

人工的心室性期外収縮の連結時間と左室収縮時間の関係について

A clinical study of hemodynamics in artificial premature ventricular contractions by systolic time intervals

朝山 純
遠藤 直人
古川 啓三
松久保晴生
渡辺 俊光
唐原 優
松浦 徹
伊地知浜夫

Jun ASAYAMA
Naoto ENDO
Keizo FURUKAWA
Haruo MATSUKUBO
Toshimitsu WATANABE
Masaru TOHARA
Tohru MATSUURA
Hamao IJICHI

Summary

It is well known that hemodynamic changes during arrhythmia are influenced by various factors. It has previously been reported that in spontaneous premature ventricular contraction (PVC), ET was almost unchanged or slightly increased, and PEP shortened compared with that of control beat. In clinical cases, the coupling ratios of PVCs were usually fixed. Hence it is very difficult to study the relationship between the hemodynamic changes and the coupling ratios of PVCs in clinical cases.

In this study, the artificial PVCs were induced by single electrical stimulation with electrode catheter at various coupling ratios in 10 subjects. Electrocardiogram, phonocardiogram, external carotid pulse wave, and aortic pressure curve using catheter-tip manometer were recorded simultaneously. Systolic time intervals were measured non-invasively, and also ET, QU, and afterload (diastolic aortic pressure) were measured from the aortic pressure curve and electrocardiogram in the preceding and post return cycles of PVCs.

Results were as follows: QII, PEP, and QU of the post return cycles of PVCs were decreased almost linearly and ET/PEP ratio was increased almost linearly according to the shortening of the PVC coupling ratios compared with those of the preceding cycles of PVCs. In some cases ET increased and in others decreased according to the shortening of the PVC coupling ratios. The parameters except for ET showed definite linear relationship against the shortening of the PVC coupling ratios.

In conclusion, the hemodynamic potentiation in the post return cycles of PVCs was linearly increased according to the shortening of the PVC coupling ratios at the point of view of the parameters of the systolic time intervals. Although QU has not been accepted as the contractility index, it was suggested that QU possessed the possibility of the simple and useful index of cardiac contractility.

京都府立医科大学 第二内科
京都市上京区河原町広小路梶井町 (〒 602)

The Second Department of Internal Medicine,
Kyoto Prefectural University of Medicine, Kawaramachi-Hirokoji, Kamigyo-ku, Kyoto, 602

Presented at the 13th Meeting of the Japanese Society of Cardiovascular Sound held in Tokyo, September 25-26, 1976

Received for publication October 7, 1976

Key words

Premature ventricular contraction (PVC) Coupling ratio Left ventricular systolic time intervals (LVSTI) Q-upstroke time interval (QU)

はじめに

不整脈発生時の血行動態の変化は多くの要因により影響されるが、心室性期外収縮は臨床上、最も頻度の高い不整脈で、postextrasystolic potentiation (PESP) の検討に散発性に発生する心室性期外収縮が対象とされることが多い¹⁻³⁾。臨床例では、心室性期外収縮の連結時間は同一個体では固定していることが多く、期外収縮の連結時間と血行動態の変化との関係を系統的に検討することは難しい。また、臨床例では人工的に期外収縮を誘発せしめ、その連結時間と左室収縮時間の関係を検討した報告はないようである。

今回、我々は人工的に心室性期外収縮を種々の連結時間において誘発せしめて、非観血的に左室収縮時間を測定すると同時にカテ先マンメーターによる大動脈弁直上の圧波形を記録し、観血的にも左室収縮時間を測定し、期外収縮の連結時間の長短に伴う血行動態の変化を検討した。

対象および方法

対象は、当内科において心臓カテーテル検査を

要した 10 症例である (Table 1)。

方法は右室心尖部においた双極電極カテーテルより 2 msec, 2-3 mA の単発刺激を種々の心時相に加えて心室性期外収縮を発生させた。間入性期外収縮も症例により発生したが、今回の研究ではこれを除外して各症例に平均 16 回の期外収縮を誘発させ検討した。

