

甲状腺機能異常ならびに
肝疾患時の超音波Doppler
法による心周期分析

Analysis of a cardiac
period of the left side
of the heart in cases of
thyroid disorders and in
cases of liver diseases
with the ultrasonic
Doppler method

松尾 裕英
浜中 康彦*
仁村 泰治*

Hirohide MATSUO
Yasuhiko HAMANAKA*
Yasuharu NIMURA*

Summary

The ultrasonic Doppler method is advantageous to detect the timing of rapid movements of heart valves, and it makes possible to measure the duration of phases in a cardiac cycle.

In the present study, cardiac phases of the left side of the heart was analyzed with this technique in cases of thyroid disorders and liver diseases.

In cases of hyperthyroidism, the isometric contraction time (0.023 sec) and the tension period (0.081 sec) were significantly shorter than those in normal subjects (0.040 and 0.101 sec, respectively) ($P < 0.01$, $P < 0.01$). These shortenings might be considered to be mainly resulted from increased cardiac contractility, and from neither rapid heart rate, nor low diastolic blood pressure. The ejection time divided by the tension period, known as the hemodynamic ratio, has so far been considered to be a parameter, closely related to the stroke volume. The hemodynamic ratio was high in hyperthyroidism.

In cases of hypothyroidism, the isometric contraction time (0.058 sec) and the tension period (0.128 sec) were significantly longer than those in normal subjects ($P < 0.01$, $P < 0.01$), and the hemodynamic ratio was reduced. The isometric relaxation time in hypothyroidism (0.093 sec) was prolonged compared to that in normal subjects (0.067 sec) ($P < 0.01$). The prolongation of this period was also reported previously in cases of myocardial damage in hypertension. So, the prolongation of this period in hypothyroidism may be a manifestation of the some cardiac involvements.

In cases of chronic hepatitis, the isometric contraction time (0.045 sec) the tension period (0.112 sec) and the isometric relaxation time (0.085 sec) were generally prolonged

大阪大学 中央臨床検査部中央循環器検査室
* 同 阿部内科
大阪市福島区堂島浜通り 3-1-2 (〒553)

Central Laboratory for Clinical Investigation,
Osaka University Hospital, Dojimahamadori,
Fukushima-Ku, Osaka, 553
*The First Department of Medicine, Osaka
University Medical School, Dojimahamadori,
Fukushima-Ku, Osaka, 553

($0.01 < P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.01$), and the hemodynamic ratio was reduced. These findings suggested that the cardiac function was disturbed under this condition.

In cases of cirrhosis of the liver, the isometric contraction time (0.032 sec) and the tension period (0.092 sec) were shortened ($P < 0.01$, $P < 0.01$), and the hemodynamic ratio was increased so that hyperdynamic circulatory state was suggested under this condition.

Key words

ultrasonic Doppler method
analysis of cardiac cycle
thyroid disorder
liver disease
hemodynamic ratio

はじめに

心時相の分析法としては、心臓カテーテルによる直接法と、頸動脈波¹⁾、心尖拍動図²⁾³⁾⁴⁾などの心機図と心音図の組み合わせによる間接的体外的計測法とが施行され、殊に後者は近年繁用されている。超音波 Doppler 法は超音波の有する鋭い指向性と、物質内への優れた透過性を利用して、やはり体外より非観血的に心時相の分析をなし得る方法である^{5)~10)}。本法によれば time lag なしに各弁運動時期を直接とらえることが可能である。

今回は、本法を用いて甲状腺機能異常、肝疾患に就いて心時相の分析を行ない、この面から、これら疾患群における心機能につき検討を加えた。

方 法

前胸壁より心臓に向け超音波の連続波（周波数 2.25 MHz）を投入すると、心臓壁、中隔、弁尖など、音響学的インピーダンスの異なる境界面で一部反射するが、この際心拍動につれこれら構造物は運動しているので、それにより反射波の周波数は変化する。この反射波と直接波とを合成、検波すると、周波数の変化分に相当した周波数の Doppler 唸りが得られる。この Doppler 唸りの周波数は対象構造物の超音波ビーム方向における運動速度成分に比例するので、Doppler 唸りの周波数を知れば対象の運動速度がわかる。ところで心時相分析に必要な情報は弁運動の時期で、これ

を他の構造物である壁、中隔などに起因する Doppler 唸りより分離記録する必要がある。弁運動は心臓壁、中隔などの運動速度に比べて速いことが予想されるので、Doppler 唸りのうちより周波数の高い成分を選別すれば、弁運動による Doppler 唸りが求められると考えられる。かかる目的のために 800Hz 以上高波の high-pass filter を用いた。これによりほぼ 20cm/sec 以上の運動速度に相当する Doppler 唸りを弁別したことになる。事実心臓壁、中隔などに由来する唸りは除外され、既知の生理学的知識に照合して、弁運動によると解せられる signal のみを記録しえた (Figure 1)。

僧帽弁の Doppler signal は、第 3 ないし第 4 肋間胸骨左縁より、垂直背側方向に超音波探触子に向けて得られる。僧帽弁 Doppler signal は弁閉鎖による Mc (mitral closure)、弁開放による Mo (mitral opening)、ならびに心房収縮に関連した Mps と左室急流入後に生ずる僧帽弁の閉鎖方向への浮上によって生ずる Md とから成る。

一方、大動脈弁 Doppler signal は、第 3 肋間胸骨左縁よりやや内方に探触子向けると記録できる。弁開放による Ao (aortic opening) 弁閉鎖による Ac (aortic closure) よりなる。

