

心尖拍動図一次微分波による心収縮状態測定に関する臨床的検討

Clinical studies on the myocardial contractile state by the first derivative of apexcardiogram

千田 昭宏
浜辺 晃
高橋達次郎
菊入 剛
宮原 光夫

Akihiro CHIDA
Ko HAMABE
Tatsujiro TAKAHASHI
Tsuyoshi KIKUIRI
Mitsuo MIYAHARA

Summary

In order to evaluate the myocardial contractile state, the first derivative of the apexcardiogram was analyzed in control subjects (93 cases) and in the patients with hyperthyroidism (15 cases), essential hypertension (38 cases), ischemic heart disease (33 cases) and congestive heart failure (16 cases). The results were as follows:

1) T- Δ ACG ($M \pm SE$), i.e., the time interval between the onset and the peak of the first derivative curve of the apexcardiogram, was 58.0 ± 1.1 msec in control subjects.

2) T- Δ ACG was independent on heart rate in the range between 70 and 140/min.

3) A positive correlation between t- Δ ACG and pre-ejection period ($r=0.558$) and isometric contraction time ($r=0.575$), and a negative correlation between t- Δ ACG and left ventricular contraction time/isometric contraction time ($r=-0.621$) were observed.

4) T- Δ ACG was significantly shortened by an infusion of isoproterenol in dose of 0.02 and 0.03 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, and prolonged by an infusion of 10 mg of propranolol.

5) T- Δ ACG in the patients with hyperthyroidism, essential hypertension, ischemic heart disease and congestive heart failure was 46.8 ± 3.2 , 72.4 ± 4.0 , 71.3 ± 3.9 and 77.3 ± 4.6 msec, respectively. These were significantly ($p < 0.001$) shortened or prolonged, compared with the control.

Key words

systolic time intervals
isoproterenol
propranolol
digitalis

はじめに

心尖拍動図法(apexcardiography)は主としていろいろな心疾患の定性的な心機能の評価に用いられてきたが¹⁾²⁾, Johnstonら³⁾は,早くから,定量的な左心機能の評価に用い得る可能性を示唆していた. すなわち apexcardiogram (ACG)の一次微分波の波高の大きさが,左室壁の運動速度に比例することを見出し,おそらくは心筋の機能状態と関連するとした. しかし,個々の対象で心臓の大きさや体格に差のあることが問題点とされ,一般化されるに至らなかった. 一方 Reale⁴⁾は一次微分波の波高ではなく,心電図 R波より ACG 一次微分波の最大値までの間隔 ($t-\Delta$ ACG)を問題にし,左心機能の評価に定量的心尖拍動法を導入した. その成績によれば,この間隔は心電図R波より左室内圧曲線一次微分波の最大値までの間隔 ($t-dp/dt$ LV)と,極めて密接な相関関係にあることが示された. 最近Vetterら⁶⁾は心電図上の先行RRで補正した $R-dA/dt$ (Q波より心尖拍動図の一次微分波の最大値までの間隔)が,血行力学的ならびに血管造影法による左心機能の評価と対比し,臨床的に極めて有用であることを指摘した.

本研究では, $t-\Delta$ ACGの測定を, Realeとは異なり, pre-ejection period における ACG一次微分波の立ち上がり点から最大値までの間隔($t-\Delta$ ACG)として行なったが,その妥当性を,2,3の成績から検討した. 次いで臨床例における本指標の意義について若干ふれた.

方法ならびに対象

対象は,当科外来ならびに入院の正常対象93例(16~73才),甲状腺機能亢進症患者15例(15~62才),本態性高血圧症患者38例(20~79才),虚血性心疾患患者33例(40~73才),ならびにうっ血性心不全患者16例(38~84才)である.

心尖拍動図の記録は,原則として半左側臥(約45度定位)で,軽い呼気相で行なった. Piezo electric transducer (フクダ電子製MP-1A)は,最強心尖拍動触診部にゴムバンドで密着固定した. そして心電図,頸動脈波ならびに心音図と同時に,

oscilloscope でモニターしながら, Schwarzer P622 で polygraphic に記録した. ACGの一次微分波は,微分時定数の分析の結果,5 msecのRC回路を介して得た. 記録の paper speed は 50mm/sec で, time line は 0.02 sec である. Figure 1 は記録波の実例を示した. すべての計測値は,5心拍の平均値で求めた.

一部の症例において薬剤効果について検討した. すなわち, Isoproterenol 0.02ならびに 0.03 μ g/kg/min 静注による $t-\Delta$ ACG の変化は,静注5分後,血圧,心指数の安定化したところで,また propranolol 静注による変化は, propranolol 10 mg静注後10~30分で検討した.

