

# 気腹によるベクトル心電図の変化

岡山大学第一内科学教室

寺坂 律子・山成 洋・戸川潤一部・井原 敬子  
小曳 直樹・萩原 英紀・松野 繁・松原 堅  
山田 信行・吉田 英紀・斎藤 大治・原岡 昭一  
辻 孝夫

(昭和62年9月17日受稿)

Key Word : 腹腔鏡検査, vectorcardiogram, pneumoperitoneum

## 緒 言

腹腔鏡検査においては、気腹が心臓に影響を及ぼすことは良く知られている。なかでも不整脈の出現や循環不全の生じる頻度については見玉ら<sup>1)</sup>が報告しており、心機能に及ぼす影響については上田ら<sup>2)</sup>が心エコーを用いて検討している。彼らの報告からも気腹により循環動態の変化や心臓の位置異常が生じることは周知であるが、それらが体表面心電図の波形のうえにどのような変化を及ぼすかについての詳細な検討はほとんどなされていない。また以前から肥満者や妊婦におけるように、慢性的に横隔膜高位をきたす病態が心電図変化に及ぼす影響について検討した報告はあるものの、これも正常との間に有意な差を認めたと報告と、認めなかったという報告があり、必ずしも意見の一致を見ない。この意味でも、気腹によって急性に横隔膜高位の状態を作った時の心電図変化を詳細に検討することは、重要な意味を持つと考えられる。そこで著者らはこれらの点を明らかにする目的で、気腹によるベクトル心電図の変化を中心に検討し、興味ある知見を得たので、若干の文献的考察を加えて報告する。

## 対 象

岡山大学医学部第一内科にて腹腔鏡検査中にベクトル心電図検査を施行した20例のうち、統計解析に使用し得た17例(男11例, 女6例)で

あり、年齢は29~63歳(平均42歳)であった。対象患者の基礎疾患の内訳は、急性肝炎1例、慢性肝炎11例、肝硬変4例、原発性胆汁性肝硬変1例でこのうち、心血管系疾患の合併症を有するものは、異型狭心症1例と動脈管開存症の疑い1例の計2例であった。

## 方 法

前投薬としてはジアゼパム2mgを前夜就寝前と検査前1時間に投与し、塩酸ペチジン1mgと硫酸アトピロン0.25mgを検査30分前に筋注した。また局所麻酔として1%局麻用リドカイン40~50mlを使用し、気腹には笑気3Lを用いた。

腹腔鏡検査中、気腹前から3L笑気注入終了までベクトル心電図を仰臥位にて、TEAC cassette data recorder MR-10を用いて磁気テープに記録した。気腹前および気腹終了時のベクトル心電図解析には安静呼気位での記録、他は安静呼吸中の記録を用い、気腹前および0.5L注入ごとに良好に記録されたベクトル心電図の3心拍を選び、フクダ電子社製 Vectorcardiograph VA-3Fのディスプレイ上に描出し、写真撮影及びP、QRS、T環の開始点、終末点を視覚認識で決定した。さらにフクダ電子社製 Vectorcardiogram analyzer VAC-3を用いて、3心拍を平均した諸計測値の変化を解析し、統計解析は Bonferoni の t 検定を用いて行なった。

結 果

① 血圧および脈拍の変化

気腹により血圧の有意な変化を認めた例はなく、脈拍は洞性頻脈の出現した 2 例と房室解離を一過性に認めた一例以外には、心室性期外収縮を含め不整脈の出現は認めなかった。

② 腹腔内圧の変化

測定し得た 5 例において気腹前の腹腔内圧は 50~100mmH<sub>2</sub>O で、3 L 笑気注入による増加は 50~150mmH<sub>2</sub>O であった。気腹後の腹腔内圧は正常の中心静脈圧を越える値であった。

③ 気腹前後のベクトル心電図の実例 (Fig. 1)

