

### 3. 麻酔科における noninvasive cardiovascular monitoring

奥村 福一郎\*

#### はじめに

近年、電子医療機器の発達や、手術適応の拡大に伴って、術中利用されるモニターの種類は急激に増加してきた。なかでも循環系モニターに関しては、侵襲、非侵襲共にその数は増加し、内容も変化に富む。しかしながら最近では、モニターの乱用の感なきにしも非ずで、侵襲的で高額の経費を要するモニター類の使用を反省する気運が高まり、非侵襲的で精度が高く、しかも running cost の安いモニターを求める努力が続けられている。

最近入手可能な非侵襲的心血管系モニターのうち、麻酔科として利用可能な機器を表1に示す。本項では、これらの機器について麻酔科医の立場から、我々の使用経験を中心に述べる。尚、本シンポジウムの他の演者との重複を避けるため、一部の省略を御了承頂きたい。

#### 1. E C G

麻酔中の ECG モニターの有用性については改めてのべるまでもない。最近、術中の虚血心、とくに冠スパズムが話題となり、麻酔下での冠スパズムの発生の症例報告も、我が国では多数見られる。しかし、冠スパズムの診断は冠動脈撮影下でもないかぎり、ECG 所見のみでは非常に困難である。冠動脈撮影下での冠スパズム発生時の ST 変化としても、強いスパズムではその領域の ST の上昇、弱いスパズムでは ST 下降という大よその関係が示されているにすぎない<sup>1)</sup>。現在、麻酔下での冠スパズムの診断基準としては、i) 原因

の特定できない一過性又は反復する ST 2 mm 以上の上昇、ii) エルゴノビン誘発陽性又は安静時狭心症患者では、術前冠動脈撮影で狭窄を認めな

表1 麻酔科にて臨床応用可能な非侵襲的心血管系モニター

1. ECG
2. 非観血的血圧測定
3. 心拍出量測定
  - i) インピーダンス法
  - ii) ドップラーエコー法 (Ao 径×流速)  
(超音波パルスドップラー血流計法)
  - iii) 心エコー法 (Gibson, Teichholz, Pombo 等の式)
4. 他の心機能モニター
  - i) 映像による心機能モニター
    - a) ドップラー心エコー法 (体表, TEE)
    - b) 心エコー法 (体表, TEE)
  - ii) STI
5. 空気塞栓 (TEE)
  - 右心系
  - 左心系 (paradoxical air embolism)
6. 肺血流モニター
  - i) 経皮酸素分圧
  - ii) 動脈血酸素飽和度
  - iii) 呼気終末炭酸ガス濃度
7. 脳脊髄虚血モニター
  - i) EEG
  - ii) SEP
8. 末梢循環モニター
  - i) 末梢一深部体温差測定
  - ii) レーザードップラー血流計
  - iii) 医用サーモグラフィ
  - iv) 指尖脈波
9. 胎児心拍数モニター  
(子宮収縮モニター)

\*国立循環器病センター麻酔科

い冠領域に ST 上昇のある場合、などが提唱されている<sup>2)</sup>。しかしこのような所見は A-C バイパス術時に冠動脈に空気塞栓が生じても見られ、とくに人工心肺離脱後の ST 上昇例の報告が多いことから、これらの因子の影響も十分考えられる。いずれにしても、原因はともあれ、これら虚血心の ECG 上変化を術中モニターすることは非常に重要であるが、限られた誘導の ECG モニターにより虚血心の発生や、その部位まで正確に診断することは極めてむづかしい。四肢以外に V<sub>5</sub> 誘導による虚血心モニターの有用性が報告されている<sup>3)</sup>ものの、確実な方法とはいえない。

術中三誘導心電図をモニターし、その ST 変化をトレンドグラフで表示し、術中虚血心の早期発見を試みる方法も発表されている<sup>25)</sup>が、いまだ一般化していない。今後、多誘導心電図の ST 変化をリアルタイムに近い形で自動的に表示できるモニターが実現すれば、術中虚血心の診断はより容易となる。