成績

1) 微分時定数による $t-\Delta$ ACG の変化

微分回路の微分時定数の大きさにより,微分波の振幅ならびに $t-\Delta$ ACG の変化することが考えられる. そこで ACGを各時定数の回路に入れ $t-\Delta$ ACG の変化を検討した. $t-\Delta$ ACG は時定数の減少に伴い短縮傾向を示したが,時定数 10 msec 以下ではほとんど変化しない (Figure 2). そして

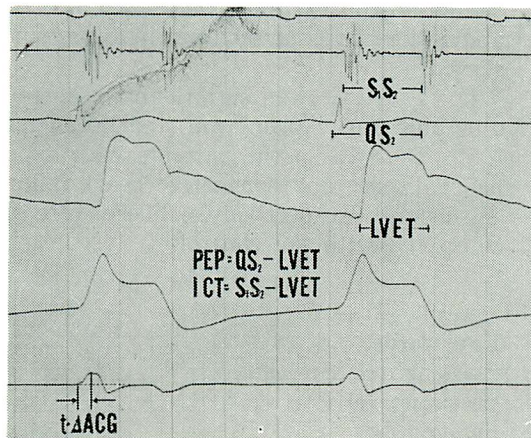


Figure 1. Polygraphic recording of phonocardiogram, electrocardiogram, external carotid pulse tracing, apexcardiogram and its first derivative wave

LVET: left ventricular ejection time, ICT: isometric contraction time, $t-\Delta$ ACG: time interval between the onset and the peak of the first derivative of apexcardiogram.

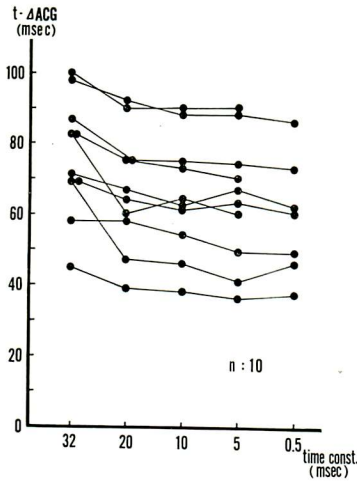


Figure 2. The changes in $t-\Delta AC G$ according to the time constant of the differential circuit

極度に小さい時定数 (0.5 msec) では、ノイズのため、 $\Delta AC G$ の起点の判読困難な症例が10例中3例にも及んだ。よって以下の実験では5 msecの時定数を用いた。

2) 心拍数と $t-\Delta AC G$

健常者93例を対象に、安静臥床時の $t-\Delta AC G$ を検討した。その平均±標準誤差は 58.0 ± 1.1 msecであり、心拍数 45~90 beats/min の範囲で $t-\Delta AC G$ は心拍数によって影響されぬ成績を得た (Figure 3)。次に90以上の心拍数の変化と $t-\Delta AC G$ の関係を7例の左心機能正常者で、右房ペースングによって検討した。Figure 4はその成績を示すが、心拍数 70~140 beats/min の検討で、110以上の頻拍になると多少 $t-\Delta AC G$ の短縮傾向をみるも、心拍数の変化によって、 $t-\Delta AC G$ は著しく変化することはないことが分った。

3) 心機図による左心機能諸係数と $t-\Delta AC G$

種々の左心機能状態を呈せる 32 症例を対象に (甲状腺機能亢進症患者 8 例, 本態性高血圧症患者 16 例, 虚血性心疾患患者 5 例, ならびにうっ血性心不全患者 3 例), polygraphic に同時記録した心電図, 心音図, 頸動脈波から分析された,

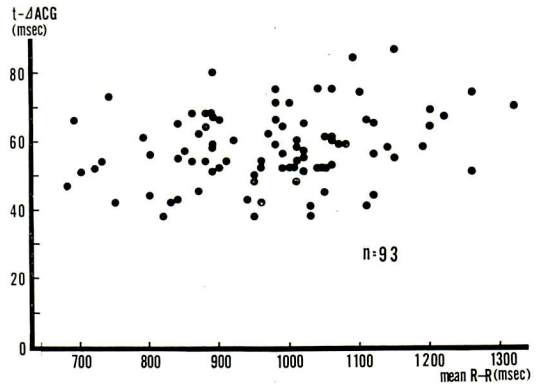


Figure 3. Relation between $t-\Delta AC G$ and mean RR interval in normal subjects

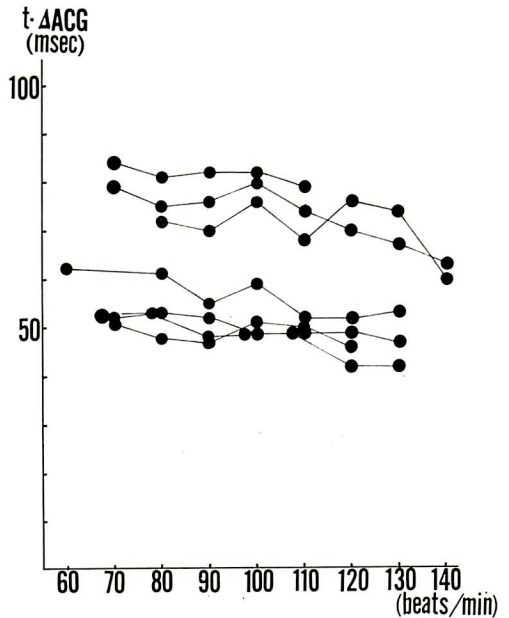


Figure 4. The changes in $t-\Delta AC G$ following the atrial pacing in the control subjects

pre-ejection period (PEP), isometric contraction time (ICT), left ventricular ejection time/isometric contraction time (LVET/ICT) 等と、 $t-\Delta AC G$ の関連について検討した成績を示す。すなわち、 $t-\Delta AC G$ と PEP は $r=0.558$ (Figure 5), また ICT とは $r=0.575$ (Figure 6) で、