症例 1 では、気腹後のベクトル心電図の QRS 環は気腹前に比し大きくなり、最大 QRS ベクト

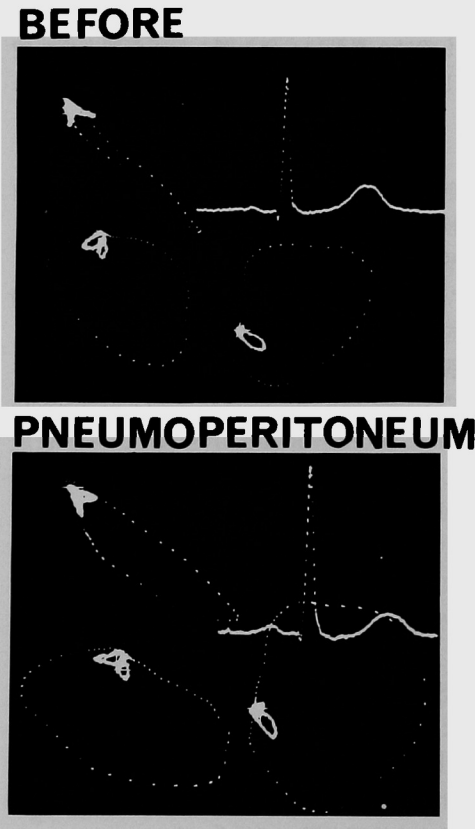


Fig. 1 Effects of pneumoperitoneum on the vectorcardiogram in case 1.

ルの方向はやや前上方へ偏位した。

④ 空間最大 QRS ベクトルの大きさ (Table 1, Fig. 2)

気腹前平均 1.75mV より 3 L 注入終了時平均 1.99mV まで 0.5L 注入ごとに段階的に有意に増加を示した。Table 1 に示す如く 3 投影面における最大 QRS ベクトルの大きさも同様の変化を示した。

⑤ 空間最大 QRS ベクトルの方向 (Table 1, Fig. 3)

方位角は気腹前 -20° から気腹後 -13° とやや前方へ向かう傾向が見られた。仰角は気腹前 +26° から気腹終了時 +23° とより水平に近づいた。

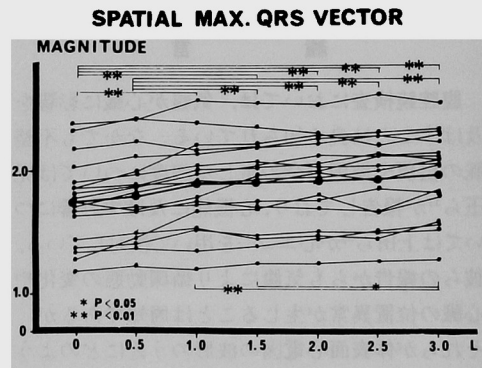


Fig. 2 Changes in magnitude of maximum spatial QRS vector during subsequent peritoneal inflation.

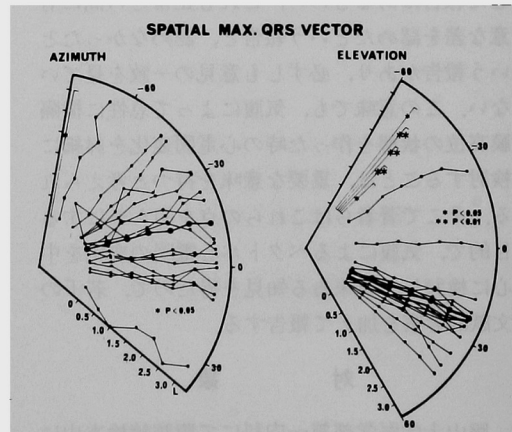


Fig. 3 Changes in azimuth and elevation of maximum spatial QRS vector.

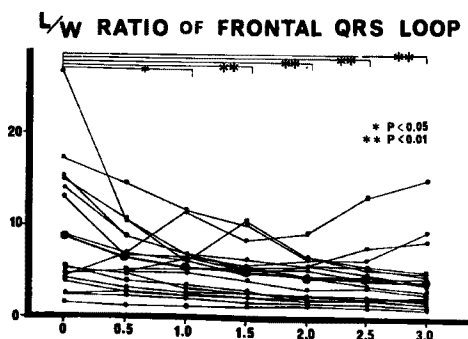


Fig. 4 Changes in L/W ratio of Frontal QRS loop.

⑥ QRS環の形態 (Table 1, Fig. 4)

各投影面におけるQRS環の形態をみる目的で、最大径のそれに直交する横径に対する比をL/W比で表わし各投影面で検討したところ、前額面におけるL/W比は気腹前の8.7から気腹後は4.6と円形に近づく傾向を認めた。この変化はQRS環が時計回転を示す例において顕著であり、反時計回転を示すものでは8字型や時計回転に変化するものが見られた。

⑦ 初期ベクトルおよび終末ベクトルの変化  
QRS環の初期および終末ベクトルは気腹によ

り有意な変化は示さなかった。

⑧ P環の変化 (Table 1)

