

## 原 著

# Q-D 時間 (QRS の立ち上がりより最低血圧までの間隔) と脈圧及び最低血圧との相関関係について

## —心房細動の解析—

木下 隆\* 田中義文\* 夏山 卓\*  
橋本 悟\* 智原栄一\* 宮崎正夫\*

### 1. 要 旨

心房細動患者のうち心不全群と、非心不全群について QD 時間 (心電図上の Q 波より末梢動脈波形の急峻な立ち上がりを示すまでの時間) の計測を行い、比較検討をした。QD 時間は非心不全群では  $175.4 \pm 30.7$  msec (mean $\pm$ SD), 心不全群では  $218.0 \pm 62.6$  msec を得た。RR 間隔は非心不全群では  $0.594 \pm 0.128$  msec, 心不全群では  $0.689 \pm 0.203$  msec であった。RR 間隔は両群で有意差があったものの、分布域及び最多値の等しい分布であったが、QD 時間は両群で有意差が認められ、200 msec 以上に延長すると心不全であると判定できた。さらに、心不全群は非心不全群に比べて、拡張期圧及び脈圧に対する QD 時間の分散が大きくなるのが特徴であった。QD 時間は拡張期圧と正の相関を示し、pre-ejection period (PEP) と同様に、心筋収縮力を反映すると考えられた。QD 時間は脈圧と負の相関を示し、一回心拍出量とも負の相関を示すと考えられた。

### 2. はじめに

PEP (pre-ejection period)<sup>1,2)</sup> は心臓の等尺正収縮期の長さ及び心筋収縮力を表す良い指標である。しかし、PEP を測定するには心音図及び頸

動脈脈波を必要とし、手術中における計測は困難である<sup>3)</sup>。そこで、心電図の Q 波より、橈骨動脈波形の急峻な立ち上がりまでの時間を規定しこれを QD 時間とし、この QD 時間が等尺性収縮期の長さ、ひいては心機能を表す指標となりうる可能性を検討した。

### 3. 研究方法

#### (1) 測定方法

アナログオペレーションアンプの微分回路を用いて心電図の QRS 波形の開始時刻<sup>4)</sup>、またアナログピークホルダーを用いて動脈圧波形より拡張期、収縮期を検出する装置を作った。この装置を用いて、連続的に QRS 波の開始時刻、橈骨動脈圧における最低血圧及び最高血圧の時刻と値とをマイクロコンピュータにて連続的に記録した。

#### (2) 症例選定

心房細動症のなかより、術前評価で NYHA 3 度とされた心不全患者の開心術症例 1 例における連続した 2700 拍のデータを心不全群とし、器質的疾患の認められない上腹部手術症例 1 例の連続した 2700 拍のデータを非心不全群とし、それぞれについて検討を加えた。

#### (3) 解析

統計諸量を求め、両群間の RR 間隔、QD 時間の分布を比較した。Kolmogorov-Smirnov の 2 試量検定にて危険率 0.1% 以下を有意の差とした。