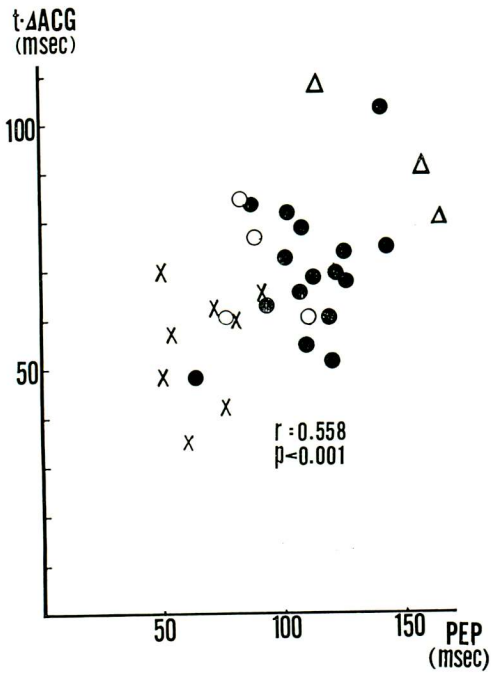


Figure 5. Correlation between t-ΔACG and pre-ejection period(PEP)in the patients with essential hypertension(●), coronary artery disease(○),congestive heart disease (△) and hyperthyroidism(×)

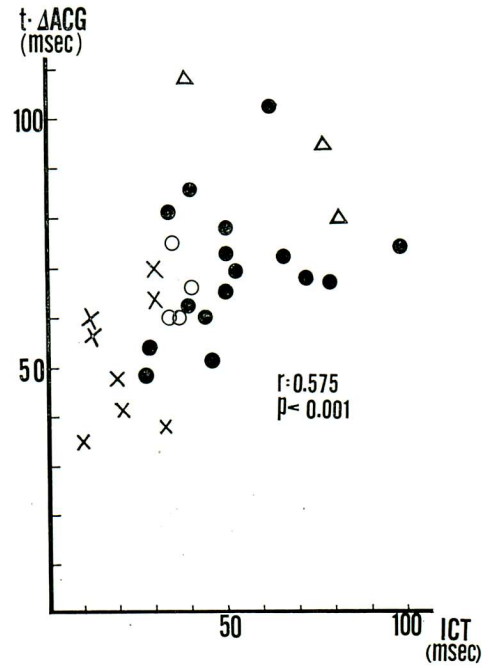


Figure 6. Correlation between t-ΔACG and isometric contraction time(ICT)in the patients with various cardiac function Abbreviations as in Figure 5.

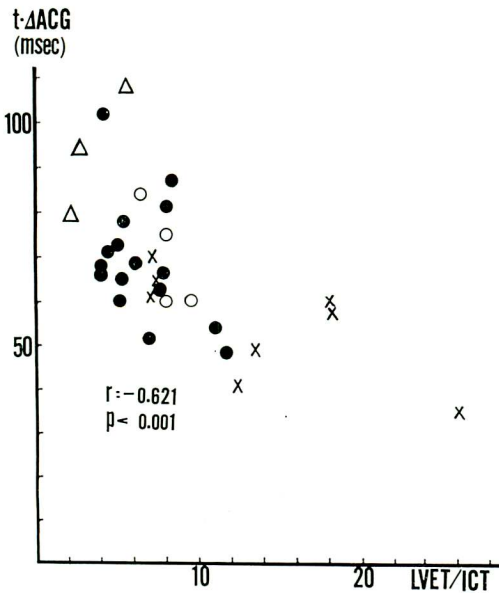


Figure 7. Correlation between t-ΔACG and the index of left ventricular ejection time divided by isometric contraction time (LVET/ICT) in the patients with various cardiac function Abbreviations as in Figure 5.

いづれも有意 ($p < 0.001$) の正相関を示した。これらに対し、LVET/ICTとは $r = -0.621$ ($p < 0.001$) で有意な逆相関を示した (Figure 7)。

4) Inotropic 作用を有する薬剤による t-ΔACG の変化 (Figure 8, 9)。

健常者 9 例 (16~45才), 甲状腺機能亢進症患者 15 例 (15~62才) を対象に, isoproterenol (IP) 静注による t-ΔACG の変化について検討した。IP 0.02 および 0.03 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$ 投与では, 52.5 ± 2.8 msec から, それぞれ 42.5 ± 2.6 msec ($p < 0.02$), 39.2 ± 2.3 msec ($p < 0.001$) と いづれも有意に短縮した。これに対し, propranolol 10mg 静注投与した際の t-ΔACG は, 52.3 ± 2.8 msec より 68.8 ± 2.6 msec と, 有意 ($p < 0.001$) の延長を示した。

