

人工弁音のスペクトル心音図

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 仁田桂子 柏木 誠
杉 春雄

東北大学 胸部外科

仁田新一 堀内藤吾

はじめに

心臓弁膜症の治療法として、人工弁の移植術が行なわれるようになったのは衆知のことであるが、現状においては、移植後の弁機能の良否を、容易かつ早期に判断しうる適当な方法がなく、ときとして移植弁機能不全から生命を失わせることも少なくない。そこでわれわれは、動作時に生ずる人工弁開閉音の音響的性質、とくに高さ (pitch) あるいは音色 (timbre) の変化から容易かつ非観血的に、人工弁機能の良否を判定することを考えた。その第1段階として、人工弁音の音響的性質を明らかにする目的から、サウンドスペクトログラフを用いて、各種置換弁音の周波数分析を行ない、その意義を検討した。

方法

患者を仰臥位とし、軽度呼気位で呼吸を停止させて記録した。高感度広帯域型の心音用マイクロホンを用い、その出力信号を前置増幅器、高域濾波器を通した後、テープレコーダーで録音し、これをサウンドスペクトログラフ (リオン社製 SG-07) で分析した。記録部位は、左右胸骨縁第1から第5肋間まで、左乳線上第3から第5肋間、計13箇所である。高域濾波器は、心音計規格のL, MおよびH (それぞれ遮断周波数 50 Hz, 160 Hz, および 315 Hz, 低音減衰 18 dB/oct, 24dB/oct および 24 dB/oct) を

Spectral phonocardiograms of the prosthetic valve sounds

Motonao TANAKA, Shigemi KOSAKA, Kinjiro UNNO, Yoshio TERASAWA, Keiko NITTA, Makoto KASHIWAGI, Haruo SUGI, *Shinichi NITTA, *Togo HORIUCHI

The Research Institute for Tuberculosis and Leprosy, Tohoku University, Hirose-machi 4-12, Sendai 980, *Division of Thoracic and Cardiovascular Surgery, Tohoku University School of Medicine, Seiryō-cho 1-1, Sendai, 980

使用した。周波数分析は、任意のセクションを求めるため、等レベル線表示とし、5 dB ステップで表示した。入院中および外来観察中の各種人工弁置換患者 28 例を対象として、各種人工弁音の周波数成分、傾斜度(減衰度)、パターン(濃淡模様)などを検討した。

結果および考察

1. 大動脈弁置換例 (AVR)

対象は 7 例であり、人工弁の種類はすべて Starr-Edwards ボール弁で、材質は、silastic が 1 例、他は metal である。記録時期は術後 24 日から 605 日である。

Figure 1 Aは、AI 例(20才, ♀) に Starr-Edwards 弁(9A, ball, metal) を置換し、術後 46 日目に記録したスペクトルである。マイクロホンを、右第 2 肋間胸骨縁(図中の左上, 以下 R2SB), 左第 2 肋間胸骨縁(図中の右上, 以下 L2SB), 左第 4 肋間胸骨縁(図中の左下, 以下 L4SB) および心尖部(図中の右下) に装着し、フィルターMを通して記録した。

Figure 1B は、AI の症例(23才, ♂) に、図 1A の症例と同じ人工弁を置換

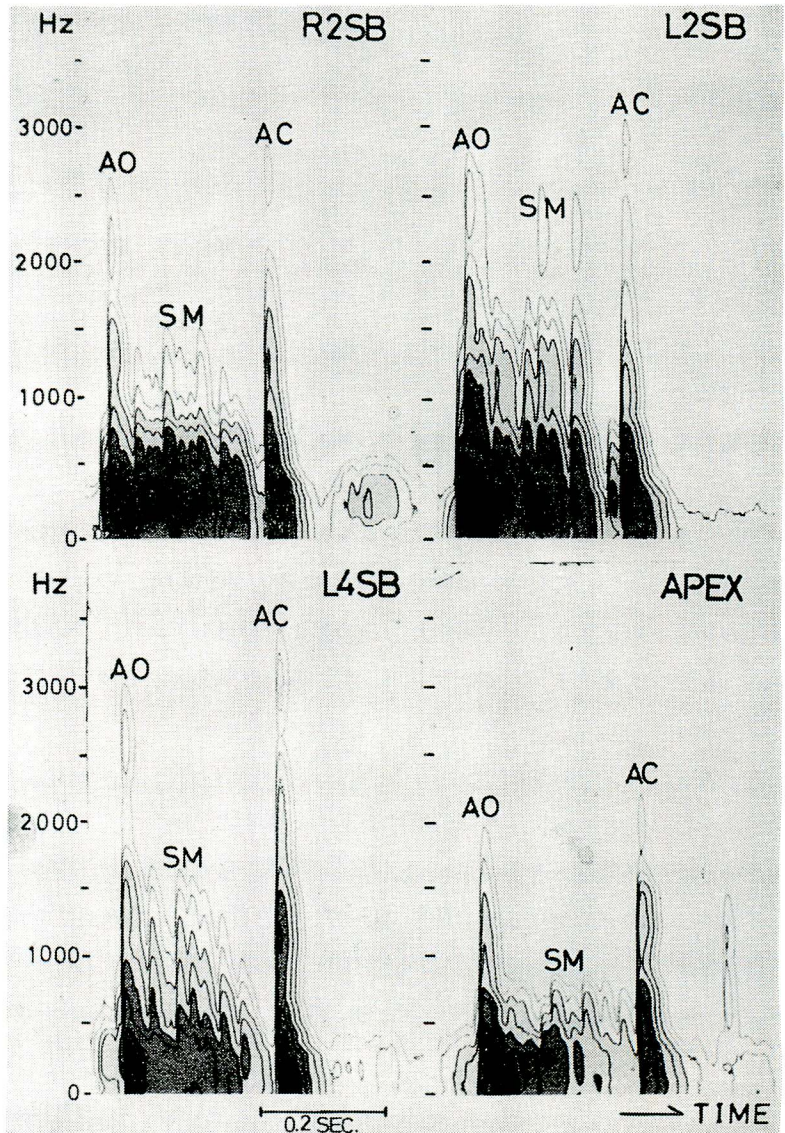


Figure 1A. Contour spectrograms in a case of aortic valve replacement (Starr-Edwards metal ball valve 9A). 20 y.o. female

R2SB : 2nd right sternal border, L2SB : 2nd left sternal border, L4SB : 4th left sternal border, APEX : apical area. SM : systolic murmur, AO : aortic opening sound, AC : aortic closure sound.