気腹によるP環の有意な変化は認められなかった。

⑨ T環の変化 (Table 1)

統計学的には気腹によるT環の有意変化は認められなかったが、T環の最大ベクトルの方向が左後方へ向うものが多いが、前下方に向いていたものは、より前方へ向かう傾向を認めた。

⑩ QRS/T比およびQRS-T夾角の変化

QRS/T比は気腹によりやや大きくなり、QRS-T夾角は開大する傾向が見られたが、これらの変化はQRS環の変化によるものであった。

⑪ QRSスカラー成分の変化

(Table 1, Fig. 5, Fig. 6)

X誘導のR波は気腹前平均1.36mVから気腹後平均1.62mVと有意に増大した。X誘導のQ, S波、およびY誘導のQ, R, S波には有意な変化は認められなかった。Z誘導のR波は前0.46mVから後0.69mVと著明に増大した。Z誘導のS波も前0.85mVから後1.07mVと有意に増大したが、R/S比で検討するとR波の増大の方が大であった。各誘導の比較ではZ誘導の波高の変化が最も大きく、また前方成分の方がより大

Table 1 The effect of pneumoperitoneum on the P, QRS, T vectors. Abbreviations : Max ; maximum,

Pneumo-Peritoneum	Before		0.5		1.0		1.5		2.0		2.5		3.0	
	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD	Mean	SD
<b>Max QRS Vector</b>														
<b>Magnitude (mV)</b>														
Spatial	1.75±0.34		*1.82±0.35		*1.89±0.36		*1.91±0.36		*1.95±0.36		*1.96±0.37		*2±0.34	
Frontal	1.64±0.39		1.64±0.4		*1.76±0.39		*1.77±0.39		*1.81±0.38		*1.82±0.41		*1.85±0.39	
Horizontal	1.5±0.32		*1.61±0.33		*1.68±0.33		*1.7±0.32		*1.74±0.33		*1.75±0.33		*1.79±0.33	
Sagittal	1.21±0.29		1.27±0.33		*1.31±0.4		*1.33±0.41		*1.37±0.42		*1.4±0.42		*1.44±0.41	
<b>Deviation (Deg)</b>														
Azimuth	-19±22		-19±25		-16±25		-17±24		-16±24		-16±25		-18±30	
Elevation	27±18		24±17		24±17		*23±16		*23±16		*23±16		*23±15	
Frontal	32±12		26±17		24±23		*22±23		*23±22		*22±23		23±22	
<b>Max P Vector</b>														
Mag (mV)	0.17±0.07		0.17±0.05		0.17±0.05		0.17±0.05		0.17±0.04		0.18±0.05		0.18±0.06	
Azimuth (Deg)	-2±43		13±36		-5±34		-10±39		-1±43		-9±39		-20±45	
Elev. (Deg)	48±20		47±23		40±32		41±31		45±26		42±25		39±31	
<b>Max T Vector</b>														
Mag (mV)	0.55±0.21		0.56±0.21		0.56±0.23		0.56±0.22		0.55±0.22		0.55±0.23		0.55±0.22	
Azimuth (Deg)	32±22		34±27		32±26		30±29		34±27		32±26		32±29	
Elev. (Deg)	26±10		24±11		24±14		24±14		23±13		24±13		24±13	
<b>QRS L/W ratio</b>														
Frontal	8.5±6.9		5.9±8.6		*5.4±3		*4.9±2.7		*4.4±2.2		*4.4±2.9		*4.4±3.5	
<b>QRS Scalar data</b>														
Rx (mV)	1.37±0.36		*1.46±0.37		*1.53±0.35		*1.55±0.35		*1.58±0.35		*1.6±0.36		*1.62±0.36	
Ry	0.89±0.3		0.87±0.31		0.88±0.32		0.87±0.32		0.89±0.33		0.91±0.34		0.94±0.33	
Rz	0.5±0.29		*0.57±0.34		*0.63±0.34		*0.66±0.35		*0.68±0.36		*0.7±0.36		*0.73±0.37	
Sz	0.88±0.39		*0.96±0.41		*1.01±0.44		*1.05±0.45		*1.07±0.46		*1.1±0.47		*1.12±0.49	
R/Sz	0.73±0.61		0.81±0.76		*0.85±0.8		0.82±0.7		*0.85±0.74		0.82±0.68		*0.88±0.76	

Abbreviations : Max ; maximum, SD ; standard deviations, Deg ; degree, Mag ; magnitude, Elev : elevation, Rx ; Rin X lead, Ry\* ; statistically significant difference evaluated by Bonferro's t-test.