左心の時相分析は、これら弁 Doppler signal と、同時記録した心電図、心音図に基づいて行なった (Figure 2)。

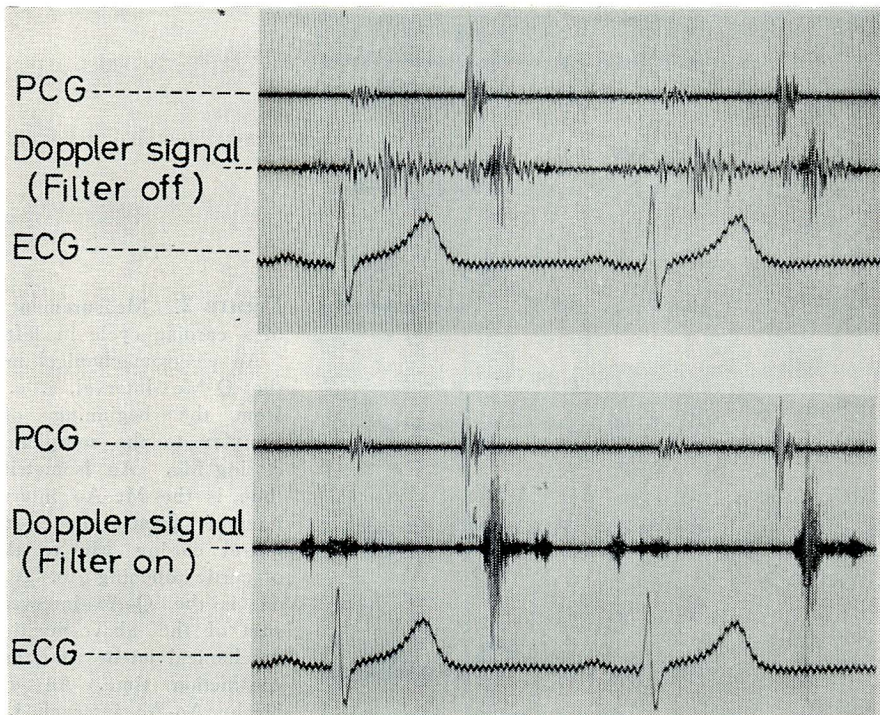


Figure 1. Doppler beats of the heart obtained with the ultrasound of 2.25 MHz in frequency

Top : the Doppler signal due to the heart motion as a whole. Bottom : the signal recorded through a high-pass filter over 800 Hz and at a high gain. The signal presented here indicates the motion of mitral valve.

記録に際しては、被検者は安静仰臥位とし、通常呼吸にて検査を行ない、記録中比較的明瞭な弁 Doppler signal の部分を約 5 心拍計測し、平均した値をもって弁開閉の時期とした。

対 象

(1) 健常例

心電図 QRS 幅 0.11 秒を越えるものを除外した、健康成人 52 例を健常対照とした。

(2) 甲状腺疾患例

甲状腺機能亢進症 33 例、甲状腺機能低下症 6 例よりなる。

(3) 肝疾患例

身体所見、並びに生化学的肝機能検査、肝シンチグラム、肝生検などにより診断された肝硬変症 16 例、慢性肝炎 10 例をとり上げた。

(4) うつ血性心不全例

弁膜への侵襲の存在しない、動脈硬化性ないし高血圧性心疾患によるうつ血性心不全で、NYHA 心機能分類 3 度以上の 10 例を心不全例とした。

成 績

1. 甲状腺疾患例

a. electromechanical latent time (Q-Mc)

心電図 Q 波より Mc の終了までを electromechanical latent time とした。甲状腺機能亢進症においては、本時相は健常例に比し有意差をみとめないが、甲状腺機能低下症では有意の延長 ($P < 0.01$) を認めた (Figure 3~5)。

b. 等容性収縮期 isometric contraction time (Mc-Ao)

Mc の終了より Ao の開始までを等容性収縮期とした。これは等容性収縮期をまったく左心室の血液出納のない時期と解釈した立場よりの計測で

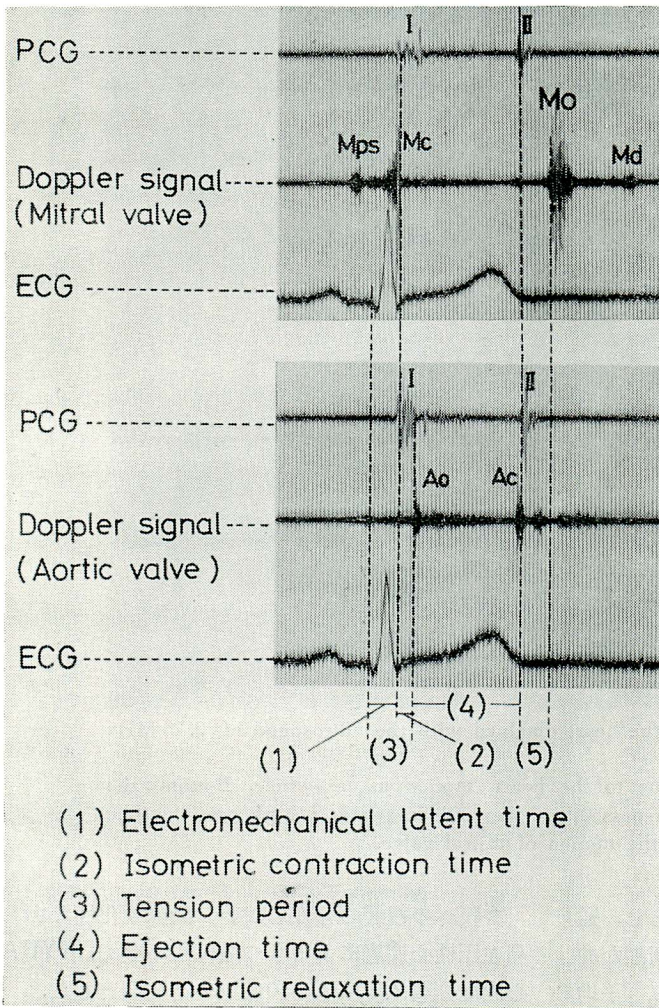


Figure 2. Measurement of phases of a cardiac cycle in left ventricle

An electromechanical latent time is the Q-Mc interval, i. e. an interval from the beginning of the QRS complex to the completion of mitral closing Mc. An isometric contraction time is the Mc-Ao interval, i. e. an interval from the completion of mitral closing Mc to the beginning of aortic opening Ao. A tension period is the Q-Ao interval, i. e. the sum of the above-mentioned electro mechanical latent time and isometric contraction time. An ejection time is the Ao-Ac interval, i. e. an interval from the beginning of aortic opening to the completion of aortic closing. An isometric relaxation time is the Ac-Mo interval, i. e. an interval from the completion of aortic closing Ac to the beginning of mitral opening Mo. As the completion of the aortic closing coincides with the beginning of the second heart sound, the II-Mo interval is used instead of the Ac-Mo interval.

