

頸動脈波上行脚の分析：  
(peak  $dC/dt$ )/C について  
(続報)

The analysis of the upstroke  
of the carotid pulse wave

本村 正一  
上畠 拓  
大前 実  
桜井恒太郎  
久万田俊明  
広瀬 邦彦  
松岡 慧  
松山 栄一  
小西 与承  
若林 章  
野原 義次  
河合 忠一  
柳沼 淑夫\*

Masakazu MOTOMURA  
Hiromu UEHATA  
Minoru OMAE  
Kotaro SAKURAI  
Toshiaki KUMADA  
Kunihiko HIROSE  
Suguru MATSUOKA  
Eiichi MATSUYAMA  
Tomotsugu KONISHI  
Akira WAKABAYASHI  
Yoshitsugu NOHARA  
Chuichi KAWAI  
Toshio YAGINUMA\*

**Summary**

An index “(peak  $dC/dt$ )/C” was calculated from the carotid pulse wave and its first derivative. The relationship between this index and the apex cardiographic index “(peak  $dA/dt$ )/A” was studied. Close correlation existed in the group under 39 years old, but it had tendency to shift toward left upper region in the group over 40 years old (Figure 3).

The ratio of (peak  $dC/dt$ )/C to (peak  $dA/dt$ )/A was higher value in the group over 40 years old than the group under 39 years old.

**Key words**

carotid pulse wave  
first derivative  
impedance of aortic system  
left ventricular function

---

京都大学医学部 第三内科  
京都市左京区聖護院川原町54 (〒 606)  
\*自治医科大学 第三内科  
栃木県河内郡南河内町大字薬師寺3311-1 (〒 329-04)

The Third Department of Internal Medicine, Faculty of Medicine, Kyoto University, Kawaharamach 54, Segoin, Sakyo-ku, Kyoto, 606  
The Third Department of Internal Medicine, Zichi Medical College, Yakushidera 3,311-1, Minamikawachi-machi, Kawachi-gun, Tochigi, 329-04

**緒言および目的**

頸動脈波上行脚についての報告は過去に多数なされている。また頸動脈波の1次微分についても興味深い報告がある。<sup>1)~3)</sup> 今回の我々の研究の目的は normalize された指標 (peak dC/dt)/C を心尖拍動図からの指標 (peak dA/dt)/A と対比する事によって、頸動脈波上行脚と左室機能および大動脈系の性状との関係を推定することである。

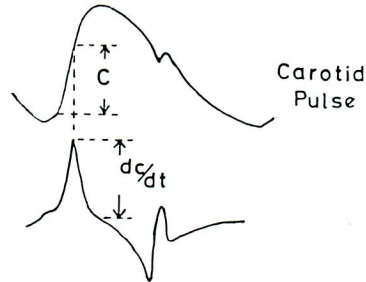
**対象**

対象は京大第三内科に入院した種々の疾患の患者で、滑らかな頸動脈波および心尖拍動図のとれた58例である。大動脈弁および右頸動脈起始部に狭窄のある患者は除外した。またピックアップの違いによる波形の差違を除外するために、接触形ピックアップ EFM PS-2 を使用したもののみを対象とした。

