

心尖拍動図による左室機能 の評価: Index (peak dA/dt)/ A を中心として

An apex cardiographic index “(peak dA/dt)/ A ” for the assessment of left ventricular function

本村 正一
大前 実
上嶋 拓
久万田俊明
柳沼 淑夫
若林 章
小西 与承*

Masakazu MOTOMURA
Minoru OMAE
Hiromu UEHATA
Toshiaki KUMATA
Toshio YAGINUMA
Akira WAKABAYASHI
Tomotsugu KONISHI*

Summary

An apex cardiographic index (peak dA/dt)/ A , where peak dA/dt is the peak magnitude of the first derivative of the apex cardiogram near the onset of the ejection and A is the height of the apex cardiogram at the same time of the peak dA/dt from the C point, was compared with hemodynamic and angiographic indexes of left ventricular function in 32 patients with various cardiac and aortic diseases. The significant correlations were observed between (peak dA/dt)/ A and the following: (peak dP/dt)/PIP ($r=0.71$), (dP/dt)/ P at $P=50$ mmHg ($r=0.81$), V_{max} ($r=0.88$), and ejection fraction ($r=0.56$). These results suggest that the index (peak dA/dt)/ A is useful for the assessment of left ventricular function.

Key words

apex cardiogram
contractility
first derivative

はじめに

心尖拍動図 (ACG) は非観血的に手軽に得られる心機能の1つであり, その利用出来る範囲は広い. また ACG と左室機能との関係についての報告が古くから行われているが, それらの報告は主

として波形のパターン認識および心周期に於ける time interval についての報告であった. 最近になって ACG の1次微分 (dA/dt) が導入され, 左室機能の評価のために利用されている.^{1) 2)} 今回の私達の報告では, 等容収縮期の ACG および

京都大学医学部第3内科
*同 中検
京都市左京区聖護院川原町53 (〒602)

The Third Department of Internal Medicine,
Faculty of Medicine, University of Kyoto
*Central Clinical Laboratory, Kyoto University
Hospital, Kawaramachi 53, Segoin, Sakyo-ku,
Kyoto, 602

dA/dt から指標 (peak dA/dt)/ A を求め, これ
が左室機能評価のために有用である事を示す.

方法

心尖拍動図 (ACG)

ACG は 30~45 度の左側臥位で呼気で呼吸を停止し, 心尖拍動が最も良く触れる場所に接触型マイクロホン (EFM PS-2) を手で固定し, 写真式多用途記録装置に紙送り速度 75mm/sec で記録した. ACG の一次微分は時定数 1 msec の RC 回路を用いて得た. 微分出力のベースラインは微分回路を遮断して定め, また微分の校正にはコンデンサーを充電して得られる電位上昇曲線 $E\infty (1 - e^{-\frac{t}{CR}})$ の 1 部を直線とみなして勾配を計算し, 微分出力で割って比例定数 K を求めた (Figure 1). まず心音図と頸動脈波との対比によって駆出期の始まりと思われる時点を探し, その近傍にある dA/dt の頂点の高さを peak dA/dt とし, その時の ACG の C 点からの高さを A として (peak

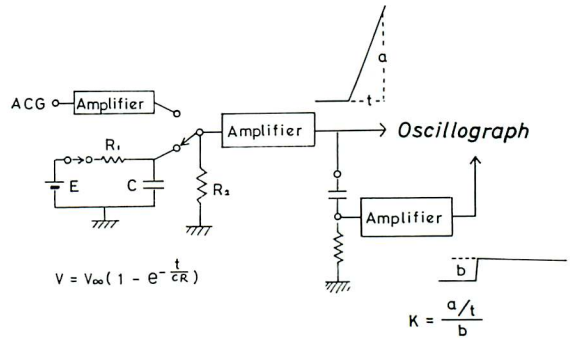


Figure 1. Method of the calibration of the first derivative of the apex cardiogram.

