

## 聴診の臨床的意義

近年、聴診また聴診教育に重要な心音の客観的な表現が可能である心音図は、心エコー図の急速な発達に伴い、その立場を取って代わられることとなった。しかし的確な聴診を行わなければ心エコー図の能力も十分に生かすことはできない。このような現状から、改めて聴診教育に適した心音計の登場が待たれていた。今回は心音図学の専門の先生方に聴診の重要性とその教育における心音図の意味などを分かり易く解説していただくとともに、デジタル技術を駆使し心音図教育に特徴を持った最新のデジタル心音計を開発者の視点から解説していただいた。

## 現代心臓病学における 心臓聴診の意義



元東京大学教授・元日本心臓病学会理事長・JC創立編集長 坂本 二哉

一昔前とは異なって、現在は日々の診療に際して多種多機能の診断機器が駆使され、かつて問診、身体所見（視診、聴診など）、心電図、胸部写真、血液・尿などの検査室データといった5本の指に代表される診断法（five-finger's approach）の相対的価値が減じているように見える。しかし先端的な検査法だけに頼りすぎ、そのために患者が置き去りにされ、あるいは5本の指を閑却した結果、疾病の全体像を見失ってしまう実態もしばしば垣間見られる。

### 優れた心臓病学書は優れた stethoscopist 達によって書き残された

5本の指のうち、身体所見はことのほか重要である。その理由は患者を観察することが診療の基本であり、患者もそれを期待し、そこに医師と患者とのコミュニケーションが生じるから

である。ことに古くから胸部の聴診は医師の臨床的力量を示すものとして熱心に教育されてきた。だが、俗に「聴診5年」とか「10年」と言われたように、その習熟にはかなりの年月が必要とされた。それゆえ、聴診に長けた医師は臨床能力の高いものとして尊敬され、臨床教育の部門において名を成した。古今の著名な内科書、White、Levine、Luisada、Wood、上田英雄、Braunwaldなどの心臓病学書がそのような聴診の大家達によって上梓されていた事実はその事を物語っている。

### 聴診法の衰退と聴診能力の減退

しかしながら、ことに心エコー図の台頭によって事情は大いに变化した。初期のAモード、Mモード心エコー図の時代は兎も角、ドップラー法の時代に入ると、努力と時間さえ惜しまなければ、心雑音の起源の確認が可視出来る

ようになった。だがなんとといっても1983年の二次元カラードップラー法の開発は、我々にこれが聴診法のすべてをカバーするのではないかと錯覚させた。

聴診法に習熟するためにも、また客観的な記録として残すためにも、古くから「心音図」が必要視されていた。しかし粗悪な心音計が出回ったのと、アメリカにおける医療保険制度縮小の煽りを受けて心音図が事実上民間保険支払い適応外となり、それにつれて心音計の普及は停止した。これは聴診に習熟すれば心音図は不要となるのではないかとこの観点に立ての事であった。しかし此処に大きな誤りがあったと現在は考えられている。聴診に習熟する上に、それに欠くことの出来ない心音図教育が先立って必要であったのである。わが国ではかろうじて心音図は残されたものの、アメリカの影響は残念ながらわが国においても現れ始め、心音図は急速に心エコー図に取って代わられるようになり、アメリカにおける趨勢とは逆に、わが国の医師の聴診能力は著しく低下してしまったのである。そしてそれと同時に、第三者が行う検査結果のみに頼り、心音計を廃棄する施設が現れ、医師自身が患者を診察しない傾向が生じた。

皮肉なことに、内科が細分化されるにしたがってこの傾向に拍車が掛かり、そのような環境で育った医師が指導層になってくると、今度はどのようにして身体所見、ことに聴診の教育を行うかについて明らかに戸惑いが生じ始めた。これでは臨床教育は望めない。

## 聴診における不用性萎縮

現在と異なって、初期の宇宙船では1週間ほど座ったまま過ごしたので、地球に帰還した際、宇宙飛行士は歩行するどころか起立さえままならなくなっていた。動物の器官は使用しないしていると直ぐに退縮し始める。飛行士の足の「不用性萎縮」はその典型である。実は聴診も同じであり、それにはアメリカの聴診学者Butterworth(実験的WPW作成でも有名)による1959年の実験がある(図1)(文献1)。