\*京都府立医科大学麻酔学教室

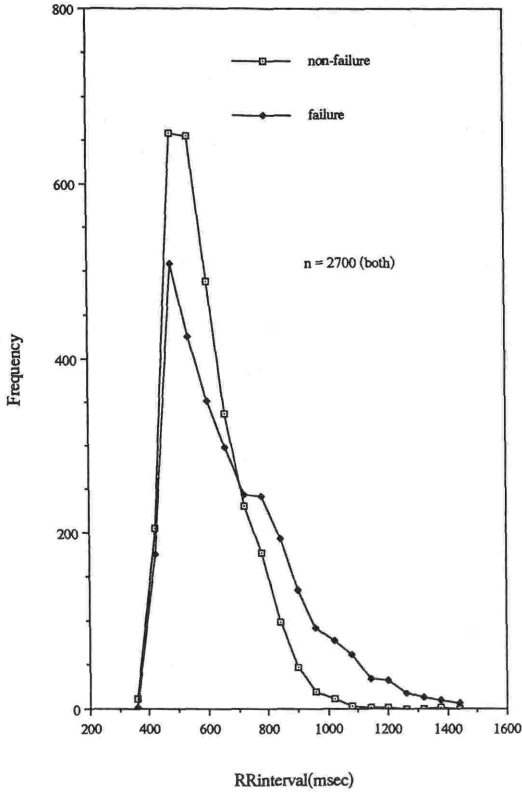


Fig. 1a Histogram of RR interval

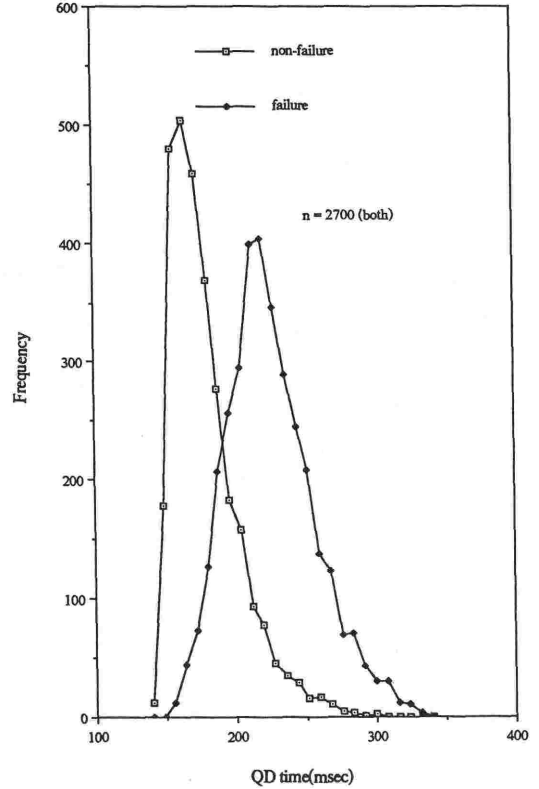


Fig. 1b Histogram of QD time

QD 時間と拡張期圧及び脈圧について相互の関係を分散図にし、相関の有無を調べ、比較検討した。

#### 4. 結果

##### (1) RR 間隔

非心不全群では分布域が 360 msec から 1080 msec までであり、心不全群は 420 msec から 1440 msec であり心不全群の方がより長い方に分布していたが、度数分布をみると、広がり及び中央値の同様な分布を示した (Fig. 1a). 非心不全群では、期待値 562.2 msec, 標準偏差 134.1 msec を得た. 心不全群では、期待値 648.0 msec, 標準偏差 224.9 msec となった (Fig. 1b).

##### (2) QD 時間

心不全群と非心不全群とでは明かに分布が異なり、心不全群は分布域が非心不全群より高域にあり、分布域も広がった (Fig. 1b). 中央値は心不全群は分布域の中央付近にあったが、非心不全群では最小値に近い位置にあった. 平均値 175.4 msec 標準偏差 30.7 msec を得た.

心不全群にも同様に、期待値 218.0 msec 及び標準偏差 62.6 msec となった. 両者の分布曲線は QD 時間が 200 msec において交差し、有意に心不全群の QD 時間は非心不全群の QD 時間より大きかった (Fig. 1b). 心不全群では 200 msec 以上に分布の 79.1% が、非心不全群では 200 msec 以下に分布の 83.4% が存在した.

##### (3) QD 時間と脈圧の関係

〈非心不全群〉

正常患者の QD 時間と脈圧との関係は、QD 時間が短いと脈圧差が大きく、QD 時間が延長すると脈圧差が少なくなる負の強い相関を示した (Fig. 2a).

〈心不全群〉

同様に負の相関関係を示すが、非心不全群に比べて傾きの絶対値が小さく、ばらつきが大きい (Fig. 2b). 拡張期圧が 30 mmHg における QD 時間の広がり是非心不全群での 20 msec に比して心不全群では 60 msec にも及んだ.

