

UCG, 心音図, 心機図同時記録による左心機能の解析

— 第一報 僧帽弁閉鎖速度 —

三井記念病院 循環器センター

松田 光生 松崎 中
尾本 良三 古田 昭一
町井 潔

僧帽弁前尖UCGの正常パターンは、よく知られているように、拡張期の始めと前収縮期にピークを有する二峰性の曲線を示す。この曲線が弁の動きそのものを表わすかどうかは、議論のあるところであるが、一応かなりよく弁の動きを代表するものと考え¹⁾²⁾³⁾、その動きは、房室間の圧較差、それによって生じる血流の流れ、および弁の解剖学的特性によって定まるはずである。

われわれはUCGと同時に、心音図、心電図、頸動脈波および心内圧曲線を記録することにより、弁閉鎖の機構、心音発生の機構、さらに左室収縮機能などに関する情報が得られないかと考えている。まだデータの集積も充分ではなく、満足な結果は得られていないが、第一報として報告する。

症例と方法

症例は、正常例として、24歳から34歳の心疾患の既往のない男子6例、僧帽弁狭窄症例（以下MSと記す）としては、昭和45年10月から46年3月までに三井記念病院において手術を行なったMSから6例、右心カテーテルのみで手術を行なわなかったMS1例である（男子4名、女子3名、年齢は23歳から43歳）。すべて洞調律で、手術を行なったものでは、弁硬化、石灰化の著しくなかった例のみを選んだ。また高血圧性心疾患の例として、左心不全で入院した56歳の男子1例についても、記録、計測を行なった。

超音波パルス反射法を用い、被検者を背臥位として、出力周波数2.25 MHzの振動子を胸骨左縁第Ⅲ肋間または第Ⅳ肋間に置き、得られる反射波をECGと同時にブラウン管上に描かせた。ブラウン管上の僧帽弁UCGが最大の振幅を持つような方向に振動子を固定して、これを Time Motion Detector

Assessment of left ventricular function by simultaneous recording of ultrasound cardiogram, phonocardiogram, mechanocardiogram, and intracardiac pressure pulse. I. Maximum velocity of mitral valve closure.

Mitsuo MATSUDA, Tadashi MATSUZAKI, Ryoza OMOTO, Shoichi FURUTA & Kiyoshi MACHII.
Center for Cardiovascular Disease, Mitsui Memorial Hospital, Izumicho 1, Kanda, Chiyoda-ku, Tokyo, 101.

(日本無線製 MODEL SSZ-45B)により選びだし、心音図、心電図、頸動脈波と同時に、光学的オシログラフに描記した。フィルム搬送速度は100mm/secである。ただし弁の運動速度の計測は、ブラウン管上の像を直接写真にとることにより行なった。これは用いた Time Motion Detector の時定数が60msecと大きいため、MSの手術前後のルティン検査として、三井記念病院で従来から用いられていた写真記録をも利用したからである。弁の閉鎖速度としては、前収縮期のピークに続く下行脚の、最大傾斜部の切線の傾きを用いた。またMS手術中における心内圧曲線、心室壁直接心音図、心電図とUCGの同時記録の際には、振動子を直接右心室前壁に置き記録した。フィルム搬送速度は50mm/secである。

成 績

1) 正常例における僧帽弁前尖UCG

図1に、僧帽弁前尖UCGを、心音図、心電図、頸動脈波と同時記録した例を示す。正常例では、図のように拡張期の急速流入と心房収縮に対応して、僧帽弁開放を表わすEとAの二つのピークが見られる。これに続いて閉鎖の位置FとCに移行する。AとCの間には、しばしば屈曲点Bが見られるが、この例では著明ではない。心音図上のI音は、一般にC点に一致するといわれているが⁴⁾、この記録ではACの途中で生じている。これは恐らく用いた Time Motion Detector の時定数のためと思われる。ブラウン管上にUCGと心音図を同時に描かせて直接写真にとると、I音はほぼC点に一致しているようである(図2)。