**方法**

頸動脈波は仰臥位で、心尖拍動図は30°から45°の左側臥位でともに呼気で呼吸を停止して記録し

た。記録には4チャンネル電子ビーム式ポリグラフ (EFM製) を用い、紙送り速度75mm/sec で記

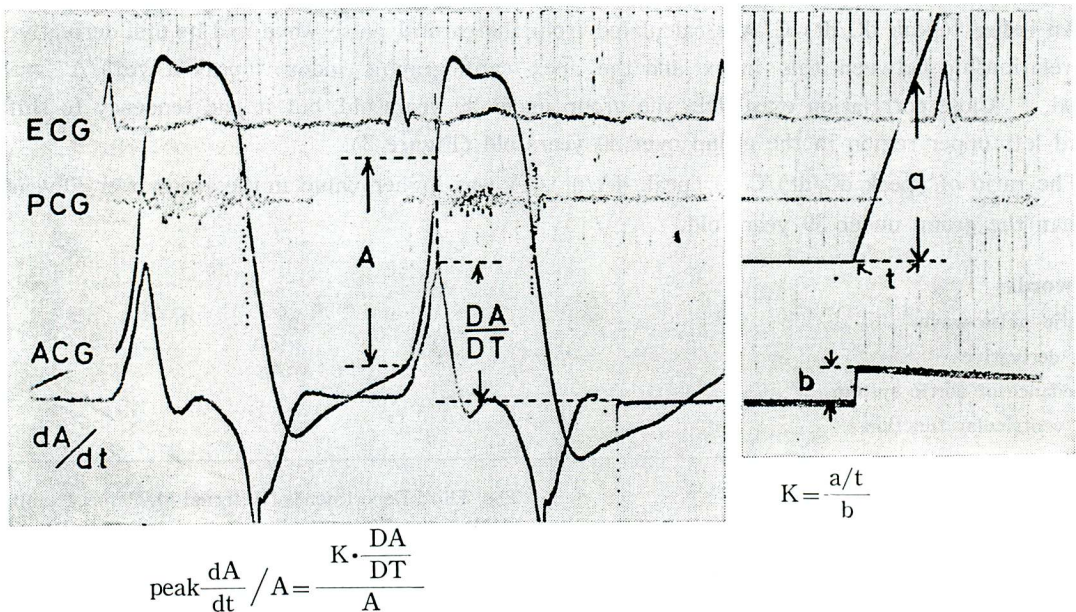


$$(\text{peak } dC/dt)/C = \frac{(dC/dt) \times K}{C}$$

**Figure 1. The method of the calculation of the index “(peak dC/dt)/C”**

K is the coefficient of the calibration of the first derivative.

録した。1次微分波は時定数1msecのRC回路を用いて得た。Figure 1に指標 (peak dC/dt)/C の計測法を示した。1次微分のピークが2つ以上あるものでは最初のピークをとった。洞調律例では連続3拍の平均、心房細動例では連続10拍の平均を求めた。Figure 2に心尖拍動図からの指標



**Figure 2. The method of the calculation of the index “(peak dA/dt)/A”**

(peak dA/dt)/A の計測法を示した。1次微分のピークが2つ以上ある時は駆出の開始時点に最も近いものをとった。

成績

Figure 3 に (peak dC/dt)/C と (peak dA/dt)/A との関係を示した。黒丸は39才以下の症例で、良い正相関関係のある事が認められる。白丸は40才以上の症例で、左上方へ移動する傾向が認められる。2重丸は PDA の症例で右下方へ変移し、三角印は coarctation of aorta の症例で左上方へ変移している。

Figure 4 には (peak dC/dt)/C と (peak dA/dt)/A

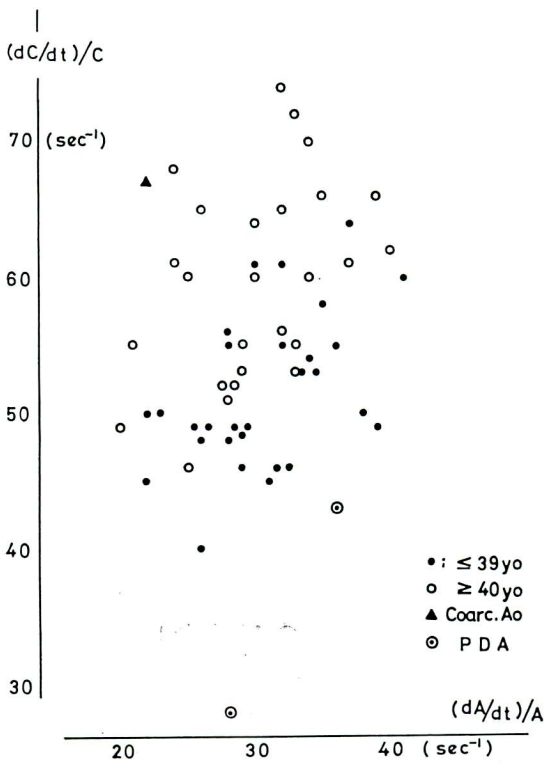


Figure 3. The relationship between (peak dC/dt)/C and (peak dA/dt)/A

The group aging over forty years has tendency to shift toward the left upper region. Coarc. Ao=coarctation of the aortic arch. PDA=patent ductus arteriosus. yo=years old.