その他、aVL, aVF, V<sub>1-6</sub> までの R 波の総和と駆出率が相関するという報告もある<sup>4)</sup>。

## 2. 非侵襲的血压測定

現在用いられている非侵襲的血压測定法としては、マンシットを用いる方法が一般的で、次のような方法がある<sup>5)</sup>。

### i) カフのオシロメトリック法 (振動法)

触診や聴診器が不要で低血压でも正確。体動や接触で artifact が入りやすい。器具がデリケートでこわれやすい。(ダイナマップ<sup>®</sup>, 血压連続監視装置 (日本コーリン<sup>®</sup>))

### ii) カフの下の音の聴診法 (Korotkoff 音)

artifact が少なく、広範囲の圧測定が可能であるが低血压では不正確。

### iii) カフの下の動脈壁内の動きを感知する方法 (ドップラー法)

低血压でも測定可能で、乳児でも使用できるが高価であり、動きにより artifact が入る。(アルテリオゾンデ<sup>®</sup>)

### iv) カフ圧を越えてくる血流拍動を触診する方法 (触診法)

低血压、末梢血管収縮又は末梢血管疾患、乳児などでは測定困難。

開心術等においては、血液サンプリング用も兼

ねて、橈骨動脈等末梢動脈にカニューレションするが、人工心肺直後などでは大動脈圧と橈骨動脈圧が大きく異なることがある。この差は10~60分つづき、前腕血管抵抗減少により少くなる。このように大動脈圧より橈骨動脈圧の方がかなり低いとき、カフによる血压は、観血的橈骨動脈圧より大動脈圧に近い<sup>6)</sup>。

## 3. 心拍出量

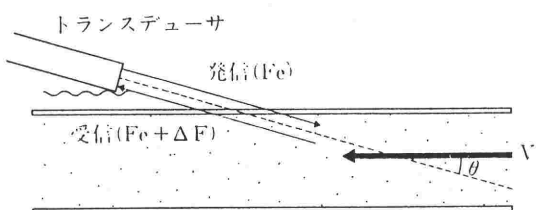
### i) インピーダンス法

電氣的に均質な一定長の導体が、横断面積を変化して容積を増した場合、抵抗の減少から容積の変化を知り得るとする原理を用いて、非観血的に心拍出量を測定せんとする方法である<sup>7)8)</sup>。具体的には、高周波定常電流 (70 kHz, 2.5 mA) を体表面に装着した注入電極より胸郭に流し、同様に体表面の感知電極でこれを感じ取る。この方法は理論的に問題があるものの、熱希釈法とかなりの相関関係(絶対値で  $r=0.61$ , %変化で  $r=0.84$ )を示し<sup>9)</sup>、非侵襲、測定が簡単、running cost が安い、連続測定可能などの長所をもつため、尚関心をもたれている。各種の改良が加えられたが、電極が術野の邪魔になったり、電気メス、手術操作による artifact、開胸手術では使用できない等の理由により、手術室でのモニターとしてはいまだ普及していない。

### ii) 超音波パルスドップラー血流計の利用による心拍出量測定法 (流速×大動脈径)

トランスデューサーから発信された超音波は、血流に当たるとドップラー効果により、 $\Delta F$ の周波数のドップラー偏位をもって反射し受信される。このドップラー偏位から流速 (V) を計算し、予め心エコー図から測定した駆出期大動脈径との積を計算して心拍出量を測定しようとする方法である。超音波ドップラー血流計の原理と大動脈起始部血流速度の測定法を図1に示す。

本法による測定結果は熱希釈法とは  $r=0.83$ 、小児症例で Fick 法と  $r=0.98^{11)}$  と非常に良い相関を示す。我々の考案した方法でも、熱希釈法と  $r=0.80$  の相関を示した<sup>12)</sup>。我々の方法では一心拍でも理想的速度波形が得られれば心拍出量計算が可能で、測定が短時間で終了できる。モニターとしての欠点はプローベの位置、角度をいかに保持するか、術野との関係、大動脈径測定時の誤差、



$$\frac{\Delta F}{F_e} = \frac{2 \times V \times \cos \theta}{C}$$

C ; 超音波伝達速度 (1500 m/秒)