第 2 誘導心電図、II 音を明瞭に記録できる部位で心音図、およびフクダ電子製 TY-302 型ピックアップを用いて頸動脈波を記録し、同時にミラー社製カテ先マンメーター (5F または 7F) を大動脈弁直上に置き大動脈圧を記録した。半呼気位呼吸停止にて紙送り速度毎秒 10 cm でフクダ電子製ポリグラフに記録し (Fig. 1), QII, ET, Q-aortic upstroke 時間 [QU (Ao.)], Q-carotid upstroke 時間 [QU (Car.)], PEP 拡張期大動脈圧 (Diast. Ao. P.) を期外収縮の前後の心拍で計測し、期外収縮後第一拍のそれぞれの値より期外収縮前第一拍のおおのの値を減じたものをそれぞれ Δ Diast. Ao. P, Δ QII, Δ ET (Ao.), Δ ET (Car.), Δ QU (Ao.), Δ QU (Car.), Δ PEP, Δ ET/PEP とし、これらを期外収縮の連結時間 (PVC coupling ratio) との関係

Table 1. Subjects

	Name	Sex	Age	Diagnosis	Number of PVC	Range of PVC coupling ratio (%)	Range of preceding RR interval (msec)
1.	YK	M	17	Straight back syndrome	13	49-98	530- 580
2.	EY	F	38	Paroxysmal atrial tachycardia	14	57-85	550- 630
3.	MR	M	41	Hypertension	17	48-97	720- 770
4.	SY	F	44	Hypertension	21	39-99	850- 910
5.	KM	M	46	Hypertension	18	34-98	870- 970
6.	MT	M	21	PS	17	39-91	850- 940
7.	IK	F	20	VSD	17	52-99	690- 750
8.	SY	M	25	VSD	13	41-96	720- 780
9.	IY	F	38	VSD	16	42-87	880-1100
10.	TK	M	39	AIs	13	40-92	850- 930

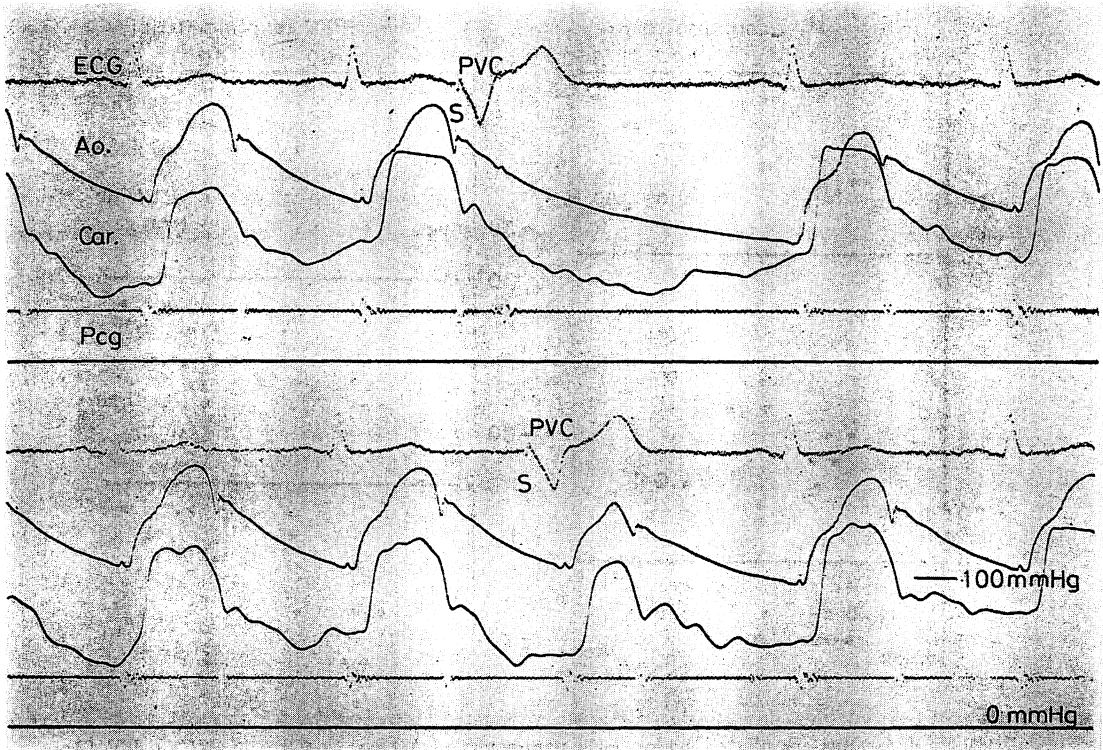


Fig. 1. Simultaneous recordings of electrocardiogram (ECG), aortic pressure curve (Ao.), carotid pulse wave (Car.), and phonocardiogram (Pcg.).