ある。本時相は甲状腺機能亢進症では健常例と比べて著明な短縮を示した ($P < 0.01$)。逆に甲状腺機能低下症では顕著な延長を呈した ($P < 0.01$) (Figure 5)。本時相は心拍数とある程度の関連を有すると考えられる。健常例においても、先行RRとの関係を見ると、RRが長い程延長する傾向を示し、その回帰直線は

$$Y = 0.012X + 2.85, \text{ SD} = 0.53$$

(X: 先行RR, Y: 等容性収縮期, 時間の単位は1/100 sec)

となった。しかし甲状腺機能異常での本時相の変化は、RR変化により予想される以上の変動を示

した (Figure 6)。

甲状腺機能亢進症例での最低血圧は 58mmHgより 80mmHg の範囲 (平均 68mmHg) にあり、最低血圧値と本時相との間には有意の相関は認められなかった。

c. 緊張期 tension period, pre-ejection period (Q-Ao)

心電図Q波より大動脈弁開放開始までに該当する。

本時相も等容性収縮期と同様、健常例に比し甲状腺機能亢進症で短縮、甲状腺機能低下症で延長を示し、いずれもその変化は推計学的に有意 (P

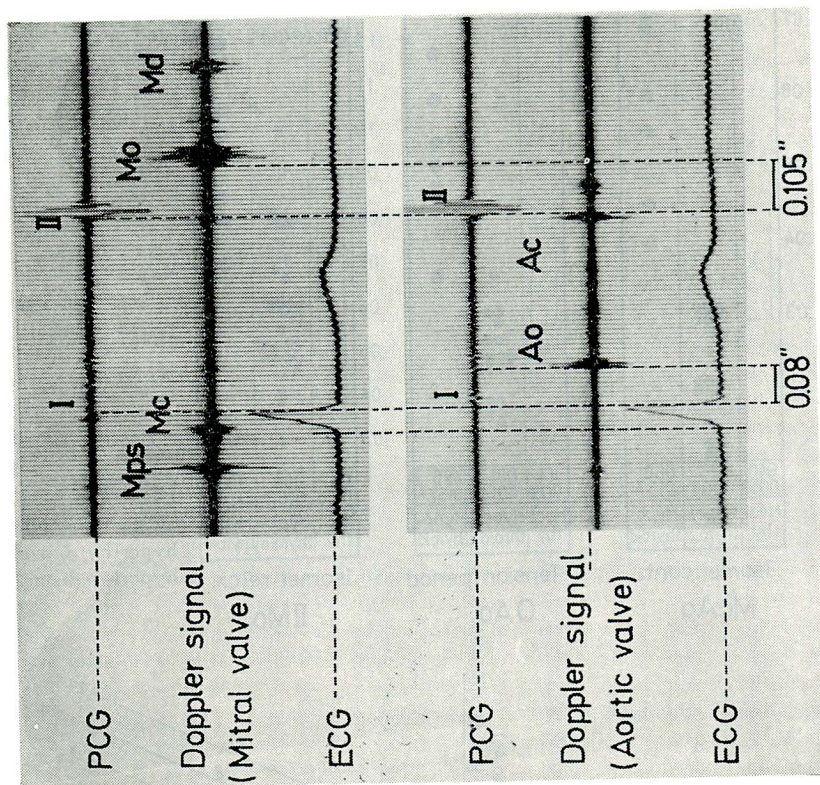


Figure 4. An example of hypothyroidism found in the case of a 38 years old woman
 The isometric contraction time was 0.08 sec., prolonged up to about twice the normal value. The isometric relaxation time is prolonged to 0.105 sec., while the normal value is about 0.07 sec.

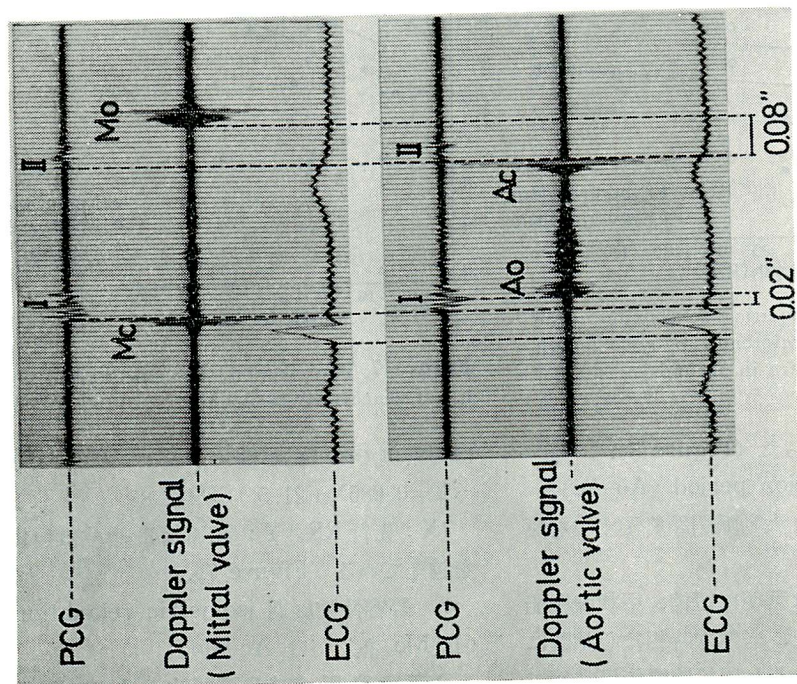


Figure 3. An example of hyperthyroidism found in the case of a 58 years old man
 The isometric contraction time, Mc-Ao interval, is 0.02 sec. shortened to about half the normal value, 0.04 sec. on average.

