

## ●原 著

## 植込み型ペースメーカー及び植込み型除細動器 患者への高気圧酸素療法

横溝克巳<sup>1)</sup> 廣瀬 稔<sup>3)</sup> 田口元健<sup>3)</sup>  
砂川和彦<sup>1)</sup> 兵頭健司<sup>1)</sup> 豊島 健<sup>2)</sup>  
渡辺 敏<sup>3)</sup>

植込み型ペースメーカー（以下IPG\*）および埋込み型除細動器（以下ICD\*\*）を使用している患者に高気圧酸素療法が行われる機会が増えつつある。それに伴って高気圧環境下における機器の動作がどのようになるのかの問い合わせも増加傾向にあるため、今回検証実験を行った。

結果として、設定、出力や感度の実測値には変化は見られなかった。しかし、レートレスポンス機能においては、1種類2機種（IPG、ICD各1機種）の体動感知センサーに反応性の変化が認められた。

また、24時間加圧実験では設定および出力や感度の実測値に変化は見られなかった。

ICD、IPGを使用した患者に高気圧酸素療法を行うことは問題ないと推察された。

キーワード：高気圧酸素療法、植込み型ペースメーカー、植込み型除細動器

### Opportunities of hyperbaric oxygen therapy for patients with an implantable pulse generator (IPG) and for those with an implantable cardioverter defibrillator (ICD)

Katsumi Yokomizo<sup>1)</sup>, Minoru Hirose<sup>3)</sup>

Mototake Taguchi<sup>3)</sup>, Kazuhiko Sunagawa<sup>1)</sup>

Kenji Hyodo<sup>1)</sup>, Ken Toyoshima<sup>2)</sup>, Satoshi Watanabe<sup>3)</sup>

- 1) Medtronic Japan Co., Ltd. CRM Training & Education, Kanagawa, Japan.
- 2) Medtronic Japan Co., Ltd. CRM (Advanced clinical Applications)
- 3) Department of Clinical Engineering, School of Allied Health Sciences, Kitasato University

Opportunities of hyperbaric oxygen therapy for patients with an implantable pulse generator (IPG) and

for those with an implantable cardioverter defibrillator (ICD) are increasing. Since the number of inquiries about the operation of devices under a hyperbaric environment tends to increase, we conducted this test for verification.

As a result, no changes in settings and measured values of the power and sensitivity were observed. However, for the rate response function, a reactive change was observed in body movement sensors of one kind in 2 devices (one device each of IPG and ICD).

In a 24-hour pressurization experiment, no changes were observed in settings, and values of the power and sensitivity.

It was inferred that there were no issues in the hyperbaric oxygen therapy for patients with ICD and for those with IPG.

1) 日本メドトロニック(株)CRM製品教育部

2) 日本メドトロニック(株)CRM臨床応用開発部

3) 北里大学医療衛生学部 臨床工学

日本メドトロニック(株)CRM製品教育部

〒212-0013 川崎市幸区堀川町580

ソリッドスクエア西館6階

受付日 2002年1月4日

採択日 2002年2月19日

**Keywords :**

Hyperbaric oxygen therapy  
Implantable pulse generator (IPG)  
Implantable cardioverter defibrillator (ICD)

**はじめに**

近年、植込み型ペースメーカー (Implantable Pulse Generator : IPG) および植込み型除細動器 (Implantable Cardiac Defibrillator : ICD) を使用されている患者に高気圧酸素療法が行われる機会は少なからずある<sup>1)2)</sup>。また、スキューバダイビングをされる機会がある患者も存在する。<sup>3)</sup>今回我々は北里大学医療衛生学部臨床工学と共同で高気圧環境下での作動について検証した。

**IPG, ICDとは**

一般的なIPGは、右もしくは左の大胸筋上筋膜下もしくは大胸筋下に本体を植込み、リードは鎖骨下静脈を經由して右心室もしくは右心房の心内膜側にリード先端を留置する経静脈からの挿入が全体の90%以上を占めているといわれている。現在ICDもこのタイプが主流となっている。その他には、新生児、小児の場合などで行われている方法に、本体は腹部に植込み、リードは心外膜タイプにて装着する場合がある (図1)。

