

心機能図・心音図による不整脈時の心機能 評価：有効な心収縮性発現時期の検討

九州大学 第一内科

福本 晃 雄 真 柴 裕 人
伊東 盛 夫 福 島 勇
藤野 武 彦 今 西 愿
伊東 祐 信

はじめに

心臓による前胸壁の動きは、近年記録方法の発達や手技の工夫により、良好な記録が得られるようになった。得られた波形は、種々の血行動態的变化と対比することにより、心周期の時間的關係を知る参考曲線となり、また、収縮様式の形態的变化、および心筋の虚血性变化を示す指標とされたり^{2) 3)}、心臓の消費するエネルギーの評価にも利用されている⁴⁾。

我々は先に、独自の記録方法として、ストレンゲージ心機能図 (Strain gauge-Kinetocardiogram 以下 S-KCG と略す) を発表し⁵⁾、その応用として、心房波 (a 波) と左房圧の關係⁶⁾、PE-E 間隔と等容収縮期との關係⁷⁾、心筋虚血や種々の負荷時の収縮様式の変化⁸⁾について報告してきた。すなわち、S-KCG にみる多様な波形変化は、疾患特有の形態的变化に伴うものがあり、さらに虚血状態や心筋収縮の協調性の変化に伴うものなどがあるが、これらの変化は、いずれも長期間にわたる心臓への負荷の結果現われるものであることが多い。

一方、不整脈発生時にも、S-KCG 波形に著明な変化が出現するが、このような波形の意義を分析することは、第1に、心機能に及ぼす因子のうちでもっとも基本的なものの1つ、すなわち心収縮への調律異常の影響を観察できること、第2に、異所性興奮の時には、刺激発生部位と伝導異常による影響を知ることが出来ること、第3に、異所性興奮発生の時相が心機能に及ぼす影響を知ることが出来ること、さらに、このような不整脈による変化の記録は短時間内に出来、記録条件を一定に出来るため、S-KCG

Clinical evaluation of cardiac function at arrhythmias with strain gauge-kinetocardiogram and phonocardiogram

Teruo FUKUMOTO, Hiroto MASHIBA, Morio ITOH, Isamu FUKUSHIMA, Takehiko FUJINO, Sunao IMANISHI, Sukenobu ITOH

The First department of medicine, Faculty of Medicine, Kyushu University, Katakasu 1276, Fukuoka, 812

波形の分析がより定量的に行なえるという利点がある。

そこで今日は、心室性期外収縮と心房細動時の心収縮について、S-KCG 上の波形にみられた心収縮様式異常の意義について述べる。

症例と方法

当科入院患者で、心室性期外収縮および心房細動を示す患者について、心電図、心音図および頸動脈波または指尖脈波とともに、S-KCG を記録した。

記録方法は、前回述べたように⁷⁾、任意の位置における心臓による前胸壁の動きを絶対的変位として記録するものである。ここに示した例は、すべて一回の呼気停止中に連続記録したものである。紙送り速度は50mm/sec である。

正常者では心房収縮に伴う a 波は小さく、心室収縮の初期には PE 波があり、心室からの駆出開始とともに E 波の収縮期陥入が始まる。収縮中期には僅かな収縮中期の外方突出 (MOM) を経て、心室弛緩期には R 波がでることがあり、その頂点には II 音と一致する小さなきれこみをみることがある。急速期および緩速期よりなる充満波 (F 波) のあと、拡張末期には拡張波 (D 波) をみる。

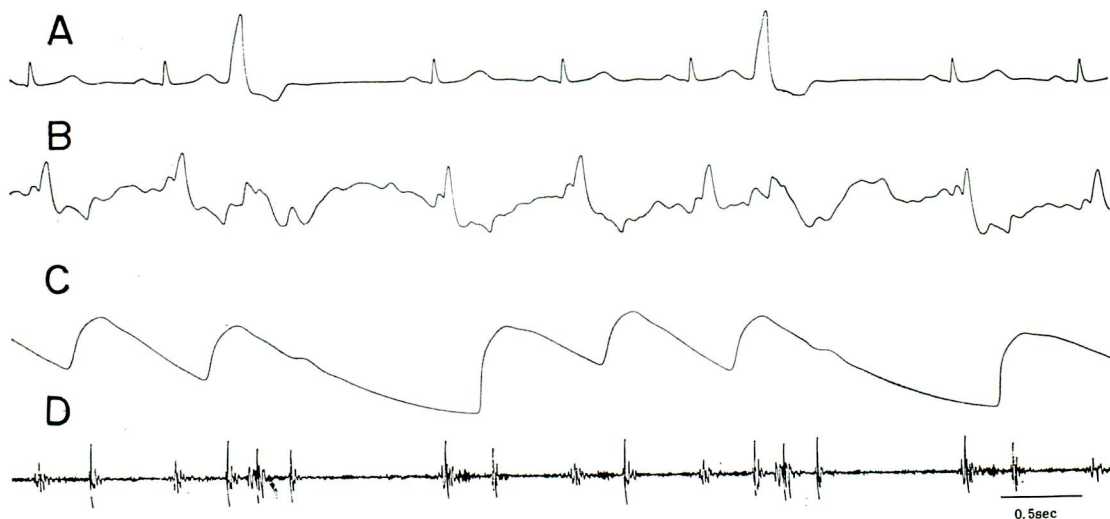


Figure 1. S. F., 23才, 男。散発性固定連結性心室性期外収縮。上段より、心電図(II), 心機図(K₃₅), 指尖脈波および心音図(4 LSB)。洞調律のうち、第1, 2, 5, 6 および9 拍目では、I 音振幅は小さい。しかし、早期収縮直後の洞調律心拍(第4 及び8 拍目)では、他の洞調律時とちがって I 音の振幅が大きく、脈波高も高い。