V = the electric potential generated from battery-resistance-capacitance circuit, $V\infty = ER_2/(R_1 + R_2)$, $R = R_1R_2/(R_1 + R_2)$. Time constant CR is 1200 msec and potential V is approximately linear slope.

dA/dt)/ A を計算した (Figure 2). これを洞調律では連続した 5 心拍について, また心房細動では連続した 10 心拍について相加平均した. RC 回路による微分の位相のいずれは, RC 回路の時定

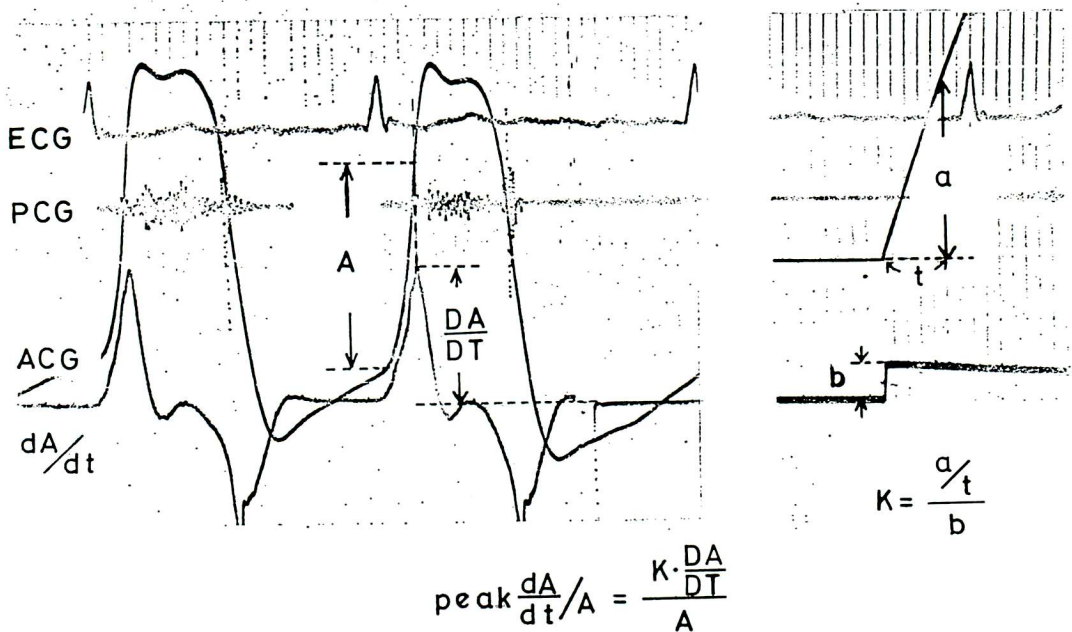


Figure 2. Measurement of the apex cardiogram (ACG) and its first derivative (DA/Dt).

数が非常に小さいのでほとんど無視出来ると考えた。

心臓カテーテルおよびアンジオグラフィ

圧測定は 100cm の No. 7 のカテーテルを Statham トランスデューサー (P 23 Db) に接続し、紙送り速度 100mm/sec で写真式多用途記録装置で記録した。Vmax の測定には developed pres-

sure を用い、直線で外挿して求めた。アンジオグラフィは 1 秒間に 6 枚の割で行い、左心室の容積は Dodge らの方法³⁾ を用いて計算した。

症例

京大第 3 内科に入院して心臓カテーテルを行った症例のうち、僧帽弁閉鎖不全症 (MI)、心室中隔

Table 1. Results in 32 cases.