し、術後605日に記録したものである。Figure 1A, Bの例は、各々、臨床的に心機能は fair および good risk であった。Figure 1Aの例において、人工弁の開放音および閉鎖音のスペクトルは、500 Hz までのエネルギーが大きく、高域にいたるほどエネルギーが減少し、-30 dB まで記録されている。この時の最高周波数は、開放音、閉鎖音とも2,000 ~ 3,500 Hz である。Figure 1Bの例においては、1,400 ~ 3,000 Hz である。大動脈弁置換の場合、すべての例において収縮期に雑音が記録されたが、Figure 1Aのごとく、鋸歯状パターンを呈するものと、Figure 1Bの例のごとく、比較的平坦なパターンを呈するものがあった。前者のごときパターンの雑音は7例中4例に認め、左第2~3肋間胸骨縁で良く記録された。Hフィルターを用いると、3,750 Hz まで記録される例があり、開放音および閉鎖音と大差がない。後者のごときパターンの雑音は、7例中3例に認め、最高周波数は、開放音および閉鎖音より低く、たかだか1,500 Hz 位である。このような平坦なパターンを呈する例は、鋸歯状パターンを呈する例に比し、術後日数の長い例に認められた。また、鋸歯状パターンを呈する例について、9カ月~12カ月後、再記録分析を行なった結果、2例において、鋸歯状パターンの特徴がくずれ、平坦型に近いパターンを呈するようになった。

Figure 2A, Bは、録音、分析条件をまったく一定にし、各肋間における開放音および閉鎖音の最高周波数を比較したものである。Figure 2Aは、AIの患者(33才, ♂)に Starr-Edwards 弁(10A, ball, metal)を置換した例で、術後24日目に記録し、収縮期の雑音は Figure 1Aのごときパターン

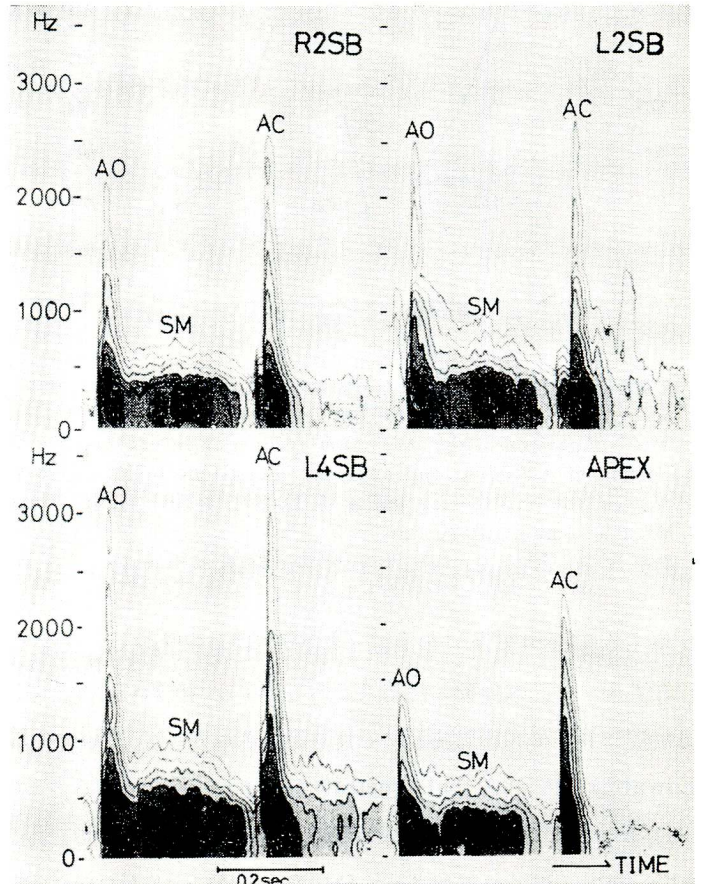


Figure 1B. Contour spectrograms in a case of aortic valve replacement. 23 y. o. male, 605 days after operation
Same procedure was performed as in the case of Figure 1.

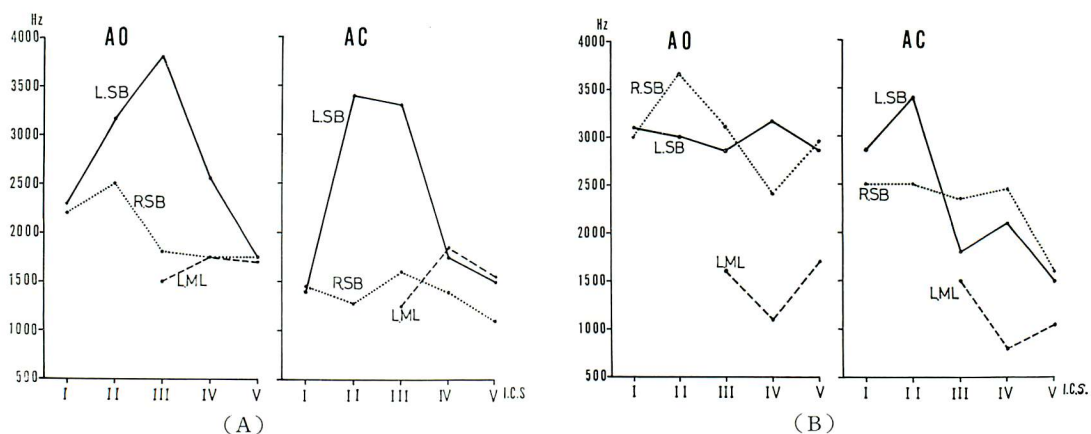


Figure 2. Maximum frequency span of aortic opening sound (AO) and closure sound (AC) in a case of Starr-Edwards metal ball valve 10 A

The comparison of the maximum frequency in each recording area was performed under the same condition of recording and analysis. Longitude indicates sound frequency (Hz), abscissa (I to V) indicates the intercostal space (I. C. S.). R.S.B : right sternal border, L.S.B : left sternal border, L.M.L : left mammillary line.