F<sub>e</sub> ; 発信周波数

ΔF ; ドップラー偏位

V ; 血流速度

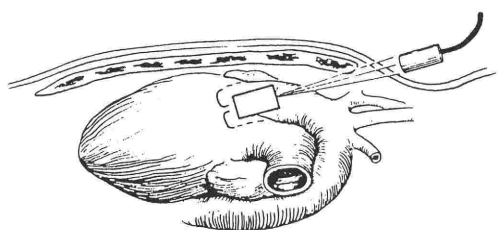


図1 超音波ドップラー血流計の原理 (上図) と大動脈起始部血流速度の測定法 (下図)

$$LVESV = \frac{\pi}{6} \times D_s^2 \times (1.14 \times D_s^2 + 4.18)$$

$$SV = LVEDV - LVESV$$

$$CO = SV \times HR$$

$$EF = \frac{SV}{LVEDV}$$

LVEDV : 左室拡張期末容積

LVESV : 左室収縮期末容積

CO : 心拍出量

EF : 左室駆出率

HR : 心拍数

また Pombo の式<sup>15)</sup> は左室を回転楕円体と考えると、近似的に左室最大横径を貫くビーム方向での左室径は左室短軸径 (D) とみなすことができる。長軸 (L) は短軸の2倍と仮定すると

$$\begin{aligned} SV &= \frac{\pi}{6} \times L \times D^2 \\ &= \frac{\pi}{6} \times (2D) \times D^2 \\ &= \frac{\pi}{3} D^3 \approx D^3 \end{aligned}$$

V : 左室容積

L : Mモード心エコー図による左室長軸径

D : 同左室短軸径

と計算が簡単となる。

しかしこれらの計測を術中、実際に行うにはかなりの技術的、診断的経験を必要とし、real timeでの結果が得られないため、モニターとしての意味は少ない。

#### 4. 他の心機能モニター

##### i) 経食道的カラードップラー心エコーによる心機能モニター

ドップラー心エコーもしくは心エコーを麻酔中の心機能モニターとして用いる場合、precordial approach では術野の妨げになる場合があり、人工呼吸の影響を強く受け、開胸手術では使用できず、またビームの方向を一定に保持することがむづかしい事など実用的とは云い難い。

経食道的 approach では非侵襲的か否かの議論を別とすると、前述の precordial approach のもつ欠点は解消でき、経食道的心エコーによる術中心機能モニターに関する報告もみられる<sup>16)</sup>。しかしこの方法でも至適画像を得るまでに時間を要

(とくに流速測定と同じ部位の大動脈径を測定することは困難) などが挙げられる。しかし非侵襲的で精度も良く、他の方法の結果と相関しており、大動脈径測定法を改善すれば、より精度の向上が期待できる。同様にドップラー心エコーを用いても本法による心拍出量測定ができる。本法では、心疾患により心臓の型が変形していても、計算上その影響は少なく、後述のMモード心エコーによる心室径測定の方法より秀れている。最近では、本法を用いた専用の機械も発売されている。(Ultra COM<sup>®</sup>)

##### iii) 心エコー法

心エコーのMモードを用いて左室収縮末期径 (D<sub>s</sub> : 心室中隔後方運動の最下点、又は第II音大動脈弁成分) と左室拡張末期径 (D<sub>d</sub> : ECG 上R波頂上) を測定し、それぞれの左室容積を計算し、その差から一回心拍出量 (SV) が計算できる。いろいろの左室容積算出法が発表されているが<sup>13)14)</sup>、そのうち Gibson の方法を記す。

$$LVEDV = \frac{\pi}{6} \times D_d^2 \times (0.98 \times D_d^2 + 5.90)$$

し、しかもその径の測定やパラメーターの計算にも時間がかかるのでモニターとして十分でない。

最近普及してきたカラードップラー心エコーを経食道的に利用すると、表2に示すような心臓の変化を、real time で観察でき、モニターとしての価値は大きい。中でも弁疾患の逆流の程度、シャントの方向などを色彩をもった映像で表示するので、初心者にも理解しやすく、今後の利用が増加すると考えられる。現在の経食道的カラードッ