American Medical Association (AMA)とAmerican Heart Association (AHA)の年次総会を中心に、学生から15年以上のヴェテラン医師を対象として、15種類の基本的な心臓聴診所見のテープを聴かせ心音図を流しながら試験したのであるが(もっとも簡単なものには第2音の呼吸性分裂などが含まれていて、問題そのものは決して高度なものではなく、難問は皆無である)、当然のことながら、まず全体の平均成績を見ると、AMA会員では15問題中正解は平均約7.2題、それに対しAHA会員では約10.3題で、ほぼ納得しうる結果であった。しかし予想では経験年数が増せば点数が上がるはずであったが、この事はAHAの会員には当てはまり、ことに卒後7年でフェローとなってからの成績向上には見るべきものがあつた。しかしAMAの会員では、心疾患

患者を見る頻度が少なく聴診器を使う機会が減って行くためか、一定の経験年数後にはその成績が逆に下降し(実地9年以下、19年以下、20年以上で、それぞれ8.76、7.45、6.24)、学生並み(約9.0)以下の成績になってしまっていたのである。

この実験成績の解釈は単純ではない。一つには、当時から15年前の1944年頃の医師は、その後、1950年代後半から急激に増した心臓聴診に対する新知識を習得する機会に乏しかったハンデがあるであろう。しかしこのテストに参加した千人余の医師は積極的に学会に参加する第一線の経験者であり、聴診が苦手であったわけではなさそうである。

Butterworthは此処で、当時全盛を極めていた心電図という診断法に毒され、聴診器使用を怠ったことによる聴診能力の不用性萎縮“atrophy of disuse”に言及している。実際、AHAの学会誌であったAmerican Heart Journalには心電図の論文が溢れ、遂に1954年、AHAは新たに学会誌Circulationを創刊して対抗しなければならなかった。思い起こすと、大戦後のわが国における循環器学の指導者の殆どすべては心電図学者であった。そして押しなべて心臓の聴診に弱く、彼らの聴診診断は、後で検証すると余り上出来ではなかった。つまりかなりの誤診例があつたと言うことである。

これらの史実は我々に多くの示唆を与えている。

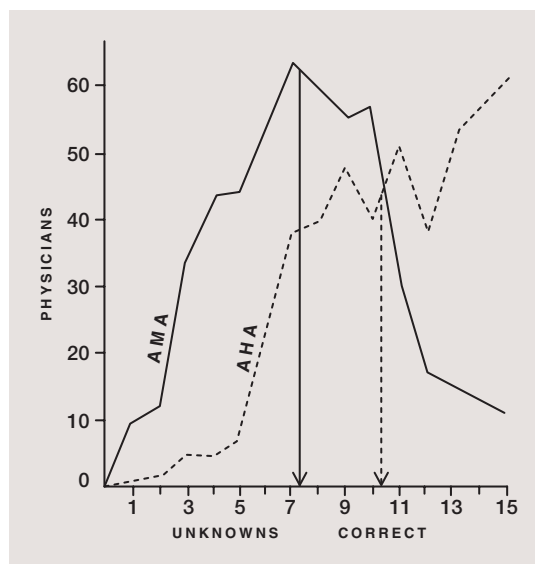


図1 聴診能力テスト成績(文献1より引用)

American Medical Association (AMA) (Atlantic City, June, 1959)における523医師とAmerican Heart Association (AHA) (Philadelphia, Oct., 1959)における410医師での心臓聴診テスト。出題は15題。実線はAMA、破線はAHA。AMA会員の平均得点は15点中ほぼ7.2点、AHA会員のそれはほぼ10.3点(それぞれ矢印線で示す)。横軸は出題の中例数(15は満点)、縦軸はそれに相応する実人数を示す。AMAもAHAもそのフェローとなってからは成績がどんどん上がり、ともに7年後くらいでピークになるが、AHA会員はそれより更に伸び続けるのに対し、AMA会員のそれは低下して行く(その詳細は別の表に示されている)。なお、1960年前後のAHA出席者は約2000名程度であったから、40%程度の会員がテストに参加したことになる。またその中には直接臨床に携わっていない会員も若干含まれているようである。