Figure A : 33 y. o. male, Figure B : 33 y. o. female.

を呈する。Figure 2A の実線 (L.S.B) は左胸骨縁で、点線 (R.S.B) は右胸骨縁で、破線 (L.M.L) は左乳線上で記録分析した結果である。Figure 2A では、開放音、閉鎖音とも左胸骨縁第2および第3肋間において高い周波数まで良く記録されている。Figure 2B は、AIの患者(33才, ♀)に Starr-Edwards 弁 (10A, ball, metal) を移植した場合である。この例の収縮期雑音は平坦型であり、開放音は R2SB で、閉鎖音は L2SB において高い周波数まで記録されている。しかし、開放音はRおよびL1～6SBの間では記録される最高周波数値に大差がないが、閉鎖音は下位肋間になるに従って最高周波数が低くなっている。

一般に大動脈弁置換術後、置換弁が臨床的に正常に働いていると考えられる例においては、弁音はL2～3SBでもっとも良く記録され、フィルターMを用い、記録の表示範囲を30dBとしたとき最高3,000～3,800Hz位まで表示される。しかし、他の左右胸骨縁でもかなりよく記録される。心尖部付近では一般にエネルギーが小さい。開放音と閉鎖音の最高周波数は、開放音の方が高い場合が多い。記録部位、症例によって多少の差があるが、その差は僅かである。しかし、1例においてはどの部位でも、開放音の方が閉鎖音より低く、最も良く記録されたL3SBで、開放音の周波数が3,000Hzであるのに対して、閉鎖音のそれは3,800Hzであった。この例は、Starr-Edwards 弁 (11A, ball, metal) の移植後、495日目、臨床的には現在のところ異常はない。

2. 僧帽弁置換例 (MVR)

対象は18例である。人工弁の種類は Starr-Edwards 弁 14例 (うち derlin, disc 弁が11例, silastic

ボール弁が3例) および Kay-Shiley 弁が4例である。記録時期は術後16日から6年11カ月まで、年齢は13才から49才まで、平均31才である。

Figure 3は、L4SBにおいて、Mフィルターを用いて記録した各種人工弁音のスペクトルである。図の(1)および(2)は Starr-Edwards 弁の例で、(1)は、disc, derlin 弁であり、(2)は ball, silastic 弁である。(3)は Kay-Shiley 弁(#6, disc, silastic)である。いずれも術後の経過は臨床的に良好な例である。Figure 3の(1)は、術後152日の患者(34才、♂)であるが、記録表示範囲を30 dBとしたとき、閉鎖音(以下MC)と開放音(以下MO)の最高周波数は3,400~3,800 Hzである。この例においては、MOとMCの最高周波数に大差はない。しかし、MCとMOでは高域の減衰の仕方(濃淡模様)が異なっている。すなわち、MCにおいては、もっとも強いレベルは約500 Hz位までであるが、MOでは1,000 Hzまで減衰が少く、1,500 Hz位まで強いレベルが保持され、時間幅も広い。

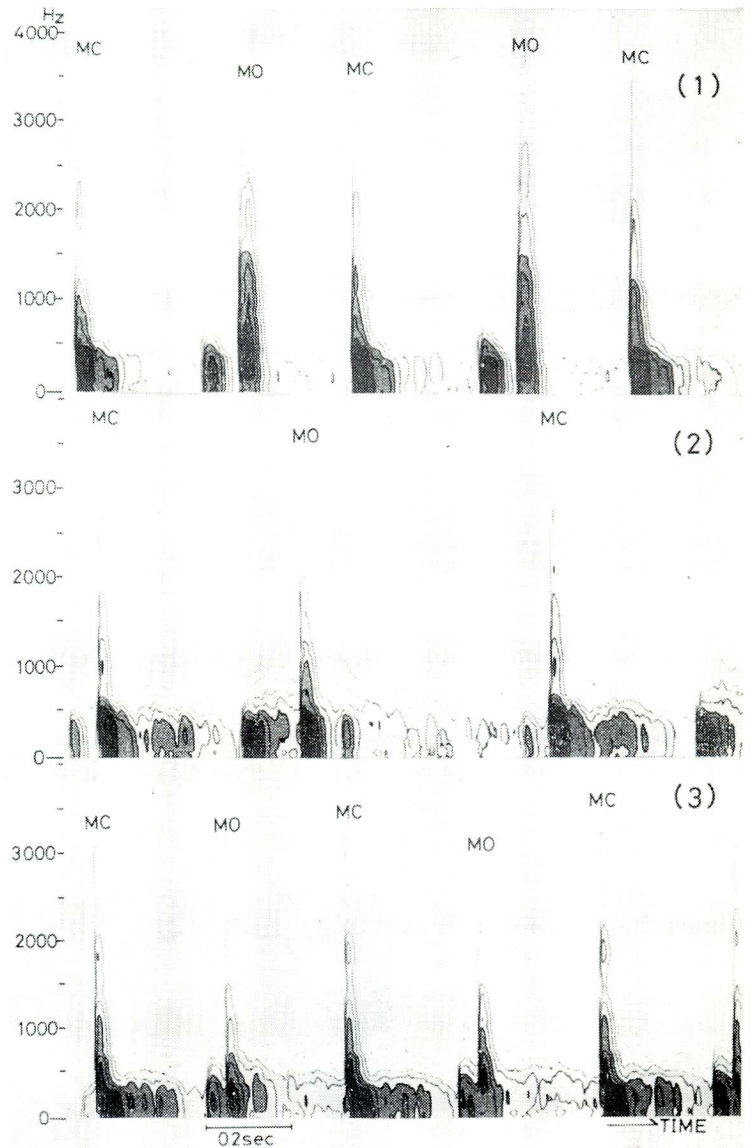


Figure 3. Contour spectrograms in cases of mitral valve replacement

Sound recording was taken from 4th left sternal border.

- (1) Starr-Edwards disc, derlin valve
- (2) Starr-Edwards ball, silastic valve
- (3) Kay-Shiley valve (#6, disc, silastic)

MC : mitral closure sound, MO : mitral opening sound.