表2 ドップラーエコーで何がわかるか

1) 一般エコーで得られる情報
2) 血流パターン (流速, 方向, 乱流)
a) 逆流 (程度が距離や面積からわかる)
b) シャント (シャント率)
3) 心拍出量
$\text{Ao 直径} \times \text{流速}$ (直軸方向で Ao 弁輪径) (流出路駆出血流) (房室弁口流入血流)
*左右心拍出量から逆流比がわかる

表3 カラードップラー心エコーの経食道的探索法の長所

1. 術中使用が可能
2. 開心術でも使用可能
3. 逆流, シャントが色彩映像としてモニターできる。
4. 状態の劣悪な患者でも使用できる。
5. 特殊条件下 (PEEP) でも心機能評価ができる。
6. air embolism のモニターができる。 (左心系, 右心系)
7. 心拍出量の個体間の比較ができる (Ao 径×流速)。 (Mモードエコーでは個体間で心臓に形態的な差があるため他との絶対値の比較が困難な場合が多い。)

表4 カラードップラー心エコー (TEE) の問題点

1. noninvasive?
2. 現有トランスデューサーの欠点 ・一方のビームしか得られない。 ・プローブが大きい。(小児に使用不能)
3. 図体が大きい。
4. 消費電力が大きい。
5. 高価である。
6. 診断に熟練を要する。
7. 電気メスその他でノイズが入る。

プラー心エコーの術中モニターとしての長所と問題点を表3, 4に示す。

ii) Systolic Time Intervals (STI : 左室収縮期時相)

STI は心音図, 心電図, 頸動脈波を同時に記録し, その結果から各種心機能を計算する方法<sup>17)</sup>であるが, 我々はまだ術中心機能モニターとして利用した経験がないので, 説明は他項にゆずる。

5. 経食道心エコーによる空気塞栓モニター

脳外科坐位手術等において, 大量に空気が静脈系に入ると重篤な血行動態変化を来し, 死亡したり, 後遺症を残す危険性がある。この空気塞栓を予防するため, いろいろの工夫やモニターが考えられているが, 経食道心エコーを用いることにより, 心内への空気流入をモニターすることができる<sup>17)</sup>。空気は contrast echo として比較的容易に診断可能で, 他の経胸壁式ドップラー音の変化や肺動脈圧上昇, 終末呼気炭酸ガス濃度の下降より敏感で, film に記録を残すことも可能でおよその量的推測もできる。右心系の空気のみならず, 左心系の空気 (paradoxical air embolism) も発見できる唯一の方法である<sup>18)</sup>。ドップラー心エコーを用いれば, 経胸壁式のドップラー音モニターは不要となる。(図2)

6. 肺血流モニター

肺への血流の少ない心疾患 (ファロー四徴症など), 右→左シャントが術中増加する恐れのある患者 (Eisenmenger 症候群), 肺動脈塞栓発生の恐れのある患者などでは, 経皮酸素分圧 (PtcO<sub>2</sub>), 非観血的動脈血酸素飽和度 (StcO<sub>2</sub>), 終末呼気炭酸ガス濃度 (F<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub>) などをモニターすることにより, これらの疾患の血行動態変化を知ることが可能となる。即ち, 肺血流減少 (PtcO<sub>2</sub> ↓ 又は StcO<sub>2</sub> ↓, F<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> ↓, PaCO<sub>2</sub> ↑), 右→左シャント増加 (PtcO<sub>2</sub> ↓ 又は StcO<sub>2</sub> ↓), 肺動脈塞栓の発生 (PaCO<sub>2</sub> ↑, F<sub>ET</sub>CO<sub>2</sub> ↓, PtcO<sub>2</sub> ↓ 又は StcO<sub>2</sub> ↓) などの変化を非侵襲的に早期に発見し, 対処もできる。