Premature ventricular contraction (PVC) is introduced at various coupling ratios by single electrical stimulation (S). The afterload (Diast. Ao. P.) and the systolic time intervals (QII, ET, PEP and QU) are measured from the preceding and post return cycle of the PVCs.

を検討した。なお、ET の計測にさいし、頸動脈波では前後とも接線法で求め、大動脈圧波では、前は接線法で、後は切痕で求めた。また計測の最小単位は 5 msec. とした。

結 果

Fig. 2 に症例 4 の成績を示す。横軸に PVC の coupling ratio (%), 縦軸に Δ Diast. Ao. P., Δ QII, Δ ET (Ao.), Δ ET (Car.), Δ QU (Ao.), Δ QU (Car.) および Δ PEP を順に示した。期外収縮の連結時間の短縮に伴い afterload の大動脈拡張期圧はほぼ直線的に減少し、QII も同様に直線状に減少する。ET (Ao.) と ET (Car.) の両者に分離を認めるも

があるが、連結時間の短縮に伴い減少を示している。QU (Ao.), QU (Car.) および PEP に関しては、三者とも連結時間の短縮に伴い、直線状に減少するが、PEP ではその関係にバラツキがみられた。

Fig. 3 に Δ Diast. Ao. P. と PVC coupling ratio の 10 症例の回帰直線を示す。それぞれの直線は **Table 1** に示した PVC の連結時間の範囲を示している。症例により回帰直線の傾きは異なるが、10 症例は同じ傾向を示している。

Fig. 4 に Δ QII と PVC coupling ratio の 10 症例の回帰直線を示す。

Fig. 5 に Δ ET (Ao.) および Δ ET (Car.) と

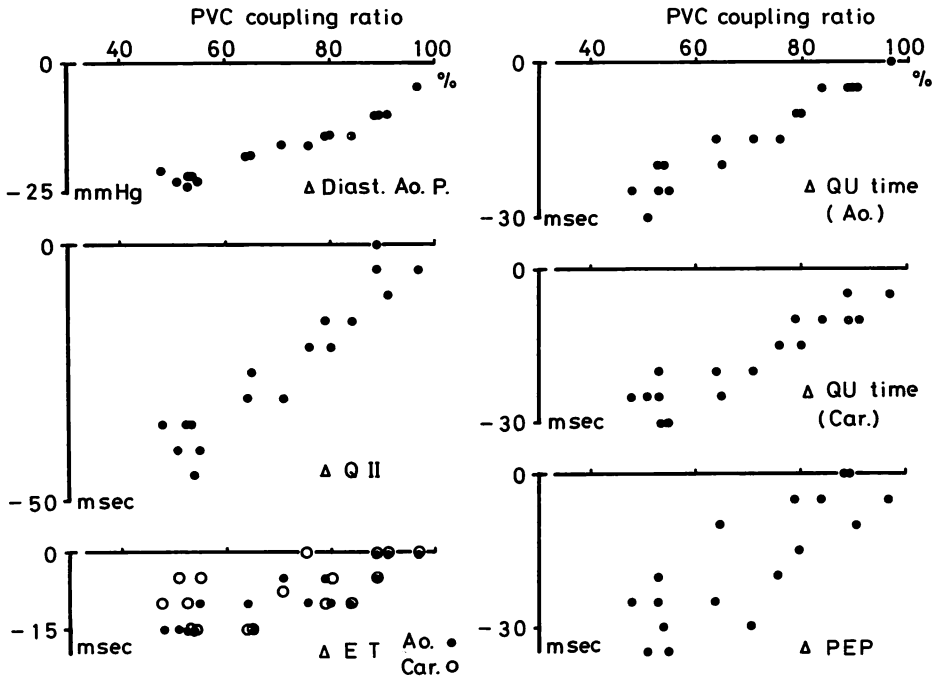


Fig. 2.