他の disc, derlin 弁全例においても類似したパターンを呈している。Figure 3 の (2) の例は、手術から6年11カ月経た患者 (25才, ♀)である。この例においても、記録される周波数帯域は、MC, MO とも大差なく、最高は 3,500 Hz 前後である。しかし、高域の減衰の仕方が異なり、(1) の例と同様に、500 Hz 位までのエネルギーが最も大きい、500 Hz ~ 1,000 Hz の範囲内では減衰度が大きく、それより高い周波数成分は比較的なだらかに減衰する。他の2例においても同様のスペクトルであった。Figure 3 の (3) は、手術から3年7カ月経た例である。MC, MO とも記録表示範囲は 30 dB

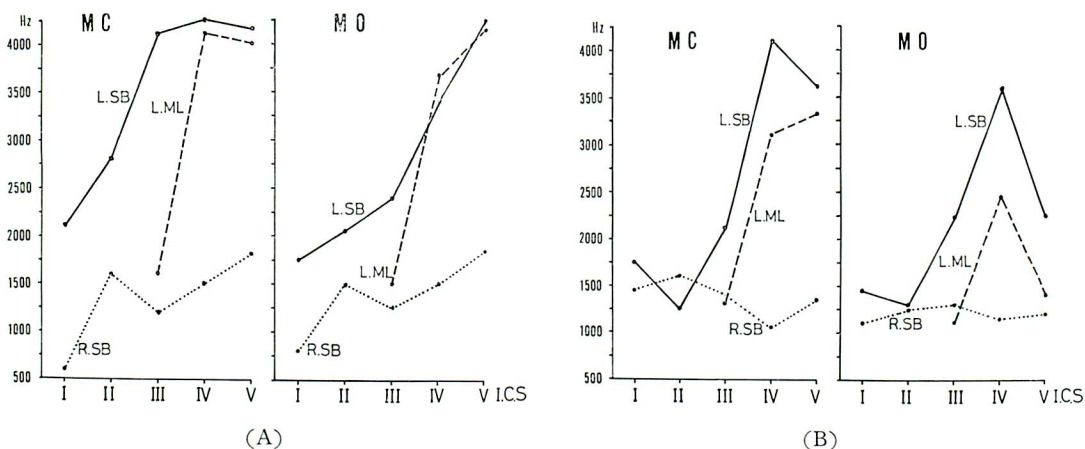
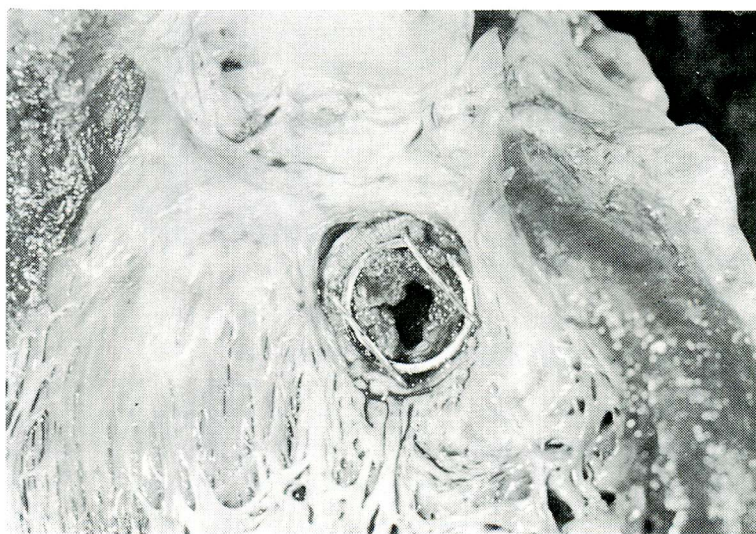


Figure 4. Maximum frequency span of mitral closure sound (MC) and opening sound (MO)
See the legend of Figure 2. Figure A : Starr-Edwards disc derlin valve 4M, Figure B : Kay-Shiley valve (#6: disc, derline).

Figure 5. Autopsy specimen in a case of prosthetic mitral valve (Kay-Shiley silastic disc valve). 47 y. o. female

The patient died of malfunction of the prosthetic valve 5 months after replacement. The contour spectrogram is shown in the following figure.



で、最高周波数は 3,300 Hz 前後である。この例においても、もっとも強いレベルは 500 ~ 600 Hz までであるが、MC のスペクトルでは、2,000 Hz 前後と 3,000 Hz 前後とに、レベルが若干強い所があり、2つの小さいピーク (5 dB) を生ずる。MO の方は高域になるに従って比較的なめらかに減衰している。他の 2 例においても類似した所見を認めるが、部位によって必ずしも一定でなく、まったく逆の場合も 1 例あった。ただしこの 1 例では MO が分裂し、複雑なパターンを呈している。僧帽弁置換例でも Figure 3 (2) および (3) のごとく、収縮期および拡張期雑音が記録されることがある。Starr-Edwards の disc, derlin 弁の場合には、11 例中 1 例に著明な収縮期雑音が認められたが、他は記録されている場合でもレベルは低く、拡張期には全く雑音が認められない。Starr-Edwards の silastic ball 弁の場合には、3 例すべてに収縮期雑音が認められた。Kay-Shiley 弁では 4 例中 3 例に収縮期雑音が著明に認められ、拡張期にも雑音が認められた。1 例は収縮期に僅かに記録されているのみであった。僧帽弁置換例では雑音の最高周波数値はたかだか 1,500 Hz までであり、大動脈弁置換の場合のごとき鋸歯状パターンの雑音は見られない。Figure 4 は記録および分析条件を全く一定にし、胸壁上の各点における MC と MO の最高周波数値を比較したものである。Figure 4A は Starr-Edwards 弁 (4M, disc, derlin),