大きく変化した。

以上、気腹により QRS 環の最大ベクトルは有意に大きくなり、方向は水平およびやや前方へ偏位した。またスカラー成分の検討で QRS 環全体は背腹方向へ拡る傾向を認めた。またこれら

の変化は気腹前から 1 L 注入までに最も大きく変化している印象があった。

## 考 察

児玉ら<sup>1)</sup>の行なった検討では腹腔鏡検査中の偶発症としての循環不全の出現率は 0.09% であるが、今回の著者らの検討では脈拍、血圧の有意な変化を示す例は 1 例も認めなかった。児玉らは腹腔内圧が 20~25cmH<sub>2</sub>O 以下では中心静脈圧が上昇し心拍出量が増加するが、30cmH<sub>2</sub>O 以上では下大静脈が圧迫されて右心への静脈還流が妨げられ、それにより心拍出量が低下し、いわゆる Supine hypotensive syndrome と同様の機序により循環不全を生じると言っている。このことから考えると今回著者らの例で循環不全が認められなかったのは、全例腹腔内圧は最高 25cmH<sub>2</sub>O までしか上昇しておらず、循環不全を生じなかったものと考えられる。

不整脈については、Scott ら<sup>3)</sup>の報告によれば CO<sub>2</sub> 使用時で 10%、笑気使用時で 2% とのことであるが、著者らの検討では心室性期外収縮を含め重篤な不整脈の出現は認められなかった。児玉らの報告では虚血性心疾患合併例で心室性期外収縮の出現を認めているが、著者らの異型狭心症例では全く不整脈を認めていない。

ベクトル心電図の変化のうち QRS 環の最大ベクトルの方向の変化については、児玉らが 12 誘導心電図を用いた検討で左に向く傾向があることを指摘しているが、著者らの結果も同様であった。さらに大部分の例でやや前方へ偏位した。また最大 QRS ベクトルの大きさは、今回の検討では明らかに気腹により増大した。この QRS ベクトルの変化の成因を考える時には、QRS ベクトルは心起電力ベクトルと誘導ベクトルの総和と考えられるので、この 2 つに影響を及ぼす因子につき考察する必要がある。心起電力ベクトルに影響を及ぼす因子としてまず心腔内血液があげられる。上田ら<sup>2)</sup>は心臓超音波法を用いた検討で、気腹により左室拡張末期容量が減少することを報告しており、その原因は気腹により腹腔内圧が上昇し静脈還流が減少するためであり、さらに一回拍出量も減少し、それを補うほど心拍数が増加しないため、心拍出量も減少するこ

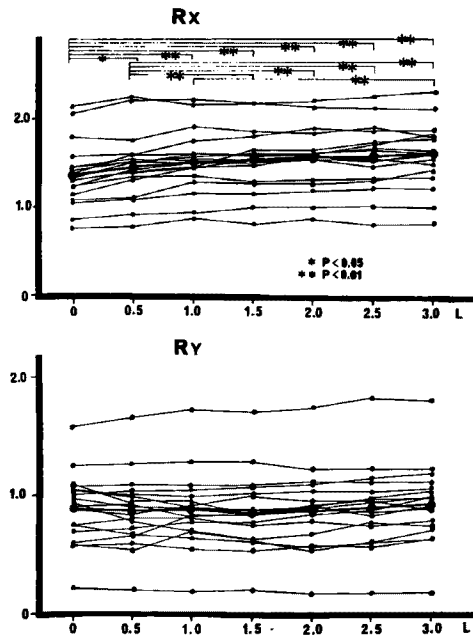


Fig. 5 Changes in magnitude of R wave in X and Y leads. Abbreviations: see in Table 1.

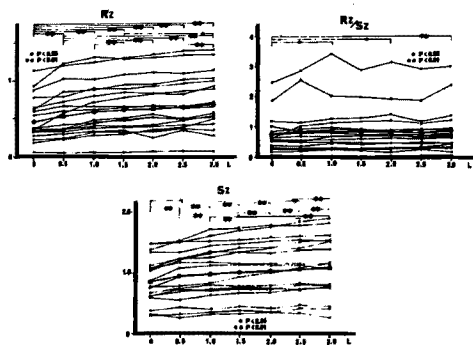


Fig. 6 Changes in R and S waves and R/S ratio in Z lead. Abbreviations: see in Table 1.

