (I) (Director: Prof. J. Takeuchi), School of Medicine, Kanazawa University.

与え、この負荷重量を突然とり去ることによつて行なわれる。較正はバリストカルジオグラムの記録後テーブル上に被検者をのせたままの状態で行なわれるが、この際バリストカルジオグラム波が較正曲線と重複することを防ぐために増幅器の感度はバリストカルジオグラム記録時の1/10とした。かくのごとくにしてえられたバリストカルジオグラム、較正曲線を附図3および附図4にします。

バリストカルジオグラム較正曲線は正弦波となるが、最初の波はしばしば負荷重量解放時の人為的振動のために歪をきたす故に、第II、第III、第IV波の振幅の平均値をもつて較正曲線の振幅とした。

4) えられた心音図について、心電図Q波とI音・II音・T波との間隔を計測、I音・II音の大きさには較正曲線との比をとり強度比とした。I音についての分析には心尖部中音心音図を、II音については肺動脈領域中音心音図を利用した。III音については、5段階の心音図のどの段階にあらわれるかによつて亢進度をわけた。すなわち最低音であられるものを1度、以下同様に低音で2度、中音で3度、高音で4度、最高音であられるものを5度とした。収縮期雑音については、その型、各記録部位における強度比、最強点の部位、最強点における最低・低・中・高・最高音心音図における強度比、心電図のQ波より心雑音の始まりまでの時間(Q-Mm)、心雑音の始まりより頂点までの時間、心雑音の持続時間、0.1秒間の振動数をしらべた。測定には8倍のルーペを用いた。

バリストカルジオグラムについては、I-J脚の垂直距離を測定し、前述の方法によつてえられた較正曲線との比、すなわち、I-J/較正曲線の振幅を求めこの値をI-J振幅とした。

### 被 検 対 象

貧血例43例について53記録の心音図をとつた。貧血の種類は、本態性低色素性貧血7例、再生不良性貧血3例、溶血性貧血2例、Banti症候群2例、悪性貧血1例、急性白血病1例、多発性骨髄腫1例、胃癌7

例、その他の続発性貧血19例であつた。正常例20例、甲状腺機能亢進症16例を対象とした。年齢・性別は表Iのごとくである。

### 成績および考察

#### 1. 貧血時の心音

1) Q-I間隔 心電図Q波の始まりからI音主振動の始まりまでを心尖部中音心音図で測定して0.03~0.06秒の成績をえた。Q-I間隔は一般に心臓の電氣的収縮開始から僧帽弁閉鎖までの時間をあらわすとされ、僧帽弁狭窄では特異的に延長することが知られている<sup>40)-43)</sup>。また高血圧症<sup>34)45)</sup>・大動脈弁閉鎖不全症<sup>44)45)</sup>・心筋硬塞<sup>46)</sup>などでも延長する。上田ら<sup>21)</sup>は正常人200例をしらべ、Q-I間隔の正常値を0.03~0.065秒であつたと報告している。著者の貧血例では正常範囲内であり、延長はみられなかつた。

2) I音の大きさ 心音図における心音・心雑音の較正についてはいろいろ考案されているが、非常に複雑な問題を含んでいる<sup>46)7)84)</sup>。心臓周囲の組織の音の伝導度・肺の含気量・胸壁の厚さ・胸廓の径によつても、またマイクロフォンが胸廓に加える圧によつても大きさが左右されることが考慮される。また較正用電流として商用交流電流を用いた場合、負荷の状況その他によつて、較正波に高調波の混入する状態がことなり、この影響は最高心音図で著しい<sup>6)</sup>。しかし Sloanら<sup>46)</sup>、上田ら<sup>47)</sup>、須階<sup>48)</sup>の方法に従い、振幅を較正曲線で除した値(強度比)を、マイクロフォンの圧を一定とし、また高調波の混入の影響の少ない中音心音図で求めて、心音・心雑音の大きさを評価しようとする試みはある程度可能と思われる。心電図の較正の場合でも、生体のインピーダンス・電極の接触抵抗などのために、較正された波高がかならずしも心臓の起電力を忠実にあらわしていないのであるが、その有用性は疑いのないところである。これと同様の意味において、心音図の較正も有用でありうると思われる<sup>7)</sup>。

心尖部I音の強度比をこのようにしてえた値は0.2~6.7(平均1.46)であつた。上田らの正常人の報告<sup>21)</sup>では0.2~13.5と広い範囲にわたつている。著者の

表I 被 検 対 象

		0~20歳	21~40歳	41~60歳	61歳以上	計
正 常 (20例)	♂	2	0	1	0	3
	♀	8	7	2	0	17
甲状腺機能亢進症 (16例)	♂	0	5	0	0	5
	♀	1	5	5	0	11
貧 血 (43例)	♂	3	5	8	1	17
	♀	3	7	9	7	26

貧血例はこの範囲にあつた。

従来聴診上貧血時にはI音の亢進があるとされていたが<sup>13)24)30)49)</sup>、I音強度比と血色素数との関係はかならずしも一定でなく(図I-a)、また経過観察例でも(図I-b)、貧血の改善につれてI音の強度比がかならずしも減弱するとは限らないと思われる。ところがI音強度比とP-Q間隔の関係をしらべると、図I-cの

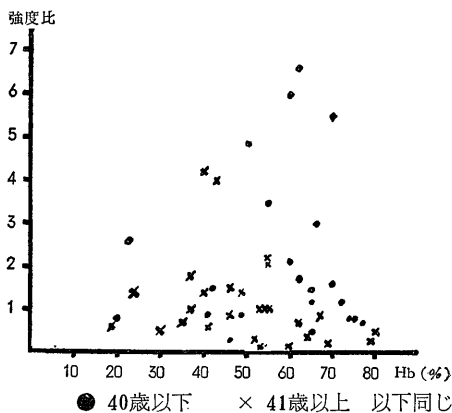


図 1-a 心尖部 I 音強度比と Hb

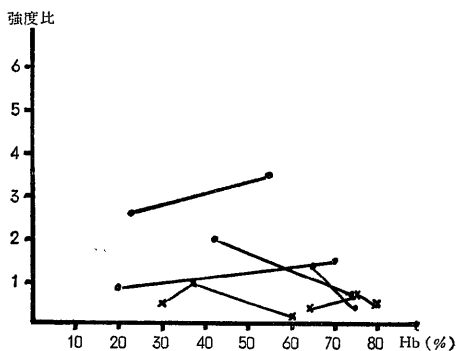


図 1-b 心尖部 I 音強度比と Hb の経過

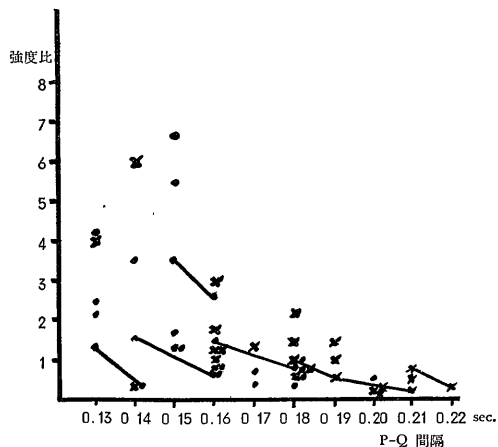


図 1-c 心尖部 I 音強度比と P-Q 間隔

ごとく、P-Q間隔の短縮につれてI音の強度比が大となる傾向にある。年齢・胸壁の状態に個人差があり、また貧血の程度に差があるにもかかわらず、I音の強度比とP-Q間隔に一定の関係がみられることは興味あることである。一般にP-Q間隔は年齢とともに延長する<sup>50)</sup>。著者の貧血例では高齢者が比較的に多いため、P-Q間隔はわりにながく、I音が亢進するという従来の記載<sup>13)24)30)49)</sup>に一致しなかつたものと思われる。I音の音量はDock<sup>51)</sup>によれば、心室収縮開始時における房室弁の位置と、収縮開始直後の弁の緊張によつて決定されるといわれている。かかる関係が貧血の程度によるI音の差をおおいかくすものと考えられる。