7. 脳脊髄虚血モニター

胸部大動脈瘤手術における弓部や下行大動脈遮断, 脳分離体外循環時, 内頸動脈内膜剝離術など

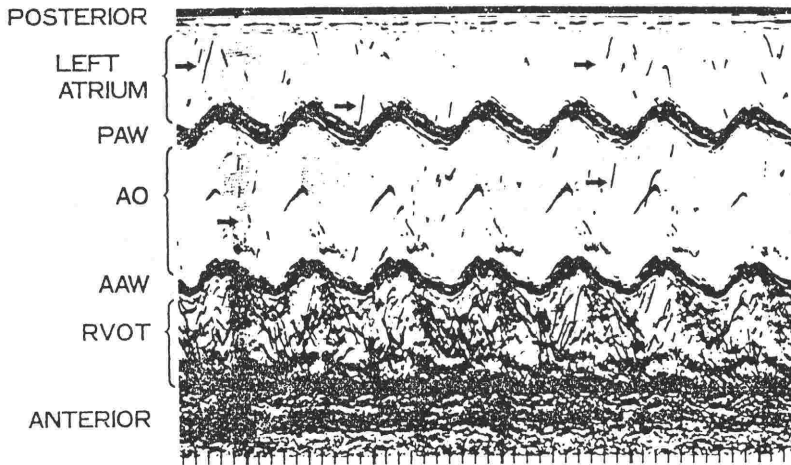


図2 右室流出路の大量空気のコントラスト心エコー図。左房及び大動脈にも paradoxical air embolism のコントラストエコー像がみられる。(矢印)(文献19)より

により、脳や脊髄の血流障害が生じ意識障害や麻痺など重篤な合併症を来す恐れがある。このような場合、脳脊髄の血流の非侵襲的術中モニターとしては、バイタルサインの他、脳波や誘発電位測定がある。

脳波の術中モニターの有用性については広く認められているところであるが、実際手術室で脳波を導出しようとする時、技術的にいろいろの難問に遭遇し、満足な tracing を得られないことが多い。即ち、電極の固定、保持のむつかしさ、脳波以外の生体の電気現象 (ECG, EMG, 眼球運動など)、機械的雑音として体動、リード線やアースの不良、電気メス等他の器具のノイズなどが障害因子として挙げられる<sup>20)</sup>。その他、前投薬や麻酔薬、換気条件、体温などの影響も大きく、脳波の解析をより困難にしている。

最近、各種の誘発電位を測定して、脳や脊髄の血流状態を推定しようとする方法が行われている。術中この目的で用いられる手段としては、頭皮から導出する体性感覚誘発電位 (SEP)、聴覚誘発電位 (AEP) があり、さらに脊髄誘発電位も試みられている。我々の施設では脳外科手術の他、とくに弓部や下行大動脈瘤症例では全例 SEP のモニターを行ない、現在まで61例中6例の異常所見を認めている。

しかし、SEP は体性感覚路のモニターであり、

必ずしもその所見は運動路の機能を反映するものではなく、SEP が平坦になったあと、波形が回復したにもかかわらず、術後 paraplegia を示した例もあり、大動脈瘤手術時の虚血による脊髄運動路機能モニターとしては限界がある<sup>21)</sup> (図3)。運動路モニターとして頭皮から運動領を電気刺激し、末梢でその伝導波形をモニターする方法<sup>22)</sup> も考えられており、今後の研究に待つところが大きい。また、これら脳脊髄虚血モニターにより異常を発見しても、現在では、その対策に適当な手段が少ない点も問題である。

## 8. 末梢循環モニター

近年、血管拡張薬の使用により、心仕事量を増やさずに心機能の改善をはかる手段が popular となってきた。これに伴い、末梢循環モニターの重要性も認識され、各種の方法が考えられている。