とを指摘している。従来いわれている Brody 効果から考えれば気腹により左室拡張末期容量の減少が起こればQRSベクトルは減少すると考えられ、著者らの成績とは相反する結果を来すことになる。しかし逆に石川ら<sup>4)</sup>は人工透析前後で左室内腔の減少によりQRS波高が増大することを報告しており、その理由として左室内血液が増大すると左室内面積が増加し多くの activation force が伝導性の高い媒体に接し short circuit される電流が増大し、体表面でのQRS波高は小さくなるものと説明しており、もしこれが事実とすれば著者らの成績もこれである程度説明できるかも知れない。一方誘導ベクトルの変化、すなわちおそらくは横隔膜が気腹により挙上され、主に心尖部が持上げられ、胸壁に付着した電極に近付くという心臓の位置の変化がより大きく関与している可能性も考えられる。今回の成績からは、これらのベクトル心電図の変化の成因を明確に解析できるだけの十分な裏付けになるデータはないので推測の域はでないものの、QRSベクトルの方向の変化は心臓の位置および向きの変化によるもので説明されるが、大きさの変化に関しては心起電力ベクトルおよび誘導ベクトルの両者が関与しあっているものと考えるのが妥当と考えられた。

気腹によるT環の変化については統計学的には有為な変化は認めず、また1例の異型狭心症例でもT環の回転方向や最大ベクトルの大きさには変化を認めなかったが、傾向としては最大

Tベクトルが前下方へ向かうものは気腹により前方へ、左方へ向かうものはより後方へ向かい、それらの変化はむしろ気腹前の最大Tベクトルの向きが影響しているように思われた。

## 結 語

- (1) 空間最大QRSベクトルの大きさは気腹により有意に大きくなり、方向は水平およびおおくは前方に偏位した。
- (2) 気腹によりQRS環は水平面において最も大きくなり主に前後方向に増大した。
- (3) 最大Tベクトルの方向は前下方へ向かうものはより前方へ、左方へ向かうものはより後方へ向かった。
- (4) P環およびQRS環の初期、終末ベクトルには変化は認められなかった。
- (5) ベクトル心電図の主にQRS環の変化は、気腹により横隔膜が挙上され、心尖部が前上方へ持上げられ胸壁に近付くことによる誘導ベクトルの変化と、左室拡張末期容量の減少による心起電力ベクトルの変化の両方の関与が考えられた。

この論文の要旨は、第3回日本心電学会、および第49回日本循環器学会中国四国地方会にて発表した。本研究に際し、御協力、御指導いただいた岡山大学第一内科腹腔鏡グループの諸先生に深謝いたします。

## 文 献

1. 児玉隆浩, 福本陽平, 武波俊彦 他: 腹腔鏡検査の心電図に及ぼす影響. *Gastroenterol Endosc* (1978) 20, 1118-1123.
2. 上田 稔, 芳野 健, 太田 亘 他: 腹腔鏡検査の心機能に及ぼす影響—心エコー図による検討— *Gastroenterol Endosc* (1980) 22, 514-519.
3. Scott DB and Julian DG: Observations on Cardiac Arrhythmias during Laparoscopy. *Br Med J* (1972) 1, 411-413.
4. 石川恭三: R波高の臨床的意義—とくにBrody効果との関連について. *呼吸と循環* (1982) 30, 125-131.

**Effects of pneumoperitoneum on the vectorcardiogram  
obtained with the Frank lead system**

**Ritsuko TERASAKA, Hiroshi YAMANARI, Junichiro TOGAWA,  
Keiko IHARA, Naoki KOBIKI, Hidenori HAGIHARA, Shigeru MATSUNO,  
Katashi MATSUBARA, Nobuyuki YAMADA, Hidenori YOSHIDA,  
Daiji SAITO, Shoichi HARAOKA, Takao TSUJI**

**First Department of Internal Medicine,  
Okayama University Medical School,  
Okayama 700, Japan**

Vectorcardiograms were recorded with the Frank lead system during laparoscopy. Pneumoperitoneum produced the following significant vectorcardiographic changes : (1) The maximum spatial QRS vector increased in magnitude and shifted horizontally and slightly anteriorly. (2) The L/W ratio of the frontal QRS loop decreased. (3) The scalar data of each X, Y, Z lead of the QRS loop increased. In particular, the increases in R of all three leads and in S of lead Z were significant. These results suggest that the changes in the cardiac anatomic position due to lift of the diaphragm and a decrease of left ventricular end-diastolic volume might produce these vectorcardiographic changes during laparoscopy.