## 不用性萎縮に対抗し、聴診に上達するには

アメリカの医学生は日本の学生と比較して臨床能力に優れている。彼等はまた当時の聴診教育でよく用いられた集合聴診“collective auscultation”の訓練を受ける機会を有していた。それゆえ、前記のテストである程度の点数を取っているのは当然であるといえる。

AMAの医師が初めの頃は良い点数を取っているが段々成績が落ちるのは、良い訓練法に恵まれないのと、誰でも認めるように、普段、積極的に聴診しないからである。不用性萎縮の始まりである。

AHAの会員が良い成績を取めていること、ことにフェローとして一本立ちし、レジデントなどの教育に携わるようになって聴診能力が増すのは、いつにかかって訓練の賜物である。そしてその蔭には、自分の聴診を客観的に立証してくれる心音図の存在がある。聴診して所見を採り、それを心音図と対比することで間違いを正し、あるいは自信を植え付け、その繰り返しで成長して行くのである。どちらが欠けても十分とは言えない。

此処でアメリカの民間保険会社の行った心音図保険給付削除の過ちが明瞭となる。心音図の裏付けで伸びえた聴診の技術を、始めから完成したものと解釈してしまい、心音図をカットすれば直ちに聴診能力が落ちることを考えなかったのである。

## 心音図を利用しよう

聴診に習熟するにはかなりの経験が必要とされる。俗に「聴診5年」とか「10年」と言う。だがこの考えは幾つかの点で訂正されねばならない。

1. 目的も無く漫然と聴診しても無駄、聴診能力は伸びない。
2. 教育してくれる医師の聴診能力に限界あるいは問題があると考えろ。
3. 心音図のような客観的なグラフを用いた教育指針があり、毎日の聴診を欠かさなければ、1、2年の修業で十分である。
4. 基本的な所見は15種類ほどであり、必ずしも他のすべての聴診所見に通じている必要は無い。
5. 基本的な所見とは、①第一音の亢進、②駆出音、③収縮中期クリック、④第二音の亢進、⑤第二音の分裂、⑥僧帽弁開放音、⑦第三音、⑧第四音、⑨駆出性収縮期雑音（期外収縮などで先行拡張期が長いと増強）、⑩逆流性収縮期雑音、⑪収縮後期雑音、⑫僧帽弁狭窄等の遠雷様拡張期雑音、⑬大動脈弁閉鎖不全の灌水様拡張期雑音、⑭動脈管開存の連続性雑音、⑮心膜摩擦音で、これ等をマスターすれば、日常の診療に事欠くことは希である。また⑫と⑬とを確実に習得すれば、⑭や⑮を除き、心拍数を問わず、聴こえる心雑音はすべて収縮期雑音と考えてよい。
6. 五感を働かす診断法は非常に優れたものであるが、残

念ながら数値で表すことが出来ない。ただし、聴診所見は幸い心音図に記録して目で確かめることが出来る。聴診所見は一種の音楽であるが、心音図はその楽譜である。胸部のレントゲン所見を透視で済ませず写真に収めるように、また内視鏡所見を文章で書くと同時に写真に収めて客観化するように、情報量に富む聴診所見も図形として残すようにすべきである。そのようにすれば、改めて聴診した際、音が楽譜のように頭脳に刻まれ記憶として残り、あるいはカルテ上に描かれる図として残って、第三者に伝達されるようになる。聴診所見をいくら口頭で説明しても、それは「隔靴搔痒」、足の裏の痒い所を靴の裏から搔くのに似て、なんの役にも立たない。

## 性能の良い聴診器を常に携帯し、正しく使用しよう

聴診器は医師の首飾りではない。また十分な所見を得るためには性能の良い製品を使わねばならない。正しく患者に適用すること、環境を選び、間違ってもシャツの上から聴診したり、話しながら使用したりしてはならない。詳しくは述べるスペースが無いので参考文献を見ていただきたい。その際忘れてはならぬことは、「聴診器のもっとも重要な部分は2つのイヤピースの間にある」(The most important part of the stethoscope is in between the two ear pieces)、つまり聴診所見を解釈する頭脳にある—James Warren—ということである。