最も簡単で一般的なモニターとしては末梢-中枢温度差測定がある。LOS では、重要臓器の血流に比し、末梢血流は低下するので中枢と末梢の温度差は拡大する。この方法は我が国では普及しており、その意義についていろいろの報告がある<sup>23)</sup>。

一方、レーザードップラーを応用し、末梢循環をモニターする方法が考案されている (Laserflo®, Periflux®)。Laserflo を例にとると、780 nm の近赤外線半導体レーザーを径50ミクロンの石英ファ

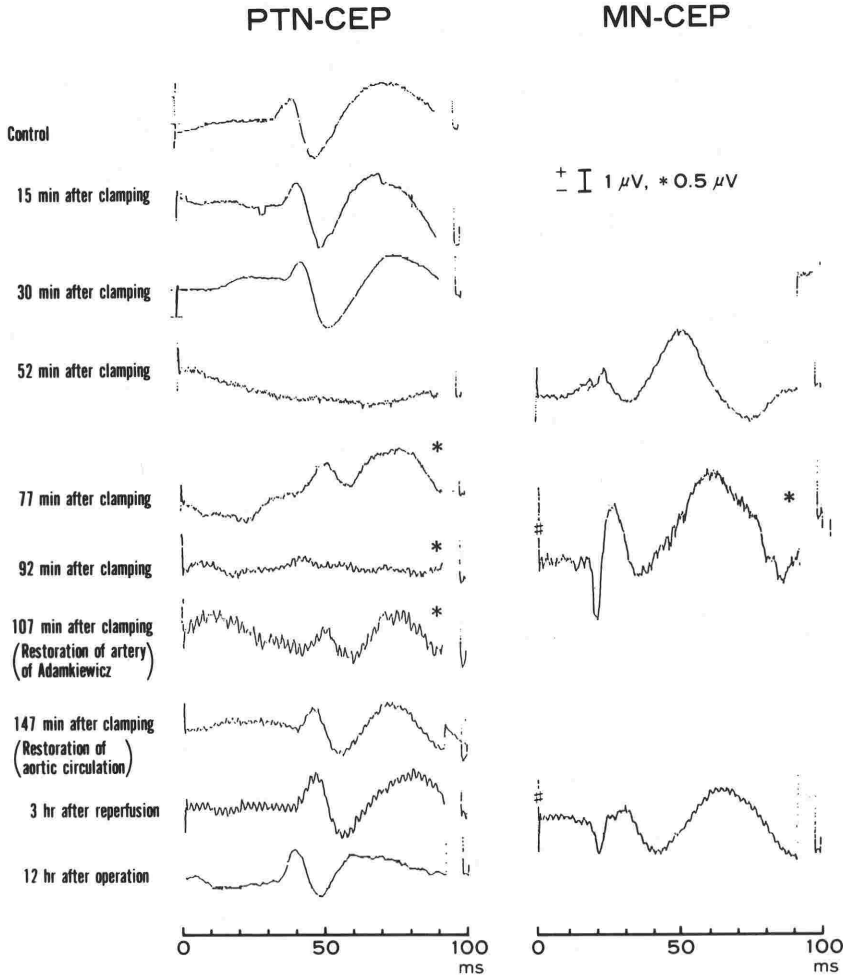


図3 胸部大動脈手術中の後脛骨神経 (PTN-CEP) 及び正中神経刺激 (MN-CEP) による SEP モニター術中2回にわたる PTN-CEP の平坦化にもかかわらず術後 SEP は正常化した。しかし paraplegia が後遺した。MN-CEP は経過中変化がなかった。(脊髓の異常を示唆) (文献21) より)

イパーから発射し、組織(皮膚)での散乱光子を photodetector で受信する。その光子の一部は毛細血管内運動体(主に赤血球)に当たってドップラー偏位をうけ、その変化からその部位の velocity (血流速度), volume (血球量), flow (血流量) を計算しようとするものである。本法は、いまだ定量的データが得られないのが欠点であるが、応答が速く、経時的に血流量の相対的変化をモニターすることができる。