dt)/A との比を39才以下と40才以上の群で比較したもので、平均値には有意の差があった。PDAでは低値になり、coarctation of aorta の症例では高値になった。

Figure 5 に上行大動脈および左心室の圧曲線より求めた観血的指標と非観血的指標との関係を示した。良い正相関が認められる。

考案

頸動脈波上行脚に影響を与えるものには、左室機能、大動脈弁の性状、大動脈系のコンプライアンスおよび末梢抵抗等が考えられる。これ等を圧発生機構としての左室機能と大動脈系のインピー

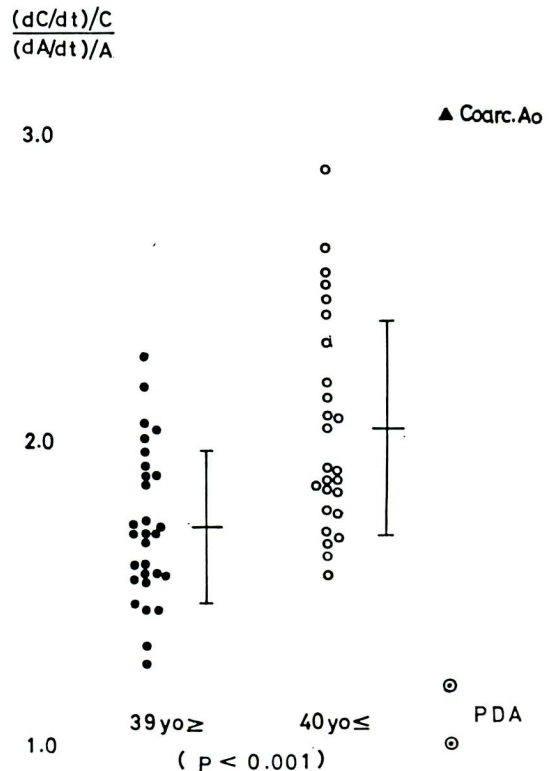


Figure 4. Distribution of the ratio of (peak dC/dt)/C to (peak dA/dt)/A

There is significant difference between the means of the group aging over 40 years old and the group aging under 39 years old.

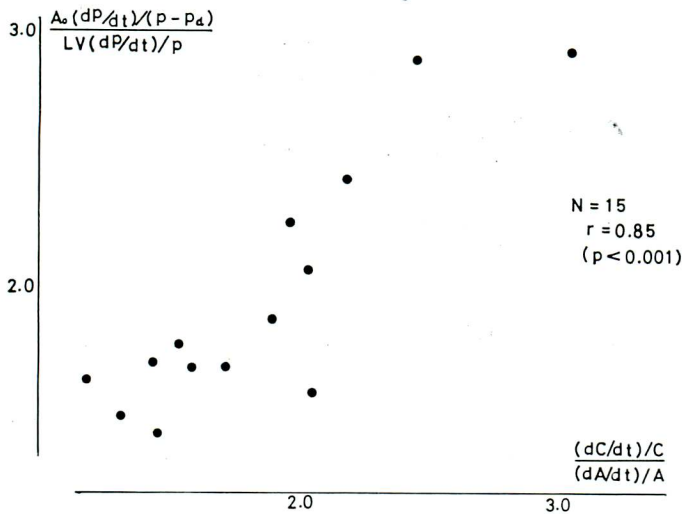


Figure 5. The relationship between the invasive index “ $(A_o - (\text{peak } dP/dt)/(P - P_d)) / (LV - (\text{peak } dP/dt)/P)$ ” and the noninvasive index “ $((\text{peak } dC/dt)/C) / ((\text{peak } dA/dt)/A)$ ”, where  $A_o$  is the ascending aorta and  $P_d$  is the aortic pressure at the onset of the ejection