##### (4) QD 時間と拡張期圧の関係

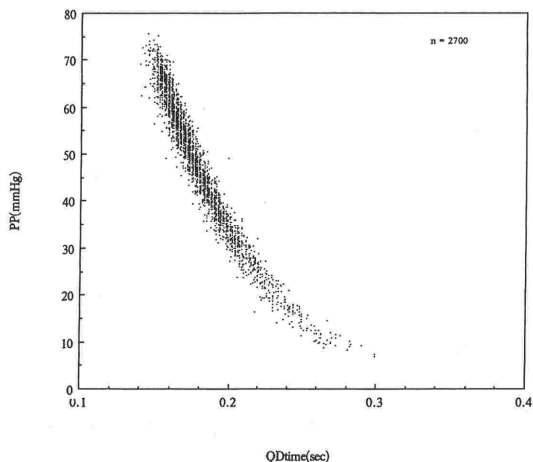


Fig. 2a 非心不全群における QD 時間と脈圧との分散図

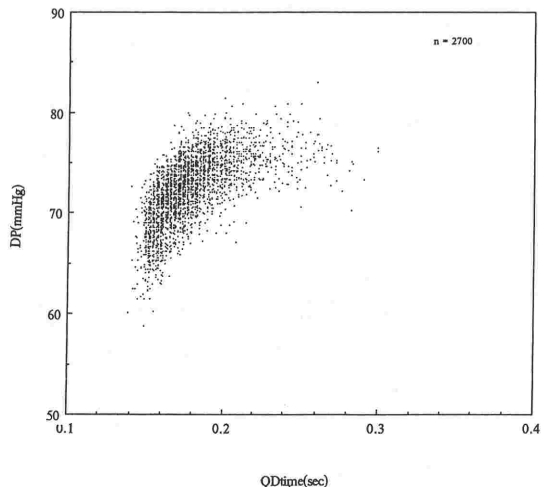


Fig. 3a 非心不全群における QD 時間と拡張期圧との分散図

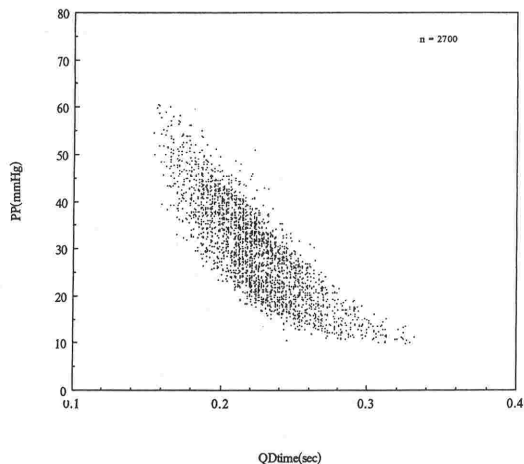


Fig. 2b 心不全群における QD 時間と脈圧との分散図

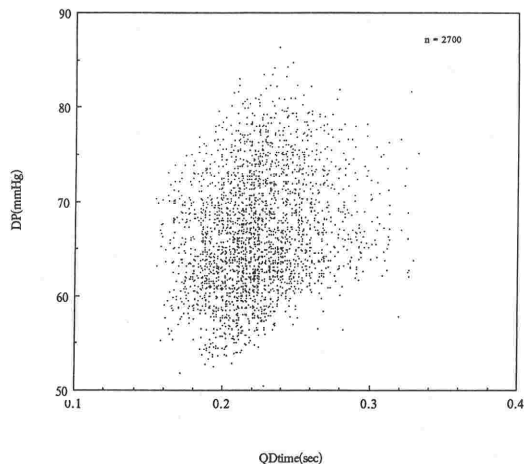


Fig. 3b 心不全群における QD 時間と拡張期圧との分散図

非心不全群では、拡張期圧が 65 mmHg 付近では QD 時間は 150 msec 付近で分散は小さかった。拡張期圧が高くなると QD 時間は長くなり、分散は大きくなった。全体として、正の相関があった (Fig. 3a)。一方心不全群では、拡張期圧が低い部分でも QD 時間の分散が広がった。分布は QD 時間が長く拡張期圧が低い部分に広がり、辺縁が不明瞭であり、拡張期圧と QD 時間との相関を得ることができなかった。同じ拡張期圧に対する QD 時間も心不全群の方が長った (Fig. 3b)。