3) I音の持続時間 I音の持続時間について心尖部中音心音図で測定し、0.05~0.14秒(平均0.10秒)で、血色素数との関係は全体としてみても一定の関係はなく、また経過観察例でも一定の関係がみられない(図I-d)。

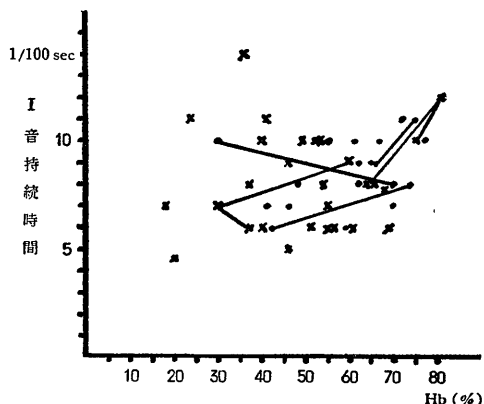


図 1-d 心尖部 I 音持続時間と Hb

4) Q-II間隔 肺動脈領域で記録した中音心音図について、心電図Q波からII音の始まりまでの時間を測定すると、0.30~0.44秒(平均0.391秒)であり、Q-II間隔とQ-Tの比は88~110%(平均99.2%)でHegglin症候群をしめしたものは3例(5.9%)で、うち1例はST・T変化をともなつていたが、他の2例はST・T変化も高電位差もなく、貧血も高度でなかつた。

LepeshkinのQ-T判定グラフ<sup>52)</sup>によると、Hegglin症候群をしめした1例にQ-T延長をみたが、残りの2例は正常範囲内にあつた。正常人については上田ら<sup>21)</sup>は1.5%、Jaegerら<sup>53)</sup>は0.6%にHegglin症候群をみているが、著者の貧血例では、それに比してやや多いと思われる。II音主振動開始が心電図T波終末

部よりも早く生じる場合には、a) Q-II 間隔正常・Q-T 延長, b) Q-II 短縮・Q-T 正常, c) Q-II 間隔短縮, Q-T 延長のある場合があり, c) の場合で 0.04秒以上早く II 音が生ずる場合に心筋の代謝障害が想定される<sup>49)</sup>。Hegglin 症候群をしめしたものについて、1例は Q-T 延長を伴なっていたが、他の 2例は Q-T 延長がなく生理的 Hegglin 症候群であった。

5) II 音の大きさ 肺動脈領域 II 音の中音心音図における強度比は 0.5~7.0 (平均 2.6) であり、血色素数との関係は全体としてみても、また経過観察例についても一定の関係はなかつた (図 2-a)。II 音は通常

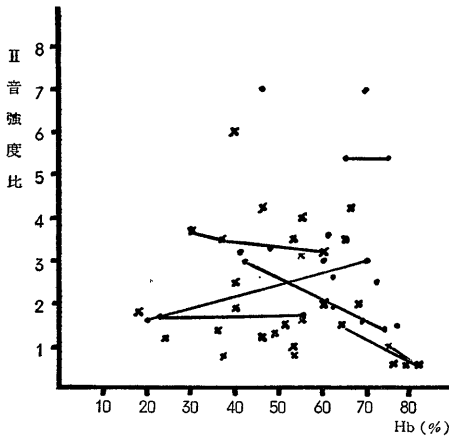


図 2-a 肺動脈領域 II 音強度比と Hb

三つの部分に分けられる。聴診の対象となるのは主節であり、これは周波数が高く、振幅も大きい振動群で、大動脈弁・肺動脈弁の閉鎖の結果生じる反動が主な振動源であるとされている<sup>50)</sup>。ここでは主節の強度比を測定した。従来貧血においては II 音の亢進があるとされていたが、著者の症例では、その強度比と貧血の程度との間には一定の関係がみられなかつた。

6) II 音の分裂 被検者に普通の呼吸を行なわせ、呼気で停止したときの II 音の分裂を肺動脈領域で観察すると、53記録中19の心音図 (36%) にみられ、0.03秒~0.06秒であつた。いずれも呼吸により変動した。大動脈領域での記録を参照して、肺動脈成分か大動脈成分かを定めて、その両者を比較すると、大多数において大動脈成分の方が大である (図 2-b): II 音分裂は両半月分の閉鎖時期のずれによつて生ずるとされ、通常大動脈成分 (IIA) が肺動脈成分に先行しておけるとされている<sup>54)</sup>。II 音分裂には正常呼吸性分裂・病的呼吸性分裂・奇異性分裂・固定性分裂があるが<sup>54)</sup>、貧血の症例でみられたものは呼吸性分裂であつた。分裂間隔の増大は、右室駆出時間の延長をしめし、かかる

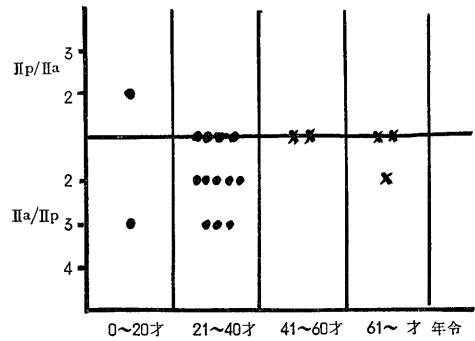


図 2-b II 音分裂を有する場合の IIp と IIa の比

異常分裂は肺動脈狭窄・心房中隔欠損・右脚ブロックで認められる<sup>54)</sup>。正常値については上田ら<sup>21)</sup>は 0.02~0.055 秒と報告している。著者の報告例はほぼこれに一致する。生理的呼吸性分裂は若年者によくみられ、その原因としては、吸気時の静脈血還流増大にもとづく肺動脈弁閉鎖の遅延<sup>55)-57)</sup>、さらに大動脈弁の閉鎖<sup>58)</sup>が早期におこることも関与しているとされている。

7) III 音 III 音は 40歳以下で 9例 (50%), 41歳以上で 6例 (24%) にみられた。III 音が 5段階のどの心音図まであらわれるかによつて III 音の亢進度をあらわすことが試みられている<sup>20)-22)</sup>。このことに関しては、増幅器の振幅をますことによつて僅かな III 音が高音特性の心音図まで記録される可能性が生じる。しかし著者の使用した心音計では、30 cps の音は低音心音図では最低心音図の約 1/5、中音心音図では約 1/30 に減衰されるように設計されている。III 音は 25~35 cps の振動である。一方増幅器の振幅をます場合、増幅度は症例によつて 2~3 倍以下にとどまるから、高音特性の心音図に記録されることは増幅度の問題をこえる音量の増大、高調化があると考えられる。このようにして III 音の亢進度をあらわすと、図 3-a および図 3-b のごとくとなる。図 3-a は 40歳以下のものについてであり、図 3-b は 41歳以上のものについてである。

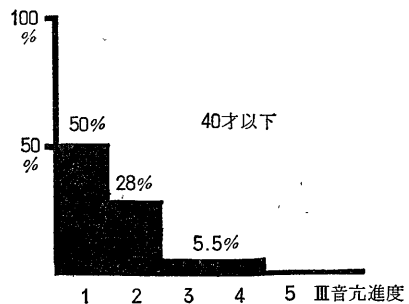


図 3-a III 音の頻度 (40歳以下)

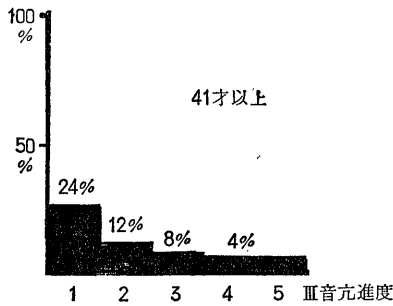


図3-b III音の頻度 (41歳以上)