S-KCG では、PE-E 間隔が、前者よりも短縮して、E 波の収縮期陥入がより急峻となっている。第3 及び7 拍目の心室性期外収縮時には、I 音振幅が大きいが、分裂して、I-II 音間隔が狭くなっている。S-KCG では、その波形が異様に変化して、PE-E 間隔は延長し、E 波高が低下し、収縮中期の外方突出のために、収縮終期までなだらかに下行している。

成績

不整脈を示す症例のS-KCG波形は、疾患特有の変化に加えて、さらに、不整脈発生に伴う次のような特徴的变化を示した。

1) 心室性期外収縮心拍時の S-KCG

単源性固定連結性期外収縮時には、多くの場合 PE 波の変化は少ないが、E 波高は低下して、E 波収縮期陥入がなだらかであり、収縮中期から終期にかけて外方突出 (midsystolic outward movement, MOM) をみる (Figure 1, 2)。PE-E 間隔 (PE-E interval) は延長し、I 音は通常分裂して大きく、PE および E 波の頂点は、分裂した I 音の各々と一致する。このときの脈波高は小さく、時にはまったく認めないこともある。

多源性心室性期外収縮時に、心電図上の期外収縮の波形は互いに異なり、異常興奮の発生部位、伝播様式が異なると考えられるものでは、S-KCG 波形も互いに異なる (Figure 3)。

心室性期外収縮が頻発する時、その間隔が代償性期外収縮の連結期と同じ長さであるときには、両者は同様な S-KCG 波形を示し、分裂した I 音の振幅も同様に大きい (Figure 2)。

2) 心室性期外収縮直後第 1 心拍の S-KCG

代償性心室性期外収縮の直後に生じた心拍が、心電図上、他の洞調律と同じ洞調律であっても、その他の洞調律時の S-KCG と比較して、PE-E 間隔は短縮し、E 波の収縮期陥入が急峻となる。このとき I 音の振幅は大きく、脈波高は高い (Figure 1)。

3) 心房細動時の S-KCG

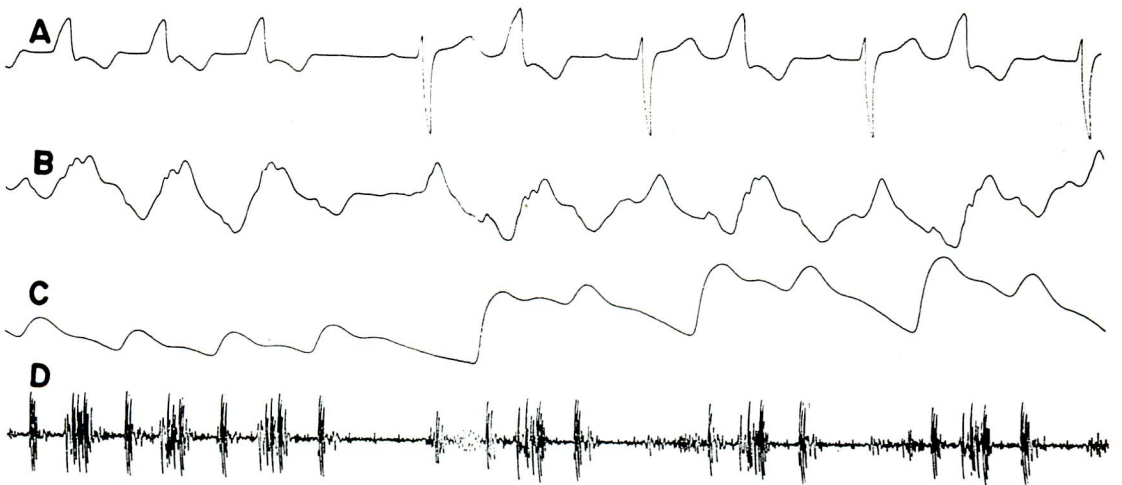


Figure 2. M. T., 28才, 女。連発した心室性期外収縮と二段脈。二段脈の連結期と、連発した心室起源興奮の間隔とは、ほぼ同じ長さである。心室性起源の心拍時には、S-KCG 波形は PE-E間隔が広く、E波の収縮期陥入は鈍であり、収縮中期の外方突出をみる。I 音は分裂して振幅も大きい。

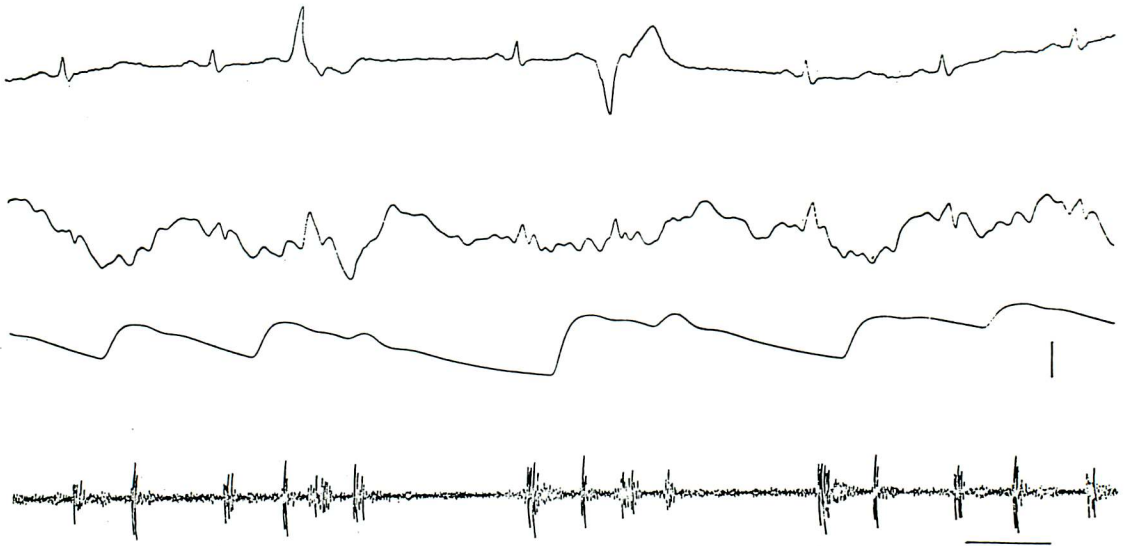


Figure 3. N. K. 23才, 女。原発性心筋症の疑い。心電図第3及び5拍目には、互いに逆方向を向いた連結期の異なる(0.48秒及び0.52秒)心室性期外収縮がある。S-KCGでは、洞調律時にも心筋症のためと思われる異様な波形を示しているが、さらに2つの心室性期外収縮時のS-KCG波形も互いに異なり、心収縮様式がそれぞれ異なることを示す。