PVC coupling ratios are plotted against each parameters of Δ Diast. Ao. P., Δ QII, Δ ET (Ao. and Car.), Δ QU (Ao. and Car.), and Δ PEP in Case 4. Δ Diast. Ao. P. is calculated by subtracting Diast. Ao. P. of the preceding cycle from Diast. Ao. P. of the post return cycle. Other parameters are also calculated as the same manner.

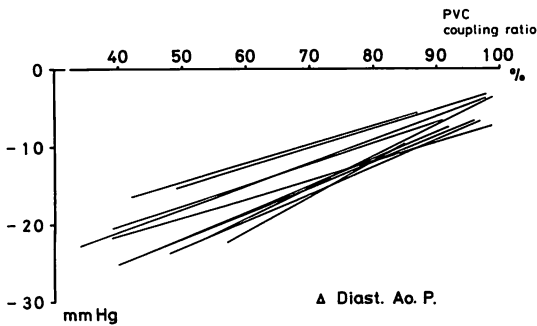


Fig. 3. The regression equations between the PVC coupling ratios (%) and Δ Diast. Ao. P. in 10 cases.

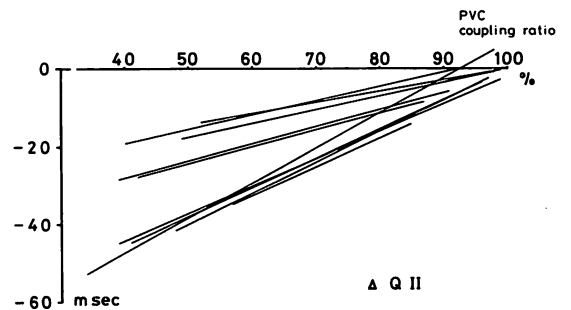


Fig. 4. The regression equations between the PVC coupling ratios and Δ QII.

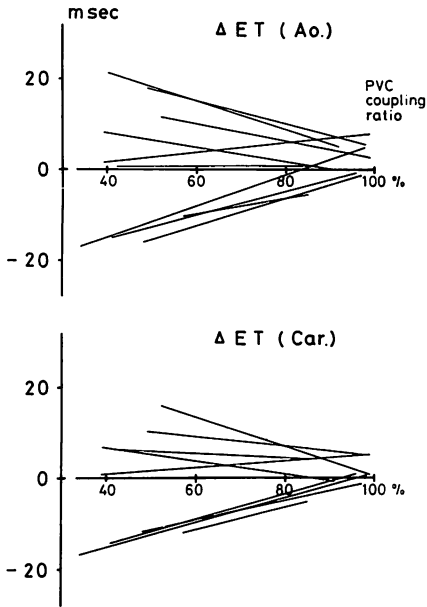


Fig. 5. The regression equations between the PVC coupling ratios and ΔET (Ao. and Car.)

PVC coupling ratio の 10 症例の回帰直線を示す。 ΔET (Ao.) と ΔET (Car.) は、ほぼ同様の傾向を示しているが、症例により PVC coupling ratio の短縮に伴い増加するもの、不変のもの、および減少するものがあり多様性を示している。

Fig. 6 に ΔQU (Ao.), ΔQU (Car.) および ΔPEP と PVC coupling ratio の 10 症例の回帰直線を示した。三者に同様の傾向を認める。

Fig. 7 に $\Delta ET/PEP$ と PVC coupling ratio の回帰直線を示した。全例にほぼ同様の傾向をみる。

考 案

期外収縮後第一拍目には、古くから PESP のあることが知られており、Langendorff ら⁴⁾によって最初に報告されている。Beck ら⁵⁾は臨床例にて左室 dP/dt と期外収縮の連結時間に逆相関を認めており、血圧の影響を受けないとされている⁶⁾。 $dP/dt/IP$ (IP : left ventricular developed isovolumic pressure) と期外収縮の連結時間との関係におい

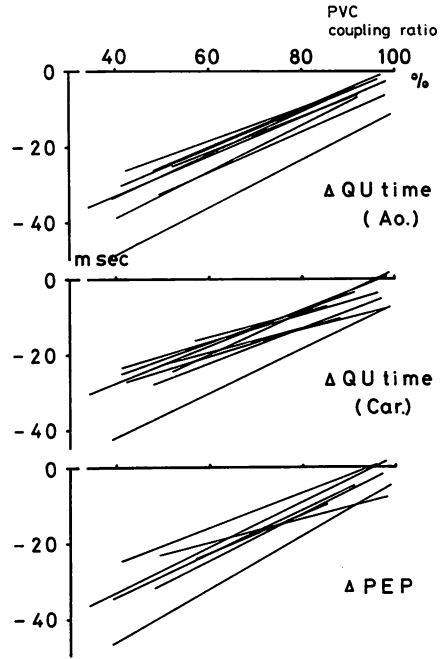


Fig. 6. The regression equations between the PVC coupling ratios and ΔQU (Ao.), ΔQU (Car.), and ΔPEP .