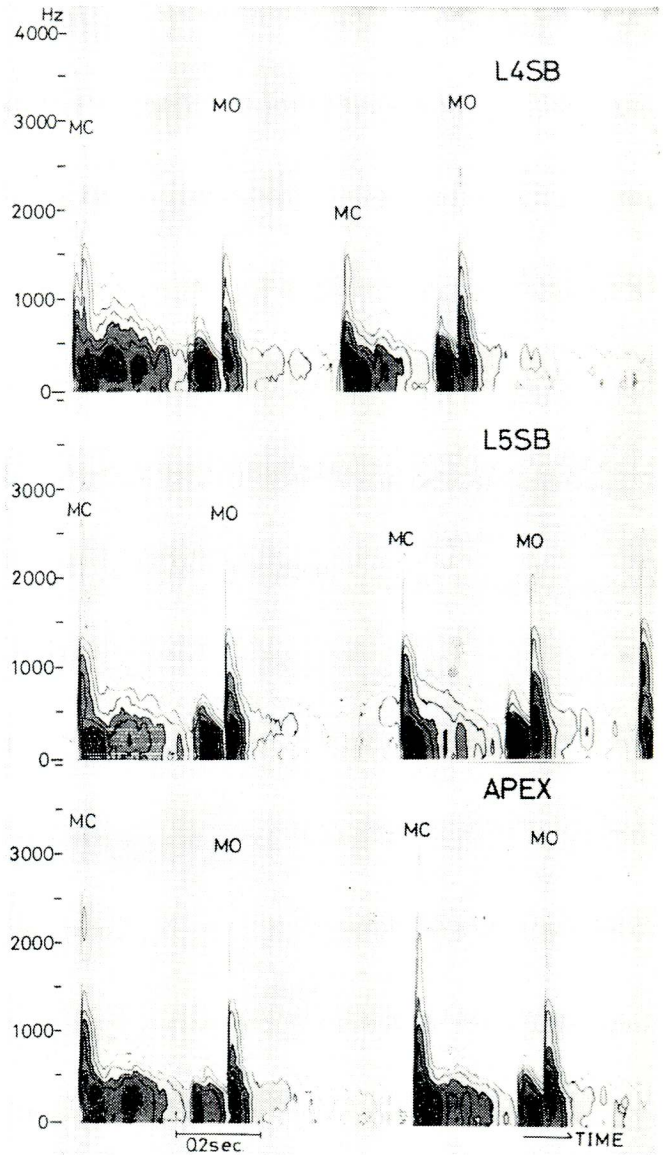


Figure 6. Contour spectrograms in the case shown in the preceding figure

The recording was made 43 days after operation.

Figure 4A は Starr-Edwards 弁 (4M, disc, derlin),

Figure 7. Frequency-intensity analysis of mitral closure sound (MC) and opening sound (MO)

Solid line : a case of good risk, broken line : a case of fair risk presented in figure 5 and 6. Both cases had Kay-Shiley valve of the same size. Note the decreased intensity in the high-frequency range in case of fair risk. Average declines of MC and MO in case of good risk are 3.3 dB/500Hz, whereas those of MC and MO in case of fair risk are 5.8 dB/500Hz and 4.6 dB/500Hz, respectively.

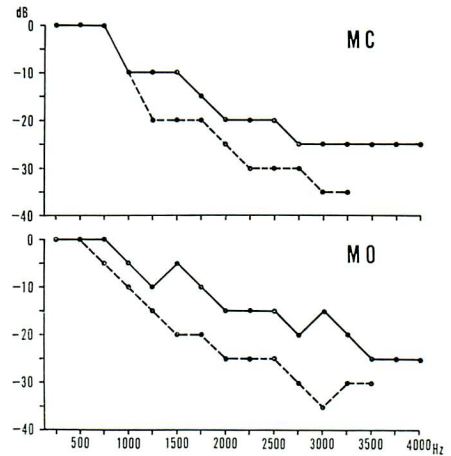


Figure 4Bは Kay-Shiley 弁(#6, disc, silastic)の場合である。Figure 4Aのごとく、一般に僧帽弁の置換ではその弁音はL4SB付近および心尖部付近でもっとも良く記録され、RSB、左胸部でも上位肋間では高域が著明に減衰し、大動脈弁置換に比べ好記録部位は狭い。また僧帽弁では、Starr-Edwards 弁の derlin, disc 弁を用いたときに、弁音はもっともエネルギーが大きく周波数ももっとも高い。もっとも良く記録された例では、L4SBにて、Hフィルターを用いたとき、最高8,000 Hzまで記録された。Figure 5は47才、女子

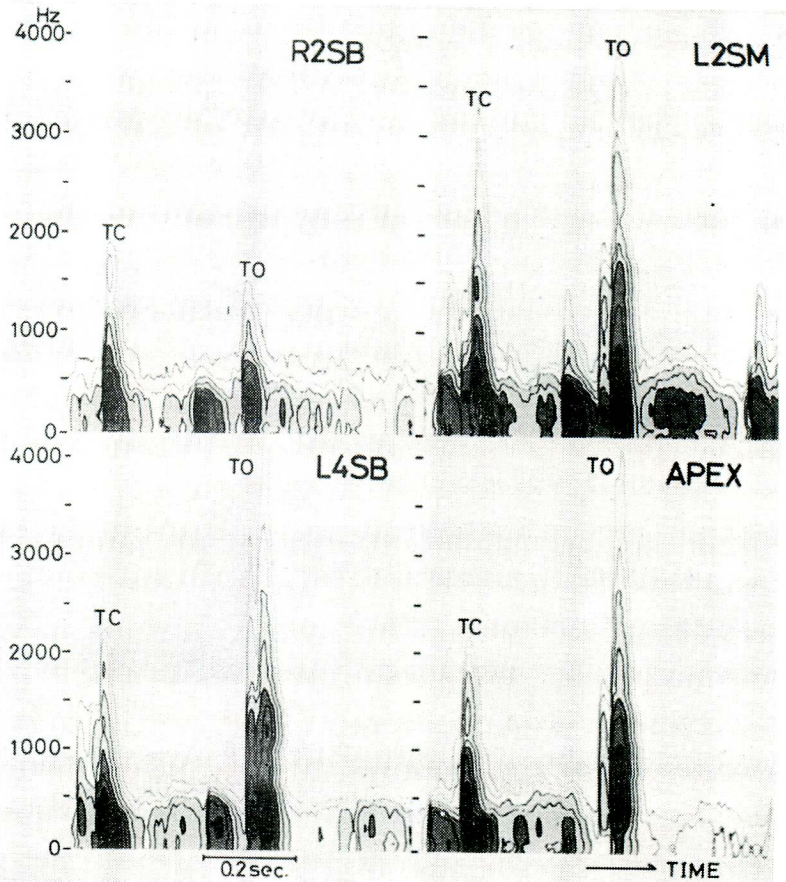


Figure 8. Contour spectrogram in a case of Ebstein disease with Starr-Edwards tricuspid valve. 20 y. o. female
TO: tricuspid opening sound, TC: tricuspid closure sound.