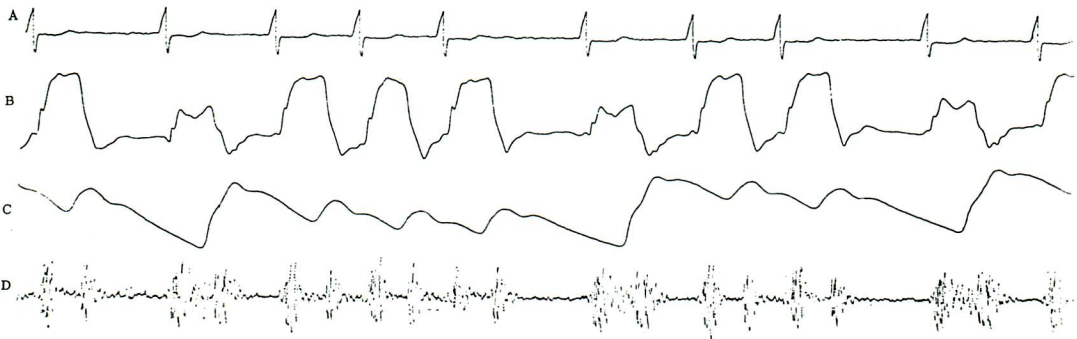


Figure 4. S. A., 52才, 男。連合弁膜症, NYHA 2度。疾患特有の波形を基礎としながら、第2, 6および9拍目では、他の心拍時の波形と大きく異なる。これらの先行R-R間隔は、0.83秒から0.92秒で、他の心拍時(0.70秒から0.53秒)よりも長い。

心房細動時のS-KCG波形は多彩であるが、大略2つの型に分類される。それらは先行R-R間隔に関係して出現する(Figure 4)。

第1の形は、先行R-R間隔がある一定の長さ(臨界R-R間隔, critical R-R interval)以上のおきに見られるもので、この臨界R-R間隔以上においては、それがどんなに長くなっても、同様のS-KCG波形を示し、I音振幅も脈波高も変わらない(Figure 5)。

第2の形は、臨界R-R間隔以下のときにみられ、第1の形のS-KCG波形に比較して、PE-E間隔

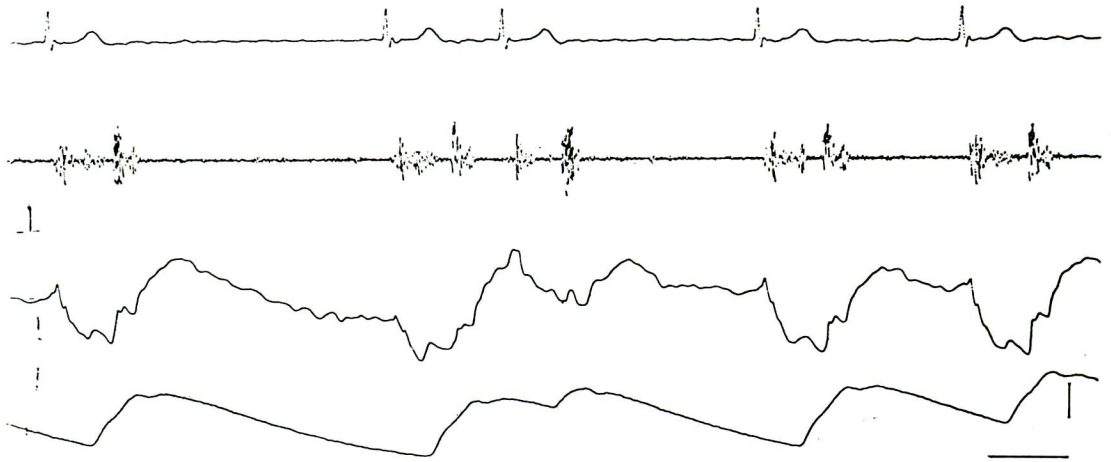


Figure 5. T. K., 40才, 男 徐拍性の心房細動を示したリウマチ性心臓病で NYHA 2度。第2, 4及び5拍では, 先行 R-R 間隔は2.08秒, 1.62秒と延長している。それらは互いに S-KCG 波形も, I音も脈波高もほぼ同一である。第3拍目の先行 R-R 間隔は0.70秒で, 他の心拍にくらべると短い。