Case no.	Age Sex	Diagnosis	(peak DA/Dt)/A (sec ⁻¹)	(peak DP/Dt)/PIP (sec ⁻¹)	(DP/Dt)/P P = 50mmHg (sec ⁻¹)	Vmax (ML/sec)	E F (%)
1	45f	Aortitis	33.7	27.1	29.3		
2	13m	AS	38.4	37.6	44.6	2.84	72
3	24m	MS	21.1	21.7	25.8	1.26	45
4	47m	MS	19.0	17.5	18.9	1.16	38
5	39m	MS	21.5	17.3	20.2	1.22	
6	26f	Aortitis	26.3	27.1	35.0	1.99	63
7	33m	MS	24.3	31.1	35.5	1.84	48
8	16f	Aortitis	28.7	26.3	34.2	2.02	56
9	47m	MS	23.9	23.7	30.5		41
10	33m	MS, ASi	22.5	20.7	20.1		51
11	41f	Aortitis	29.7	31.5	32.7	1.89	61
12	26f	MS, AI	20.8	16.6	19.2	1.23	56
13	40m	AI	26.0	33.1	34.5	2.23	53
14	23f	ASD	32.5	33.9	36.3	2.14	
15	36m	Coron. I	17.2	19.0	20.1	1.60	58
16	39f	Aortitis	25.6	29.9	31.3	1.74	
17	24f	Aortitis	30.7	27.5	33.9	2.48	61
18	46f	A-V bloc.	27.9	34.8	34.3	2.32	
19	30f	ASD, Ht	35.3	32.9	44.5		
20	42m	PMD	23.6	19.2	22.4	1.75	70
21	43f	MS, TI	21.6	26.8	29.3	1.54	47
22	29m	MS, ASi	19.9				40
23	14f	ASD	32.9	28.2	38.5		
24	18f	PDA	25.9				61
25	33f	Aortitis	29.8	27.3			
26	23m	PMD	25.7				58
27	38f	MS	24.7		31.8	1.82	62
28	39m	MS	25.1	28.5	32.0		
29	49f	MS	28.6	21.7	26.7		45
30	44f	MS, AI	23.1	27.7	27.4		
31	44f	MS, TI	25.4	18.5	22.3		
32	32m	ASD	25.9	21.3	27.7		

Aortitis = aortitis syndrome; AS = aortic stenosis; AI = aortic insufficiency; MS = mitral stenosis; ASD = atrial septal defect; Coron. I = coronary insufficiency; A-V bloc. = A-V block; Ht = systemic hypertension; PMD = primary myocardial disease; TI = tricuspid insufficiency; PDA = patent ductus arteriosus.

欠損症 (VSD) および重症の大動脈弁閉鎖不全症 (AI) を除く 32 例 (年齢は 13 才~49 才で平均年齢 33.6 才) について, 上記の ACG から求めた指標と心臓カテーテルおよび左心アンジオグラフィから求めた指標との比較を行った. また 68 例について (peak dA/dt)/A と (C-peak dA/dt) 時間との対比を行った. ACG は心臓カテーテル施行日より 1 週間以内にとったものを使用し, 病状の変化のある症例は含まれていない.

成績

Table 1 に 32 例の結果を表示した. (peak dA/dt)/A は (peak dP/dt)/PIP, (dP/dt)/P at P=50mmHg および Vmax と各々相関係数 0.71, 0.81 および 0.88 で良い正相関を示した (Figure 3, 4, 5). また駆出率 (EF) とも相関係数 0.56 で有意の正相関が認められた (Figure 6).

(peak dA/dt)/A と (C-peak dA/dt) 時間との関係は, ほとんどの症例で良い逆相関が見られたが, 最低血圧が 120mmHg 以上の症例および大動脈弁狭窄症 (AS) では上方へはずれ, MI および VSD の症例では下方へはずれる傾向が認めら

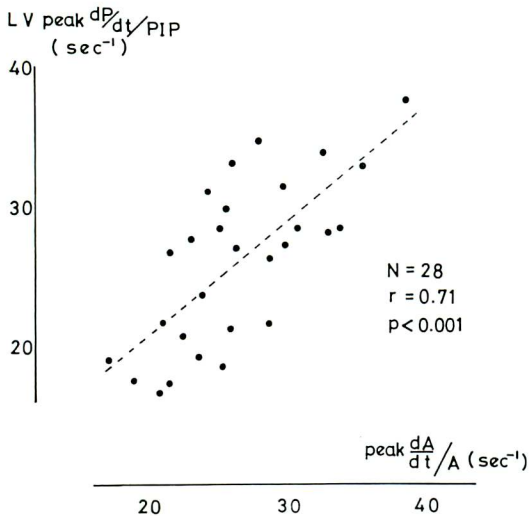


Figure 3. Relation between (peak DP/Dt)/PIP and (peak DA/Dt)/A.