聴診器の使用は患者とのコンタクトを保つ最上の手段である。多くの患者もそれを望んでおり、全く聴診が行われないと失望感を持つ人が多い。診察では必ず患者の肌に触れることが鉄則であり、その意味では聴診器の使用がベストである。そしてそれと同時に心尖拍動を観察したり、あるいは心音に同期して頸静脈の視診を行うのである。それらも心音図上に描くことが出来ればもっとも理想的である。

心臓の聴診を行わなければ、折角の心エコー図も十分な解釈を得られないことがあり、また弁逆流のように、臨床的に判定を誤ることもある。Mayo Clinicの成績を引用するまでも無く、聴診上、心雑音の聴かれない左心性弁逆流は臨床的意義に乏しい。摩擦音、機能性収縮期雑音、その他、心エコーが聴診の助けを必要とすることもあり、また逆に聴診上の異常に気付いて心エコー検査をオーダーすることも多い。この2種の検査は、これからもともに相携えて行われねばならない。詳しくは文献2を参照されたい。

<参考文献>

- 1) Butterworth JS, Reppert EH: Auscultatory acumen in the general medical population. JAMA 1960; 174:114-116
- 2) 坂本二哉: 心エコー図時代における心臓の聴診(1)~(8)。The Circulation Frontier (メディカルレビュー社)、1999~2000 (総計102ページ、挿図67、文献390)



# デジタル心音計(MES-1000)を用いた聴診教育の有用性



大阪救済会病院 病院長 吉川 純一

世の中では、「心エコー図が聴診を減ぼした」と言われている。殆どの医師は聴診器ではなくコンピューターを扱うことが患者さんの診察と考えている。果たして、これで良いのだろうかという疑問は当然存在する。ただ、聴診を若い人に教えるにしても、現在大学病院や大きな病院でも、心音図の記録は殆ど行われていない。心音図学は学生・研修医が学ぶべき項目に入っていないし、教えられる教官もない。殆どの心臓病診断の中心は心エコー図である。

それでは、その心エコー図施行前にも聴診を行う習慣をつけたらどうだろうという考えが浮上する。聴診を学ぶ重要なチャンスのように思う。しかも聴診をまず行えば、心エコー図検査が極めてスムーズに進行することが多い。たとえば、聴診で全収縮期雑音を認めれば、僧帽弁逆流か三尖弁逆流か心室中隔欠損の3疾患しか存在しない。したがって、これら3疾患をターゲット(この場合主に僧帽弁逆流)にした心エコー図検査を施行すれば良い。ここで重要なのは、聞こえた雑音が全収縮期雑音かどうかを確かめる手段がどうしても必要である。願わくば、その雑音をデジタル心音図として記録し、同時に聞こえる「音」として記録・保存することが大切であろう。さらに病棟でも外来でも記録可能な装置であるべきである。このような確認法がなければ、上司の誤っているかも知れない心音の同定がつねに正しいことになる。正確な聴診教育が行えなくなる懸念を強く感じる。そのために、デジタル心音計(MES-1000)が必要である。

は異なるが同様である。3度以上の雑音はしっかりと間違いなく見つけてもらう必要があり、高齢化社会に入り増え続けている大動脈弁狭窄の発見に貢献してもらう必要がある。この駆出性収縮期雑音を聞いた場合、表1にあげる疾患群を念頭に置くべきである。とくに高齢者に本雑音を認めたならば、積極的に大動脈弁狭窄の探索を行う必要がある。この場合、駆出音の有無も判定しておけば満点である。以上の駆出性収縮期雑音や駆出音はデジタル心音計(MES-1000)に記録して、雑音の存在やタイミングをしっかりと把握して、もう一度記録された音を聴取する訓練を繰り返すべきである。