正常人についてのIII音出現率は10.7~100.0%と心音計による差異、波型の解釈上の差異によつて不一致はあるにしても<sup>6)49)</sup>、40歳以後聴取されるIII音・中音図以上に出現するIII音(亢進度III以上)は病的と考へてよいとされている<sup>6)59)60)</sup>。著者の貧血例では41歳以上にIII度以上の亢進をしめすものがあつて、これは明らかに異常であると思われる。貧血の程度とIII音の亢進度との関係を見ると、貧血の強いものにかかわらずIII音の亢進があるとは限らないが(図3-c)、経過観察例では、6例中4例にIII音がみられ、貧血の改善と

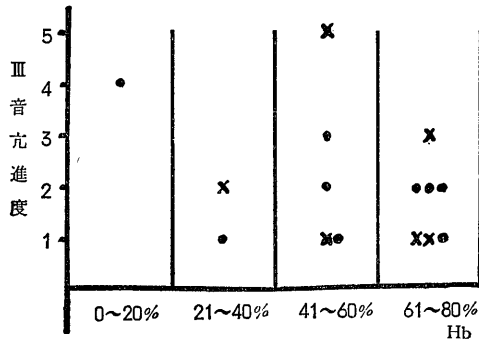


図3-c III音亢進度と Hb

もに4例ともIII音の消失がみられた。従つて少なくとも経過観察例におけるIII音は貧血と密接な関係にあるものと思われる。

一方III音の亢進度と心胸廓係数51%以上、心電図で高電位差( $RV_5 \geq 26$  mm)をしめすもの、ST-T変化を伴うものとの関係を見ると、図3-dのごとく心胸廓係数51%以上、心電図で高電位差・ST-T変化のあるものにIII音が出現する傾向がみられた。従つて貧血時のIII音は心拡大と関係があると推察される。

III音の発生機転には弁膜説と心筋説があるが現在は拡張早期の房室血流が心室筋に衝動をあたえ心室が伸展するために生ずる音であるとする説が一般に支持されている<sup>6)</sup>。またIII音の亢進は房室血流の絶対的また

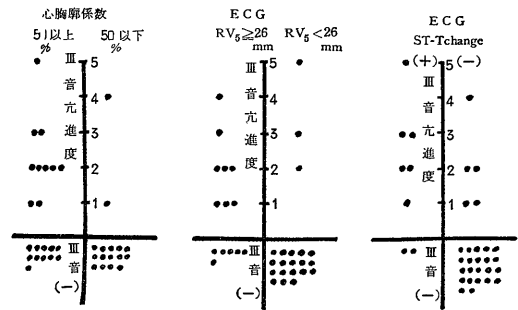


図3-d III音とX線写真および心電図との関係

は相対的(たとえば心筋不全)増大によつておこると考へられている<sup>6)</sup>。貧血におけるIII音の亢進は、房室血流の増大、そしてそれに伴う心拡大を心音図上推定しうる症状である。

8) IV音 IV音が中音心音図に記録されたものは1例あつた。この症例は21歳男子、再生不良性貧血の患者で、血色素数20%、赤血球数95万と高度の貧血をしめし、X線上心胸廓係数47%、心電図では $RV_5$  30mm、ST-T変化はなかつた。同時にIII音の亢進もあり、四部調律をしめした(附図5, 6)。

### 2. 貧血時の収縮期雑音

機能性心雑音とは一般に心臓になんらの器質的変化のない場合、心雑音が聴取されたときに与えられる名称とされている<sup>6)13)14)</sup>。しかしその用語は一定でない。すなわち functional, physiological, accidental, non-pathological, innocent, normal と種々の名称があり、それが意味するものも学者により一定ではない。英米では functional が normal, innocent と同様に使われることがあり、本邦でも用語の混乱がある<sup>6)7)13)14)</sup>。ドイツでは正常者の心雑音を akzidental, 発熱・甲状腺機能亢進症・貧血などの心雑音を funktionell といつて比較的明瞭に区分しているが<sup>6)2)</sup>、甲状腺機能亢進症・貧血症はなんらかの影響を心臓に与えるものであることは明らかであり、funktionell という語を非器質性という意味にとるには納得しかねるが、非弁膜性という意味に解釈してとりあつた。正常心雑音に関する報告は近年増加しているが<sup>16)~21)</sup>、甲状腺機能亢進症<sup>22)</sup>・貧血性の心雑音<sup>23)~32)</sup>についての心音図学的分析は少ない。貧血の際にしばしば収縮期雑音が聴取されることは従来より注目されていたが<sup>4)6)7)13)14)23)24)26)27)</sup>、心音図の発達以前であり主として聴診上からの議論であつた。ここでは主として心音図から貧血時の雑音の分析を試みる。

1) 出現頻度 貧血時の収縮期雑音の頻度については、Sanghvi ら<sup>20)</sup>は60例中51例に、吉田ら<sup>32)</sup>は低色素



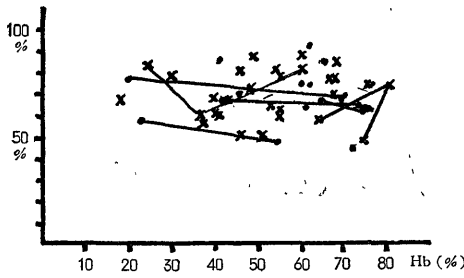


図5-b 雑音の持続時間/I~II 時間と Hb

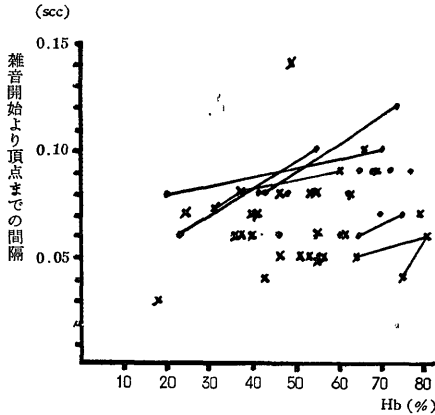


図6 雑音開始より頂点までの間隔と Hb との関係

にあるもの1例(2%)で中1/3にあるものが多く全体としては雑音の前半に頂点があるものが多かった。漸増部分の長さ、すなわち雑音の開始から頂点までの時間と血色素数との間には貧血の改善につれて頂点が後方に移る傾向にある(図6)。

9) 雑音の大きさならびにそれに関与する因子 心雑音の大きさを、較正波で除した値(強度比)であらわすことは、心音の大きさの項でのべたごとく複雑な問題を含んでいる。しかしマイクロフォンが胸壁に与える圧をほぼ一定に保ち、中音心音図を使用すれば価値があり、ことに同一対象について、同一記録部位、同一フィルターで記録してその経過をみるときその価値が大となつてくるとされる。

このような意味で雑音の強度比を最大振幅を較正曲線で除すことによつて求めた。強度比の範囲は0.2~1.3で平均値は0.3であつた。ほとんどの症例では1.0以下であり1.5をこえるものはなかつた。

雑音強度比と赤血球数との間には全体としては一定の傾向がみられないが(図7-a)、40歳以下および経過観察例では貧血の改善とともに強度比の減弱がみられる(図7-b.) 血色素数(図8-a, b) ヘマトクリット(図9-a, b), 血液粘稠度(図10-a, b), 血液比重(図

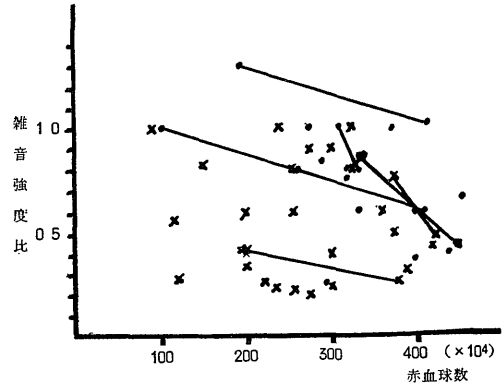


図7-a 雑音強度比と赤血球数(全例)