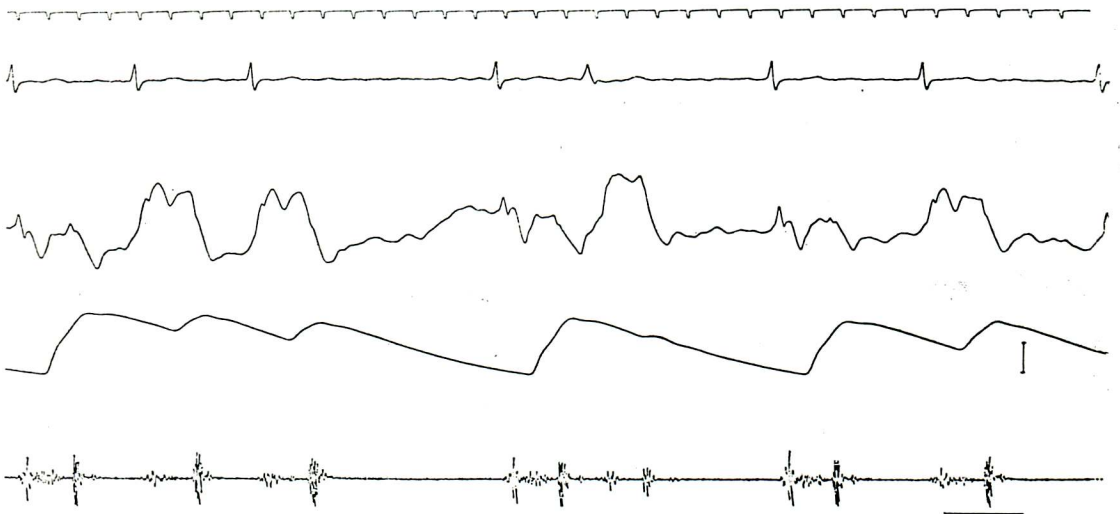


Figure 6. H. I. 32才, 男。心室中隔欠損兼大動脈弁閉鎖不全症例で NYHA 2度。心不全の既往あり。心房細動であるが, 第5拍目は, 変型伝播をしている。このときは, S-KCG 波形も第3の形をとり, I音, II音ともに小さく, I-II音間隔が狭い。第2, 3及び7拍目の S-KCG 波形は, 第1.4および6拍目のそれと大きく異なっていて, PE-E 間隔は短縮し, E波の収縮期陥入も急峻である。このとき先行 R-R 間隔は, 第2, 3及び7拍目 (0.97秒から0.76秒) に比べて長い (1.60秒~1.20秒)。

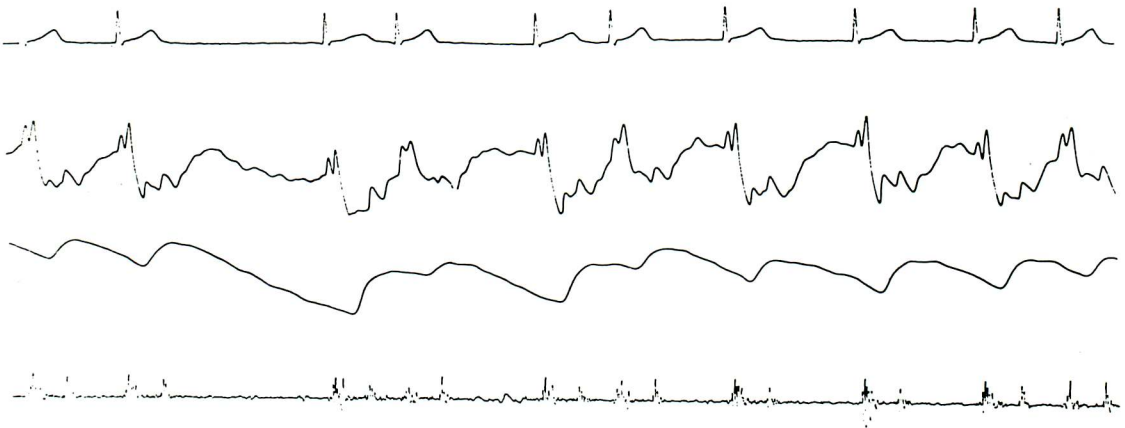


Figure 7. M. H., 28才, 男。甲状腺機能亢進症で自覚症はない。頻脈性心房細動であるが, そのうちでも, 先行 R-R 間隔の長いときには, PE-E 間隔が短かく, E の収縮期陥入が急峻で, 先行 R-R 間隔の短いものとよい対照をなしている。

は延長し, E波の収縮期陥入はなだらかとなり, また収縮中期外方突出がみられることもある。同時に I 音振幅や脈波高も低下していることが多い。

4) 臨界 R-R 間隔の個体差 (Figure 8)

以上に述べたとき S-KCG 波形変化を生ずる臨界 R-R 間隔, および波形変化の程度は, 症例によって大きく異なる。これらを先行 R-R 間隔によって類別表示したのが Figure 8 である。すなわち, 2つの波形を区別する明白な臨界 R-R 間隔があるが, その間隔は各症例において異っている。心収縮力が充分にあると思われる場合においては, 心不全あるいはその既往をもつ症例のそれよりも臨界 R-R 間隔は短かく, PE-E 間隔の延長と, E波の収縮期陥入のなだらかさを示すにとどまる。

5) S-KCG 波形と I 音振幅との関係 (Figure 9, 10)

Figure 9 の症例では, 心房細動に心室性期外収縮を合併した例であり, 先行 R-R 間隔が互いに異なるいくつかの心室性期外収縮が発生している。S-KCG 波形は, 大略 2つの型に分けられる。

Figure 10 は, Figure 9 の S-KCG 波形および I 音の振幅と先行 R-R 間隔との関係を示したものである。Figure

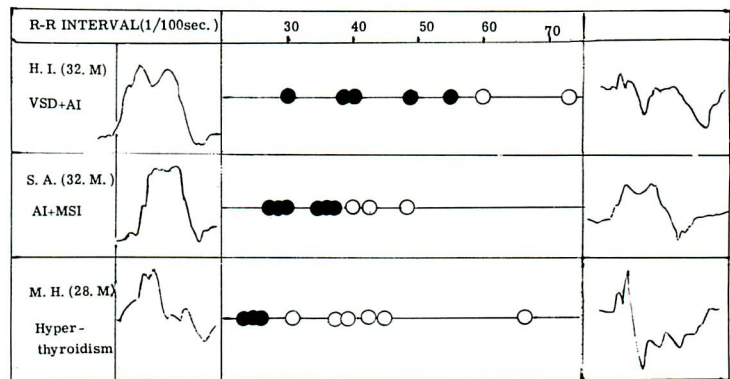


Figure 8. Figures 4, 6, 7 症例にみられた S-KCG 波形のうち, 収縮力の強い特徴を示すものを右側に○印で, 弱い特徴を示すものを左側に●印で示し, それぞれの先行 R-R 間隔について示したものである。