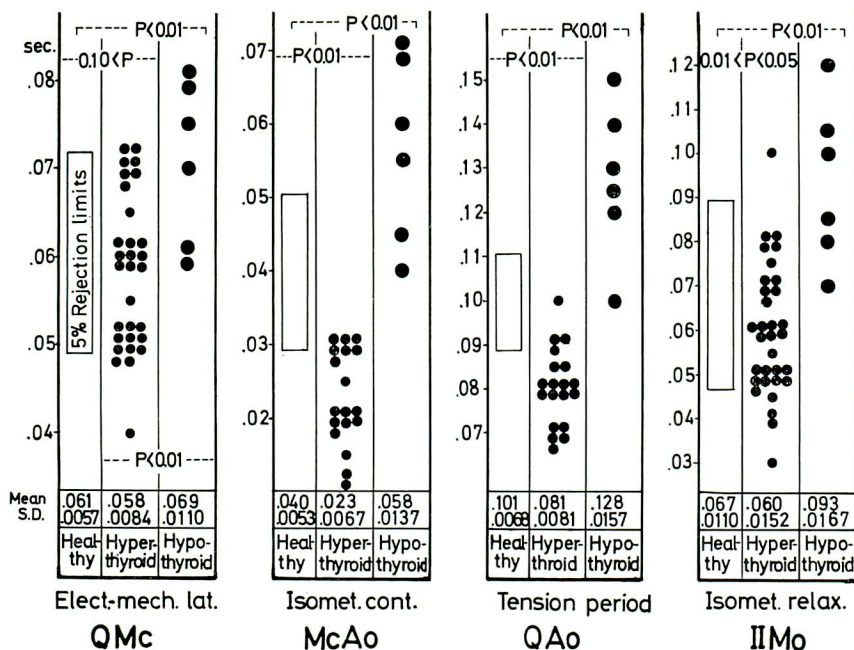


Figure 5. Changes of cardiac phases in hyperthyroidism and hypothyroidism

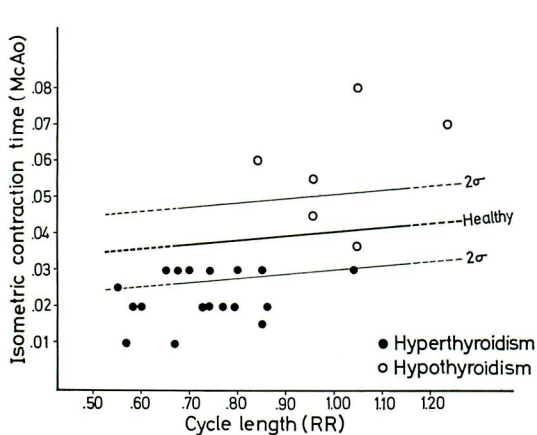


Figure 6. The isometric contraction time in thyroid disorder in reference to cycle length (Values on each axis are in seconds)

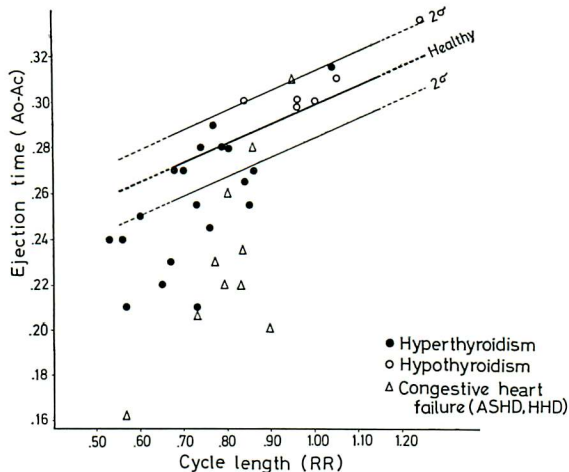


Figure 7. The ejection time in thyroid disorder in reference to cycle length

<0.01, $P < 0.01$)であった (Figure 5).

d. 駆出時間 ejection period (Ao-Ac)

大動脈弁開放開始より大動脈閉鎖終了までを駆出時間とした。

甲状腺機能亢進症では著明に短縮, 甲状腺機能低下症では延長を示した。当然本時相は心拍数による変動を示すが, それぞれ甲状腺機能異常例で

は健常例での変動範囲

$$Y = 0.086X + 21.5, SD = 7.83$$

(X: 先行 RR, Y: 駆出時間, 単位は1/100sec) を越えている (Figure 7)。

e. 等容性弛緩期 isometric relaxation time (II-Mo あるいは Ac-Mo)

II音大動脈弁成分の開始は Ac の終了とほぼ

一致するので、II音開始より僧帽弁開放開始までもって等容性弛緩期とした。

甲状腺機能亢進症では若干短縮 ($0.01 < P < 0.05$)、機能低下症では延長の傾向 ($P < 0.01$) が見られた (Figure 5)。

f. mechanical systole (Q-Ac) と electrical systole (QT)

健常 52 例の Q-Ac, QT の先行 RR との直線回帰を求めると、Q-Ac については

$$Y = 0.130X + 27.0, \text{ SD} = 1.59$$

(X : RR, Y : Q-Ac, 単位 1/100 sec),

また QT は

$$Y = 0.136X + 26.1, \text{ SD} = 1.51$$

(X : RR, Y : QT, 単位 1/100sec)