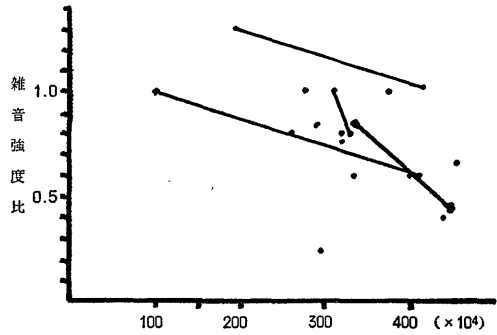


図7-b 雑音強度比の赤血球数(40歳以下)

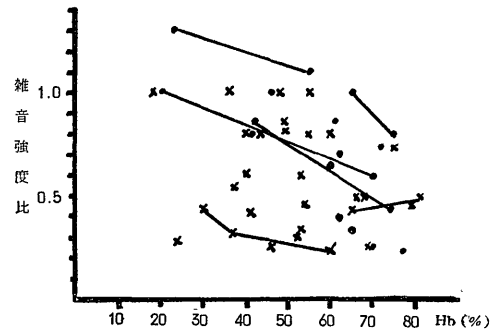


図8-a 雑音強度比と血色素数(全例)

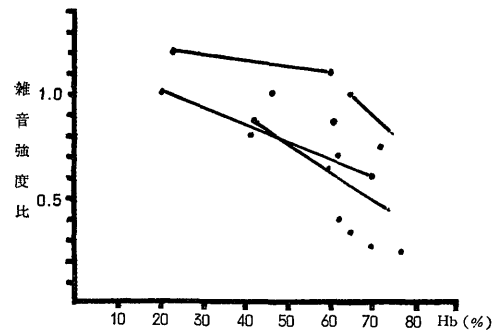


図8-b 雑音強度比と血色素数(40歳以下)

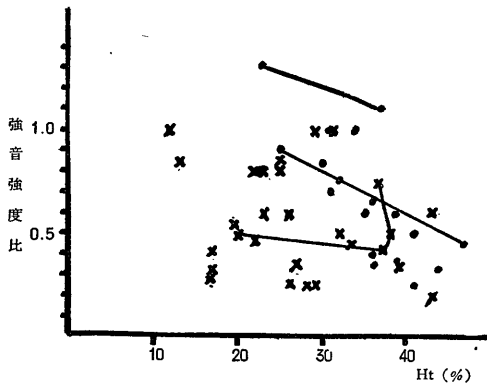


図9-a 雑音強度比とヘマトクリット(全例)

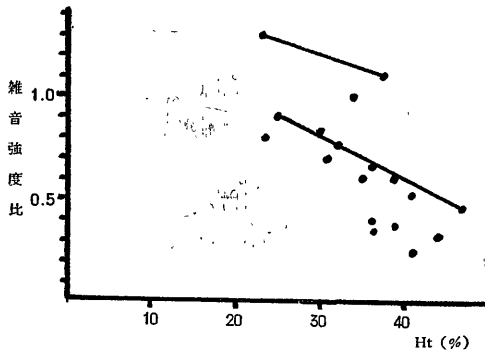


図9-b 雑音強度比とヘマトクリット(40歳以下)

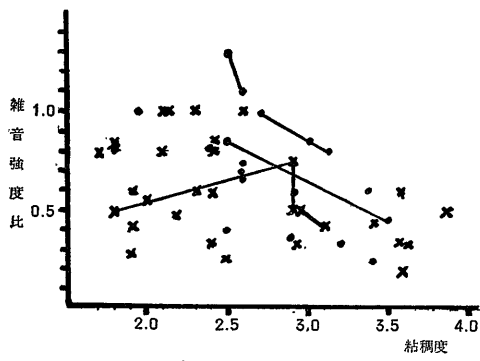


図10-a 雑音強度比と血液粘稠度(全例)

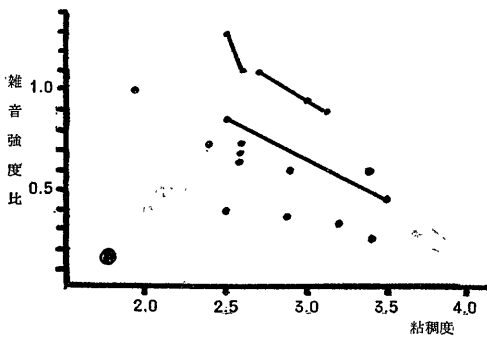


図10-b 雑音強度比と血液粘稠度(40歳以下)

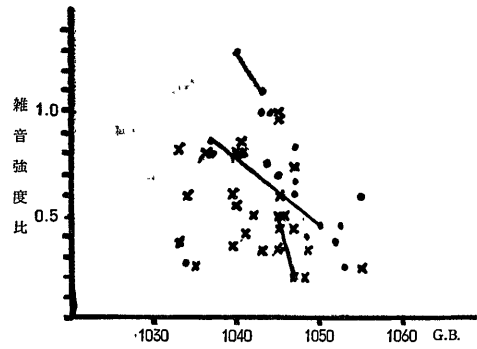


図11-a 雑音強度比と血液比重(全例)

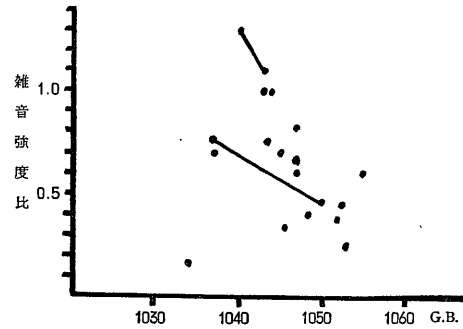


図11-b 雑音強度比と血液比重

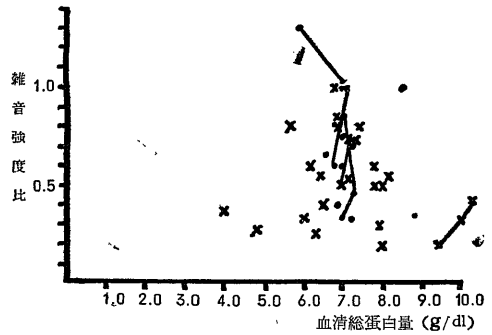


図12 雑音強度比と血清総蛋白量

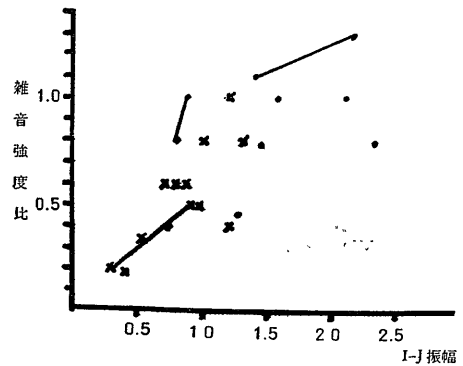


図13 雑音強度比とパリストカルジオグラムのI-J振幅



11-a, b) との関係についても同様のことがいえる。血清総蛋白量との間では一定の傾向をしめさない (図 12)。ところがバリストカルジオグラムの I-J 振幅との間には全体としてみても I-J 振幅が増加するにつれて雑音強度比が増加する。

貧血時の心雑音の発生は主として血液粘稠度の低下によるものとされている<sup>14)65)</sup>。血液の粘稠度は血液のヘマトクリット<sup>66)</sup>および血清総蛋白量<sup>67)</sup>と一次的相関がある。町井<sup>14)</sup>によれば、理論的にはヘマトクリットの高いほど雑音が発生しがたく血清総蛋白量の低いほど雑音が発生しやすいという。