10 に示された S-KCG の波形分類から明らかのように、この症例における臨界 R-R 間隔は約 1.10 秒である。Figure 10 のうち、まず上室性心拍 (○印および●印) について見ると、臨界 R-R 間隔以下では、I 音の振幅は先行 R-R 間隔が長くなるほど大きくなっていく傾向がみられる。しかし、臨界 R-R 間隔に達すると、I 音振幅はほぼ一定となる。

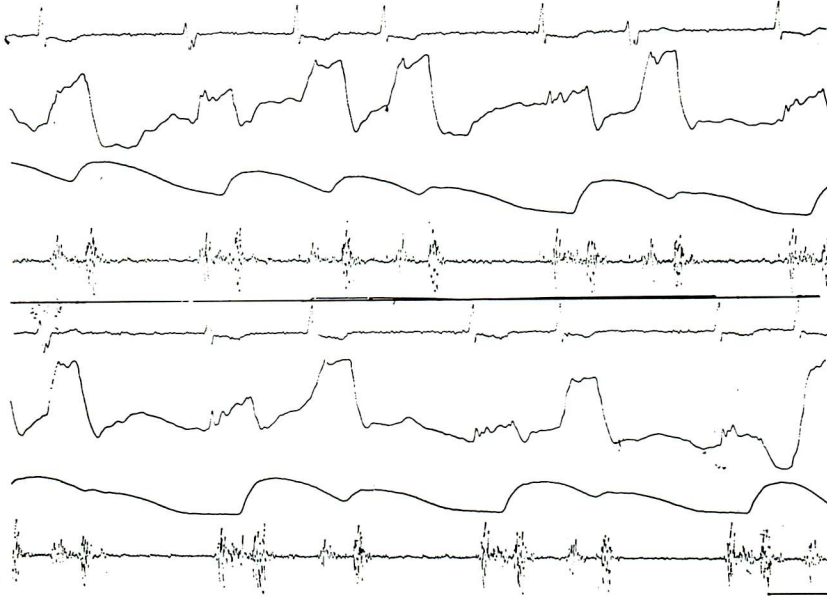
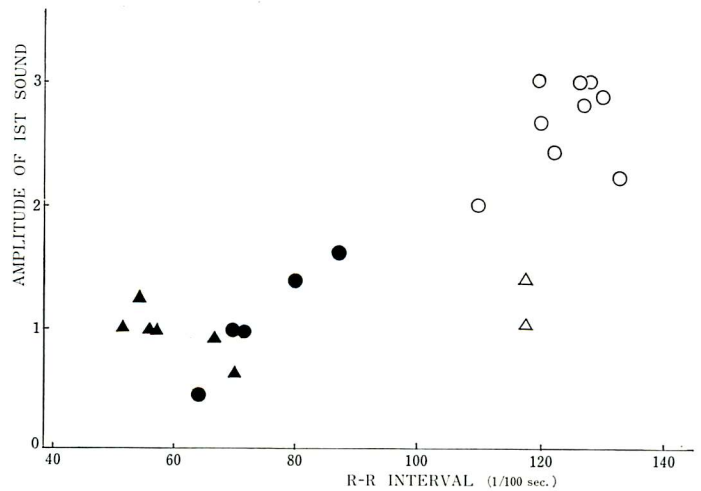


Figure 9. N. I. 46才、女。リウマチ性心臓病で、心不全の既往あり。現在 NYHA 2 度。心房細動に心室性期外収縮を伴ったものである。上、下段は連続記録であるが、1 回呼吸中、心室性起源心拍が 8 個、上室性起源性心拍が 14 個あったものの一部を示している。

Figure 10. Figure 9 の症例について、先行 R-R 間隔に対する I 音の大きさを、その S-KCG 波形様式と対比して図示したものである。○印および●印は、上室性起源の電気的興奮によるもの、△印および▲印は、心室性起源の電気的興奮によるものをあらわし、S-KCG 波形上、心収縮力の増強の特徴を示すものを○印および△印で示し、心収縮力の減弱の特徴を示したものは●印および▲印で示してある。説明は本文参照。



一方, 心室性期外収縮心拍 (Δ 印および \blacktriangle 印) では, 上室性のそれと同様に, S-KCG 波形は2つの型に分けられる。そのおのおのは, 上室性のそれに比較して若干の相違はあるが, きわめて類似する。先行 R-R 間隔が0.70秒以下では, 先行 R-R 間隔が短くなるほど I 音は大きくなる。逆に臨界 R-R 間隔を越え, S-KCG 波形も異ったときの I 音の振幅は, かなり大きくはなっているが, 上室性のそれには及ばない。

考 案

心筋の条片としてではなく, 全心臓としてその機能を評価する場合, 各心筋線維の収縮性や, それらの協調性 (synergy⁶⁾) の結果としての心収縮力の大きさを示す指標として, 心内圧上昇最大速度 $\max dp/dt$ や, その簡略化したものとして等容収縮期間が用いられている。一方 I 音の大きさは弁の硬さなどの性状や, 収縮をおこすときの位置などの影響をうけて複雑であるが, dp/dt も大きな影響を与えるので¹⁰⁾, 心収縮力を判定するための重要な情報となりうる。また, 心臓のポンプ作用としての機能は, 心拍出量や拡張期圧から判定したり¹¹⁾, 駆出時間から推定しているし, 脈波高も一つの参考となる。しかし, I 音の強さを心音図上の I 音の振幅で表現するとき, その再現性や較正の難しさの他に, I 音の周波数などの性状を含まないなど困難さはこのころ。けれども本文においてとりあげたように, 同一症例について, 同一部位で, しかも短時間内での記録であれば, 心臓の収縮力, 拍出力を反映するものとしては, それぞれの相対的変動をみる限り, 利用しうると考えた。