## 5. 考 察

本研究では心房細動の症例を用いたが、その理由は以下の如くである。まず、同一症例において、QD 時間と大きく変化する最低血圧、脈圧等との関係を観察することができる。次に、心拍出量の変化に対する末梢血管抵抗の変化は10秒以上遅れるとされ<sup>5)</sup>、一拍毎に心拍出量に追従して末梢血管抵抗が変動するとは考えられない。心房細動患者に比べて安定した心拍出量を持つ洞調律の患者は、一回拍出量に変化する際には末梢血管抵抗の変化が予想されるが、心房細動患者においては心

機能の変化は末梢の影響を受けることはないと考えられる。

QD 時間は心室内の興奮伝導時間、興奮伝導から機械的収縮に至る時間左心室の等尺性収縮期、心室内圧が拡張期圧を越えて大動脈弁が開放される時間、最後に、脈圧が橈骨動脈に伝導される時間で構成され、PEP と比較すると、脈圧が橈骨動脈まで到達するのに要する時間だけ大きい。脈圧脈波の橈骨動脈にまで達するのに要する時間については、血管の弾性要素が最も大きな要素であるが<sup>6)</sup>、同一個体では安定していると考えられ、その値はほぼ 70 msec とされている<sup>7)</sup>。QD 時間から 70 msec を差し引くと発表されている PEP と同じ値になった<sup>8)</sup>。そのため PEP の代用として用いることができると考える。

心臓の拍出に応じて動脈圧の上昇が起こるが、脈圧の大きさはオームの法則に近似すると、

$$\text{脈圧} = \text{一回拍出量} \times \text{末梢血管抵抗}$$

の式で表される<sup>9)</sup>。末梢血管抵抗が変わらない場合、脈圧の大きさは一回の心拍出量を表す。ゆえに QD 時間と脈圧との関係は QD 時間と一回心拍出量との関係に近似することができる<sup>10)</sup>。一回心拍出量は拡張期末心室容積を反映すると考えると、スターリングの仮説により、拡張期末心室容積と心筋の収縮による仕事は比例する。従って、QD 時間と脈圧との関係は等容性収縮の仕事量とそれに要する時間との関係を表わすことになる<sup>11)</sup>。

今回の測定では両群とも、QD 時間が短くなれば脈圧が大きくなる傾向が得られたが、非心不全群では同じ脈圧に於ける QD 時間の分散がより大きかった。すなわち、心不全は単に心機能が低い以外に一拍一拍の拍動が不安定であると言える。

血液の駆出期には当然心室内圧が拡張期圧を越えなければならない。拡張期圧が高い場合は、低い場合に比べて心室内圧をより上昇させる必要があるためにより時間を要す。従って、等尺性収縮期は延長し、また拡張期圧が高い場合の QD 時間の延長の大小により、after load に対する心収縮力の違いを見ることが出来る。心不全群の方がより、心収縮力が小さい方に分布が広がっていて、QD 時間の長い方の辺縁も心筋収縮力がより小さい方であった。QD 時間は脈圧に強い負の相関を示すので、拡張期圧に対する QD 時間

の分散は、脈圧の違いによるものと考えられる。すなわち、Fig. 2 における分布図の左の辺縁は最も脈圧が大きい場合、右の辺縁は最も脈圧が小さい場合と考えられる。さらに、非心不全群では拡張期圧と QD 時間の分布図は一定の領域内におさまっているが、心不全群では領域の辺縁が不明瞭であり、QD 時間と脈圧との関係と同様に、拡張期圧と等尺性収縮期の長さの関係が不安定、つまりより心機能が不安定であると考えられた。