の僧帽弁置換 (Kay-Shiley, silastic, disc 弁) 例で、術後5カ月に死亡した剖検例である。この患者は術後経過は良好で、臨床症状も著明に軽快したにもかかわらず、術後約4カ月頃頃から、動悸、易疲労性が生じた。精査の結果、高度の僧帽弁狭窄を認め、再置換を予定していたが、その前日に急死したものである。剖検により、Figure 5 のように、高度の弁口狭窄を呈するとともに、左心室側に膨隆して disc 弁の可動範囲を少くしているのが認められた。

Figure 6 は術後43日目に、L4～5SB およ

び心尖部で、Mフィルターを用いて記録したものである。-30 dB の等強度線で示された最高周波数値は2,200～3,200 Hz で、他の Kay-Shiley 弁の置換例に比し、全般的にやや低い。これに反し、収縮期雑音は1,200～1,300 Hz と高い。Figure 7 は Figure 5 の例とまったく同じ Kay-Shiley 弁を置換した good risk の例における、MC と MO のピーク時相での section を、Figure 5 の例と比較したものである。Figure 7 の 0 dB は MC および MO のもっとも強いレベルを示したもので、250 Hz ごとに減衰するレベルをプロットした。記録部位は L4SB で H フィルターを用いた。この図から good risk の例 (実線) と fair risk の例 (破線) とで高域の減衰の仕方が異なっているのが分る。fair risk の例は good risk の例に比し、低い周波数から減衰を始め、2,500 Hz において 10 dB の差がある。good

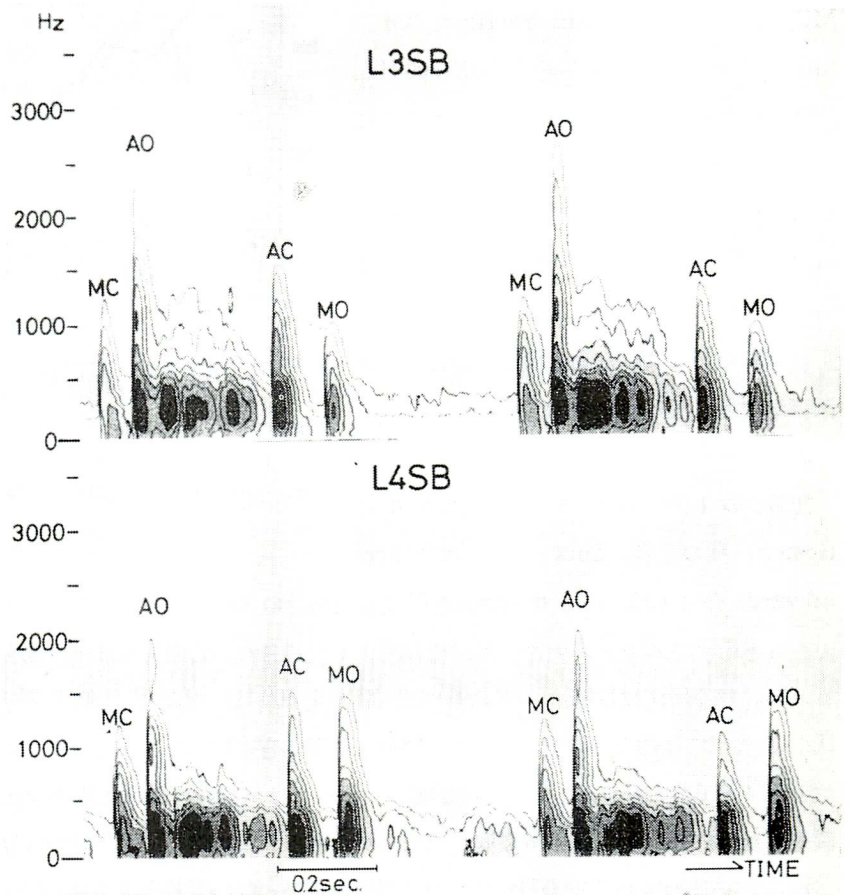


Figure 9. Contour spectrogram in a case of multiple valve prosthesis
Aortic valve : Starr-Edwards silastic ball valve, mitral valve : Kay-Shiley valve.

risk の例における平均減衰度(傾斜度)は, MC, MOとも約 3.3 dB/500 Hz であり, fair risk の例では MCが約 5.8 dB/500 Hz, MO が約 4.6 dB/500 Hz である。このように一般に fair risk の例においては高域減衰度が good risk に比し大きく, 好記録部位で Hフィルターを用いるとその差が顕著になる。そして同一症例であっても, 年月を経て再検査した例では, 自覚症状がなくとも高域減衰が大きくなる傾向を示すものがあった。

3. 三尖弁置換例

記録例は1例のみである。Figure 8 は Ebstein 病の患者(20才, ♀)に Starr-Edwards 弁(4 M, disc, derlin)を置換した場合のスペクトルである。三尖弁の場合, L4SBにおいてももっともエネルギーが大きい, 比較的良好に記録され, 右側胸骨縁下位肋間でもかなり記録されている。閉鎖音の周波数帯域は, R2SB で最高約 1,800 Hz, L2SB で約 3,200 Hz, L4SB で約 2,200 Hz, 心尖部では約 2,200 Hz である。開放音は閉鎖音に比しエネルギーが大きく, 周波数も高い。4部位とも 4,000 Hz をこえている。閉鎖音のパターンは僧帽弁に Starr-Edwards 弁(disc, derlin 弁)を置換した例に類似し, 高域減衰度がなだらかである。この例では収縮期および拡張期に雑音が記録されている。いずれも約 1,000 Hz までの雑音であるが, 収縮期雑音は下位肋間で, 拡張期雑音は上位肋間で比較的良好に記録されている。この例は術後54日目で臨床的に経過良好である。