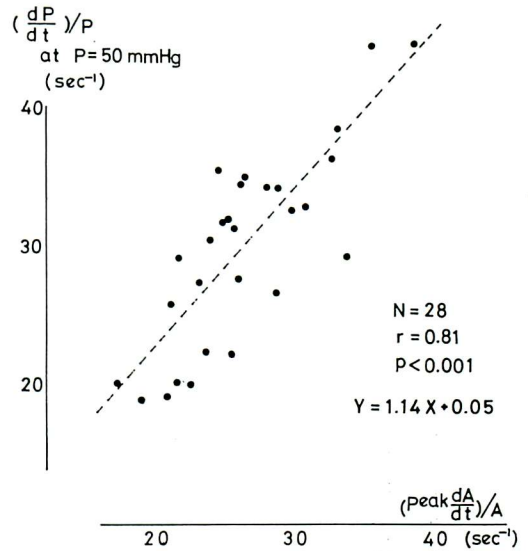


Figure 4. Relation between (DP/Dt)/P at P = 50 mmHg and (peak DA/Dt)/A.

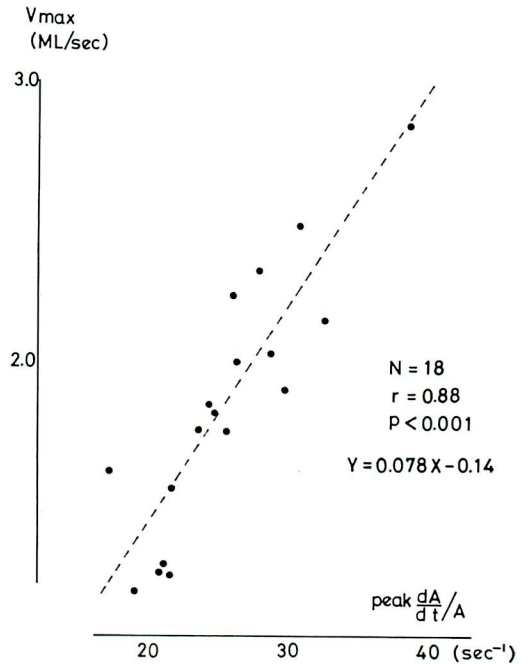


Figure 5. Relation between Vmax and (peak DA/Dt)/A.

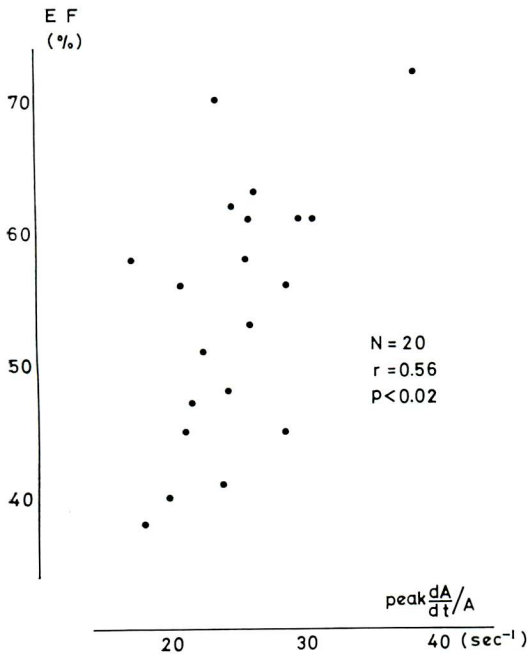


Figure 6. Relation between ejection fraction (EF) and (peak DA/Dt)/A.

れた (Figure 7).