5) 疾患による t-ΔACG の変化

健常者 93 例 (16~73才), 甲状腺機能亢進症患者 15 例 (15~62才), 本態性高血圧症患者 34 例 (20~78才), 虚血性心疾患患者 32 例 (40~73才), うっ血性心不全患者 16 例 (38~84才) における t-ΔACG を比較検討した (Figure 10)。甲状腺機能亢進症患者の t-ΔACG は, 46.8 ± 3.2 msec で, 健常者 58.0 ± 1.1 msec に比し有意の短縮 ($p < 0.001$) を, 逆に本態性高血圧症患者 71.3 ± 3.9 msec, 虚血性心疾患患者 72.4 ± 4.0 msec, うっ血性心不全患者 77.3 ± 4.6 msec で, いづれも有意 ($p < 0.001$) な延長を示した。うっ血性心不全患者群では, 強心配糖体飽和前後 t-ΔACG を 7 例につき検討したが, いづれもその短縮が認められた。

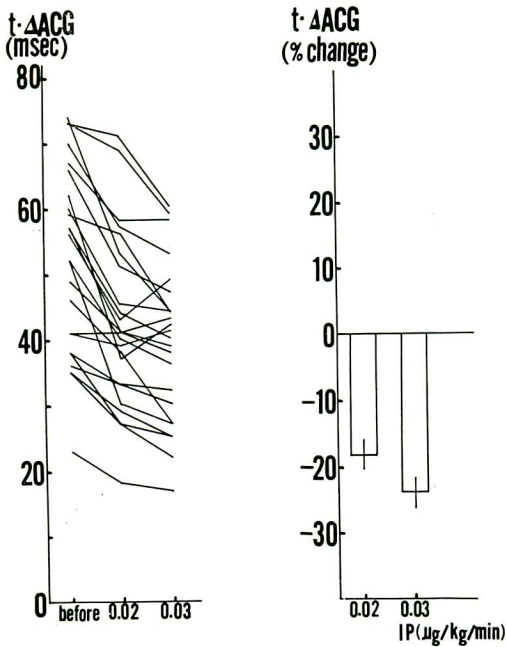


Figure 8. The changes in t-ΔACG and heart rate following the isoproterenol (IP) infusion

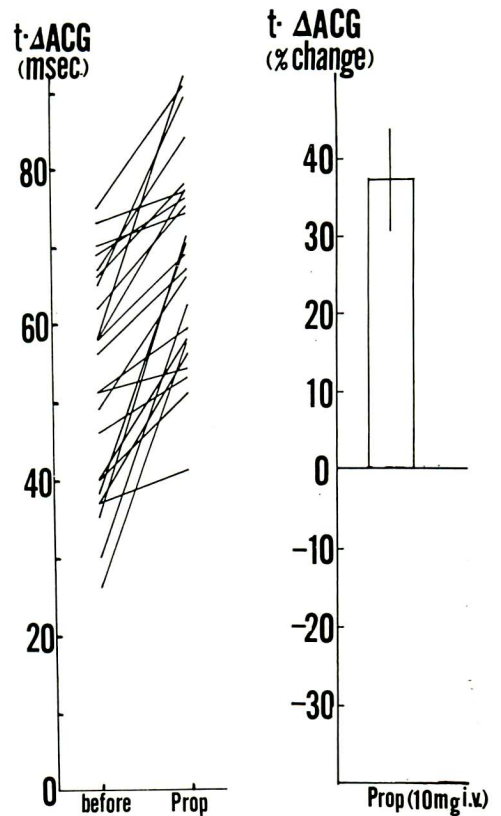


Figure 9. The changes in t-ΔACG and heart rate following the propranolol (Prop) infusion

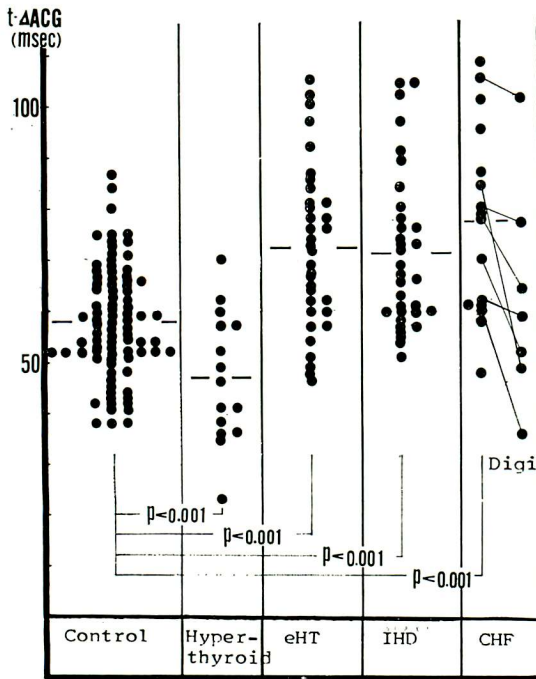


Figure 10. The $t-\Delta AC G$ in the control subjects and the patient with various cardiac function
 Contro: control subjects (93 cases), Hyperthyroid: hyperthyroidism (15 cases), eHT: essential hypertension (34 cases), IHD: ischemic heart disease (33 cases), CHF: congestive heart failure (16 cases) and Digi: Digitalization