その他、医用サーモグラフィーや指尖脈波の応用も考えられている。

### 9. 胎児、子宮血流モニター

手術適応の拡大により、妊婦に対する開心術も行われるようになったが、人工心肺や術中使用する心血管作動薬は子宮血流や子宮収縮に大きく影響する。したがって術中、母体のみならず、胎児の循環系モニターも必要となってきた。現在のところ、子宮血流を直接モニターする方法として、超音波血流計を利用する試みもあるが、確実なものはない。我々は術中のドップラーエコーによる胎児心拍数モニターや、子宮収縮を観察するための陣痛計の装着により、子宮や胎盤の血行動態を推測し、治療効果を判定するのに用いている<sup>24)</sup>(図4)。

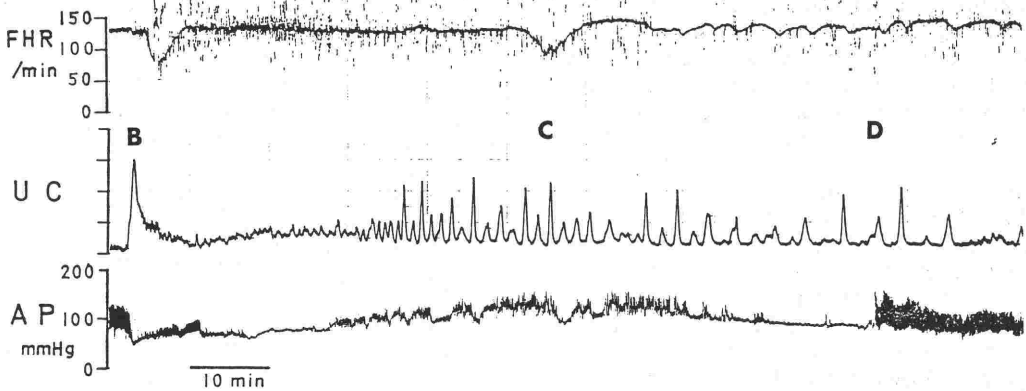


図4 人工心肺中の胎児心拍数 (FHR) 子宮収縮 (UC) 及び血圧 (AP) モニター

人工心肺への移行時、initial drop により子宮収縮が増強、FHR の減少が生じた (B)。さらに人工心肺中、子宮収縮の増加により FHR の減少を認めた (C)。D で人工心肺より離脱。(文献24) より)

#### おわりに

以上非侵襲的の心血管系モニターについて簡単にのべた。スワン-ガンツカテーテルに代表される侵襲的の心血管系モニターは、多くの有用なパラメーターを提供してくれる半面、侵襲的、高額という大きな欠点を有し、しかも、長期間の使用が困難である。

正確、安全、経済効率等の理想的条件を備えたモニターの開発が望まれるところであるが、現在では、エコー、ドップラー、レーザー等を用いた機器の進歩が目ざましく、今後まだまだ発展する可能性がある。また、これまで非常に重要であるにもかかわらず、適当なモニターのなかった脳・脊髄の血流モニターや、子宮血流など臓器血流のモニターにも関心が集まるようになった。電子医療器具の進歩にも助けられ、この分野でも今後の発展は急速であると思われる。