著者の症例についてみると、40歳以下の例および経過観察例においては、雑音強度比とヘマトクリットおよび粘稠度との間には一定の傾向がみられるが血清総蛋白量との関係は一定でない。貧血例ではかならずしも血清総蛋白量の低下がみられず、それにもかかわらず粘稠度の減少をみるのである。すなわち貧血時の粘稠度減少は主としてヘマトクリットの減少によるものであつて、血清総蛋白量にはさほど影響がなく従つて貧血時の心雑音は血清総蛋白量とは一定の関係をしめさないのではなからうか。

Leatham<sup>68)64)</sup> は収縮期雑音を収縮中期駆出型雑音と全収縮期性逆流性雑音の二つに大別しており、機能性雑音は駆出型雑音に分類されている。そして大動脈弁口または肺動脈弁口を通る血流が、1) 弁または漏斗部の狭窄、2) 弁口を通過する駆出速度が増加する場合、3) 狭窄のない弁の傷害、4) 弁後方の血管拡張、5) これらの因子の混合の五つの状態のいずれかにあるとき、収縮中期駆出型雑音が発生すると述べている<sup>69)</sup>。貧血時の心雑音の場合、経過とともに減弱することから 2) の因子がもつとも重視されねばならない。雑音の成因に関し、McDonald<sup>68)</sup> は 1) 乱流・渦流形成・渦凹、2) 弁縁・腱索・血管壁へ衝突する噴流形成、3) 液体内で発生した音に対する固体の共振の因子をあげているが、このうち機能性雑音の成因としては乱流ということが大きな因子であると考えられている。流体には層流と乱流があり、層流では音を発しないが乱流となると音を発生する<sup>14)</sup>。層流が乱流にかかわるとき、その条件としてレイノルズ数がある<sup>69)</sup>。

$$Re = \frac{VD}{\mu}$$

Re: レイノルズ数, V: 流体の平均速度, D: 管の直径,  $\mu$ : 動的粘稠度

レイノルズ数が 2,000 を越えると乱流となる。Lewis<sup>69)</sup> は生体の条件を考慮してつぎの式を提唱した。

$$Re = \frac{\rho \dot{Q}}{\pi r \eta}$$

$\rho$ : 血液の密度,  $\dot{Q}$ : 単位時間の血流量, r: 管の半径,  $\eta$ : 血液粘稠度

すなわち血流量が増大するか、血液粘稠度が低下すれば、乱流が発生しやすくなることがわかる。

乱流が音を発する場合、流体エネルギーが乱流エネルギーとなり、乱流エネルギーが音響エネルギーに変換するのであるが、この際音響エネルギーの流体エネルギーに対する比は、

$$\eta \left( \frac{V}{C} \right)^5$$

$\eta$ : 定数, V: 流体の平均速度, C: 流体中の音速であらわされる<sup>70)</sup>。僅かな流体速度の変化で、流体エネルギーが音響エネルギーにかわる率が大きく左右されるわけである。

また流体速度と粘稠度との間にはつぎの関係がある<sup>69)</sup>。

$$Vy = (P_2 - P_1) \left( \frac{1}{4l} \right) \left( \frac{1}{\eta} \right) (r^2 - y^2)$$

Vy: ある点 (y) における流速, l: 2点間の長さ,  $P_2 - P_1$ : 2点間の圧差,  $\eta$ : 液体粘稠度, r: 管の半径

以上にのべてきたことがらから、粘稠度が低下することによつて血流速度がまし、雑音音量がますます推定される。血流速度が粘稠度以外の因子によつても影響される場合には粘稠度と雑音音量との間には必ずしも相関がみられなくなるのでないかと思われる。

すなわち雑音音量ということに関しては、血流速度が一義的なものであり、粘稠度は二義的なものではなからうかと推定される。

心駆出速度が雑音音量に対して一義的意義があることを知るために、著者はバリストカルジオグラムの I-J 振幅を測定し、それと心雑音の強度比との関係をみた。

I波は収縮早期にみられ心室駆出時のはねかえりによつて心臓ならびに大動脈基部が足方向に動かされることによつて生じ、J波は血液が大動脈弓または肺動脈分岐部におつかつて速力を減ずるために生ずるとされている<sup>71)72)</sup>。バリストカルジオグラムから心拍出力を測定することには疑義もたれているが、Starr<sup>73)</sup> は屍体を用いた実験より I-J 振幅が最大駆出速度と関係があるとし、Masini<sup>74)</sup> は駆出時の血行力学的力を表現するものとしてしている。

著者の症例では粘稠度と強度比との関係をみると、高齢者では強度比が小である傾向にあり、全体としては一定の関係をしめさないのであるが、I-J 振幅と

表2 正常例・甲状腺機能亢進症例・貧血例の比較

	Q-I 1/100 sec	Ⅲ音 41歳以上	Q-Mm 1/100 sec	雑音強度比	基本周波数	M-Peak 1/100 sec	Duration 1/100 sec	M Peak /Duration
正 常 (20例)	3~6 (5.1)	0%	11~15 (12.7)	0.3~1.0 (0.6)	90~190 (113)	4~13 (7.6)	14~33 (25)	20~72 (43)
甲状腺機能 亢進症(16例)	4~6 (5.2)	60%	10~15 (11.7)	0.4~8.5 (1.7)	90~180 (132)	4~12 (5.6)	13~21 (16)	22~71 (32)
貧 血 (43例)	2~6 (4.9)	24%	9~16 (12.9)	0.2~1.3 (0.6)	100~170 (127)	4~14 (7.0)	9~40 (19)	21~70 (38.8)

( ) 内平均値

は高年者を含めて平行した関係をしめす。一般に高年者では若年者に比してI-J振幅が小であるという報告があり<sup>39)75)</sup>、この年齢による心力ないし心駆出速度の差異が、貧血そのものによる雑音音量の変化を大きく修飾するものであらうと思われる。

### 3. 貧血時の拡張期雑音

1例において、心尖部においてⅢ音に引き続いて拡張中期に限局した低周波の拡張期雑音が記録された。この症例は四部調奔馬調律をしめしたのと同じ症例である。貧血時拡張雑音が記録されることは諸家により報告されているが<sup>23)26)27)76)</sup>、本邦では少ない。この拡張期雑音は房室弁を通る大量の血液が正常範囲の心室充満期に急速に流入するためとされている<sup>6)</sup>。

### 4. 貧血・正常人・甲状腺機能亢進症の心音図の比較

その成績を表Ⅱに一括表示する。

1) Q-I 間隔 正常では0.03~0.06秒(平均0.051秒)、甲状腺機能亢進症0.04~0.06秒(平均0.052秒)、貧血0.03~0.06秒(平均0.049秒)で3者間に差がみられない。Q-I間隔は上田ら<sup>24)</sup>によると、本邦正常者で0.03~0.065秒であり甲状腺機能亢進症でも正常範囲内であつたという<sup>22)</sup>。

2) Ⅲ音 Ⅲ音の記録されたものは41歳以上についてみると、正常0%、甲状腺機能亢進症で60%、貧血で24%であつた。

3) Q-Mm 間隔 正常0.11~0.15秒(平均0.127秒)、甲状腺機能亢進症0.10~0.15秒(平均0.117秒)、貧血0.09~0.16秒(平均0.129秒)で3者ともあまり差がない。貧血の1例を除いてすべて0.1秒以上であつた。

4) 雑音強度比 正常0.3~1.0(0.6)、甲状腺機能亢進症0.4~8.5(1.7)、貧血0.2~1.3(0.6)で甲状腺機能亢進症がやや大であつた。

5) 周波数 0.1秒間の振動数をかぞえると、正常90~190 cps(平均113 cps)、甲状腺機能亢進症90~

180 cps(平均132 cps)、貧血100~170 cps(平均127 cps)であり、甲状腺機能亢進症および貧血では基本周波数がやや多く、高調波の混入も多い。