総括ならびに考案

左心の収縮機能を評価するに当り、左室内圧曲線の立ち上がり速度、すなわち圧曲線の一次微分波(dp/dt)から得られる情報が、心筋の収縮性を表わすものとして、臨床的にも広く検討されてきた^{7)~10)}。しかし、max dp/dt が血行力学的な諸因子、すなわち preloadや afterload、また心拍数によっても左右されることが分ってきた¹¹⁾。そこでこの点を除外するため、最近では preloadや afterload に影響されないとする指標、すなわち左室圧曲線の立ち上がり点から max dp/dt までの時間(t-dp/dt) が注目されている⁵⁾。しかし、これらの値を得るには、いずれも心臓カテーテル法

を必要とし、患者ならびに研究者にとって負担の大きい欠陥がある。そこで心機図による心機能評価の方法が発展してきた。Reale⁴⁾ は心内現象の分析によった Masonらの方法⁵⁾ にならい、心電図 R 波より心尖拍動図の isometric phaseにおける一次微分波の最大値までの時間を $t-\Delta AC G$ として測定した。この際心室の電氣的興奮に一様性を欠く場合、当然この interval ($t-\Delta AC G$) に変化の生ずる可能性が問題点として残された。

最近Vetterら⁶⁾ は、Reale の方法に準じて R-dA/dt(心電図 Qから peak $\Delta AC G$ までの時間)を測定したが、Realeの見解、すなわち、 $t-\Delta AC G$ (心電図 Rから peak $\Delta AC G$ までの時間) は心拍数と無関係に動き得るとするのは異なり、先行RR間隔と有意の正相関を認め、 \sqrt{RR} で補正すべきであるとした。心機図に重点をおいた著者らの測定方法は、Mason ら⁵⁾ の左室内圧曲線の立ち上がりから max dp/dt までの interval を問題にした方法に類する。

先ずかかる時相分析の際に問題になる微分時定数について述べる。左室内圧曲線の一次微分波の分析は、内圧曲線周波数分布から、時定数を 0.5 msec 以下とするものが多い⁸⁾¹¹⁾、しかし、心尖拍動図の主たる周波成分の分布域はせいぜい20~25 Hz までとされ¹²⁾、安全域をみて遮断周波数を30 Hz として計算すると、微分時定数はほぼ5 msecになる。ちなみに Reale の分析は 0.5 msec、Vetter らは 2 msec前後を用いている。そこで著者らは時定数の $t-\Delta AC G$ に及ぼす影響を検討したが、その成績では、 $t-\Delta AC G$ は微分時定数を小さくするにしたがって短縮する傾向をみるが、10 msec 以下では、その影響はほぼ無視してよいことが明らかにされた。しかも0.5 msecの微分時定数では、波形分析が困難で、ために $t-\Delta AC G$ が正確に測定され得ぬ欠点があるため、5 msec が適切と考えられ、以下の実験を行なった。

左室内圧曲線の一次微分波から得られた指標 t-dp/dt⁵⁾ は、特に心拍数の影響について言及されていない。ここで心拍数について検討した著者らの成績について述べる。健常者93例の心拍数は

45~90で、この範囲内では $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は心拍数によって影響をうけない。しかし病的状態では90以上の頻脈がみられるから、同一症例における心房 pacing による $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の変化を検討した。その成績によれば、110以上の頻拍になるに従い、多少 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の短縮する傾向をみ、120以上の頻脈患者ではこの点を考慮する必要のあることを知った。そして今回われわれが対象とした患者においては、一部の例外を除いては心拍数変動の影響を余りうけないように思われる。

間接的に体外計測した心機能指標、ICT、LVET/ICT は心カテーテル法で直接的に測定した値と極めてよく一致し、かつICT、PEP はdp/dtともよい相関を示すとされる¹³⁾¹⁴⁾。著者らは、 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ と心カテーテル法によるこれら指標との対比は行なわなかったが、間接法による指標と対比して、PEP、ICT、さらに ejection fraction (EF)とよい相関があるとされるLVET/ICTが、いずれも $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ とよく相関する成績を得た。したがって非観血的に測定しうる $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は、簡便に心収縮能をみるのに有用な方法と思われる。

Inotropic 作用の強い isoproterenol 投与では $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は明らかに短縮し、propranolol では有意の延長をみとめた。この成績から心に対する inotropic 作用を有する薬剤の効果判定に、この $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の測定は有用な検索手段になるかもしれない。

最後に、各疾患群での $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の値について述べる。正常対象の $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は 58.0 ± 10.5 msec (mean \pm SD) で比較的分布域が狭いことがあげられる。

Vetterら⁶⁾は、先行PRで補正した正常対象群(12例)の $R\text{-}dA/dt/\sqrt{RR}$ は 72 ± 12 msec であるとの成績を述べている。著者らの値に比し、Q波からの計測のため多少高値をとっているが、分布域はほぼ一致している。これは Reale⁴⁾ が $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ (著者らと異り、ECG上のRからpeak ACGまでの時間)は同一対象の経過をみるにはよいが、異なった対象との比較はなし得ないと述べているのと異なり、 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ はこれが可能で臨床的応用

範囲が広いと考えられる。

まず甲状腺機能亢進症の心機能は血行力学的には明らかな亢進が知られており^{16)~20)}、平均駆出率¹⁶⁾、PEP、ICT、LVET等¹⁸⁾の検討からみても、収縮性の亢進を示唆した成績が得られている。本研究で $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の短縮をみたのは、 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の短縮が収縮力増強を反映することを示すものといえよう。