図1 駆出性収縮期雑音を呈する大動脈弁狭窄

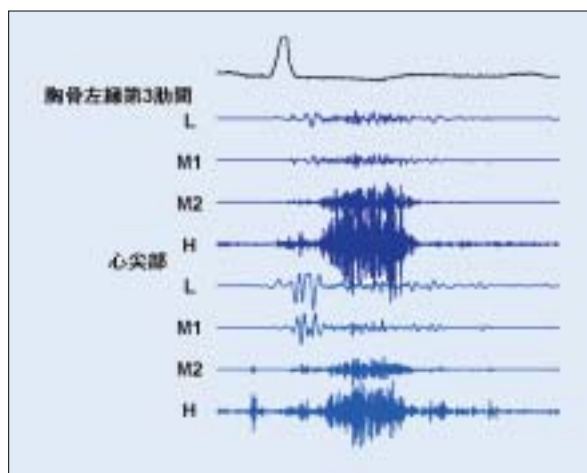


表1 駆出性収縮期雑音を呈する疾患

- 大動脈弁狭窄
- 肥大型閉塞性心筋症
- 血管狭窄
- 肺高血圧症
- 機能的(無害性)雑音

## 1. 駆出性収縮期雑音

最も通常的に聞こえる雑音は駆出性収縮期雑音である(図1)。本雑音はI音から少しはなれて始まるか駆出音から始まる雑音であり、収縮前期-中期にピークを形成しII音に向かって急速に小さくなる雑音である。この雑音ではI音とII音がしっかりと聞こえるのが特徴である。若年者では通常的に聴取されるし、高齢者でも機序

大動脈弁狭窄の成因として最も重要なのは動脈硬化であるが、基盤として先天性の大動脈二尖弁が高率に存在することを忘れてはならない。すなわち、二尖弁は人口の1-2%に認められる。この数字は極めて高率である。各大学医学部学生の1学年に少なくとも1人は本症がいることになる。したがって、年に約80-100人の大動脈二尖弁医師が出現していると言う計算が成立する。大動脈二尖弁を有する人が40代-60代になると動脈硬化が発生し狭窄や逆流が出現し発見されるようになる。動脈硬化が出現していない子供時代や青年期に発見しようと思えば、この時期には狭窄は十分でないため、発見されにくい。この時代には雑音が小さく駆出音が唯一の所見である。

駆出性収縮期雑音で忘れてならないのは肥大型閉塞性心筋症であるが、心尖拍動で左室肥大を検出し、頸動脈の触知で2峰性の拍動を触れば、心エコー図の前に診断が確定するほどである。ここで、触知した心尖拍動が2峰性(A波)であることや、頸動脈波が2峰性であることの確認は是非とも必要であり、そのためにはデジタル心音計(MES-1000)が必要である。その時点でほぼ診断は確立する。一度触った学生や研修医は、一生忘れないであろう。もちろん、心エコー図を行えば、診断は揺るぎのないものになり、非均等肥大の程度から左室内圧較差の程度まで明らかにできる。

駆出性収縮期雑音を認めても、大動脈弁狭窄もなく肥大型閉塞性心筋症でもなく、かつ肺高血圧を除外できた場合、つい「機能的雑音」として処理してしまいがちである。もちろん、それで多くの場合問題はないのだが、大動脈から分枝する3血管に狭窄があるかないかを、まず確かめるべきである。雑音が聞こえる場合は当然だが、高齢者や糖尿病、高脂血症の方では常に血管病変の存在を疑ってかかるべきである。とくに、これからは血管疾患の時代である。

## 2. 全収縮期雑音

全収縮期雑音を認めた場合は、ストーリーは簡単である。この全収縮期雑音はI音からすぐに始まりII音まで持続する雑音である。まず、この特徴をデジタル心音計(MES-1000)で確かめることが必要である。初心者は駆出性雑音を全収縮期雑音と誤認することが少なくないからである。実際的な診断は、表2に示す4疾患を心エコー図で探索すれば良い。この中で最も多い疾患は僧帽弁逆流であるから、僧帽弁をターゲットにして心エコー図検査を施行すれば、診断は一気に成立する。

表2 全収縮期雑音を呈する疾患

僧帽弁逆流 三尖弁逆流 心室中隔欠損(破裂を含む) 左室-右房交通症
---

僧帽弁逆流の場合は、僧帽弁形成術の可能性も考えて、逸脱部位と逆流度の定量的評価を行う。この際、原則として逆流度が高ければ高いほど雑音音量は大である。雑音音量と逆流度との間に著しい不一致がある場合は、直ちに定量評価をやり直すべきである。逆流量が大で左室が拡大している症例では、心尖拍動が左側で下方へ偏位し、rapid filling waveを触る(III音を触るとも言う)。この所見の確認もデジタル心音計(MES-1000)の記録が必要である。