IPGの主な設定は、作動様式をあらゆるモード、ペースメーカーの1分間の刺激回数をあらゆるレート、刺激の強さを表す出力と自己脈を感知するための感度がある。ICDには、上記の他に除細動に関する設定が追加される。それら設定の変更及び動作を確認するための機器であるプログラマーを図2に示す。

プログラマーは人体に植込まれているIPG, ICDと高周波を使用し交信することができる。詳しくはIPG, ICD本体とプログラマーヘッドの間で交信され、その情報はプログラマー画面にて表示される。

**IPG, ICDのレートレスポンス機能**

IPG, ICDの機能の一つにレートレスポンス機能がある。この機能は、本体に装着されたセンサーが体動を検知し、その情報を元にレートを上昇、

下降させる機能である。安静時は体動が感知されないため、下限レートになる。運動時は体動が検知されるため、その検知の状態により心拍数は変動する。そのセンサーは、大きく分けて2種類あり、 piezo素子<sup>4)5)</sup>はそのひとつでIPGの缶に密着した状態で取り付けられている。患者の運動により piezo素子は振動が加わり、その力で微妙に変形し、変形したときに微弱な電流を発生する。その電流量の変化を情報として取り入れ、レートに換算する。この場合、IPG, ICDの缶に密着している響も受ける可能性がある。また、加速度センサー<sup>4)5)</sup>は、回路の基板上に浮いた状態で取り付けられている。こちらは体動により加速が生じると、センサーに変形が生じる。その際に発生した微弱な電流の電流量の変化により、レートが変化する。こちらの場合、缶外部の影響を受けにくい構造となっている (図3)。

**実験方法**

実験装置を図4に示す。②の動物実験用耐圧容器に、④のAirコンプレッサーから圧縮空気を送り、容器内部を3ATAまで加圧、減圧する。その圧力は、①のCalibration Analyzerにデジタルで表示される。それと同時に、圧力の変化は③の記録器にアナログで記録される。記録器には、IPG, ICDのレートも記録できるようになっている。IPGおよびICDは、⑥のように耐圧容器内に生理食塩水に浸した状態で設置する。生理食塩水に浸した状態にしているのは、人体内に植込んだ状態を、擬似的に再現する為である。

また、IPG, ICDの動作を確認するために、⑤のプログラマーヘッドを耐圧容器の下に設置し、IPG, ICDと交信を行えるようにした。

実験手順は、耐圧容器内にICD 1機種 (Medtronic社製 7229Gem II VR), IPG 2機種 (Medtronic社製 TheraSR8960i, KappaSR701) を1台ずつ順番に入れて行った。それぞれ、図5のように1ATAから3ATAまで5分で加圧し、その後20分間3ATAを維持、加圧開始から25分後に減圧を開始し、10分間で1ATAまで減圧した。IPG, ICDの動作確認は、ほぼ2分おきに行い、Mode, レート, 出力, 感度の設定の確認およびその実測値の確認を行った。ICDに関しては、誤った除細動が発生しないかど