であった。これを基準として検討すると甲状腺機能亢進症では QT はほぼ健常の 2σ の範囲に含まれるが、Q-Ac は短縮を示す例が多い (Figure 8)。Q-Ac は心音図学的には Q-II A (II音大動脈弁成分) 時間に等しい。すなわち心電図 T 波終末を基準とすると、大動脈弁閉鎖が早期に起こっている。T 波終末より 0.04 秒以上早期に大動脈弁閉鎖を示す Hegglin 症候群 (広義) を呈したのは、甲状腺機能亢進症 33 例中 17 例であった。

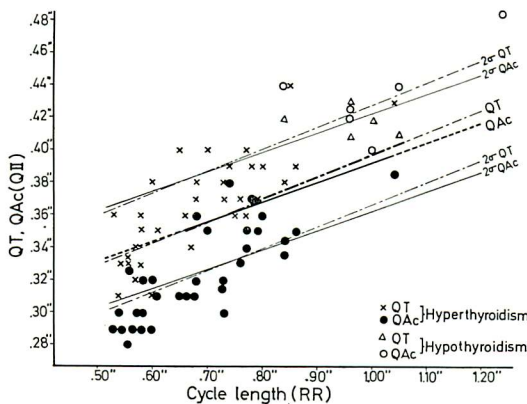


Figure 8. The duration of electrical systole (QT) and mechanical systole (Q-Ac) in thyroid disorder

甲状腺機能低下症では、QT, Q-Ac とも延長する例が多い (Figure 8)。

g. hemodynamic ratio (血行動態指数)

Blumberger¹²⁾¹³⁾ は駆出時間を緊張期で除した値を hemodynamic ratio と呼び、1 回心拍出量と良好な相関があると述べ、以来同様の成績が報告されている。超音波 Doppler 法による計測の場合は、Ao-Ac/Q-Ao が hemodynamic ratio に相当する。甲状腺機能亢進症では hemodynamic ratio は高値を、機能低下症では低値を示し、それぞれ 1 回心拍出量の多寡が推測される。

まず健常例について、この hemodynamic ratio と駆出時間との関係を見ると正の相関を示す (Figure 9)。回帰直線は

$$Y = 0.067X + 0.95, \text{ SD} = 0.14$$

(X : 駆出時間, Y : hemodynamic ratio, 単位 1/100 sec)

で、この回帰直線より上の領域は、単位駆出時間に対して駆出血流量の多い状態、すなわち hyperdynamic circulatory state に該当する状況と解せられる。逆に下の領域は hypodynamic circulatory state を意味することになる。

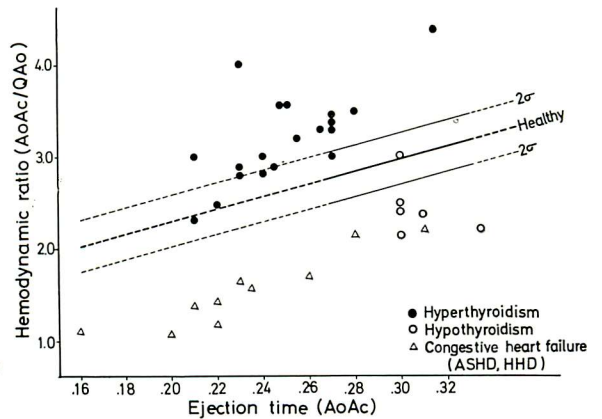


Figure 9. Relationship between the hemodynamic ratio and the ejection time

The hemodynamic ratio is plotted against the ejection time. An area above the regression line for healthy subjects corresponds to a hyperdynamic circulatory state, and that below the line a hypodynamic circulatory state.

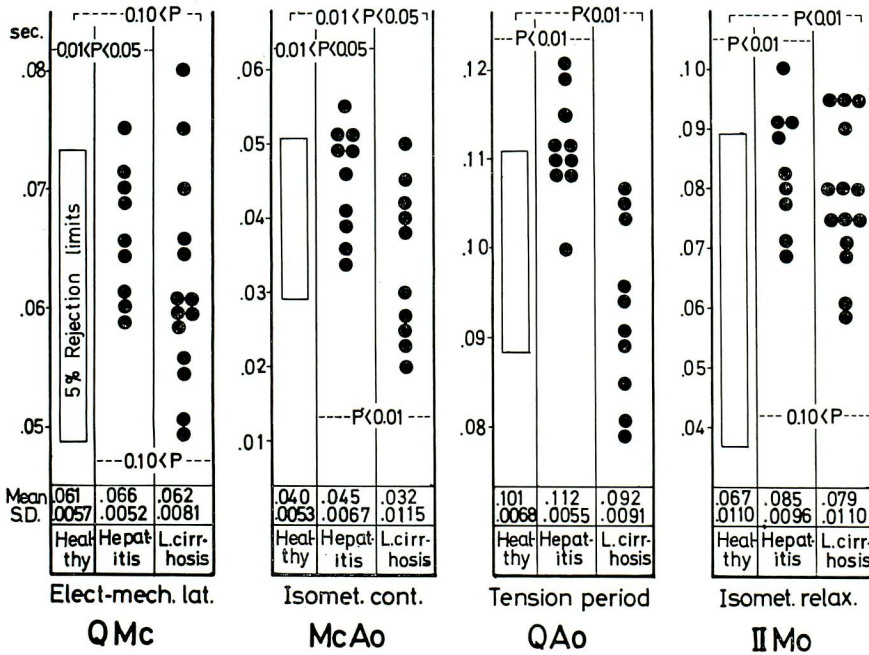


Figure 10. Changes of cardiac phases in chronic hepatitis and cirrhosis of the liver

甲状腺機能亢進症では hemodynamic ratio の計測できた19例中18例は hyperdynamic circulatory state の領域に分布し, 機能低下症では6例中5例が hypodynamic circulatory state に位置した (Figure 9). うつ血性心不全群では全例 hypodynamic circulatory state の領域に入る.