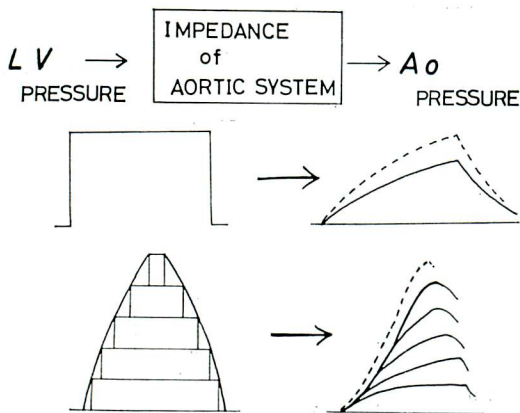


Figure 6. Illustrating the relation between LV pressure and aortic pressure

(Middle row); if LV pressure were a rectangular wave, aortic pressure should be a saw wave. (Bottom row); in general, LV pressure is a pile of infinite rectangular waves, so aortic pressure become a pile of infinite saw waves. The broken line indicates the aortic pressure of the patient whose time constant of impedance of the aortic system is smaller.

ダンスという2つの面を考えると、左室機能が良く大動脈系のインピーダンスの時定数が小さければ、大動脈圧上行脚の傾斜も大きくなる (Figure 6).<sup>4)6)</sup> 加齢とともに血管壁が変化し、それは大動脈系のインピーダンスの時定数を短くすると考え

られる。また PDA では肺のコンプライアンスが加算されるので大動脈系のコンプライアンスが増加し、coarctation of aorta の症例では Windkessel 面積の減少によるコンプライアンスの低下を来す。これ等の現象の結果が Figure 2 の中に表われていると思われる。ただし今回対比した指標  $(\text{peak } dC/dt)/C$  と  $(\text{peak } dA/dt)/A$  には時間的に30msec程度のずれがある。しかしこの程度の時間差はあまり問題にならないと考えられる。

また心尖拍動図からの指標  $(\text{peak } dA/dt)/A$  と左室機能との関係についてはすでに著者等が論文として発表した。<sup>5)</sup>

### 要約

頸動脈波およびその1次微分より指標  $(\text{peak } dC/dt)/C$  を求めた。対象例58例について縦軸に  $(\text{peak } dC/dt)/C$  をとり、横軸に心尖拍動図からの指標  $(\text{peak } dA/dt)/A$  をとると、39才以下の群では良い正相関関係が認められたが、40才以上の群では左上方へずれる傾向が認められた。また  $(\text{peak } dC/dt)/C$  と  $(\text{peak } dA/dt)/A$  との比は40才以上の群で有意に高い値となった。

## 文 献

- 1) Starr I, Ogawa S : A clinical study of the first derivative of the brachial pulse. Normal standards and abnormalities encountered in heart disease. Amer Heart J 65 : 482-494, 1963
- 2) Khan AH, Spodick DH : The first derivative of the carotid displacement pulse. Amer Heart J 84 : 470-477, 1972
- 3) Starr I, Ambrosi C, Manchester JH, Shelburne JC : Diagnosis of aortic stenosis from the carotid pulse and its derivative. Brit Heart J 35 : 1062-1065, 1973
- 4) Mason DT, Braunwald E, Ross J Jr, Morrow AG : Diagnostic value of the first and second derivatives on the arterial pressure pulse in aortic valve disease and in hypertrophic subaortic stenosis. Circulation 30 : 90-100, 1964
- 5) Motomura M, Omae M, Uehata H, Kumata T, Yaginuma T, Wakabayashi A, Konishi T : An apex cardiographic index “(peak dA/dt)/A” for the assessment of left ventricular function. Jap Circul J 37 : 1355-1359, 1973
- 6) 上嶋 拓, 石川嘉市郎, 久万田俊明, 本村正一, 広瀬邦彦, 松岡 慧, 大前 実, 若林 章, 野原義次, 河合忠一, 小西与承, 柳沼淑夫 : 閉塞性凝血栓性大動脈症患者の上行大動脈圧波形. 第37回日本循環器学会近畿地方会にて発表, 1974