考案

ACG の成因および決定因子については未だ不明な点が多く、明快な説明はなされていない。しかし等容収縮期の ACG は左室内圧の変化と関係が深いと考えられている。

Reale⁴⁾ は左室内圧の一次微分の頂点までの時間と ACG の一次微分の頂点までの時間の密接な類似性を報告し、また Willems^ら⁵⁾ は動物実験で、急激な血行動態の変化に於ける左室内圧の一次微分と ACG の一次微分の大きさの変化の関係が密接である事を報告している。

指標 (peak dA/dt)/A の意味および有用性

$K = (dA/dt)/A$ とおくと微分方程式になる。この値 K が駆出開始時点の近傍で一定値をとるとするとこれは $A = A_0 \cdot e^{Kt}$ と解ける (ただし K は一般的には一定値とはなり得ないのでほんの狭い時間帯でしかあてはめ得ない)。したがって K は

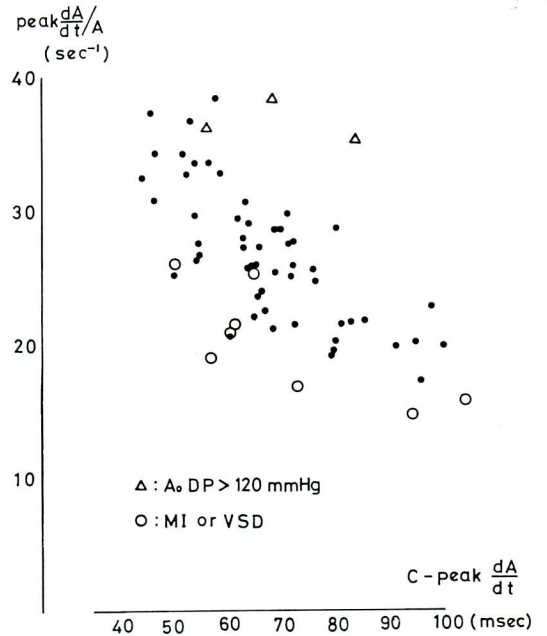


Figure 7. Relation between (peak DA/Dt)/A and C-peak DA/Dt interval.

ACG を駆出開始時点の近傍で指数曲線で近似して、その時点での上昇のパターンを表現する定数である。

また (peak dP/dt)/PIP, (dP/dt)/P at P = 50mmHg および Vmax は左室の心筋のコントラクティリティを表わす指標として一般に使用されているものであり、駆出率 (EF) は左室のポンプ機能を表わす代表的な指標である。これらの指標と有意の相関を示した指標 (peak dA/dt)/A は左室機能評価のために有用であると思われる。

再現性について

ACG の再現性は、とる時の状態によって変わる。しかし姿勢を 30~45 度の左側臥位とほぼ一定にし、呼吸は呼気で停止し、心尖拍動が最も良く触れる点 (ACG の振幅が最も大きい点) にマイクロホンを肋骨に十分強く密着させて固定し、人工的な振動を極力さける様に注意すれば、特に等容収縮期のように速く動き、期間も短い所ではある程度の再現性は期待出来ると思われる。日を新た

本村, 大前, 上畠, 久万田, 柳沼, 若林, 小西

めて2回とった16例のACGについて(peak dA/dt)/Aの値の相対誤差は平均8.8%であった。

要約

心尖拍動図およびその一次微分から指標(peak dA/dt)/Aを求め、心臓カテーテルを行った32症例について左室機能との関係を調べた。この指標はVmax, (dP/dt)/P at P=50 mmHg および(peak dP/dt)/PIPと各々相関係数0.88, 0.81 および0.71で良い正相関を示した。また駆出率(EF)とも相関係数0.56で一応有意の正相関を示した。これらの結果から指標(peak dA/dt)/Aは左室機能評価のために有用であると思われる。

この論文の要旨の1部は第37回日本循環器学会総会において発表した。

討

沢山(川崎医大循環器科): ACGのスロープをお使いになったのと横の長さの計測をやられたのでは、やはりスロープを利用されたほうが心内現象との相関がいいということですか。