2. 肝疾患例

electromechanical latent timeは, 健常例に比し, 慢性肝炎では軽度延長 ($0.01 < P < 0.05$), 肝硬変では有意の差を認めなかった ($0.10 < P$) (Figure 10).

等容性収縮期は, 慢性肝炎においては軽度延長 ($0.01 < P < 0.05$), 肝硬変では逆に軽度短縮の傾向 ($0.01 < P < 0.05$) を示し, 両疾患の間には有意の差が認められた ($P < 0.01$).

緊張期は両疾患の間の差がさらに顕著であった. また健常例と比べても, 慢性肝炎は有意の延長 ($P < 0.01$), 肝硬変では逆に有意の短縮を示した ($P < 0.01$).

等容性弛緩期は両疾患とも延長を呈した ($P <$

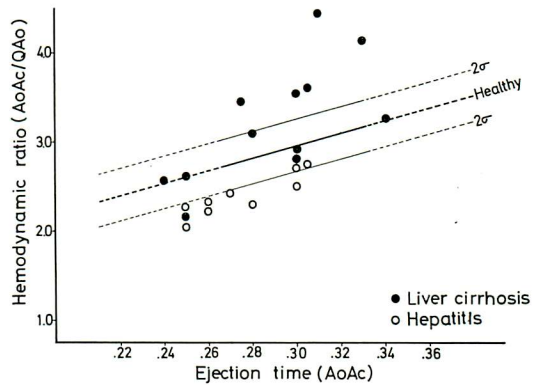


Figure 11. Relationship between the hemodynamic ratio and the ejection time in chronic hepatitis and cirrhosis of the liver

A large number of cirrhosis of the liver scatters in the area of hyperdynamic circulatory state.

$0.01, P < 0.01$).

甲状腺機能異常におけると同様 hemodynamic ratio と駆出時間との関係を見ると (Figure 11), 慢性肝炎では hypodynamic circulatory state の領域に, また肝硬変では hyperdynamic circulatory state の領域に位置するものが多く, 両疾患の血行動態の差が示唆された.

考 察

僧帽弁閉鎖終了は第 I 音主振動開始に若干遅れるが、時間的変動に際して両者はほぼ平行した動きを示す。electromechanical latent time とした Q-Mc 時間は、従って心音図学的にはほぼ Q-I 時間に等しい。甲状腺機能亢進症では、Q-Mc は健常例と有意の差をみない。これは上田ら¹⁴⁾が本症の心音図にて、Q-I 時間は健常と差がないことを報告しているのと軌を一にしている。

等容性収縮期は、心拍数、大動脈拡張末期圧、心筋収縮能¹⁵⁾などを反映して変化すると推測される。しかし確かに等容性収縮期は心拍数と逆相関するが回帰係数は小さく¹⁶⁾、甲状腺機能亢進症ではこのような心拍数を考慮してもそれ以上の短縮を示した。大動脈拡張末期圧は甲状腺機能亢進症において若干低下するが、その変化は軽微で、やはり等容性収縮期変化の主因とは考え難い。甲状腺疾患における心収縮性に関する報告は種々あるが¹⁷⁾、最近の見解としては、thyroxin の心筋への直接作用により、心筋収縮能は亢進を示すとされている¹⁸⁾。心筋収縮能が亢進した場合には、左室圧上昇速度の増加により等容性収縮期が短縮する傾向を生ずる。以上より甲状腺機能亢進症での等容性収縮期の短縮は、主として心筋収縮能の亢進を反映したものと解釈するのが妥当と考えられる。逆に甲状腺機能低下症での本時相の延長は、収縮能の低下を示唆する。

緊張期も等容性収縮期と同様の諸因子により影響をうける¹⁹⁾。Weissler ら²⁰⁾²¹⁾によれば 1 回心拍出量、分時拍出量とある程度相関するともいわれている。甲状腺機能亢進症では緊張期は著明に短縮を示し、機能低下症では延長を示した。これら両疾患における緊張期の変化は、しかしながら、主として等容性収縮期の変化によるもので、その機作としては等容性収縮期に際して考慮された事項があてはまると考えられる¹⁸⁾。

駆出時間は、甲状腺機能亢進症では心拍数を考慮しても著明に短縮し、機能低下症では延長する。駆出時間に関連する因子ないし循環諸量としては、他に平均大動脈圧、1 回心拍出量、心筋収縮力な

どが挙げられる。しかしこのうち、平均大動脈圧の上昇が駆出時間を短縮せしめるのは、圧を急性に極度に上昇せしめた時とされており²²⁾、今回の甲状腺機能亢進症における程度の血圧上昇では、駆出時間短縮の主要因子とは考えられない。

駆出時間は 1 回心拍出量と相関があると見られている²⁰⁾²³⁾。事実心拍出量減少の代表とみられるうつ血性心不全の際、駆出時間の短縮がみられたが、この場合は緊張期は延長している⁸⁾²¹⁾。甲状腺機能亢進症では駆出時間は同様短縮しているが、緊張期も短縮し、うつ血性心不全とは異なる機構が考えられる。Blumberger ら¹²⁾¹³⁾の提唱に始まる hemodynamic ratio は、これらの事情をふまえたパラメーターと解せられる。

hemodynamic ratio は、Blumberger らにより 1 回心拍出量に、また Weissler ら²⁰⁾は分時心拍出量にも相関すると述べている。これに準ずれば、今回の甲状腺機能亢進症でこの ratio が高値、機能低下症で低値を示した成績は、それぞれの状態における心拍出量の多寡を示していると考えられる。