注意が必要なのは、全収縮期雑音を呈する他の疾患では、雑音音量と重症度との間には一定の関係は見られない。とくに三尖弁逆流では、逆流が極めて高度の場合には雑音はほとんど出現しない。また雑音が存在しなくても、多くの症例で三尖弁逆流は存在する。

## 3. 拡張期雑音(拡張早期雑音にかぎる)

拡張早期雑音は外来で最も聞こえにくい雑音である。高血圧症例でよく聞くと、多くの例で1度の拡張早期雑音(大動脈弁逆流雑音)を認めることが多い。大動脈弁狭窄症例でも同様である。収縮期の雑音やI音・II音にこだわらず、神経を拡張期に集中させて聞き取りに行く必要がある。ただ、高血圧症例ではII音(IIA)が亢進しており、その後の拡張早期雑音はII音の亢進の中に埋没してしまうことが多い。「犯人を捜す」ような気持ちで聴取すれば良いが、そのような軽い拡張早期雑音を呈する大動脈弁逆流の臨床的意義は必ずしも高くなく、むしろ心エコー図・ドプラ法にその検出や程度の判定を委ねる方が賢明である。

拡張早期雑音を認めた場合、大動脈弁逆流を疑うべきであるが、表3に示すような疾患でも本雑音が出現することを銘記するべきである。

表3 拡張早期雑音を呈する疾患

大動脈弁逆流 肺動脈弁逆流 肺高血圧症(Graham Steell雑音) 冠動脈-肺動脈瘻
--

心エコー図で大動脈弁逆流ジェットを認めないか、認めても雑音の音量と不相応の場合は、他の疾患を疑った心エコー図アプローチが必要である。とくに重要なのは、冠動脈-肺動脈瘻で、この場合心エコー図で肺動脈壁から肺動脈内腔へ噴出する異常血流を探索しなければならない。通常認められる冠動脈-肺動脈瘻では短絡量が大でないことが多く、この場合連続性雑音を呈さず、軽度の拡張早期雑音に留まる。このような事実を理解しておくことが、冠動脈-肺動脈瘻を見逃さないためのコツである。この場合も確認のため、デジタル心音計 (MES-1000) による雑音の記録が必要である。

#### 4. 連続性雑音

連続性雑音は特色のある雑音なので見逃されることは少ない。この雑音を最初に経験したければ、腎臓の人工透析を受けている患者さんのシャント部分を聴診すれば良い。典型的で教科書的な連続性雑音が聴取される。成人期に連続性雑音を呈する疾患としては、表4にあげる疾患が主なものである。連続性雑音を認めれば、これらの疾患を頭の中におき、心エコー図検査を進めるべきである。

表4 連続性雑音を呈する疾患

動脈管開存
冠動脈瘻
バルサルバ洞動脈瘤破裂
肺動静脈瘻

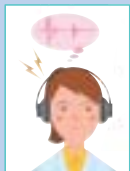
#### 5. おわりに

フィジカルイグザミネーションは日常の臨床に重要であり、その有用性を伝える教育が必要である。すなわち、この聴診や触診を次世代に引き継いでもらうために、聴診や触診の客観化が必要である。波形として音として記録し、人に伝える必要がある。その意味で、持ち運びが容易で、簡単に心音を記録できるデジタル心音計 (MES-1000) が必須である。



## 聴診教育を支援します。

フィジカルイグザミネーション教育に最適なツール  
デジタル心音計  
MES-1000 特許出願中 医療機器認証番号：219ADBZX00158000  
販売名：心機図検査装置 MES-1000



ヘッドホンで  
5人同時に  
心音を聞くことが  
できます。



研究発表など  
プレゼンの場でも  
活用いただけます。

- **フリーズ**  
常に最大2分間の波形をメモリしており、必要な部分の取りこぼしがありません。
- **編集が自由自在**  
一度取り込んだ波形は感度や基線位置、フィルタの変更など自由に編集したり、切り出して保存・印刷が行えます。
- **充実した機能**  
PWVやSTIsなどの計測、データ比較機能などが付いています。