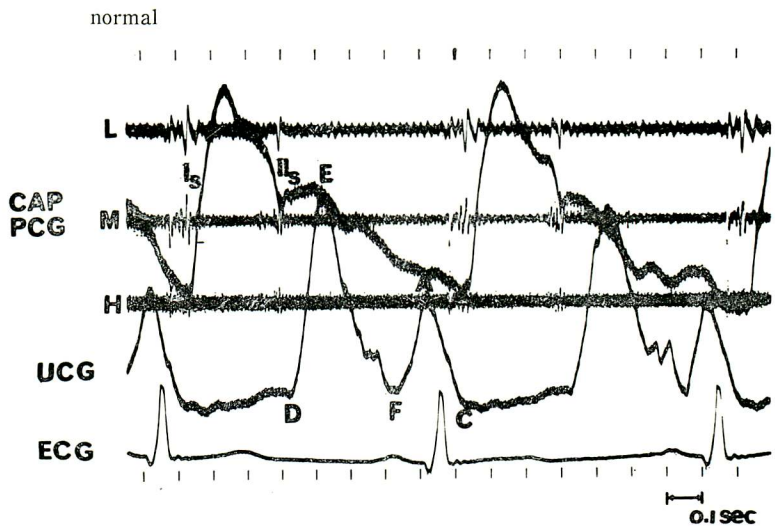


図1：正常例における僧帽弁前尖UCGと心音図、心電図および頸動脈波の同時記録

2) MSにおける僧帽弁前尖UCG

図3はMSにおけるUCGの記録例である。MSに特徴的とされている拡張期における弁の後退

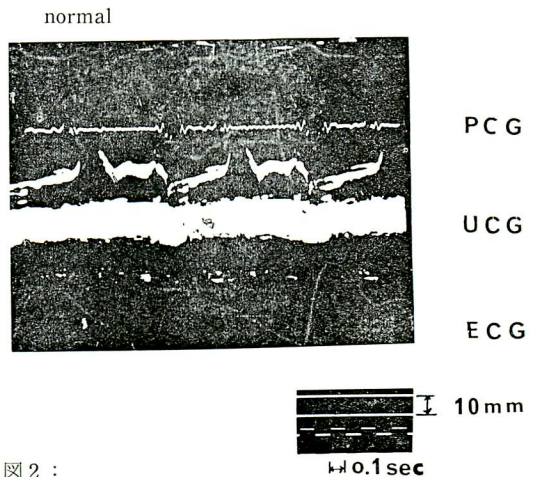


図2：同上例の写真記録。I音とC点がほぼ一致している

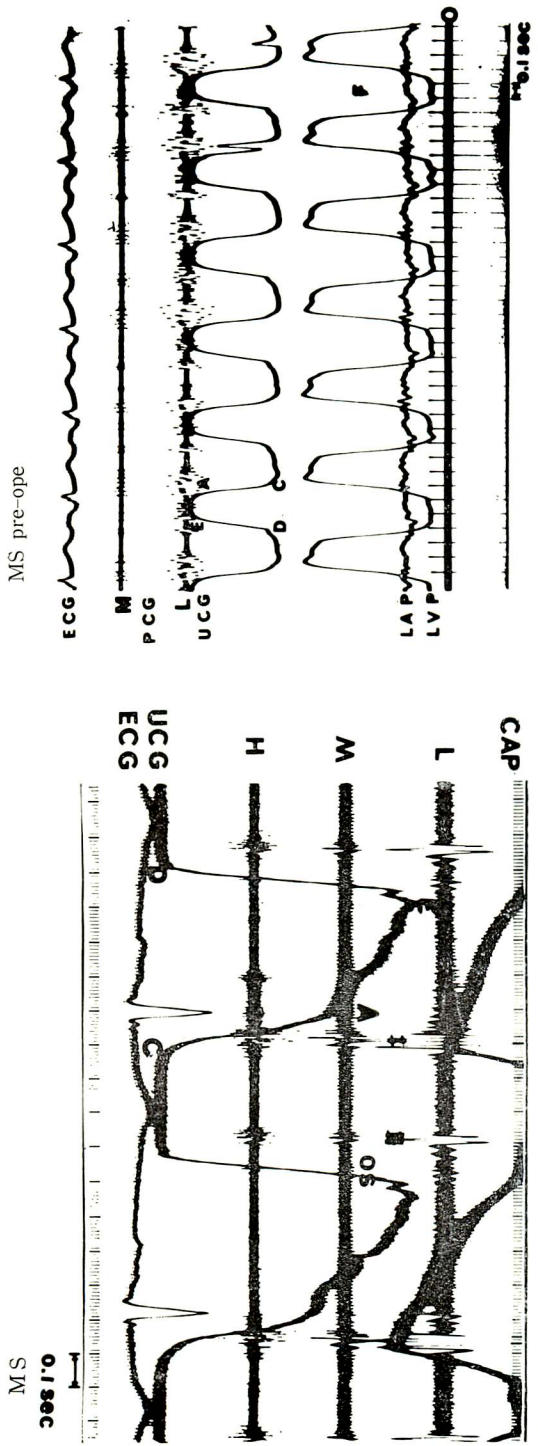


図3：MSにおける僧帽弁前尖UCGと心音図、心電図および頸動脈波の同時記録

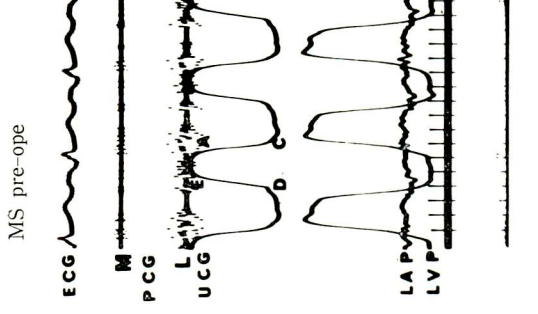


図4：MSにおける僧帽弁前尖UCGと心音図、心電図および左室内圧と左房圧との同時記録—交連切開前—