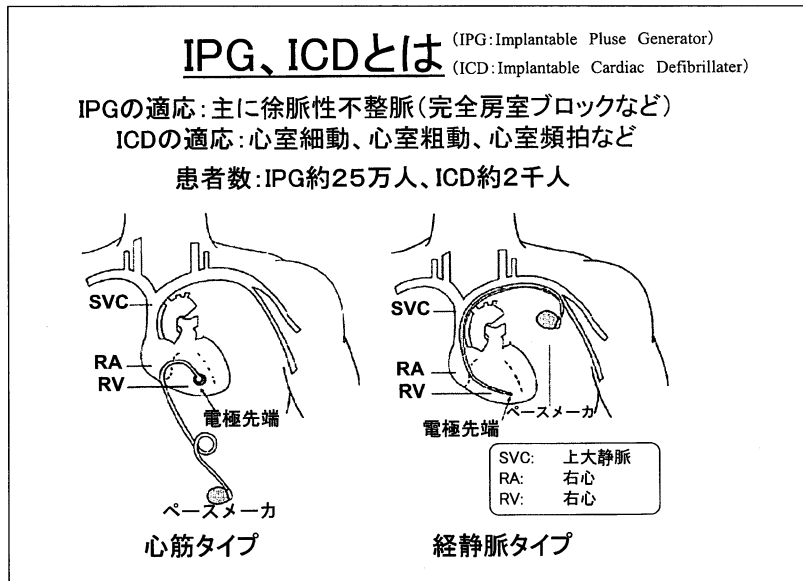


図 1

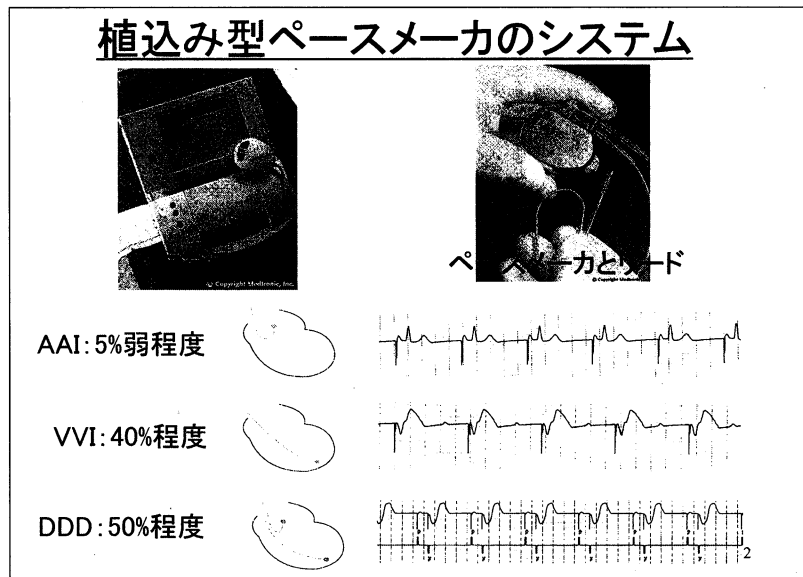


図 2

うかも併せて観察した。

また、レートレスポンスの異なったセンサーのそれぞれの反応性を確認するために、3ATA、2ATA、1ATAで加圧中に振動を与えて、レートの変化を観察した。

最後に、全機種を耐圧容器内に設置し、24時間容器内を3ATAに加圧した状態にして、観察を行った。

#### 結 果 I

1. 3ATAまでの加圧では、設定 (Mode, Rate,

出力、感度など) の変化は起こらなかった。

2. 設定レート, 出力電圧, 感度実測値, に関して変化は見られず, 除細動の誤作動も起こらなかった。
3. 24時間加圧試験においても, 変化は認められなかった。
4. レートレスポンスを設定したモードにおいても, 加圧したことによる, 設定や実測レートなどの変化は見られなかった。(静止時)