身体所見の基本となる  
心音・脈波を客観的にとらえる！



**FUKUDA  
DENSHI**

〒113-8483 東京都文京区本郷3-39-4 TEL (03) 3815-2121 (代) <http://www.fukuda.co.jp/>  
お客様窓口… ☎ (03) 5802-6600 / 受付時間: 月～金曜日 (祝祭日, 休日を除く) 9:00～18:00  
● 医用電子機器の総合メーカー **フクダ電子株式会社**



# デジタル信号処理による 心音図検査の有用性について

## —MES-1000開発秘話—



フクダ電子株式会社 技術研究センターハードウェア技術部 乾 清

### ●開発の背景

MES-1000(心機能図検査装置)は、多機能心電計でありながら、様々な生体情報を同時に計測できる装置です。本装置は大阪掖済会病院の吉川純一先生のご指導により開発するに至った製品であり、フクダ電子がマーケットリーダーとしてユーザーニーズに答えるべく企画されました。

本装置開発の背景には、昨今、超音波診断装置が手軽に使用できるようになったこともあり、心音を聞き分けたり、心電、脈波を関連付けて理解する機会が減っていることが挙げられます。心臓を診断する上で、まずは聴診による無侵襲で最も手軽に得られる心音からおおよその症状をつかみ、それをもとに心電図や超音波などの詳細な診察へ進むプロセスを踏むことで、見落としや無駄のない診断が可能になるとの考えがありました。MES-1000は、聴診の有意性を考えた従来にはない新しい心音図検査の実現を目指して開発した製品です。



MES-1000

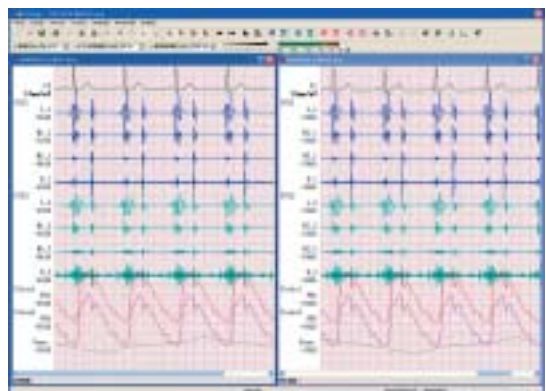
### ●製品の機能

本装置は心音マイクからの心音を忠実に取り込み、聴診音に近い心音の再生が可能です。更に、心音図の他に心電図、脈派や呼吸などのパラメータも同時に取り込んでリアルタイムに表示できるので、心機能図としての心臓の機能的な評価を行うのに有用です。生体信号の入力は心電図の他、心音2ch、脈派2ch、呼吸1chが可能で、波形の計測やメモリへの保存や再生、波形の編集、そして他の収録波形との比較などの機能があります。心音、

脈派、呼吸、心電の個々をそれぞれ扱う製品は多くあるものの、これらの生体パラメータを総合的に扱える製品は少なく、デジタル処理のメリットを活かした製品となっています。

### ●デジタル心音計としての有用性

リアルタイムの波形表示や心音の再生もさることながら、本装置は波形の編集機能を充実させているのも特徴です。一般的に心音の測定は心電図のように容易ではなく、従来のアナログ的な装置による波形の記録では、呼吸や体動なら止められても、蠕動運動などは被検者自ら抑えることはできないため、ノイズの少ない感度の良い心音波形を記録するには、検査に30分以上を要していました。本装置では収録後に編集できるので、後から基線位置、フィルタ、感度の調整を行えばよいいため、検査時間は5分程度で済むようになり、被検者の負担もかなり軽減されるようになりました。その他にもデジタルによる処理の利便性を活かし、収録後の心音を繰り返して聞くことや、波形へのコメントも付加でき、更には他の検査波形との比較機能もあることから、心機能の教育目的に発展させることも可能としています。