そこで S-KCG 波形と, I 音の振幅との不整脈における変化の関連性を検討する。

まず代償性期外収縮直後の洞調律心拍についてみると, I 音は大きく, 脈波高も大きい。この時, S-KCG 波形は, 他の洞調律時に比して, PE-E 間隔の狭小, E 波の収縮期陥入の急峻さがみられ (Figure 1), この特徴は, 前回述べたように, 健常者に β 受容体刺激剤を投与して, 心収縮力の増大を計ったときの特徴と一致する⁸⁾。

呼吸停止中の不整脈による心収縮力の変化とみると, これらに影響する要因としては, postextrasystolic potentiation¹³⁾ として扱われる心筋自体の収縮力の増大と, Starling の法則によって示されるような心室の充満, すなわち心筋の伸展という preload の増大に伴う心収縮力の増大などが考えられる。

他方, 心室性期外収縮時の心拍には, これとは逆に, PE-E 間隔の延長, E 波の収縮期陥入の鈍化, および収縮中期外方突出 (MOM) の出現など, 心収縮力減弱の特徴を示している。ただしこのときには, 他の洞調律時よりも I 音の振幅が大であることは, 後述するように, I 音の振幅増大を心収縮力の大小からだけで説明できないところである。

心室性期外収縮時には, 電氣的興奮様式の変化に加えて, 先行 R-R 間隔も変化するので, 両者の影響により, 収縮力の変化の機序は複雑である。

従って, 次に心室の電氣的興奮様式はほぼ同じままで, 先行 R-R 間隔の変動する心房細動について

検討する。

心房細動例における S-KCG 波形は、上述の如き、心収縮力の強い状態と考えられる時の特徴を含んだものと、心収縮力の弱い状態と考えられる時の波形の特徴を含んだものと、2つの型に大別される。さらにこれを先行 R-R 間隔でみるととき (Figure 8), 2つの型を区別する明確な R-R 間隔があり、しかもその間隔は各症例によって異なっている。このことは次のように考えられる。先行心収縮のあと、ふたたび十分な収縮力を発揮するためには、各症例に個有の長さの回復期間が必要であることを示唆する。すなわち回復が不十分なときに生じた興奮によっては、十分な心収縮様式を發揮できずに、結果として、心収縮力は弱く、S-KCG 波形は変化してくる。収縮力を発揮するための条件が揃ってくるにつれて、I 音振幅は次第に増大する。その条件が揃ってしまい、その持てる本来の心収縮力を十分に發揮できるに至ったときには、S-KCG 波形は、心収縮力の強い特徴を示し、I 音も大きい。すなわちここが臨界 R-R 間隔であり、これ以上の長い先行 R-R 間隔になっても、もはや I 音の増高はみられず、S-KCG 波形も変らない。このことは、高度に徐拍化した心房細動例では、先行 R-R 間隔の長短に拘らず、S-KCG 波形や I 音振幅が一定であるという現象と一致する (Figure 5)。

しかしながら、逆に先行 R-R 間隔がきわめて短縮した場合 (Figure 9 例では、先行 R-R 間隔が 0.7 秒以下のとき) には、心収縮力が十分發揮できない臨界 R-R 間隔以下にあり、しかも S-KCG 波形上心収縮力の弱い特徴を示しているにも拘らず、先行 R-R 間隔が短くなるほど、I 音の振幅が大きくなる傾向がみられた。これは、心収縮力以外の因子、たとえば従来いわれているように、弁の位置¹⁴⁾による I 音の増大因子がさらに関与しているかもしれない。すなわち先行 R-R 間隔が短いほど拡張早期の房室弁の位置は深く、このことは、心収縮力の発生が弱くても I 音を増大せしむる因子となりうるだろう。Figure 1, 2 にみた心室性期外収縮時の I 音の増大も同様の機序で説明できるであろう。またこれは、心収縮力の増大と I 音の振幅増大とが解離した現象であり、I 音の振幅あるいは I 音の強さだけでは、心収縮力の増大を推測できないことを示唆する。S-KCG 波形には、弁の位置因子を含まないので、このような解離は生じない。他方、先行 R-R 間隔の長い心室起源興奮時 (Figure 10 での△印) には、もはや弁の位置因子はきえてしまい、このときの I 音の増大は、心収縮性因子が主因となって I 音は大きい。

以上述べたように、正所性あるいは異所性興奮が、それが有する心収縮力を発現するのに不十分な条件下におかれたときには、その収縮様式は、非協調的 (dyssynergic) であり、心収縮力発生も悪い上に、この異常な収縮様式は、前胸壁に対しても、無駄にそのエネルギーを消費する。Langley ら⁴⁾は、このような異常な収縮による前胸壁への仕事量は莫大なものであると指摘しているが、そのことを考慮するとき、このようなおのおの心臓において、収縮力発現上十分な条件の揃う時期の概念、およびその時期判定 (ここで述べた critical R-R interval) は、心機能の臨床的評価にとって、重要な問題を提供するものと考えられ、今後さらに検討を加えていく予定である。

結 論

1) 心機能(とくに心収縮性)の良好な場合には, ストレンゲージ法心機図(以下, S-KCG と略す)波形は, PE-E 間隔が短縮し, E 波の収縮期陥入が急峻となる。逆に心収縮性が低下したときには, PE-E 間隔は延長し, E 波の収縮期陥入が鈍となり, 収縮中期に外方突出をみる。

2) 代償性心室性期外収縮直後の洞調律性心拍時には, 他の洞調律時よりも, S-KCG 上, 心収縮力の増強した時の特徴を示す。

3) 先行 R-R 間隔の短い心室性期外収縮時の S-KCG 波形は, 心収縮力の減弱した時の特徴を示す。他方, 先行 R-R 間隔の長い時の心室性期外収縮時の S-KCG 波形は, 心収縮力の強いときの特徴を示す。