## 討 論 (司会 : 稲垣義明)

坂本(東大第二内科) : 私, いつでしたか, 頸動脈波とか, 心尖拍動とか, とり方によって非常に variable である, それで, そういうものの微分をとることにいったいどういう意味があるか, ということを書いたことがあったのですけれども, 実は先月, ベルギーのケステルー (Kesteloot) という方, 46才の気鋭の学者ですが, 心尖拍動とか, 頸動脈波とか, いろいろな脈波をやっている方がやってきました. ご承知かもしれませんが, この方はネーデルランドの Vollenhoven などと一緒に仕事をしている方で, Acta cardiologica などに心尖拍動の微分波などについて書いています. その人といろいろ話したのですが, 私, 今いいましたようなことをいいましたら, 彼はそれは確かにそうなんだけれども, いま演者の方がおっしゃったように, 微分をとって, それを原波形の高さで割ると, いまはピーク dp/dt のところの高さの C の値で割っているわけですが, 心尖拍動でも頸動脈波でも, それで割ると, とり方いかにかわらず, 同じ人でも非常に一定した値が得られるというところにミツがあるのだ, というふうにいっておりました. はじめはちょっと信用できなかったのですけれども, 彼の沢山の図を見せてもらいましたら, 完全に同じだとはいえませんが, ただ普通の displacement curve

を書くよりは, たしかに一個人にとっては一定の値が出るというこがわかったので, この場を借りて前言を取り消して, これからはこういうことも少しやってみたいと思っております. 非常におもしろい方法だと思います.

平川(岐阜大内科) : たしか心尖拍動図のほうで peak dp/dt/A をとったら, 左室機能と非常によい相関が出る. 今回のご報告では左心機能を反映し, かつ血管系の性質も反映するという結論でございますね.

演者(本村) : 頸動脈のほうはその両方とも反映すると思われませんが…….

平川 : ええ. 頸動脈波のほうはそうですね. この頸動脈波のほうの (peak dC/dt)/C のデータでは, たとえば ejection fraction との相関は多少悪いのですか.

演者 : 今回はそこまでやらなかったのです. カテをやった症例が15例ぐらいで, 今回の症例の中にはありませんでしたので, 厳密な相関はまだみておりません.

古幡(慈恵医大) : 圧の微分は大体流量波形と非常に強い相関があるといわれておりますが, われわれのほうで流量波形をドブラーでとりまして, 脳循環との相関が何かあるのじゃないかと調べているわけですが, 最後の結論の, 血管特性の反映

本村, 上島, 大前, 桜井, 久万田, 広瀬, 松岡, 松山, 小西, 若林, 野原, 河合, 柳沼

が強いということ, それをわれわれも期待してやりましたところ, とくに脳の抵抗成分のほうの影響が強く出ている. それから compliance よりも抵抗の影響が強いということが血流波形の結果から出て来ました. そういうこととの simulation などの関係を, もしおやりになりましたら教えていただきたいと思いますが.

演者: あの結果はだいぶ推定が入っておりますのと, それから time constant といいますが, 一応抵抗のほうも入ってきますので, 全体として影響を与えているのではないかとということです.

古幡: 何か simulation のようなことはやっていらっしゃいますか.

演者: いいえ, とくにやっておりません.

町井(三井記念病院 循環器センター): Simulation ではないのですが, 以前, 動物実験で, 大動脈からの血流速度および  $dF/dt$ , それから大動脈の圧とその微分, そういったものを同時に計測したことがありますけれども, 同一のイヌですと, aorta の  $dp/dt$  は非常に flow に相関を示した結果が出ております. あるいは  $dF/dt$  とも非常によい相関を示しております.

山本(九州厚生年金病院内科): 大変プリミティブな質問で恐縮なんです, こういうふうにして頸動脈波の上行脚の分析などをなさって, それが左心機能をよく反映しているという結論が出たときに, それを日常臨床上では実際にどういうふうに応用するのだろうかという考えを持つのですけれども……. たとえば同一症例で心不全がとれていく過程の観察に実際に役に立つとか, あるいはある症例を見たときに, それでこういう異常があれば他との比較でこの人は重症だというふうにいえるとかですね, その辺の評価ができるだろうかという疑問を持ちます. なるほど P の値は 0.01 というような数値で出ましても, mass としてみた場合は, そのうちの 8 割以上は overlap しているわけで, 推計処理して出てくる数字と, それを臨床例にあてはめる場合には, 非常に大きな discrepancy があると思うのです. それで実際の応

用方法をお教えられると思います.