本態性高血圧症では、afterload の亢進により左室は肥大し、左心機能の低下が考えられる。事実、Frohlich ら²¹⁾によれば、左室平均駆出率は正常血圧群、非心拡大群、左房拡大群、左室拡大群の順に低下、Tarazi ら²²⁾は PEP の延長を示した。しかし、ICT やIRT (isometric relaxation time) については、延長をみるもの²³⁾、然らざるとするもの²⁴⁾があり、結論は出ていない。著者らの成績では、当然のことながら overlapはあるとしても、 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の延長するものが明らかに多い。

虚血性心疾患では、心尖拍動図のa波の増高にみられる心筋の伸展性の低下が広く注目されているが²⁵⁾²⁶⁾、Aronow ら¹⁵⁾によると、LVET/ICT 値の減少が認められるとし、本症における心筋収縮力の低下が論じられている。著者らの成績では、安静時すでに有意の $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ 延長を示すものが多くみられ、本症患者における心収縮力低下、ないし潜在性心不全が少なくないことがうかがわれた。

最後に、うっ血性心不全患者では、 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は明らかに延長しているものが多く、重症なものに延長の強い傾向が認められ、さらにまた digitalis 剤投与の前後で検討したすべての症例で $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ の短縮をみた。この成績もまた、 $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ が心収縮力のきわめてよい指標となることを示すものといえよう。

結 論

健常者(16~73才)93例、甲状腺機能亢進症患者15例、本態性高血圧症患者(20~79才)38例、虚血性心疾患患者33例、うっ血性心不全患者16例で、

心尖拍動図の一次微分波を分析し, 次の結果を得た. 1) 健常群の $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は 58.0 ± 1.1 msecで, 心拍数45~140 の範囲で心拍数との間に有意の相関は無い. 2) 微分回路の適正時定数は5msecである. 3) $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は pre-ejection period, isometric contraction time, left ventricular ejection time/isometric contraction time とそれぞれ有意の相関をみた. 4) $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は, isoproterenol 0.02, 0.03 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, propranolol 10mg 静注により, それぞれ有意の短縮, 延長をみた. 5) $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は対照に比し, 甲状腺機能亢進症で 46.8 ± 3.2 msec と有意に短縮, 本態性高血圧症は, 72.4 ± 4.0 msec, 虚血性心疾患は 71.3 ± 3.9 msec, うっ血性心不全は 77.3 ± 17.8 msec といずれも有意の延長を認めた.

要 約

健常者93例, 甲状腺機能亢進症患者15例, 本態性高血圧症患者38例, 虚血性心疾患患者33例, うっ血性心不全患者16例で, 心尖拍動図の一次微分波を分析し, 次の結果を得た.

1) 健常群の心尖拍動図一次微分波の立ち上がりより最大波高までの時間, すなわち $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は, 58.0 ± 1.1 msec (mean \pm SE) で, 心拍数45~140の範囲で明らかな変化をみない.

2) $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は pre-ejection period ($r=0.558$), isometric contraction time ($r=0.575$), left ventricular ejection time/isometric contraction time ($r=-0.621$) とそれぞれ有意の相関をみた.

3) $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は isoproterenol 0.02, 0.03 $\mu\text{g}/\text{kg}/\text{min}$, propranolol 10mg 静注により, それぞれ有意の短縮, 延長をみた.

4) $t\text{-}\Delta\text{ACG}$ は, 対照に比し, 甲状腺機能亢進症で 46.8 ± 3.2 msec と有意 ($p < 0.001$) に短縮し, 本態性高血圧症 72.4 ± 4.0 msec, 虚血性心疾患 71.3 ± 3.9 msec, うっ血性心不全 77.3 ± 4.6 msec で, いずれも有意 ($p < 0.001$) の延長を認めた.

文 献

- 1) Benchimol A, Dimond EG: The normal and abnormal apex cardiogram: Its physiologic variation and its relation to intracardiac events. *Amer J Cardiol* 12: 368-382, 1963
- 2) Lane FG, Carrdle JM, Levine HD: The apex cardiogram in myocardial asynergy. *Circulation* 37: 579-588, 1968
- 3) Johnston FD, Overy DC: Vibration of low frequency over the precordium. *Circulation* 3: 579-588, 1951
- 4) Reale A: Evaluation of the contractile state of the human heart from the first derivative of the apex cardiogram. *Circulation* 36: 933-941, 1967
- 5) Mason DT, Sonnenblick EH, Ross J, Cunnell JW, Braunwald E: Time to peak dp/dt. A useful measurement for evaluating the contractile state of the heart. *Circulation* 32 (Suppl.-II): II-145, 1965 (abstr)
- 6) Vetter WR, Sullivan RW, Myatt KM: Assesment of Quantitative apex cardiography. A noninversive index of left ventricular function. *Amer J Cardiol* 29: 667-671, 1972
- 7) Reeves TJ., Hefner U, Jones WB, Coghlan C, Prieto G, Carrall J: Hemodynamic determinants of the rate of change in pressure in the left ventricle during isometric contraction. *Amer Heart J* 60: 745-761, 1960
- 8) Gleason WL, Braunwald E: Studies on the first derivative of the ventricular pressure pulse in man. *J Clin Invest* 41: 80-91, 1962
- 9) Siegel JH, Sonnenblick EH, Judye RD, Wilson WS: The quantification of myocardial contractility in dog and man. *Cardiologia* 45: 189-220, 1964
- 10) Krayenbuehl HP, Rutishauser W, SeHoenbeck M, Amende I: Evaluation of left ventricular function from isovolumic pressure measusements during isometric exercise. *Amer J Cardiol* 29: 323-330, 1972
- 11) Mason DT: Usefulness and limitation of the rate of rise of intraventricular pressure(dp/dt) in the evaluation of myocardial contractility in man. *Amer J Cardiol* 23: 516-527, 1969
- 12) 坂本二哉: 心尖拍動図法. 呼吸と循環 18: 243-255, 1970
- 13) Metzger CC, Chough CB, Kroetz FW,