4) 心房細動においては, 先行 R-R 間隔の短い時の S-KCG 波形は, 心収縮力の減弱したときの特徴を示し, 先行 R-R 間隔の長い時の S-KCG 波形は, 心収縮力の増強したときの特徴を示す。

5) このような S-KCG 波形の特徴が変わる先行 R-R 間隔は各症例についてきまっており(これを臨界 R-R 間隔, critical R-R interval という), 臨界 R-R 間隔以上では, S-KCG 波形はすべて収縮力の増強した特徴を示す。

臨界 R-R 間隔以下では, S-KCG 波形はすべて, 収縮力の弱い特徴を示す。

この臨界 R-R 間隔の長さは, 症例によって異なり, 一般に心収縮性の良好なほど短かく, 弱い症例ほど長い。

これは, 電氣的興奮現象が生じたときに, その心室のもっている心収縮力を十分に発揮できる条件が揃った時期を示すものと考えられる。

6) 代償性心室性期外収縮時には, I 音の振幅が大きい。しかしこの時期は, 臨界 R-R 間隔以下であり, S-KCG 波形も心収縮力の弱い特徴を示す。従ってこのときの I 音の大きさには, 心収縮力の影響とさらに別の因子, たとえば弁の位置の因子が大きく関与することを示唆した。

文 献

- 1) Tafur E, Levine HD: The normal apexcardiogram. Its temporal relationship to electrical, acoustic and mechanical cardiac events. *Circulation* 30: 381, 1964
- 2) Beilin L, Mounsey P: The left ventricular impulse in hypertensive heart disease. *Brit Heart J* 24: 409-421, 1962
- 3) Harrison TR: Some unanswered questions concerning enlargement and failure of the heart, *Amer Heart J* 69: 100-115, 1965
- 4) Langley JO, et al: Paradoxical precordial motion and wasted left ventricular work. The concept of cardiac dyssynergy. *Amer Heart J* 73: 349-361, 1967
- 5) 福本晃雄, 他: 心臓のうごきに由来する前胸壁のうごき——われわれの記録方法について, *医学のあゆみ* 69: 523-525, 1969
- 6) 福本晃雄, 他: 心機図に関する研究(第2報)。第28回日循九州地方会, 1970
- 7) 福本晃雄, 他: ストレンゲージ心機図法——収縮初期ことに I 音との関係について。臨床心音図

1 : 195, 1971

- 8) 福本晃雄, 他 : 心機図に関する研究 (第3報)。ストレンゲージ圧迫法による前胸壁のうごきの記録。第35回日循総会, 1971
- 9) Hood WB, et al : Asynchronous contraction due to late systolic bulging at left ventricular pacing sites. Amer J Physiol 217 : 215—221, 1969
- 10) Sakamoto T, et al : Hemodynamic determinants of the amplitude of the first heart sound. Circulat Res 16 : 45—57, 1965
- 11) Waldace AF, et al : Hemodynamic determinants of the maximal rate of left ventricular pressure. Amer J physiol 205 : 30—36, 1963
- 12) Koch-Weser J, Blinks JB : The influence of the interval between beats on myocardial contractility. Pharm Rev 15 : 601—652, 1963
- 13) Hoffman BH, et al : Postextrasystolic potentiation of contraction in cardiac muscle. Amer J Physiol 185 : 95—102, 1956
- 14) Cossio P : The first heart sound in premature contractions. (summary) Amer Heart J 33 : 707, 1947 (Abstr)

討 論

井上 (東大第二内科) : 先行RR間隔と次のI音とか,あるいはcontractilityの指標と考えられるICPと,キネトカルジオグラムの波形とか,そういったものの相関はいろいろいわれているわけですが,選ばれる症例,たとえば冠動脈疾患があるとか,非顕性の心不全であるとか,そういった症例がはっきりしない場合には,先行RRと平行関係をみるための一つのブレーキになると思います。それから期外収縮でも,やはりそういった疾患の種類によって,かなりばらつきが出てくると思いますがどうですか。

演者 (福本) : 本日の例には,すべての例で基礎疾患があります。特に心房細動例では普通MSあるいはMSIがありますけれども,そういった症例による違い,あるいは記録上の違いというものを避けるがために,1回の記録についての結果を示したわけです。それからまた,先生のおっしゃる症例の違いの一番の特徴は,先ほど説明しました臨界RR間隔であります。その臨界RR間隔が非常に長くなった場合と短くなった場合に,重症度の指標があらわれてい

るのではなからうかと思ひます。

山本 (九州厚生年金病院内科) : この方法の臨床的意義についてですが,不整脈の一心拍だけを分析して心機能を云々するのは行き過ぎではないですか。

演者 : ご指摘のとおりだと思います。実際にはこれらの症例でも洞調律を示して、こういった不整脈がない場合が多いのです。しかしそういった場合に,その症例にとって今がもっともよい状態かどうか,それはこれから先,解決すべき問題にならうかと思ひますけれども,たとえばこういった不整脈をみて,それからジギを与える場合に,頻脈であるがどの程度まで徐脈にしたらいいかという問題が必ず起こってくると思ひます。そういうときに,この心機図の波形を見ますと,このRR間隔のときが,非常に波形がいいであろうと思われるところよりも悪い,ということは分ります。で,いいであろうようなところなるべく心拍数を抑えていくことが出来るという利点があるかと思ひます。

それから,もちろんいい波形でも,無茶苦茶に

心拍数を落としてしまいますと、これはもう心拍出量の関係から当然悪いはずですから、そういう意味でこの臨界RR間隔というものに、非常に意義が出てくるのではなからうかと思えます。