4. 多弁置換例

多弁置換例は3例で, いずれも大動脈弁と僧帽弁置換である。大動脈弁に Starr-Edwards silastic ball 弁を, 僧帽弁に Kay-Shiley silastic disc 弁を置換した例が2例, 大動脈弁に Starr-Edwards silastic ball 弁を, 僧帽弁に Starr-Edwards mitral disc 弁を置換した例が1例である。Figure 9 は大動脈弁に Starr-Edwards silastic ball 弁, 僧帽弁に Kay-Shiley 弁を置換した例であり, L3SB および L4SB の部位で, Mフィルターを用いて記録したものである。MCおよびMOはAOおよびACに比し全般に最高周波数値が低くエネルギーも小さい。MC, MOとも最高約 1,500 Hz であるが, AOは約 3,200 Hz, ACは約 1,600 Hz である。まったく同じ人工弁置換の他の1例でも, 大動脈弁音の方が僧帽弁音より高い周波数まで記録されていた。ただし, この例ではMCとAOとの最高周波数値はほぼ同じであったが, MOとACはともに高く, 約 4,000 Hz まで記録された。Figure 10 は

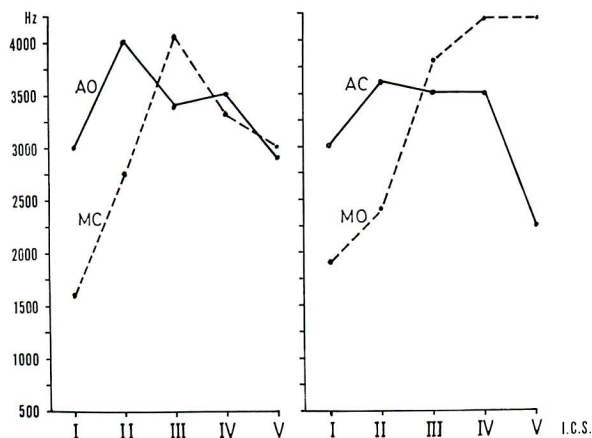


Figure 10. Maximum frequency span of aortic and mitral sound in a case shown in Figure 9

See the legend of Figure 2.

大動脈弁に Starr-Edwards silastic ball 弁を、僧帽弁に Starr-Edwards metal disc 弁を置換した例における L1 ~ 5SB での最高周波数値を示したものである。各点における記録条件はすべて一定とした。図の実線は大動脈弁音で、破線は僧帽弁音である。この図から、AO, AC は第2肋間でもっとも高く、MC, MO は第3ないし第5肋間で高い周波数が記録されているのが分る。前2例と異なり、MC, MO とも高い周波数まで記録され、AO, AC の最高周波数値より高い部位がある。一般に AO, AC の好記録部位は広く、MC, MO のそれは比較的狭い。このような伝搬性は単一弁置換例と同じである。多弁置換3例においては、すべて AO につづいた収縮期雑音が記録され、その最高値は約 1,500 Hz で、そのパターンは大動脈弁に Starr-Edwards, silastic ball 弁のみを置換した場合の雑音パターンに類似し、大動脈弁に由来するものと考えられる。

ま と め

大動脈弁置換7例、僧帽弁置換18例、三尖弁置換1例、多弁置換3例、計29例について置換人工弁の周波数分析を行なった。人工弁音は心音・心雑音と同様、低域のエネルギーがもっとも大きく、高域ほど減衰するが、高周波成分に富み、好記録部位では2,500 Hz から 4,000 Hz、ときに 8,000 Hz まで記録された。人工弁音のスペクトルは移植部位、人工弁の種類、構造、材質などにより異なり、等レベル線表示によってそれぞれ特徴のあるパターンが記録された。人工弁に血栓を形成して死亡した例においては、臨床症状の少ないときから、他の同種人工弁の置換例に比し高域減衰度が大きかった。また同一症例でも長期間を経た場合には高域の減衰の仕方が異なってくる。また同種人工弁置換の場合でも good risk と fair risk とでは同じ傾向を示す。このようなことから置換人工弁音のスペクトルを記録することによって、ball variance, 組織浸潤, 血栓形成などが比較的早期に診断できるのではないかと考えられた。しかし、この判定のためには今後更に多くの追跡調査が必要であると考えられた。

Summary

Frequency-intensity analysis was performed in 29 cases with prosthetic artificial valve (aortic : 7, mitral : 18, tricuspid : 1, both aortic and mitral : 3 cases), with the use of sound spectrogram. The filters used were 50/18, 160/24 and 315/24 dB/oct and the spectrogram was displayed by contour of 5 dB step. The recordings were made from 13 precordial areas which included both sternal margin of the first to fifth intercostal space and the third to fifth intercostal space at the left mid-clavicular line.

Like ordinal heart sounds and murmurs, artificial valve sounds contained predominantly

low-frequency vibration, and the vibratory energy progressively declined towards high-frequency range. However, fairly high-frequency vibrations were detected up to the frequency of 2,500 to 4,800 Hz (occasionally up to 8,000 Hz), whenever the preferential recording site was selected.

Sound spectrum of the artificial valve showed different pattern depending on the site (aortic, mitral or tricuspid) and the sort, structure and material of the valve. Several examples were demonstrated by the contour spectrograms (Figure 1,3,6,8 and 9), and the characteristic pattern of the contour was pointed out. The maximum frequency span in a given patient was different depending on a recording site and an artificial valve (Figure 2 and 4).

In case of fair risk (Figure 5), the thrombus formation of the valve was suspected by the abrupt decline of the high-frequency vibrations (Figure 6,7) compared with the case of good risk having the same artificial valve, though the same tendency of high-frequency decline was observed in the latter. Sound spectrogram seems to be a useful tool to detect the ball variance, thrombus formation and tissue infiltration in the early stage of the prosthetic valve replacement.