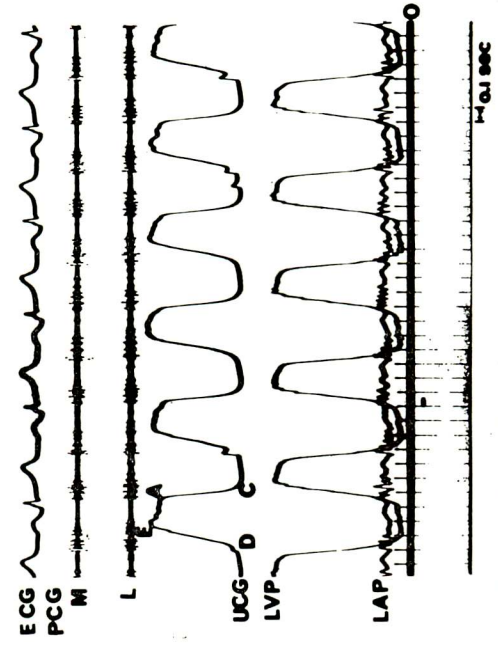


図5：同前—交連切開後—

速度の減少がみられ、平坦となる型を示している。同じ患者における術中のUCGと心音図および左室圧と左房圧との同時記録を図4と図5に示す。左室収縮開始時の左房圧と左室圧の交点に、I音と弁閉鎖を表わすACが一致し、弛緩期に移行する左室圧と左房圧の交点に、弁開放を示すDEが一致している。図4は交連切開前の記録であり、図5は交連切開直後である。切開後の左房圧下降と、UCG上の弁後退速度の増加が一見してわかる。同時期にブラウン管上の像を撮影した写真上での計測では、弁後退速度が、交連切開前の10mm/secから、切開後は14mm/secに増加し、またAC部の弁閉鎖速度は、切開前の600mm/secから、切開後は490mm/secに減少している。