### 6) 雑音の始まりから頂点までの距離(M-Peak)

正常で0.04~0.13秒(平均0.076秒)、甲状腺機能亢進症0.04~0.12秒(平均0.056秒)、貧血0.04~0.14秒(平均0.070秒)であり、甲状腺機能亢進症では頂点が前方にある傾向にある。

7) 持続時間 正常0.14~0.33秒(平均0.25秒)、甲状腺機能亢進症0.13~0.21秒(平均0.16秒)、貧血0.09~0.40秒(平均0.19秒)で正常・貧血・甲状腺機能亢進症の順に短くなる。

以上正常・甲状腺機能亢進症・貧血の3者を比較すると、Ⅲ音の病的出現を除いて明らかな差はないが、雑音強度においては正常・貧血・甲状腺機能亢進症の順に大きくなる傾向にあり、雑音の頂点が前方にうつり、高調波の混入が多くなる。

### 総括ならびに結語

貧血例43例について経過観察例6例を含めて53の心音図について、心音・心雑音を分析し、赤血球数・血色素数・ヘマトクリット・血液粘稠度・血液比重・血清総蛋白量を測定し、同時に心電図・X線写真・バリストカルジオグラムを記録して検討した。また、正常例20例、甲状腺機能亢進症16例と対比した。

1) Q-I間隔は正常範囲内であつた。

2) I音・II音の大きさ、I音の持続時間は血色素数とは一定の関係はない。

3) 生理的 Hegglin 症候群2例、Q-T延長を伴なう Hegglin 症候群1例が存した。

4) 41歳以上でⅢ度以上のⅢ音亢進をしめすものが2例存した。経過観察例では6例中4例にⅢ音が記録され、貧血の改善とともにⅢ音の消失をみた。Ⅲ音は心胸廓係数51%以上、心電図上高電位差・ST-Tの変化をしめすものにみられる傾向にあつた。

5) 収縮期雑音は全例において漸増漸減性をしめした。

6) 心電図のQ波より雑音開始までの時間は0.09~0.10秒であった。

7) 貧血の改善につれて雑音の頂点がおくれる傾向がみられた。

8) 雑音の強度比はほとんどが1.0以下であった。40歳以下の群と経過観察例については、赤血球数・血色素数・血液比重・血液粘度との間には逆の相関がみられた。血液総蛋白量との間には一定の関係が認められないが、バリストカルジオグラムのI-J振幅とは全体としてみても正の相関をしめした。

9) 貧血・甲状腺機能亢進症・正常の比較では病的III音の出現が貧血・甲状腺機能亢進症にみられる。心雑音については3者間に本質的な差はなかつた。

稿を終るに臨み、終始ご懇篤なるご指導ご教諭を賜わつた恩師武内重五郎教授に対し、衷心から感謝の意を捧げます。またご懇篤なるご助言を賜わつた東大上田内科坂本二哉先生はじめ東大上田内科心音研究室の諸先生方に深く感謝いたします。

## 文 献

- 1) Balow, J. B. & Pocock W. A. : Amer. Heart J., 64, 149 (1962).
- 2) Friedberg, C. K. : Diseases of the Heart, 11nd ed, Philadelphia and London (1956).
- 3) Kjelberg, S. V., Mannheim, E., Rudhe, u., & Jons-son, B. : Diagnosis of Congenital Diseases, 11nd ed. p. 101, Chicago, The Year Book Publishers inc., (1959).
- 4) 上田英雄 : 心臓病学, 東京, 南山堂, (1959).
- 5) 上田英雄・吉村正蔵・海渡五郎 : 呼吸と循環, 5, 345 (1957).
- 6) 上田英雄・海渡五郎・坂本二哉 : 臨床心音図学, 東京, 南山堂, (1963).
- 7) 吉村正蔵・須階二郎・佐藤泰雄 : 心音図学, 東京, 医学書院, (1962).
- 8) 高橋忠雄・吉村正蔵 : 日臨, 17, 1299 (1959).
- 9) 町井 潔 : 診療, 14, 1399 (1961).
- 10) Humphries, V. A. & McKusik, V. A. : Progr. cardiov. Dis., 5, 152 (1962).
- 11) Levine, S. A. : J.A.M.A., 101, 436 (1936).
- 12) Dunn, F. L. : Nebraska Med. J., 38, 296 (1953).
- 13) 池田正男 : 内科, 8, 1053 (1961).
- 14) 町井 潔 : 日臨, 17, 1401 (1959).
- 15) 上田英雄・吉村正蔵・海渡五郎・須階二郎・佐藤文一・佐藤泰雄・橋本 浩・三廻信一・佐藤忠一・山寺 保・原 喜文・安斎 登・田村 裕 : 日循誌, 22, 278 (1958).
- 16) Groom, D. : Circulation, 18, 1044 (1958).
- 17) Groom, D., Chapman, W., Francies, W. W., Bass, A. & Shivonen, Y. T. : Ann. Intern. Med., 52, 134 (1960).
- 18) Wells, B. : Brit. Heart J., 19, 129 (1957).
- 19) Harris, T. N. & Needleman, H. T. : Amer. Heart J., 52, 887 (1956).
- 20) 魚住善一郎 : 東医誌, 69, 272 (1961).
- 21) Ueda, H., Uozumi, Z. & Sakamoto, T. : Jap. Heart J. 2, 426 (1961).
- 22) Ueda, H., Uozumi, Z., Watanabe, H., Kobayashi, T., Kawai, N., Matuura, T. & Iwase, T. : Jap. Heart J., 4, 509 (1963).
- 23) Wintrobe, M. M. : Blood, 1, 121 (1946).
- 24) Porter, W. B. & James, G. W. : Circulation, 8, 111 (1953).
- 25) Bär, G. G., Zeilfofer, R. und Heckel, K. : Z. Kreislaufforsch., 45, 439 (1956).
- 26) Sanghvi, X. M., Sharma, R., & Misra, S. N. : Circulation, 15, 373 (1957).
- 27) Mohr, L. und Staehlin, R. : Handbuch der Inneren Medizin, 4te Auflage, 4te Band, 653, Springer, Berlin, Göttingen und Heiderberg (1960).
- 28) 高崎 浩・服部 譲・玉田秀男・中本 孝・荒木定蔵・田中 淳・坂倉武彦 : 日循誌, 25, 550 (1960).
- 29) Takasaki, H., Hattori, H., Tamaçca, H., Nakamoto T., Araki, T., Tanaka, A. Sakakura, T. : Jap. Circul. J. 25, 1150 (1960).
- 30) 竹田義之 : 日血会誌, 25, 48 (1962).
- 31) 高崎 浩・服部 譲・尾崎正信・大西栄一・荒木定蔵 : 日循誌, 26, 300 (1962).
- 32) 吉田正男・古川義紀・松田健一・酒井竜之介 : 日循誌, 27, 609 (1963).
- 33) 佐々木淳・吉雄敏文・隅田幸男・島田敏雄・柴野良一・亀谷寿彦 : 日循誌, 27, 767 (1963).
- 34) 坂本二哉 : 東医誌, 68, 654 (1960).
- 35) 吉村正蔵 : 慈大医誌, 70, 79 (1955).
- 36) 小宮悦造 : 臨床血液学, 10版, 9頁, 東京, 南山堂, (1962).
- 37) 金井 泉 : 臨床検査法提要, 21版, 東京, 金原出版株式会社, (1962).
- 38) 米山要人・鎌田和男・柁原輝朝・山田満雄・竹内左馬也 : 日循誌, 18, 151 (1954).
- 39) 瀬尾武雄 : 十全医会誌, 60, 1788 (1958).
- 40) Wells, B. : Brit. Heart J., 16, 261 (1954).
- 41) Kelly, J. J. : Circulation, 16, 273 (1957).
- 42) Julian, D. & Davies, L. G. : Brit. Heart J. 19, 486 (1957).
- 43) Dack, S., Bleifer,