Figure 9 に示した如く、hemodynamic ratio と駆出時間の関係をみると、甲状腺機能亢進症では健常例より上の領域に、逆に機能低下症では下の領域に分布する。hemodynamic ratio が 1 回心拍出量を表わすとの立場に立てば、これを駆出時間で除すと、それは単位駆出時間当りの拍出量、また大動脈弁口面積をほぼ等しいとみなせば、平均駆出速度に比例した値となる。従って甲状腺機能亢進症では平均駆出速度は速く、機能低下症では遅いものと帰納される²⁴⁾。うつ血性心不全では単位駆出時間当りの拍出量は小さく、平均駆出速度も低下しているものと考えられる。以上より甲状腺機能亢進症とうつ血性心不全とでは、駆出時間短縮に関して全く異った解釈が必要である。

次に肝疾患例については、慢性肝炎では平均駆出速度の遅い領域に位置するものが多く、逆に肝硬変症では駆出速度の速い領域に位置するものが多い。Hegglin²⁵⁾によれば肝硬変症は high cardiac output であるとし、その成因として in-

trahepatic shunt²⁶⁾ の存在を引用している. 今回の肝硬変に関する成績はかかる機序の関与によるものかもしれない.

等容性弛緩期は以前私ども⁸⁾⁹⁾ が報告したように, 高血圧症で心電図上に心筋傷害の認められる例で著明に延長し, また, いまだ心筋傷害を呈しない高血圧症でも若干延長が見られることは, 潜在する心筋傷害に由来するものと考えられた. このように本時相の延長は心筋傷害の表現とみなされる. 甲状腺機能低下症や, 慢性肝炎, 肝硬変にみられた等容性弛緩期の延長ないし延長の傾向には, 何らかの心筋の傷害が関与しているという可能性が示唆される.

まとめ

超音波 Doppler 法を用い, 甲状腺機能異常, 肝疾患における左心時相について検討した.

甲状腺機能亢進症では, 等容性収縮期, 緊張期の短縮が著明で, 心筋収縮能の亢進が推測された. 逆に機能低下症では収縮能の低下が示唆された. また甲状腺機能亢進症, 肝硬変では hyperdynamic circulatory state, 甲状腺機能低下症, 慢性肝炎では hypodynamic circulatory state を示す所見が得られた.

要約

超音波 Doppler 法により, 甲状腺機能異常, 肝疾患時における心時相を分析した. 甲状腺機能亢進症では, 等容性収縮期は 0.023 秒と健常平均 0.040 秒に比し短縮 ($P < 0.01$) をみ, また緊張期も 0.081 秒と健常平均 0.101 秒に対し短縮 ($P < 0.01$) している. 甲状腺機能低下症では逆に等容性収縮期は 0.058 秒, 緊張期は 0.128 秒とそれぞれ延長 ($P < 0.01$, $P < 0.01$) を呈する. また等容性弛緩期は健常 0.067 秒に比し 0.093 秒と延長 ($P < 0.01$) している. 等容性収縮期時間と心拍数, 拡張期血圧との関連は比較的少く, 心室内圧上昇速度の関与が最も大きく, 甲状腺機能亢進での等容性収縮期の短縮に心収縮力の亢進が, 甲状腺機能低下での延長にはその低下が考えられる.

駆出時間を緊張期で除した値, すなわち hemodynamic ratio は心拍出量に相関するといわれるが, 甲状腺機能亢進では高値を示し, 単位駆出時間当たりの拍出量が多い hyperdynamic circulatory state であるのに反し, 甲状腺機能低下では低値をとり hypodynamic である.

慢性肝炎では等容性収縮期, 緊張期, 等容性弛緩期はそれぞれ 0.045 秒, 0.112 秒, 0.085 秒と健常に比し延長 ($0.01 < P < 0.05$, $P < 0.01$, $P < 0.01$) しているのに反し, 肝硬変では等容性収縮期, 緊張期は 0.032 秒, 0.092 秒とそれぞれに短縮 ($P < 0.01$, $P < 0.01$) しており, かつ hyperdynamic circulatory state を示した.

終わりに臨み阿部裕教授のご校閲, ご教示に対し深謝の意を表する.

文 献

- 1) Holldack K, Wolf D.: Atlas und kurzgefasstes Lehrbuch der Phonokardiographie und verwandter Untersuchungsmethoden. George Thieme, Stuttgart, 1956
- 2) Benchimol A, Dimond EG, Carson JC: The value of apexcardiogram as a reference tracing in phonocardiography. Amer Heart J 61: 485, 1961
- 3) Kumar S, Spodick DH: Study of the mechanical events of the left ventricle by atraumatic techniques: Comparison of methods of measurement and their significance. Amer Heart J 80: 401, 1970
- 4) 沢山俊民: 心機図による左室収縮時間測定法の意義. 心臓 3: 1330, 1971
- 5) 里村茂夫: 超音波 Doppler 法による心臓機能検査の研究. 日循誌 20: 227, 1956
- 6) 吉田常雄, 森正義, 仁村泰治, 置村道雄, 正田源一, 中西克己, 里村茂夫: 超音波 Doppler 法による心臓機能検査の研究. 第3報 Doppler 音の種類, 第4報. 臨床的応用(予報). 日循誌 20: 228, 1956
- 7) Yoshida T, Mori M, Nimura Y, Hikita G, Takagishi S, Nakanishi K, Satomura S: Analysis of heart motion with ultrasonic Doppler method and its clinical application. Amer Heart J 61: 61, 1961
- 8) 松尾裕英: 超音波 Doppler 法による左室負荷並びに傷害時に於ける心周期分析. 阪大医誌 16: 127, 1964