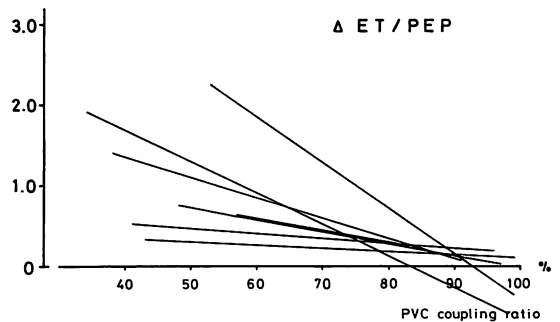


Fig. 7. The regression equations between the PVC coupling ratios and $\Delta ET/PEP$.

て、遠藤¹⁾は動物実験で逆相関を報告し、Kvasnicka ら⁷⁾は臨床例で同様に高い逆相関を認めており、直接的方法による心機能を表わすパラメーターは PESP が期外収縮の早期性とほぼ直線的な相関性を有することを示している。また心拍

出量の比較に適するとされている $dP/dt/Pd$ (Pd : left ventricular developed isovolumic pressure at aortic diastolic pressure)⁹⁾ について, 遠藤¹⁾は期外収縮の連結時間との間にほぼ直線的な逆相関を認めており, 我々⁹⁾もインピーダンス・プレシモグラムを用いた研究で心拍出量の比較に適するとされる $(dZ/dt)_{max}$ と期外収縮の早期性とに高い直線的関係を報告した. また, 加藤¹⁰⁾は動物実験において大動脈流量は, 期外収縮の先行 R-R の延長に伴い著明に増大すると述べている.

以上より, 期外収縮の第一拍目において, 心拍出量の増加および心収縮力の増大が証明されている.

さて, 非観血的に求めた PEP は心機能の1つのパラメーターであり¹¹⁾, QII より脈波遅延時間を減じたものであり, 臨床的には QII より ET を減じて算出され誤差を招く可能性が大きい. 一方, QU 時間は直接測定できるが現段階では心機能を表示するパラメーターとして一般化されていない. 今回の我々の研究では, カテ先マノメーターより得られた大動脈圧より QU (Ao.) 時間を求め, 頸動脈波よりの QU (Car.) 時間, および PEP と期外収縮の連結時間の関係を検討した. Fig. 2 および Fig. 6 に明らかなように QU (Ao.) 時間, QU (Car.) 時間および PEP は期外収縮の連結時間の短縮に伴いほぼ直線的に減少を示している. QU (Ao.) 時間は脈波遅延時間を含まない真の PEP と考えられるものであり, 三者が同様の傾向を示したことは脈波遅延時間の影響はこの場合は無視しうるといえよう. もちろん, 前述したように PEP は誤差を含みやすく, Fig. 1 に見られるように成績にバラツキを認めるのは, 先行 R-R 間隔が Table 1 に示したように変動していること, および4つの計測値より算出していることから当然ともいえる.

以上の知見より, 現段階ではまだ一般化されていないが, QU (Ao.), QU (Car.) は心機能のパラメーターとしての価値を有することが示唆され, これらの点は今後さらに詳細に検討する予定であ

る.

さて, PESP に大きな影響がある preload, after-load は, 先行 R-R 間隔とともに直線状に変化することは諸家により報告され^{1,9,10)}, 今回の我々の成績も同様である.

ET に関して, Martin¹²⁾はカテ先マノメーターより求めた ET と, 頸動脈波より求めた ET との間に, 相関係数 0.99 というきわめて高い相関を報告している.