3) 弁閉鎖速度の計測

上記のように、MSの手術後には、左房圧下降に伴って、弁後退速度の増加と閉鎖速度の減少が見られたが、このうち弁閉鎖速度に注目して、正常者6例、MS例7例、および心不全例1例について、UCG上の弁閉鎖速度を計測すると図6のごとくであった。正常者では、160mm/secから280mm/secの範囲で、平均値は217mm/sec(標準偏差44mm/sec)であり、MSでは470mm/secから870mm/secの範囲で、平均値が654mm/sec(標準偏差144mm/sec)で、明らかに正常者より大きな値を示した。これはこれまでに

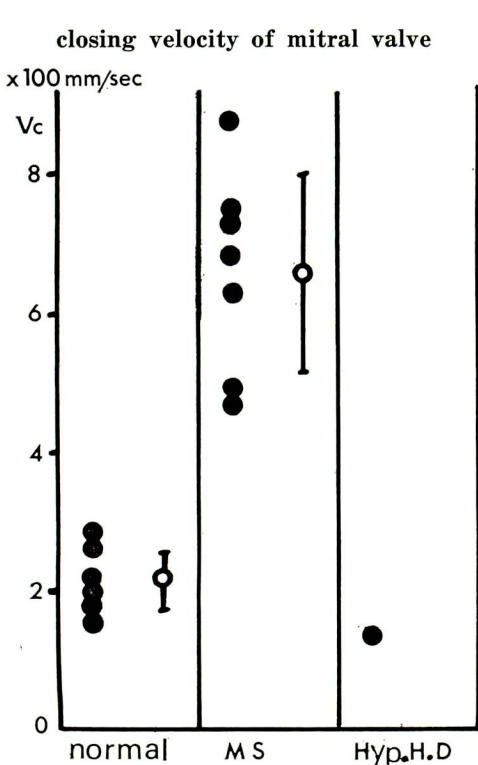


図6：各症例群における僧帽弁閉鎖速度(Vc)

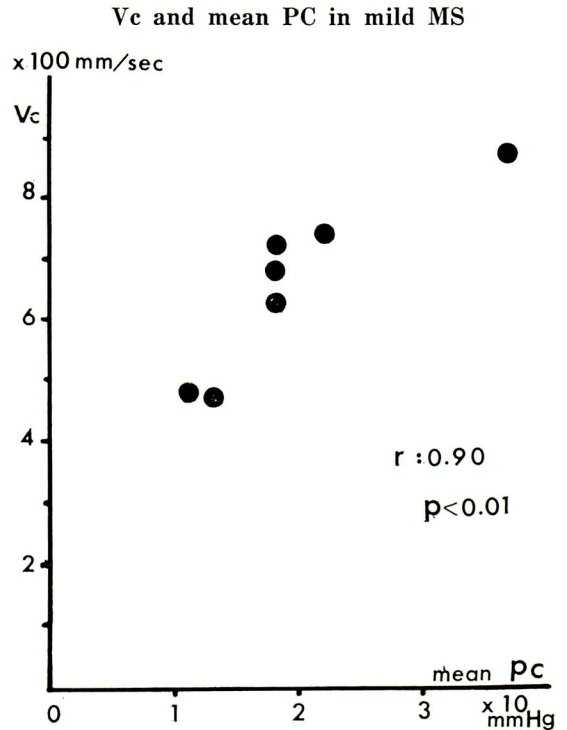


図7：MSにおける僧帽弁閉鎖速度と平均肺毛細管圧との相関

報告されている所見である²⁾³⁾⁵⁾。一方、心不全例では、1例ではあるが130mm/secと正常に較べてやや低値を示した。

4) MSにおける弁閉鎖速度と平均肺毛細管圧との関係

MSにおける弁閉鎖速度は、正常者よりも大なるだけでなく、たとえば(Q-I) - (II-OS)などで重症度を表わすと、重症度が増すとともに閉鎖速度は大となるが、さらに重症となり、弁硬化、石灰化が進行すると、閉鎖速度は逆に小となるようだということがいわれている²⁾³⁾。われわれの選んだMS例は、弁硬化、石灰化の著しくない例であるが、手術前の右心カテーテルにおける平均肺毛細管圧と弁閉鎖速度との間には、相関係数 $r=0.90$ ($P<0.01$) という良い関係がみられた(図7)。