演者: 僕はやはり 3 番目のスライドでお見せしましたように, 二次元で考えていったほうが一番情報量として多いのではないかと思います. ただ 1 つだけ見ていきますと, factor が多過ぎて無理ですが, それを二次元でやりますと, その factor がある程度整理されていって, それに考案を加えていくと割り合い役に立つのではないかと思います.

山本: 二次元ということをもう少しくだいて教えてもらいたいです.

演者: 心尖拍動図と, それから頸動脈波のインデックスとを, その二次元で考えていった場合には, よりましではないかと思います.

山本: もう 1 つプリミティブな質問を追加させていただくならば, 普通, われわれ日常臨床では, 血圧とプルスと臨床症状から, その人の左心機能をみるわけですけれども, こういったいろいろ条件の設定のむずかしいものを使うということが, 普通の方法では見られないはるかに優れた情報を与えるということがいえますか (笑).

演者: そうですね. そこまでちょっと検討はしておりませんが, 何かやることによって, 普通の血圧とか, そういうものでは得られない何か新しいものが得られるのではないかと期待を持っております.

松尾(阪大第一内科): 先ほど古幡先生の Simulation の話ですが, 私ども 2 年ほど前に「心臓」に発表しておりますけれども, 健常者と老年者の超音波ドプラー波形を入力しまして, 老年者の場合には振動成分が少なく, 若年者の場合は非常に振動的であるということの変化を, 集中常数回路で解析しましたところ, L, リアクタンスはあまり影響なしに, R と C の time constant がかなり大きい. R と C とどちらが大きいかといえますと, どちらかといえば R の影響が大きかったような成績でした. 追加させていただきます.

古幡: 話がそれているようですが,  $dp/dt$  が flow と非常によい相関があるというこ

とで、私の仕事も関係があると思えますけれども、実は flow で Simulation したのは、われわれも集中常数回路でありまして、それから実際に計測したものと比較をしましたところ、compliance の変化というのはあまりなくて、生体での変化というのは、compliance の変化よりも、血管が固くなるということに伴う抵抗性の変化のほうがよほど大きく効くのであると思います。実測データと文献から得たデータを使いましたけれども、それでも数倍ぐらい抵抗のほうが効いております。

演者：その場合の抵抗と申しますと……。

古幡：総末梢抵抗です。

演者：末梢抵抗のほうですか。

古幡：ええ、末梢抵抗のほうです。

演者：むしろ左室から出て測ったそのところまでの抵抗というのがかなり影響するのではないですか。

古幡：それは血圧は心臓のほうの影響がすごく効きますけれども、dp/dt が flow と相関が非常に高いといことは、flow というのは、むしろ心臓の機能と同時に末梢のほうの影響を受けていると考えられるわけです。これは末梢がつまっていれば flow が流れないという単純な理論からもわかります。そういうわけで、末梢側の抵抗が非常に強く dp/dt に効いている、従って flow にも強い影響が出ている、というようなことが実験とか simulation で確かめられております。

演者：ああ、そうですね。それはCで割った場合にはどういうふうになりますか。高さで……。

古幡：全部そういうふうな割ったものでやっております。

坂本：先ほどの町井先生のおっしゃった flow と dp/dt のことですが、私はアメリカに行ったときに少しやらされたのですが、大動脈圧の一次微分をとって大動脈の flow を測る方法をやらされたことがあります。その場合、確かに非常にいい関係があったのですが、ちょうどそのときに J.Clin. Invest. に Greenfield という人がそういう論文を出してしまったのですね。それがすごくいい相関であったので、これは確かに使えるのかなと思ったのですが、やはり町井先生がおっしゃったように、一匹のイヌについていろいろなストレスを加えたりしたものを測っている場合はいいのですが、問題は相手が変わると、それがあてはまらないということでした。もしそういう問題がなければ、いまごろ盛んに臨床に使われたと思うのですが、使われていないというのは、結局そういった interindividual variation があるということじゃないかと思うのですが、どうでしょうか。

司会：いろいろな非観血的な方法で、そういう点で一番困るのが実感なわけで、そこどころが解決されると、大変いい方法ということになるのですが、