## 6. まとめ

QD 時間は既存のモニターの心電図と動脈圧波形とから算出でき、PEP と同様に等尺性収縮期の長さひいては心筋収縮力を反映し、脈圧および一拍心拍出量と相関があった。心不全群と非心不全群において、RR 間隔の中央値および分布域が大差なくとも、QD 時間の分布は中央値が明かに異なり、心不全群は非心不全群に比べて有意に延長していた。

## 引用文献

- 1) Weissler, A. M.: Systolic time intervals. *New Engl. J. Med.*, 296:321-324, 1977.
- 2) Weissler, A. M., Harris, W. S., Schoenfeld, C. D.: Systolic Time Intervals in Heart Failure in Man. *Circulation*, 37:149-158, 1968.
- 3) Dauchot, P. J., Rasmussen, J. P., Nichol森, D. H.: On-line systolic time intervals during anaesthesia inpatients with and without heart disease. *Anesthesiology*, 44:472-480, 1976.
- 4) 木下 隆, 田中義文, 夏山 卓, 重見研司, 橋本 悟, 宮崎正夫: アナログオペレーションアンプを利用した心電図波形DCサーボ回路の検討: 麻酔集中治療とコンピュータ1987~1988. 克誠堂, 東京, p. 149-156. 1987.
- 5) Yamamoto, J., Trippodo, N. C., Ishie, S., Frohlich, E. D.: Total vascular pressure-volume relationship in the conscious rat *Am. J. Physiol.*, 238:H823-H828, 1980.
- 6) Patel, J. D., Vaishnav, R. N.: BASIC HEMODYNAMICS and Its Role in Disease Processes: University Park Press. Baltimore.p. 180. 1986.
- 7) Levy, B., Target, C. R., Bardou, A., McIlroy, B. M.: Quantitative ascending aortic Doppler blood velocity in normal human subjects. *Cardiovasc Res*, 19:383-393, 1985.
- 8) Cieslinski, A., Hui, W. K. K., Oldershaw, P. J., Gregoratos, G., Gibson, D.: Interaction between systolic time intervals in atrial fibrillation *Br. Heart J.*, 51:431-437, 1984.
- 9) Guyton, A. C.: Textbook of Medical

- Physiology.: W. B. Saunders Company. Philadelphia, p. 208. 1986.
- 10) Greenfield, J. C. Jr., Harley, A., Thompson, H. K., Wallace, A. G.: Pressure-flow studies in man during atrial fibrillation. *J. Clin. Invest.*, 47: 2411-2421, 1968.
- 11) Guyton, A. C.: Textbook of Medical Physiology.: W. B. Saunders Company. Philadelphia, p. 208. 1986.

### The Interaction between QD time and Diastolic Pressure and Pulse Pressure —Analysis on Atrial Fibrillation—

Takashi Kinoshita, Yoshihumi Tanaka, Takashi Natsuyama  
Satoru Hashimoto, Eiichi Chihara and Masao Miyazaki

Department of anesthesiology, Kyoto Prefectural  
University of Medicine, Kawaramachi Hirokoji  
Kamikyo-ku Kyoto 602, Japan

We devised a system that measures time of Q wave, times and values of maximum and minimum arterial pressure continuously. 2700 successive ECG recordings and invasive radial arterial pressure recordings obtained from two hospitalized patients with a diagnosis of chronic atrial fibrillation were selected for this study. We analyzed the interactions between QD time (duration from the Q wave of electrocardiogram to the onset of the rapid upstroke of radial arterial pressure) and diastolic pressure and pulse pressure. QD time reflects isovolumic contrac-

tion time and contractility, as well as PEP. QD time was inversely correlated with pulse pressure and reflected on diastolic pressure. The average and standard deviation of QD time of the patient with heart failure were 218.0 msec and 62.6 msec and those of the patient without heart failure was 175.4 msec and 30.7 msec. QD time of the patient with heart failure was significantly longer than that of the patient without heart failure. It was considered that cardiac performance of the patient with heart failure was less stable and less regular than that without heart failure.