- 9) Nimura Y, Matsuo H, Mochizuki S, Aoki K, Wada O, Abe H : Analysis of a cardiac cycle of the left side of the heart in case of left ventricular overloading or damage with the ultrasonic Doppler method. *Amer Heart J* 75 : 49, 1968
- 10) 仁村泰治, 松尾裕英, 浜中康彦, 望月茂樹, 青木佳寿子 : 超音波 Doppler 法による心機能の解析. *産科と婦人科* 36 : 288, 1969
- 11) 赤塚宣治, 平野井直英 : 心音図及び頸動脈曲線による甲状腺機能亢進症の血行動態の評価 (予報). *臨床心音図* 1 : 87, 1971
- 12) Blumberger K : Die Untersuchung der Dynamik des Herzens beim Menschen. *Ergebn inn Med Kinderheilk* 62 : 424, 1942
- 13) Blumberger K, Meiners S : Studies of cardiac dynamics. Part 4, *Cardiology*, ed Luisada AA : An Encyclopedia of the Cardiovascular System, Vol 11, New York, 1959, McGraw-Hill Book Co, Inc, p 372
- 14) Ueda H, Uozumi Z, Watanabe H, Kobayashi T, Kawai N, Matsuura T, Iwase T : Phonocardiographic study of hyperthyroidism. *Jap Heart J* 4 : 509, 1963
- 15) Reeves TJ, Hefner LL : Isometric contraction and contractility in the intact mammalian ventricle. *Amer Heart J* 64 : 525, 1962
- 16) Goldstein IM, DeGroot WJ, Leonard JJ : Influence of exercise and autonomic tone on the duration of left ventricular isometric contraction. *Circulation* 24 : 942, 1961 (abstr)
- 17) Howitt G : Myocardial contractility and the effects of beta-adrenergic blockade in hypothyroidism and hyperthyroidism. *Clin Sci* 34 : 485, 1968
- 18) Amidi M : Effect of the thyroid state on myocardial contractility and ventricular ejection rate in man. *Circulation* 38 : 229, 1968
- 19) Talley RC, Meyer JF, McNay JL : Evaluation of the pre-ejection period as an estimate of myocardial contractility in dogs. *Amer J Cardiol* 27 : 384, 1971
- 20) Weissler AM, Peeler RG, Roehll WH : Relationships between left ventricular ejection time, stroke volume and heart rate in normal individuals and patients with cardiovascular disease. *Amer Heart J* 62 : 367, 1961
- 21) Weissler AM, Harris WS, Schoenfeld C : Systolic time intervals in heart failure in man. *Circulation* 37 : 149, 1968
- 22) Wallace AG, Mitchell JH, Skinner NS, Sarnoff SJ : Duration of the phases of left ventricular systole. *Circulat Res* 12 : 611, 1963
- 23) 野原哲夫, 杉本恒明, 稲坂暢, 平沢邦彦, 糸野謙介, 浦岡忠夫, 岡敬信, 佐藤清, 武内重五郎 : 左室駆出時間についての検討. *心臓* 3 : 1146, 1971
- 24) De Groot WJ, Leonard JJ : Hyperthyroidism as a high cardiac output state. *Amer Heart J* 79 : 265, 1970
- 25) Hegglin R : What is the significance of a shortened systole. *Cardiologia* 48 : 71, 1966
- 26) Heineman HO : Respiration and circulation in patients with portal cirrhosis of the liver. *Circulation* 22 : 154, 1960

討 論

坂本 (東大第二内科) : hyperthyroidism の時に血圧が高くなるのは事実ですが, ICT に関係しては, 大動脈の拡張末期圧が関係していて, その場合これはむしろ低くなっていますから, 先生の結論とは反対意見ですが, 拡張末期大動脈圧下降が ICT に関係しているのじゃないかと思いますが……。つまり最小血圧がずっと低くなっているのですから, たとえ左室圧の立ち上がりが全く正常であっても, それだけで ICT が短縮し得るのじゃないかと思うのですがどうでしょうか。勿

論, この場合, それだけが ICT 短縮のすべてではありませんが……。

演者(松尾) : そういう場合, 大動脈圧と心室圧の立ち上がり, どちらが有意かということの分析は非常に難かしくて, 統計的な手段によって解決せざるを得ないと思うのですが, 今回の症例では血圧変動はそれほど大きくなかったように思います。Reeves ですか, そういう血圧変動に対して, 例えば血圧上昇の場合左室拡張末期圧上昇につづく Starling の法則に従った心収縮力の増強によ

り, ICT はすぐコントロールされてあまり変化しないだろうというふうになっておまして, そういうことも加味しますと, やはり一義的なのは心室圧の立ち上がりの勾配にあるのじゃないかと思うのです.

坂本: それから, Hegglin の言っている intrahepatic shunt が肝硬変における hyperkinetic state の主因だということに対して, むしろ肝そのものよりも, 全身の血管の拡張, つまり erythema palmare であるとか, vascular spider であるとか, そういうもののほうが, もっと重要なのではないかというように思うのですけれども…….

演者: その通りだと思います. 実は Hegglin 自身がそういうふうな intrahepatic shunt のことを指摘しておりますので, それを引用させていただいたわけですが, 実際には肝硬変の患者で spleen にテクネシウムなどを注入しますと, 肝を通らずに shunt して心臓に帰って来るというふうなことが知られておりますので, おそらく intrahepatic のみでなく extrahepatic, あるい

は末梢の A-V fistula のようなものが関与して, 全体としてこういうふうな働きをしたのだというふうに思います.

竹越 (金沢大学 第二内科): 血流を超音波 Doppler 法で測っているのですが, その際に周波数の成分をチェックすることが非常に難しいので, 信頼に耐え得るようなきれいなカーブをなかなか描けないのですが, 先生のほうではどのくらいの周波数でとりになったわけですか.

演者: 2.25 MHz のを使っております. しかし, 血流などの場合は, 血管が比較的体表面に浅く存在しておりますから, もう少し高い周波数でも可能ではないか, かえってその方が良いのではないかと思います. 私, ほかに血流 Doppler の場合には 5 MHz を使っておりますので, 高くてもいいのではないかと思います.

竹越: もう 1 つ, ペンシルタイプと膜型のとでかなり違うのですが, 先生の方法はどっちでしょうか.

演者: これは一応ペンシル型です. 接着なしに手で方向をモニターしながら操作しております.