波形比較機能の画面

従来から有ったアナログ処理の装置とは違い、本装置では殆どの処理をデジタル的に行っており、センサー類から取り込んだ信号を直接デジタルフィルタ処理を行うことで、アナログ回路での途中の回路などから入り込んでくるノイズなども抑えて、クリアで迫力のある心音を再現することを可能としています。

また、その中でも重要なのは心音マイクで、幾つかある弊社の心音マイクの中でも、最も聴診音に近いとされるMA-300を採用し、忠実な心音再生に近づけることができました。

本装置では手動による計測機能も用意しており、心音図、心電図、頸動脈波の同時記録から、左室の心筋収縮力を非観血的に最も簡単に評価できる、収縮期心時相(STIs)の計測ができ、種々の心疾患の診断、重症度の把握に有用です。また、脈波の立ち上がり時間などを中心に、心電と心音に表れる心雑音の位置を測定しながら、大動脈弁狭窄症(AS)における重症度の診断も行うことも可能です。その他に虚血性心疾患や脳血管障害の原因として注目される動脈硬化の指標として脈波伝播速度(PWV)の測定も可能としています。

呼吸と心音においても密接な関係が有り、これらの同時記録において呼吸の吸気と呼気における心音でのII音の分裂状態を、波形や聴診音で確認することにより心疾患の診断も可能となります。

## ●開発に当たってのエピソード

### —— 苦労した点は

聴診音を忠実に再現するために苦労した点は、なんと言ってもデータサンプリングの問題です。8kHzのサンプリングデータでは、そのまま音声データとして扱った場合にきれいな低音を再現できないので、信号処理とフィルタを駆使して、原音をいかに忠実に再現させるかに苦労しました。試作機を使って信号処理の骨格を作っているとき、まともな心音にならずに大きなノイズ音がスピーカから響きわたってしまうことが度々あり、周りから白い目で見られていたのをよく思い出します。



心音マイク MA-300



インプットボックス

それから、リアルタイム処理には適していないWindowsのようなOSによる心音のリアルタイム再生にもかなり苦労しました。私はハードウェアが専門ですが、担当のソフトウェアエンジニアが処理時間が足りないとか、リアルタイム再生ができないと何度も泣き言を言って来た時に、その度に私がソフトウェアのソースコードを書いて実現可能であることを示し、何度も難関を突破してきました。ハードウェアのパフォーマンスを最大限に引き出せるハードウェアエンジニアがソフトウェア処理の骨格を作っていますので、信号処理技術にはかなり自信を持っています。それが、収録後でもフィルタの特性を自由に変更可能な仕様を実現しています。

### —— 特にPRしたい点は

本装置のインプットボックスは、心電図の処理能力も実はかなり磨き上げてあります。分解能は24bitで入力換算75pVあり、通常の心電計に比べ64倍に細かく、データレートは4KSPSで4倍も高速であり、世界的に見ても自分が知る限りでは心電図にこれほどの性能を有している例は無いと思います。また誘導は標準の12誘導や15誘導の他に、胸部双極誘導、Frank誘導、双極XYZ誘導にも対応できるよう考慮されています。更には、これらの誘導でのR波検出やペースメーカーパルスの検出も内部で行っています。

## ●さらなる発展を期待して

心音に関しては吉川純一先生の本をはじめ、いろいろな文献を読みながら、こんな機能があったら便利だろうなと考えながら工夫を重ねました。そんな中で出てきた機能が、コメントの追加機能、指定した心音波形の連続再生、波形の比較機能などです。他にも様々な便利な機能がありますので、是非使用していただきたいと思います。

今後もユーザーの皆様からの意見を取り入れつつ工夫を重ねて、さらに精度の高い装置に発展させていきます。よろしくお願いいたします。



Heart & Wellness No.23  
発行日 2008年9月8日  
発行人 盛山裕樹  
編集人 黒川康宏  
株式会社 エム・イー・タイムス  
〒113-0033 東京都文京区本郷3-13-6  
TEL. 03 (5684) 1285  
FAX. 03 (5684) 1308  
<http://www.me-times.co.jp/>  
印刷所 三浦印刷株式会社

定価262円(税抜250円) [C]E1175EM|E.No.089188 ©