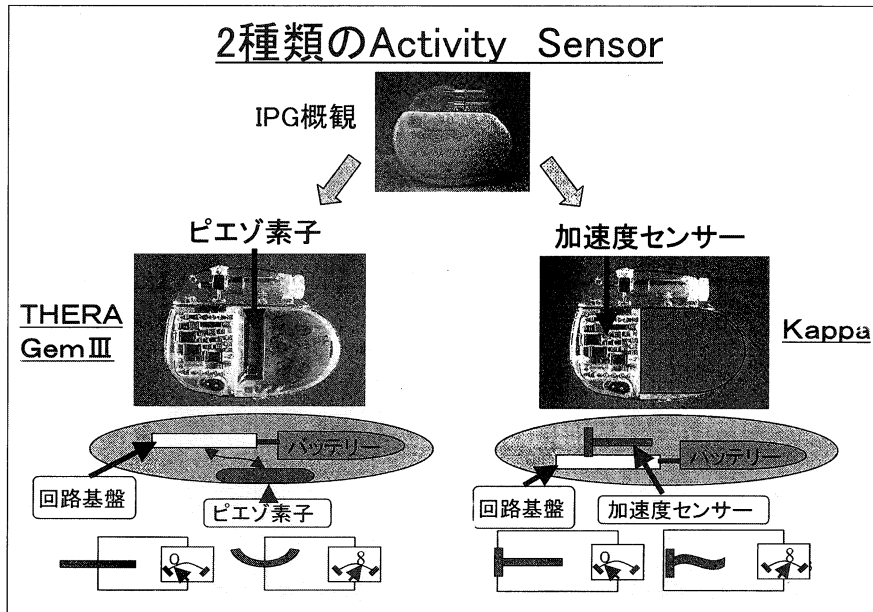


図 3

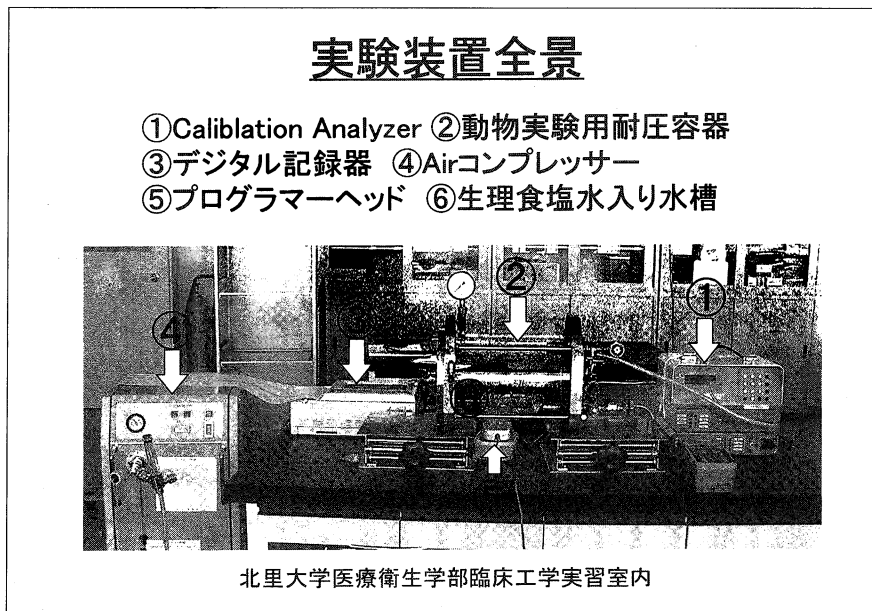


図 4

## 結 果Ⅱ

図 6 のように、加速度センサーを使用している機種では、3ATAでも振動を与えれば、設定どおりにレートが変化した。

しかし、ピエゾ素子を使用した機種では、圧力によってレートの変化に明らかな違いが観察された。

\*振動は、容器全体を人為的にゆすったもので、定量的な振動ではない。

## 考 察

今回の実験から、限定された機種だがIPGおよびICDを使用している患者への高気圧酸素療法(3ATAまで)は可能であることが推測された。

しかし、レートレスポンス機能を使用している場合は、体動センサーの反応性が変化する。そのため、一時的にその機能の使用を中止してから治療を行うのが望ましいと考えられた。