ところで, 勝目²⁾は, 散発的に自然発生する期外収縮を有する臨床例において, 期外収縮後の第一拍では ET は不変であると報告している. また, 遠藤¹⁾は同様な自然発生期の期外収縮に関する臨床的検討で 30 例中 27 例に ET の増加ないし不変, 3 例に ET の減少を認めており, 動物実験で期外収縮を誘発せしめた場合の連結時間の短縮に伴って ET は軽度の増加, ないし不変であると述べている. 今回の研究では誘発せしめた期外収縮を対象とし, かつ症例数が少ないので, 疾患別, 重症度などの検討は困難であるが, PVC coupling ratio の短縮に伴って ET の減少を示す症例のほうが心機能としては良いとも考えられるが, 今後症例を重ねて検討の予定である.

ET/PEP に関しては, 自然発生期の期外収縮において期外収縮後の第一拍では増加するとの報告²⁾があり, 今回の成績でも PVC coupling ratio の短縮に伴って直線的に増加しており, ET の PVC coupling ratio に対する反応の多様性にもかかわらず同一の傾向を示している. これは PVC coupling ratio の短縮に伴い ET が減少する症例の場合でも PEP の減少のほうが ET の減少幅より大きいからである.

なお, II 音の不明瞭な 2 例, 頸動脈波の切痕の不明瞭な 1 例では ΔPEP , $\Delta ET/PEP$ は算出していない. また, II 音の不明瞭な 2 例では大動脈波の切痕を II 音の代用として計測し, QII とした.

ま と め

各種心疾患 10 症例に人工的心室性期外収縮を

種々の連結時間において誘発せしめて、カテ先マノメーターを用い、観血的および非観血的に左室収縮時間の検討を行った。

1. QU (Ao.) 時間, QU (Car.) 時間, PEP は連結時間の減少に伴い直線的に減少した。

2. ET は症例により連結時間の減少に伴い増加, 不変および減少などその反応の多様性がみられた。

文 献

- 1) 遠藤直人: 単一期外収縮発生時の左心系血行動態に関する臨床的ならびに実験的研究. 京府医大誌 **85**: 295, 1976
- 2) 勝目 紘, 唐原 優, 沢山俊民, 鼠尾祥三: 心機図の臨床的応用——期外収縮. 第36回日本循環器学会総会, 金沢, 1972年4月
- 3) 水野 毅, 山崎 茂, 村木 登, 福島一也, 小沢俊, 宿谷正毅, 平井 昭, 増田善昭, 稲垣義明: 期外収縮時の血行動態. 脈波 **6**: 132, 1975
- 4) Langendorff O: Über elektrische Reizung des Herzens. Arch Physiol (Arch Anat Physiol Phys Abt) **1885**, p 284
- 5) Beck W, Chesler E, Schirrie V: Postextrasystolic ventricular pressure responses. Circulation **44**: 523, 1971
- 6) Mason DT: Usefulness and limitations of the rate of rise of intraventricular pressure (dP/dt) in the evaluation of myocardial contractility in man. Amer J Cardiol **23**: 516, 1969
- 7) Kvasnicka J, Liander B, Broman H, Varnauskas E: Quantitative evaluation of postectopic beats in the normal and failing human heart using indices derived from catheter-tip manometer readings. Cardiovascular Res **9**: 336, 1975
- 8) Griggs DM, Baumber JS: Hemodynamics and pathophysiology of rapidly developing cardiac failure. (Spitzer S, Oaks WW, ed) Emergency management. 1, Grune & Stratton, New York
- 9) 朝山 純, 国重 宏, 古川啓三, 松久保晴生, 渡辺俊光, 勝目 紘, 遠藤直人, 松浦 徹, 伊地知浜夫: 胸壁インピーダンス法——Postextrasystolic potentiation の検討および心エコー図との比較. J Cardiography **6**: 111, 1967
- 10) 加藤和三, 渡辺 照, 新谷富士雄, 渡辺 担: 不整脈の血行動態. 呼吸と循環 **22**: 19, 1974
- 11) Weissler AM, Harris WS, Schoenfeld CD: Systolic time intervals in heart failure in man. Circulation **37**: 149, 1968
- 12) Martin CE, Shaver JA, Thompson ME, Reddy PS, Leonard JJ: Direct correlation of external systolic time intervals with internal indices of left ventricular function in man. Circulation **44**: 419, 1971