考 察

MSにおける弁閉鎖速度と平均肺毛細管圧との相関はMSにおける弁閉鎖様式の多少の変化によるのではないと思われる。正常の場合の房室弁は、まず心房収縮による開放状態から、心室収縮開始前に不完全な閉鎖の位置をとり、ついで心室収縮により完全に閉鎖する。この不完全閉鎖の機序は、血液の慣性により、弁を浮き上げさせるような陰圧を生じることにあるといわれている⁶⁾⁷⁾⁸⁾。また心房収縮による心房圧上昇に少し遅れて、心室の拡張末期圧が増加し、次いで心房の弛緩による心房圧下降により、房室間に弁を閉鎖するに充分なだけの圧較差の逆転が起こるためであるともいわれている⁹⁾。MSにおいては、多少とも弁の硬化があるために、陰圧が生じても弁は閉鎖しにくいと思われるし、また左房圧が高い水準にあれば、左室拡張末期に圧が上昇しても、房室間の圧較差の逆転が起こらず、弁閉鎖が生じないであろうと思われる。したがって正常の場合にくらべ、弁がより開いた位置から左室の収縮が始まり、弁の閉鎖運動は、主として左室の収縮による圧上昇によりなされるのではないかと考えられる。この場合、僧帽弁の閉鎖は左室圧が左房圧を凌駕した直後に起こり、その閉鎖速度はその時点における左室圧の立ち上り速度、すなわち dP/dt が大なるほど大であることが推定される。一方左房圧が高くなればなるほど、左室圧の dP/dt が大なるところで弁の閉鎖が起こるため、弁の閉鎖速度が大となるとと思われる。

この推定が正しければ逆にUCG上の弁閉鎖速度から左室圧の立ち上り部分の dP/dt を評価できる可能性があるが、MS以外の左心不全例でそれが可能であるか否かは今後検討を要する問題である。

総 括

1. 正常例6例、MS7例および高血圧性心疾患1例において、僧帽弁前尖UCGと心音図、心電図、頸動脈波の同時記録を行なった。このうちMSの1例では手術中における心内圧曲線、心音図、心電図とUCGの同時記録をも行なった。
2. UCG上の弁閉鎖速度は、正常例では160mm/secから280mm/sec(平均217mm/sec) MSでは470mm/secから870mm/sec(平均654mm/sec)であり、MSでは正常にくらべ高値を示した。左心不全例では、

一例であるが130mm/secと正常にくらべてやや低値を示した。

3. MSの交連切開後、左房圧の下降に伴って弁閉鎖速度の減少と弁後退速度の増加が見られた。
4. MS 7例において、平均肺毛細管圧と弁閉鎖速度との間には、相関係数 $r = 0.90$ ($P < 0.01$) という良い相関が見られた。

文 献

- 1) Edler, I. : Acta med. Scandinav. Suppl. 170 : 83, 1961.
- 2) 望月茂樹 : 阪大学医学雑誌 17 : 117, 1965.
- 3) 仁村泰治, 望月茂樹, 和田温教 : 診療 20 : 1872, 1967.
- 4) Edler, I. & Swelen, L. : Am. J. Cardiol. 19 : 18, 1967.
- 5) 町井潔, 関口寿, 伊東貞三, 三科大和, 黒川清, 太田怜, 角田均 : 日本臨床 21 : 2222, 1963.
- 6) Henderson, Y. & Johnson, F. E. : Heart 4 : 69, 1912.
- 7) Dean, A. L., Jr. : Am. J. Physiol. 40 : 206, 1916.
- 8) Rushmer, R. F. : Cardiovascular Dynamics. 3rd ed., W. B. Saunders, Philadelphia, 1970, P. 299.
- 9) Brockman, S. K. : Am. J. Cardiol. 17 : 682, 1966.

第 3 席 討 論

司会 (田中・東北大) : ただいまの演題は僧帽弁のUCGを中心にした仕事ですが、次の第4席とも関連性があると思います。したがって第4席

と共通なご質問ならば、次の演題のあとにおねがいしたいと思います (193頁参照)。