- S. Grishman, A. & Donoso, E. : Amer. J. Cardiol., 51, 815 (1960). 44) 渡辺 潔 : 東医誌, 69, 205 (1961). 45) Gibney, J. P., Sutton, G. C., & McEwen, E. G. : Amer. J. Med. Sci., 241, 503 (1961). 46) Sloan, A. W. & Greer, J. R. : Brit. Heart J., 17, 138 (1955). 47) 上田英雄・吉村正蔵・海渡五郎 : 呼吸と循, 5, 397 (1957). 48) 須階二朗 : 慈大医誌, 73, 1762 (1957).
- 49) McKusik, V. A. : Cardiovascular Sound in Health and Disease, Williams and Wilkins, Baltimore (1958). 50) 佐野豊美 : 新臨牀心電図学, 2版, 12頁, 東京, 医学書院, (1962).
- 51) Dock, W. : Arch. Intern. Med. 51, 737 (1933). 52) Lepeskin, E. : Modern Electrocardiography, Vol. 1, Williams & Wilkins, Baltimore (1951). 50) 15頁より引用.
- 53) Jaeger, M. & Bortner, W. : Arch. Kreislauforsch, 27, 305 (1957). 54) Luisada, A. A. & Shah, P. M. : Amer. J. Cardiol., 11, 774 (1963). 55) Schafter, H. A. : Amer. J. Cardiol., 6, 1013 (1960). 56) Leatham, A. : Lancet, 2, 607 (1954). 57) Leatham, A. & Towers, M. : Brit. Heart J., 13, 575 (1951). 53) Boyer, S. H. & Chisholm, A. W. : Brit. Heart J. 18, 1010 (1958).
- 59) Evans, W. : Brit. Heart J., 5, 205 (1943). 60) 上田英雄・坂本二哉・海渡五郎・辺渡 潔・魚任善一郎・中島 昭・小林 享 : 日臨, 17, 1366 (1959). 61) Schmidt-Vogt, J. : Atlas der Klinischen Phonokardiographie, Urban u. Schwarzenberg, München-Berlin, (1955). 62) Holdack, K. und Wolf, D. : Atlas und Kurzgefasstes Lehrbuch der Phonokardiographie, 2 Aufl. Geog. Thieme, Stuttgart, (1958) 7) より引用. 63) Leatham, A. : Circulation, 17, 601 (1958). 64) Leatham, A. : Lancet, 2, 757 (1958). 65) Gaab, S. : Amer. Heart J. : 28, 568 (1944). 66) Nygaard, K. H., Wilder, M., & Berkson, J. : Amer. J. Physiol., 114, 128 (1935). 67) Lamport, H. : J. Clin. Invest. 22, 461 (1943). 68) McDonald, D. A. : Circulation, 16, 278 (1957). 69) Lewis, D. H. : Circulation, 16, 281 (1957). 70) Wiskind, H. K. : Circulation, 16, 283 (1957). 71) Dock, W., Mandelbaum, H. & Mandelbaum, R. T. : Ballistocardiography, p 40, St. Louis, the C. V. Mosby Co. (1953). 72) 笹本 浩・北田 茂 : バリスタカルジオグラフィー, 1版, 55頁, 東京, 医学書院, (1955). 73) Starr, I. & Schenabel, J. G. : J. Clin. Invest. 33, 10 (1954). 74) Masini, V. & Rossi, P. : Circulation, 8, 276 (1953). 75) 吉崎 亨 : 十全医会誌, 59, 41 (1957). 76) Goldstein, B. & Boas, E. P. : Arch. Intern. Med. 39, 226 (1927).

## Abstract

Analysis was made of 53 phonocardiograms recorded in 43 cases of anemia by the use of a multifilter system phonocardiograph equipped with a dynamic microphone. The chest X-ray films, electrocardiograms and ballistocardiograms were recorded simultaneously. The red cell count, hemoglobin content, serum protein, hematocrit, viscosity, and specific gravity of the blood were estimated. Twenty normal subjects and 16 cases of hyperthyroidism were selected as the controls for this study.

Results: (1) The Q-I interval fell within the normal range for all anemic patients.

(2) Loudness of the first and second sounds had no correlation to hemoglobin content.

(3) The third sounds were accentuated in the cases whose chest X-ray showed cardiac enlargement, and whose electrocardiograms showed high voltage, and/or ST-T changes.

(4) In all cases except one, the time from the Q wave on the electrocardiogram to the onset of cardiac murmur was over 0.1 second.

(5) The intensity-ratio of cardiac murmurs was under 1.0 in almost all cases and was inversely proportional to the red cell count, hemoglobin content, hematocrit, viscosity and specific gravity of the blood in the cases under 40 years old, and in those cases which were followed up during the clinical course. But none of the above groups showed a correlation to serum protein. I-J amplitudes of ballistocardiograms were directly proportional to the intensity-ratios of the anemic murmurs in all cases, regardless of age.

(6) No fundamental difference of cardiac murmurs was found among normals, anemics, and the cases of hyperthyroidism.

## 附 図 説 明

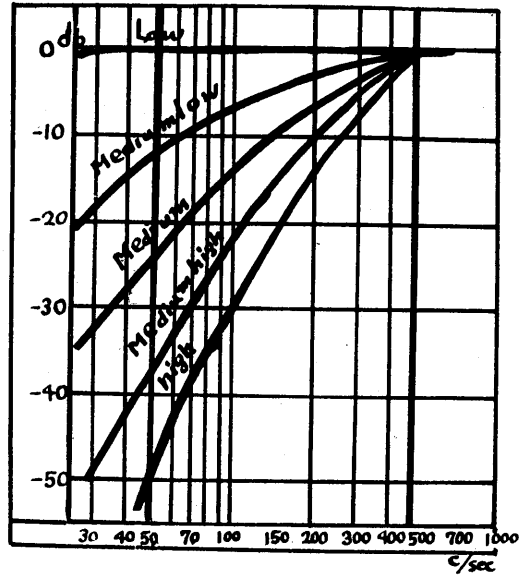
- 附図1 増幅器周波数特性曲線  
附図2 多段フィルター式心音計で記録した心音図  
(心尖部)  
附図3 米山式 BCG で記録したバリストカルジオ  
グラム (頭足方向). 2 症例

## 附図4 BCG 較正曲線

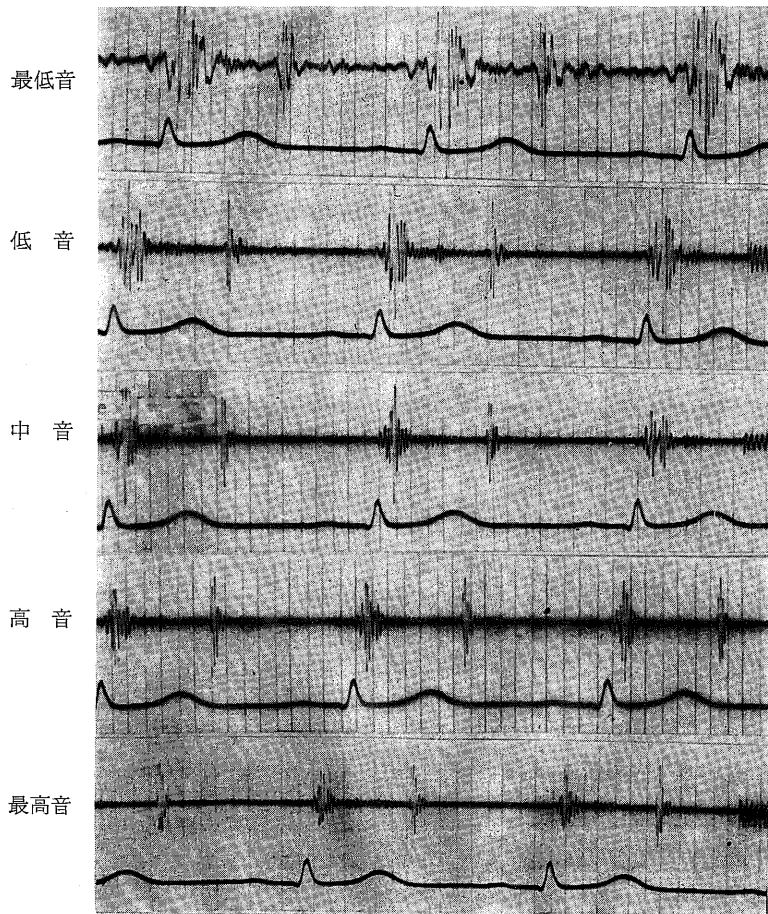
附図5 Ⅲ音, IV音の亢進があつた症例 (本文参  
照). 21歳, ♂, Hb 20%, RBC  $95 \times 10^4$ )

附図6 附図5と同一症例. 貧血改善後 (Hb 70%,  
RBC  $408 \times 10^4$ , Ht 35%) Ⅲ音は消失しIV音は減弱し  
ている.