それから、このような研究をしました最大の理由は、正常拍のときにおいて心機図をとった場合に、その波形がいいのか悪いのか、非常に判定に困る場合が多いわけですが、その際に悪いものの位置づけを今後していく場合、同一症例の中の変化だけをとり出して、つまりほかの影響が全く入ってこないような短時間の変化を掴める、つまり不整脈の波形をそのような悪い波形の形としてとらえたわけです。

田辺(北大第二内科)：先生は、心房細動のときに、先行RR間隔とその心拍の収縮力との関係を見ておられますけれども、先行RR間隔が非常に短かければ、その心拍の収縮力は弱くなるというふうにお考えでしょうか。

演者：その点に関しては、本日の結果から見ますと、先程示しましたように、この場合は dp/dt を反映したI音の大きさから見て、やはり収縮力がおちていると考えたいと思います。収縮力の定義はむずかしいのですが。

田辺：それは普通の考えだと思いますけれども、先生のおっしゃったご意見は限られた場合にしか成りたないと思います。たとえば先程RR間隔が一定以上長ければ、確かに先生のおっしゃるように、それ以上長くなると収縮力が増すと考えられます。しかし、ある一定値よりも短い場合には、先々行RR間隔の影響をも受けて、問題が複雑になります。

たとえば、同じように短い先行RR間隔でも、それより一心拍前のRRが長い場合と短い場合とでは、まるで態度が異ってくる。先々行RRが長いと、先行RRの短い心拍の収縮力は小ですが、二心拍共短い先行RRでは、逆に二拍目が大きい心拍になります。したがって、期外収縮だから効力が弱いとか、洞調律だから強いというには、先々行RR間隔の影響を考えなくては、あまりこまかい事までは言えないんじゃないかと私は思います。私もこの

ことで1年ほどの実験を棒にふったことがあります。

司会(沢山:川崎医大)：そういうことはございますね。実際に人間の場合でも、急性心不全などの場合、それをジギタリスでコントロールしますと、そういうふうな心拍がなくなるというふうなことがございますね。

矢野(京都府立大)：2ツばかり教えていただきたいのですが、いま先生はRR間隔での臨界点について、お話しになりましたけれども、呼吸性の心音の変化というものは関与しないのでしょうか。というのは心音の呼吸性変動をみておきますと、呼吸停止の開始時と、それからしばらく呼吸停止を継続した状態、これはいわゆるMüller試験の影響がないような状態ですが、つまりend-expiriumの初めと終わりについて見ますと、呼気の位相によって、単なる先行RR間隔だけでは説明されない心音の高さの変化が当然でてくると思うのです。その点についてちょっとお伺いしたい。

もう一つ先行RR間隔が長くなるとI音が高くなるといいますが、一定以上のRR間隔の場合には、むしろI音が低くなっていくということがありませんでしょうか。拡張期が非常に長いときには、いわゆる弁のfloating-upという状態が起こって、I音が低くなっていくことも考えられるのじゃないかと思うのですが。

演者：本日示しました内容は、I音の大きさがどうであるとか言うことではなくて、そういった心拍には心機図から見るとこういうふうな波形の特徴があるということを言いたかったわけなんです。いまご質問のなかにあった現象は、私たちのこの記録の中からは見られませんでした。

矢野：呼気時呼吸停止というのはend-expiriumの始めですか、終りですか。

演者：患者さんにとって一番楽な呼気停止です。そういう意味では、ほんとうはもっと長い記録を示した方がよかったと思いますけれども、ともかくそういう一番楽な状態の呼気停止であります。それからもう1つ、これは胸壁の絶体

的な偏位をとったのであって、若しそこに少しでも呼吸性の変化が起っていれば、心機図の波形自体に変化が起ってくるわけなんです。しかし、そのような記録上の変化はあまりありませんので、そういう意味では、少なくとも呼吸の影響はそれほど表面化していないんじゃないかならうかと思います。

矢野：同じ呼吸停止でも、停止の始まりと、それから最後の方の心拍は、あまり当てにならないのではないかと思います。その中程をとるようにしなければならぬと思いますが。

演者：今後そういう点にも注意して観察して行きたいと思います。

坂本（東大第二内科）：さきほど田辺先生がおっしゃったようなことを私も申しあげたかったです。私の場合は、実験犬でみたのですが、先行RRの長さだけで血行動態を判定することは無理なのです。つまり先行RRとそのときの左室圧およびその心拍におけるdp/dtを記録してみたときに、この三者はRRが長いと互いに正相関しますが、ある臨界点——先生のおっしゃる臨界点よりも、もっと短い先行RRのところなのですが——その臨界点以下で先行RRが非常に短いにもかかわらず、dp/dtが非常に大きな心拍と、逆にずっと小さいdp/dtしか示さない心拍の両者があるということを見つけたのです。

そのころまでの定説ですと、Gleason & Braunwald などの仕事がありまして（J Clin Invest 41:80, 1962）、僧帽弁狭窄で先行RRとdp/dtとが直線的な正相関があるという論文がでておりました。しかし絶体的にそういうことはあり得ないので、ある値よりも先行RRが極端に短いと、逆にdp/dtが非常に大きくなって、左室圧がちっとも高くないという、つまり一般のルールからはずれるようなビートがみられる。それがむしろ心房細動の特徴じゃないかと私は思っております。ですからdp/dtとI音とがある相関を有する以上、先行RRが非常に短いところでI音が大きいこともあれば、逆に長いところでI音が大きかったりということも起こるわけで、これは心力の直接の表示ではありません。いずれにしても、一般の臨床でみる心房細動での、RR間隔とI音の大きさとの関係にみられるdiscrepancyというものは、そういうことで解決がつかのじゃないかと思えます。この成績は1965年に発表されておりますのでご参照下さい。（Dis Chest 48:401, 1965）。

司会：それに関連して、1968年Greenfieldらが、やはり心房細動で先行RRとstroke volumeとの関係が直線的にならないということを発表しております（J Clin Invest 47:2411, 1968）。