- Leonard JJ: True isometric contraction time-its correlation with two external index of ventricular performance. *Amer J Cardiol* 25: 434-442, 1970
- 14) Martin CE, Shaver JA, Thompson ME, Peddy PS, Leonard JJ: Direct correlation of external systolic time intervals with internal indexes of left ventricular function in man. *Circulation* 44: 419-431, 1971
- 15) Aronow WS, Bowyer AF, Kaplan MA: External isovolumic contraction time and left ventricular ejection time/external isovolumic contraction time ratios at rest and after exercise in coronary heart disease. *Circulation* 43: 59-65, 1971
- 16) Ueda H, Sugishita Y, Nakanishi A, Ito I, Yasuda M, Sugiura M, Takabatake Y, Ueda K, Koide K, Ozeki K: Clinical studies on the cardiac performance by means of transeptal left heart catheterization. II. Left ventricular function in high output heart diseases especially in hyperthyroidism. *Jap Heart J* 6: 396-406, 1965
- 17) Howitt G, Rowlands DJ, Leung DYT, Logan WFVE: Myocardial contractility and the effects of beta-adrenergic blockade in hypothyroidism and hyperthyroidism. *Clin Sci* 14: 485-495, 1968
- 18) Amidi M, Leon OF, De Grost WJ, Kroetz FW, Leonard JJ: Effect of the thyroid state on myocardial contractility and ventricular ejection rate in man. *Circulation* 38: 229-239, 1968
- 19) 宮原光夫, 田村武雄, 藤瀬幸保, 道林勉, 中川欽也: パセドウ病の循環器症状とその病態生理. *日本臨床* 29: 21-26, 1971
- 20) 和田満哉: 甲状腺機能亢進症患者における心血管異常に関する研究—交感神経 β -受容体の面から—*札幌医誌* 33: 314-325, 1968
- 21) Frohlich ED, Tarazi RC, Dustan HP: Clinical, physiological correlations in the development of hypertensive hearts disease. *Circulation* 44: 446-455, 1971
- 22) Tarazi RC, Frohlich ED, Dustan HP: Left atrial abnormality and ventricular pre-ejection period in hypertension. *Dis Chest* 55: 214-218, 1969
- 23) Kobayashi K: Clinical studies on apexcardiogram. Part I. Analysis of apexcardiogram in various kinds of heart diseases. *Jap Circulat J* 35: 1081-1090, 1971
- 24) 平丸義武: 心尖拍動波に関する研究. (II). 老年者ならびに各種心疾患における心尖拍動波による心周期各時相の変動について. *Jap Circulat J* 34: 1007-1015, 1970
- 25) Benchimol A, Dimond EG: The apex cardiogram in ischemic heart disease. *Brit Heart J* 24: 581-594, 1962
- 26) Diamond G, Forrester JS: Effect of coronary artery disease and acute myocardial infarction on left ventricular compliance in man. *Circulation* 45: 11-19, 1972

討 論

井上(東大第二内科): $t-JACG$ による指標と、心内圧を基盤にして測られた maximum dp/dt とは、だいたい同じように解釈されているかどうか、それが1つの質問です。それから時定数が5 msec ですか、とにかく最初示されたスライドでみますときわめて計りにくいようにみえるのですが……。つまり微分波形のスタートの点とピークの時期が、非常に測定しにくいような印象を受けたんですけれども……。

演者(千田): われわれのところでは、まだ心内現象と $t-JACG$ との関係については検討しておりませんので、その点について明確に答えることはできませんが、Reale はそれを行なっております。

ただ onset の取り方が、Reale の場合は心電図の R からとっており、最近では Vetter が同じような仕事をやっておりますが、これは心電図の Q から計測しております。この 2 人の成績では測定の方法は異なりますけれども、 $t-JACG$ と $t-dp/dt$ は、各種操作前後でよく相関するということが指摘されております。今後機会があれば、直接心内現象と比較してみたいというふうに現在計画中のところです。それから時定数は 5 msec できわめて小さいわけですが、onset のとり方は、a 波が大きいような場合には時相の shift、ずれということがありますので、若干問題になるかと思えますけれども、原波形の slow filling phase の