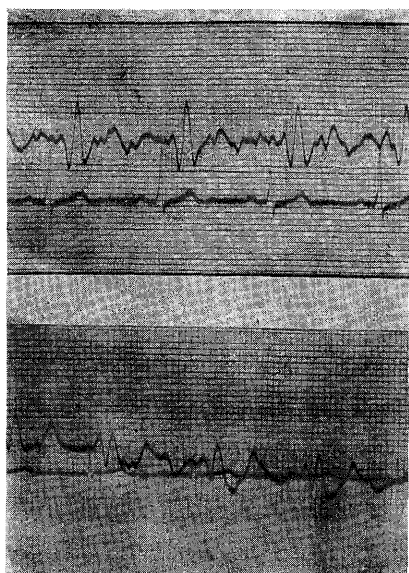
## 附図7 純型および歪型



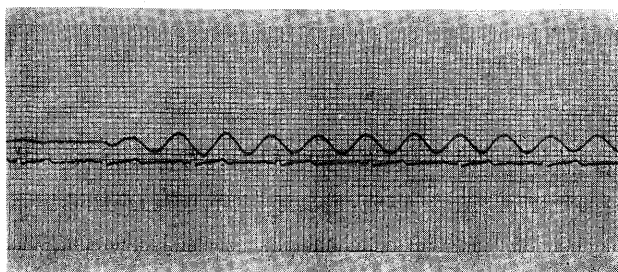
附圖 1



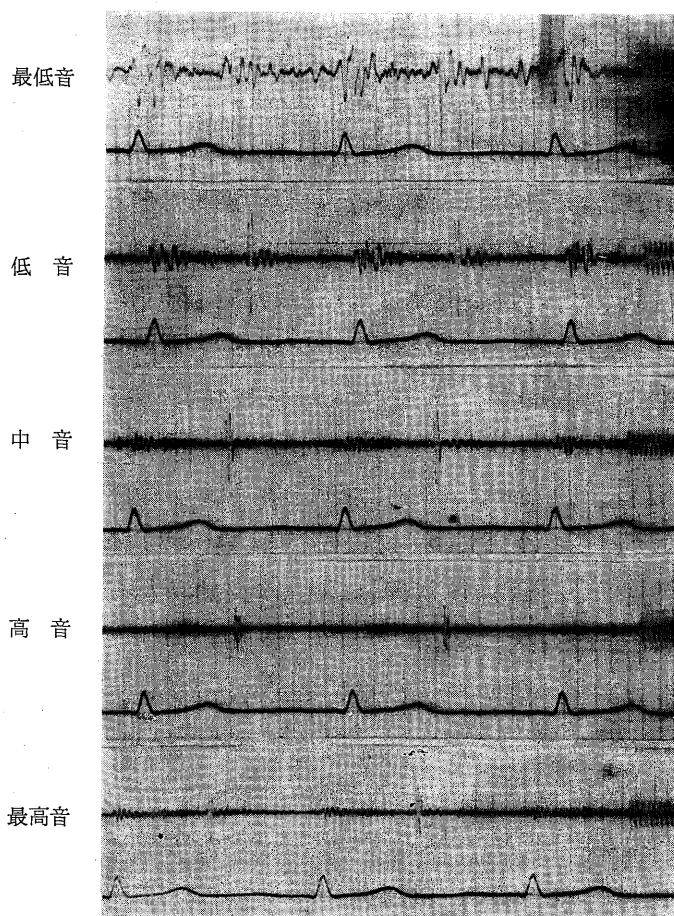
附圖 2



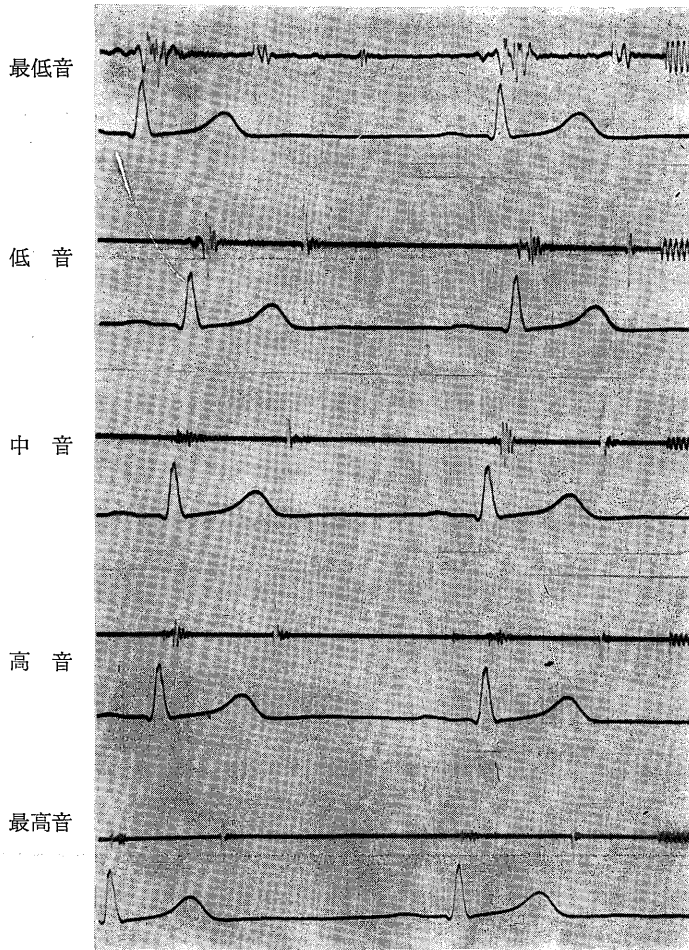
附 图 3



附 图 4



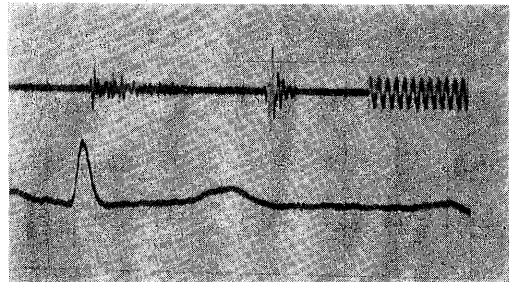
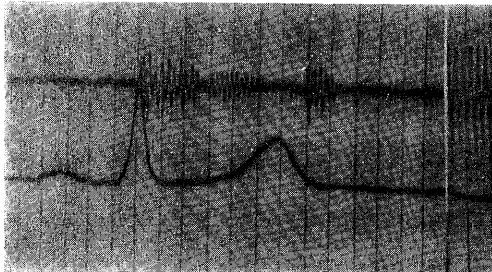
附 图 5



附圖 6

純 型

歪 型



附圖 7