討 論

沢山 (川崎医大) : 前の演題とも関連いたしませんけれども、弁置換の心音図で有名な Hysten の学会発表 (1967年) をきいて、私も 3 例ばかり大動脈弁の方を検討してみたわけですが、PCGでも、あるいはいまのスペクトル心音図でも結構であると思いますが、AO/AC 比のほか、心機能自体の異常を左室の収縮時間でやってみました。先ほどの症例の場合にも問題があったのですが、その場合 AO という振動を利用しうるかどうかが問題だと思います。私は頸動脈波を用いたわけですけれども……。しかし同じ症例を follow-up するという点については、これは頸動脈波を用いても、あるいは AO の振動を用いてもかまわないと

は思います。

古田 (三井記念病院循環器センター) : 先ほどの鋸歯状のパターンを示す例で (Figure 1A), AO と書いてあるところはよろしいのですが、そのあと収縮期の真中に、だいたい 2,000 から 2,500 Hz ぐらいの周波数のところにピークがありますが、あれは何とお考えでしょうか。

演者 (海野) : それについてはいろいろ考えておりますけれども、われわれは rolling sound としておりますが、はっきりした証拠はございません。あるいは ball が回転しながら cage にタッチするのじゃないかというような考えがおりますけれども、とくに確固とした証拠はございません

ん。

古田：そういう音が、だいたい9カ月ぐらいたちますとなくなってゆくというのは、たとえば Starr-Edwards 弁でしたら、cloth-cover のところに何か organisieren されたものが出来て、音が出にくくなったというふうに考えられませんか、それともほかの血行動態的な理由がございすか。

演者：この鋸歯状パターンを示す症例は非常に新しい患者ですが……。

古田：ですから、それがだんだん鋸歯状の形を失っていくというのは、それはどういうふうにお考えですか。

演者：その点については外科側の仁田先生から返答して載きたいのですが。

仁田（東北大胸部外科）：いま海野先生が申しましたように、解釈の点でいろいろ苦労いたしましたのですが、第1番目に考えられることは、aorta に valve を植え込んだ場合、左室から駆出される血液の流線の方向と、cage のトップの方向がどうしてもちよっとずれるような気がするのですが、その点でまず回転力が与えられるのじゃないかという考え方が1つあります。それから、私は人工心臓をやっておりまして、いろいろな弁をつくったりしましたのですが、どうしても人工弁の orifice、それからその後ろの structure、それから大動脈壁のクリアランスが非常に小さかったりしますと、いわゆる相対的な AS の感じになり、そうしますとああいのような rolling sound のパターンを呈するような感じがしますが、それにははっきりした証拠はございません。それで、いまモデルにいろいろ組み込みまして、そういう音を再現して、原因を検討したいと思っております。

古田：血流速度が早くなるような場合に、一応そのような音が出ると考えられるということでございますね。

それからもう1つ、先ほどから人工弁が open するか、close するかということで、その名称に

関して、私、かなり前なんですが発表したことがあります。結局こういう音は、ケージなり、それからそれを受ける座、リングなりに当たるときの音であるということから、たとえば大動脈弁でしたらばAで、ボール弁ならB、両方でABで、それがリングに当たれば、リングのRをとってABR音と呼ぶ。それから open する場合はケージに当たるわけですから、cage のCをとりまして、大動脈のボール弁であれば ABC 音と呼ぶ。それからもしそれが disc 弁であれば、たとえば mitral の Kay-Shiley disc のようなものであれば MD、それから、それがリングに当たれば MDR 音、このようにして、この音はそれがオープンするための音ではなくて、その人工物が血流に乗って何かに当たる音であるという意味を含ませて、今いいましたように名付け、雑誌にもそういうふうに表示してございます。

司会（竹越）：人工弁では、ことに経過中のアクシデントとかプログノーゼの判定ということが一番大事なことなんでしょうけれども、田中先生、何かその点に関してご意見ありませんか。

田中（東北大抗酸菌研）：実は私どもがこの仕事を始めました一番の根拠といえますのは、1つは胸腔内の音響伝播を調べるのに、どうしても人工的な音源が必要になる、そういうことで人工弁の研究を始めたわけです。しかし実際にその分析をやっておりますときに、日にちが経ってくると、どうもだいが音質が変ってくるということに気づいたわけです。それでその辺のところを突込んで調べたら、人工弁そのものの function がある程度分るのじゃないかというふうに考え、このような仕事を始めたのでございます。人工弁の構造は皆さんよくご存知のことだと思いますが、1つは金属、もう1つは高分子の構造物でありまして、そういうものがぶつかりあうときの音を考えてみますと、音質といいましようか、とくに音色の問題が一番重要ではないかというふうに思えたわけです。音色が変わってゆくということは、おそらく血栓の形成とか、組織の介在とか、いろいろな原

因によると考えられるのですが、それであれば、音質を分析するのが一番手っとり早い検索法じゃないかというふうに考えるようになりました。その場合にいわゆる心音といわれるものとはちよっと変わった人工音を利用しているわけでございますので、通常的心音の場合とは根本的にだいぶ考え方を変えなければならぬことが出てまいります。といいますのは、普通的心音の場合には、ご存知のように、周波数成分がたかだか 2,000 Hz 位までに限られているのですが、こういう人工弁の場合には、どれくらいの周波数の音が出ているのか、見当がつかない、まだよく分っていないということで、本日発表させていただいたようなわけです。今日のデータでお分り載りだけだと思っておりますが、人工弁の場合には、少なくとも 4,000 Hz ときには 8,000 Hz ぐらいの高い周波数成分が含まれているということになります。そうしますと、音の方から弁自体の変化を掴もうとする場合には、どうしても装置の方で考えるべき点が出て来る。つまり臨床的に使われているような、従来的心音計で調べたのでは、このような高調波の検出は無理なわけで、心音計そのものの特性をもう少し考え

て再検討しなければならないんじゃないかと思えます。そうすれば、かなりのところまで、人工弁そのものの function が分るようになるんじゃないか、というふうに考えております。非観血的に出来る方法でございますし、fair risk の例では非常に早い時期に音の変化が出てくるようでございますので、非観血的な人工弁の function 判定法としては、この方法は相当役に立つのではないかというふうに考えております。

それからこれは先ほど、前の演者に対して発言させて載ったことなんでございますが、時間の factor を測ると、むしろ心臓の function の方の測定に役立つんじゃないかと申したのですが、この場合は、時間の factor と申しまして、そういう金属ないしボール自体が壁に当たる音であるということから考えますと、正常の場合の弁の閉鎖・開放とはだいぶ時間的に遅れが出てもいいんじゃないかというふうにも考えております。ですから、そういうことを基礎に考えて、心筋の function を考えるならば、相当に時間の factor が利用出来るんじゃないかというふうに考えております。