演者(木村): スロープの方は正確にcalibrationできますので、それで使ったわけです。

沢山: 最後のスライドですけれども、Cと、 $\text{peak } \frac{dA}{dt}$, これは横の因子ですね。それと縦のスロープの関係についてですが、Mirskyとか、先生たちはスロープでおやりになっている、それからもう1つは、札幌医大の方か(本誌3:115, 1973)、それから外国では、ACGの一次微分と心電図QあるいはRとの間隔と心内現象との相関で見ますが、先生はこの2つの方法のうち、Mirskyに似ているスロープを問題にされたのですか。

演者: ちょっと、先生のおっしゃるスロープの意味がわからないのですけれども……。

沢山: ですから微分をなさっているでしょう。たとえばMirskyの報告、あれと同じような意味

文献

- 1) Vetter WR, Sullivan RW, Hyatt KH: Assessment of quantitative apex cardiography: a noninvasive index of left ventricular function. Amer J Cardiol 29: 667-671, 1972
- 2) Mirsky I, Pasternac A, Ellison RC: General index for the assessment of cardiac function. Amer J Cardiol 30: 483-491, 1972
- 3) Dodge HT, Sandler H, Ballew DW, et al: The use of angiography for the measurement of left ventricular volume in man. Amer Heart J 60: 762-776, 1960
- 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) Willems JL, Kesteloot H, DE Geest H: Influence of acute hemodynamic changes on the apex cardiogram in dogs. Amer J Cardiol 29: 504-513, 1972

論

ですか。

演者: Mirskyと申しますと、あのtをかけたものですか(引用文献2)。

沢山: それに類似した方法を使ってやっているわけですか。

演者: それの前段階としまして、横のタイミングと縦がどのような関係にあるか、まず見ましたのです。

司会(増田): ACGと左室圧曲線を比較して見た場合に、isometric contraction period ぐらいのところでは比較的波形が似ていると思うのですが、そういう意味で、左室機能を見るのに、ACGの上昇脚の部分を利用するということは、たいへん合理的なことだろうと思うのです。ただ、もちろんACGの場合には絶対値というのはありませんので、その辺で多少工夫が必要になってくると思うのですが、たとえば(peak DA/dt)/PIPというようなものを、頸動脈とACGを入れて、あるいは心音を入れて工夫すれば、何かそういったものに近いものも出てくるのではない

かという気もするのですが、そういうような試みは、先生、何かなさっておりますでしょうか。

演者：共同研究者が少しやっておりますけれども、僕自身はやっておりません。

司会：それから Vmax の出し方でございますが、先生はどのような方法でなされましたか。

演者：developed pressure を用いまして、それで直線で外挿して求めました。

司会：そうしますと、それと同じようなことも、あるいは ACG だけから出来るわけでございますですね。

演者：実はそれを考えていました。

司会：それを何か先生、簡単でいいんですが、大体こんな具合になるんだというようなことを…

演者：ただ、いわゆる I 音に前後して、非常に高いピークが微分波形に現われますし、そういう面でふつうの pressure curve よりはちょっと使にくいような感じがします。

司会：それからもう 1 つだけお伺いしたいのですが、C-peak dA/dt というのは、これは比較的簡単に算出できますので、これで代用できると非常に簡単になると思うのですが、これはやはりかなり精度が落ちるものですか。

演者：計測していて、非常に細かい数字が出ますので、大体普通 time line が 40 msec ですから、そういう意味でちょっとラフになるんじゃないかと思います。

千田（札幌医大第二内科）：微分波のピークのとり方ですが、ピークがわれた場合はどちらをとるのですか。

演者：頸動脈波と心音図から駆出の始まりを大体求めておくわけですが、そこに一番近いところをとりまして、他に高い波があったとしても、駆出時に近い方をとりました。さっきも言いましたけれども、I 音に前後して非常に高い peak が出ることはありますが、そういうのは、意味的には非常に問題がありますのでとっていません。