また上記の事から高気圧酸素療法を行う場合

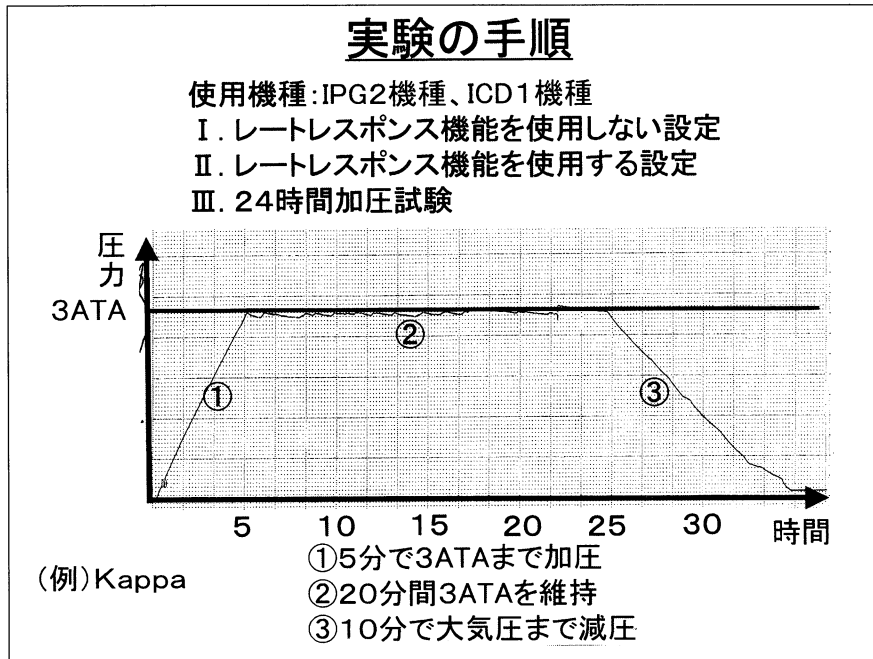


図 5

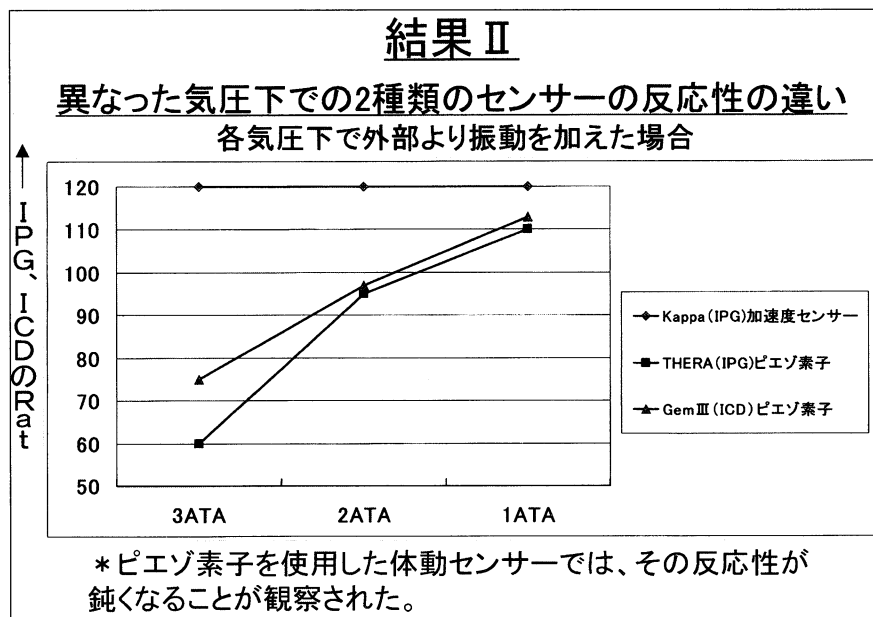


図 6

は、可能であれば患者が使用しているIPG、ICDの販売もしくは製造メーカーに連絡し、治療前後においてIPG、ICDの設定を確認し、レートレスポンス機能を使用している場合は中止してから実施する事が望ましいと思われた。

[参 考 文 献]

- 1) 宇都宮精治郎, 岩田浩一, 田中秀憲, 中尾 宏, 中村夏樹古賀久士: 高気圧酸素療法のPacemakerに及ぼす一考察—洞不全症候群のPacemakerに安全であった1症例—  
共済医報 (第48巻第4号); 305—308, 1999
- 2) John M Kratz, John G Blackburn, Robert B Leman, Fred A Crawford : Cardiac Pacing under

- Hyperbaric Conditions Ann Thor Surg 36(1) : 66-68  
Jul 1983
- 3) M. J. Mason, P. Bryson, M. Cross, D. Todd, V. Paul  
: Insertion of a Permanent Pacemaker in a  
Professional Diver EUR. J. C. P. E. : 173-175, 6. 1996
- 4) Chu-Pak Lau: The Range of Sensors and Algorithms  
Used in Rate Adaptive Cardiac Pacing PACE, Vol.  
15(8) August 1177-1211, 1992
- 5) Eckhard Alt, Markus Matula : Comparison of Two  
Activity-Controlled Rate-Adaptive Pacing Principles  
Acceleration Versus Vibration CARDIOLOGY  
CLINICS Vol10(4) November 635-658, 1992