#### 参考文献

- 1) Hase, K., Sumiyoshi, T., Fukami, K., et al.: Clinical characteristics of coronary artery spasm: Electrocardiographic, hemodynamic and arteriographic assessment. *Jpn. Circ. J.* 49:82, 1985.
- 2) 海江田令次, 中木村和彦, 瀬尾勝弘, 他: 大動脈-冠動脈バイパス手術中の冠動脈スパズム. *臨床麻酔* 8: 595, 1984.
- 3) Kaplan J. A., King, S. B.: The precordial electrocardiographic lead (V<sub>5</sub>) in patients who have coronary artery disease. *Anesthesiology* 45:570, 1976.
- 4) Askenazi, J., Parisi, A. F., Cohn, P. F., et al.: Value of the QRS complex in assessing left ventricular ejection fraction. *Am. J. Cardiol.* 41:494, 1978.
- 5) Lindop, M. J.: Monitoring of the cardiovascular system during anesthesia. *Int. Anesth. Clin.* 19:1, 1981.
- 6) Stern, D. H., Gerson, J. I., Allen, F. B., et al.: Can we trust the direct radial artery pressure immediately following cardiopulmonary bypass?. *Anesthesiology*, 62:557, 1985.
- 7) 金井 寛: Impedance 法による心拍出量の測定—理論的考察—。呼と循 23: 1091, 1975.
- 8) Kubicek, W. G., Kottke, F. J., Rumos, U. M. et al.: The Minnesota impedance cardiograph—theory and applications. *Biomed. Eng.* 9:410, 1974.
- 9) Boer, P., Roos, J. C., Geyskes, G. G., et al.: Measurement of cardiac output by impedance cardiography under various condition. *Am. J. Physiol.* 237:H491, 1979.
- 10) Huntsman, L. L., Stewart, D. K., Barnes, S. R., et al.: Noninvasive Doppler determination of cardiac output in man—Clinical validation—. *Circulation* 67:593, 1983.
- 11) Alverson, D. C., Eldridge, M., Dillon, T., et al.: Noninvasive pulsed Doppler determination of cardiac output in neonates and children. *J. Pediatr.* 101:46, 1982.
- 12) 大住寿俊, 奥村福一郎: 手術中における超音波パルスドップラー血流計による心拍出量の測定. *麻酔* 34: 1074, 1985.
- 13) Gibson, D. G.: Estimation of left ventricular size by echocardiography. *Br. Heart. J.* 35:128, 1973.
- 14) Teichholz, L. E., Kreulen, T., Herman, M. V., et al.: Problems in echocardiographic volume determinations: echocardiographic correlations in the presence or absence of asynergy. *Am. J. Cardiol.* 37:1, 1976.

- 15) Pombo, J. F., Troy, B. L., Russell, R. O.: Left ventricular volumes and ejection fraction of echocardiography. *Circulation* 43:480, 1971.
- 16) Matsumoto, M., Oka, Y., Strom, J. et al.: Application of transesophageal echocardiography to continuous intraoperative monitoring of left ventricular performance. *Am. J. Cardiol.* 46:95, 1980.
- 17) Weissler, A. M.: Systolic time intervals. *N. Engl. J. Med.* 296:321, 1977.
- 18) Furuya, H., Suzuki, T., Okumura, F., et al.: Detection of air embolism by transesophageal echocardiography. *Anesthesiology* 58:124, 1983.
- 19) Furuya, H., Okumura, F.: Detection of paradoxical air embolism by transesophageal echocardiography. *Anesthesiology* 60:374, 1984.
- 20) 下地恒毅, 丸山洋一, 藤岡 斉, 他: 術中の脳・脊髄機能モニタリング. *臨床麻酔* 9: 1361, 1985.
- 21) Takaki, O., Okumura, F.: Application and limitation of somatosensory evoked potential monitoring during thoracic aortic aneurysm surgery: A case report. *Anesthesiology* 63:700, 1985.
- 22) Levy, W. J., York, D. H., McCaffrey, M., et al.: Motor evoked potentials from transcranial stimulation of the motor cortex in humans. *Neurosurgery* 15:287, 1984.
- 23) 本田剛彦, 加畑 治, 近江三喜男: 開心術後の深部体温測定と血行動態パラメーター. *日胸外会誌* 27: 148, 1979.
- 24) 北村 豊, 鈴木隆雄, 岸 義彦, 他: 妊娠後期患者に対する弁置換術の麻酔経験. *臨床麻酔* 8: 871, 1984.
- 25) Kotrly, K. J., Kotter, G. S., Mortara, D., et al.: Intraoperative detection of myocardial ischemia with an ST segment trend monitoring system. *Anesth. Analg.* 63:343, 1984.