ところが直線になるようにし, ピークまでを測るのは困難ではありません. 時定数が 5 msec ですから, これは完全微分をねらっているわけです. 一部に ACG 自体が微分波形だというふうに解釈する人もおります. 事実 Benchimol の, さきほど坂本先生が指摘されますような図を見ますと, 時定数が極めて短いということを感じました. 沢山先生のもそうです. 要するに時定数の短い, おそらく何百 msec というようなマイクロホンを使っているのだと思います. われわれのところでは, MP 1A で時定数は 3.3 秒です. それを RC 微分回路 5 msec で通しておりますので, ピークは sharp に出て, とり方に問題はなりません. onset のとり方ですが, さきほど申しましたように, slow filling phase のところが直線化しますので, 一応それを基線とみなして, その延長線上での立ち上がりからピークまでをとりますので, 採り方にそう困難はありません. ただ途中で I 音に一致するノッチが大きく出ているような場合には, 当然延長してまいりますので, そのような波形が得られた場合には, ノッチがあまりはいらないような体位, 条件で記録・分析することが必要だと考えます.

司会 (杉本): そうしますと, $t_{-d}ACG$ は, 結局微分波の立ち上がりからそのピークまでで測定されるわけですか.

演者: そうです.

司会: そうしますと, 今おっしゃったように, a 波の問題がございます. それからもう一つ, 左室の maximum dp/dt は左室圧の立ち上がりから peak dp/dt までをとるということですから, 先生の場合には ACG で C の点からその微分波のピークまでとるというほうが, より左室圧の微分波に近いんじゃないかと思いますが, その点はいかがなものでしょうか.

演者: それについてですが, ACG の立ち上がりと左室圧曲線の立ち上がりとに, すでに 20 msec ほどずれがあるということが早くから指摘されております. その理由は左室の tension の発生が先行することで理解できるわけです. ですか

ら ACG の立ち上がり自体がすでに遅れておりますので, それに時相の shift といってもそれほど大きくありませんし, 圧曲線にしても a 波があるということは ACG と同じなので, 従って左室圧曲線についても同じことがいえるわけです. こういうことは確かに問題点として残りますけれども, この方法を不可能にする隘路ではないというふうに考えております.

司会: 私は微分波の立ち上がりから peak までを測るということはどうも解せないんですが, それを実際に臨床的に使ってみて, 使えるようだというのであれば, それはそれでいいんじゃないかとも思うわけですが, この点についてどなたかご発言ございませんか.

村松 (北里大内科): 心臓の収縮機能を測定する 1 つのパラメーターとして, いま ET/ICT をお出しになって比較されたわけですが, ICT の測定法を先ほどのスライドで見ますと, S_1S_2 時間から駆出時間を差引いた差でお求めになっておられましたね. 先生は ACG も一緒に記録されておられたわけですね. 普通は ICT を測る場合, I 音の開始が非常に測定しにくいというような点から, ACG を撮った場合にはその C 点と頸動脈波の立ち上がりとの関係から ICT を出しているのが普通だと思うのですが, そういう意味では, そのように測った測定値そのものは誤差が多いものということ, あるいはその数値が心内圧で測った数値よりも常に少なく出るということはすでにわかっているわけですが, そういう状態の中で ET/ICT を特に取り上げられた理由は何でしょうか. 普通われわれはそういう誤差を少なくするために, ET/PEP であるとか, Holldack に従えば ATZ/ASZ というふうな計算値を使っていることが多いのですが…….

演者: ご指摘のごとく, Spodick も書いておりますけれども (Amen Heart J 76: 498, 1968), isovolumic contraction time の定義の仕方は, 諸家によって異なるわけです. ここでは要するに, $t_{-d}ACG$ の心収縮能判定に対する信憑性の裏づけをとるために, 心内現象との比較でその密接な相

関が指摘されている諸系数との比較を行なう、というところにねらいがあったわけです。で、ただいまご質問のLVET/ICT ratio をとりあげたのは、Aronow らが最近出しているわけですが、要するにこれが ejection fraction と相関度が強いということに基づいているわけです。確かにご指摘のごとく、I 音のとり方が難しいという問題はございますが、ejection fraction というのは、収縮能の指標としてかなり信頼性の高いものだと判断しますので、それとの相関が高いといわれるLVET/ICT をあえて取り上げたわけです。また最近指摘されているPEP/LVET とも比較したかったのですが、時間的に問い合いませんので、それは今回出しませんでした。

司会：ちょっと聞き落としたかもしれませんが、

高血圧性心疾患の場合に、あまり有意なものではなかったかもしれませんが、 $t\text{-JACG}$ がコントロール値よりも若干長いというような結果のようでしたが、それは高血圧性心疾患で若干収縮性が落ちているからだとお考えなのか、あるいは血圧が高いためにああい値が出るのであって、必ずしも収縮性低下によるものではないとお考えなのか、その辺をお伺いしたいのですが。

演者 これについては、先ほどディスカッションの中でちょっと述べましたし、また内科学会北海道地方会で述べておりますが、拡張期圧、収縮期圧、平均圧のいずれとも相関がありません。これは、いまのところ左室肥大所見と相関が見られるという事実がつかまっております。