

が内科側と外科側との間に問題になりましたが、手術を受持つ外科の立場からいたしますと、その疾患の病態としての「緊急」と云う意味に加えて、「緊急」手術における諸準備のほとんどが担当医の負担となっています。手術部、麻酔科医、病室のICU体制の用意などが、電話連絡のみでは仲々うまくゆかず、いちいち担当医が現場に向いて交渉しているのが現実であります。いらざるエネルギーとでも言うべきところですが、待期手術や予定手術とは違ったエマージェンシーとでも申すべき一面もご理解願いたいところであります。また、予定手術においては、担当者は手術プランや術中におこりうる合

併症や偶発症を予測して、あらかじめ諸々の準備をして手術にのぞんでいる訳であります。そうした余裕のない意味でのエマージェンシーと云う意識が外科側にはあるのであります。まあこれは、学問的な意味での発言ではありませんが、一言感想としてのべさせていただきます。

司会 私の気持ちといたしても今、寺島先生に代弁していただいたと思うのですが、時間がないようですのでよろしいでしょうか。それでは最後になりましたが、「麻酔科領域における循環呼吸管理」について麻酔科の遠藤先生お願いいたします。

8) 麻酔科領域における呼吸循環管理モニタリングの面から

新潟大学医学部麻酔学教室 遠藤 裕

はじめに

本日は循環器疾患に関するシンポジウムですが、おもに呼吸循環器系のモニタリングについて述べさせていただきます。

内容は非観血的動脈血酸素飽和度測定装置の臨床使用経験とスワンガンツカテーテルを用いた右心系の心拍出量の測定値の呼吸サイクルの変動の二題であります。

1. 非観血的動脈血酸素飽和度測定装置

“パルスオキシメーター”

(NELLCOR, INC.) の術中使用経験

麻酔中の“酸素化”の monitoring は動脈血ガス分析によるが、この方法は侵襲的であり煩雑で、かつこれらの情報は非連続的であるという欠点があった。また、Ear Piece Oximeter は非観血的であるが、耳翼の虚血、加熱、固定等に問題があった。

パルスオキシメーターは LSI の光を用いて動脈血の酸素飽和度を測定する為、加熱の危険がない。実際の測定原理は酸化ヘモグロビン (HbO₂) と還元ヘモグロビン (Hb) の吸光係数の差異を応用している。波長 650nm 付近の Red 領域の光を透過させた場合 HbO₂ と Hb の光の吸収が著しく異なり、波長 805nm 付近の領域では HbO₂ と Hb の光の吸収がほとんど同じであることから動脈血酸素飽和度を測定する。また、光

の組織の吸収、静脈血中のヘモグロビンの存在が問題となるが、パルスオキシメーターでは、動脈拍動を検出することにより、光の組織の吸収、静脈血中のヘモグロビン影響を受けない演算を行っている。

今回、臨床において同機器を使用する機会を得たので報告する。

対象患者：生後1日の新生児から73歳の成人7名を対象とした。

結果：ABL II で測定した動脈血酸素飽和度とパルスオキシメーターで測定した動脈血酸素飽和度の相関係数は $R=0.982$ ($P<0.001$) で極めて良好な相関が認められた。

また、ABL II で測定した動脈血酸素分圧とパルスオキシメーターで測定した動脈血酸素飽和度の相関は PaO₂ 50mmHg 以上では、概ね動脈血酸素分圧とパルスオキシメーターで測定した動脈血酸素飽和度は良い相関を示していた。

結語：

(1) 手術患者7名において、パルスオキシメーター (NELLCOR, INC.) の性能の評価を行った。

(2) 生後1日の Bochdaleck Hernia 根治術例を除き、他6名では全例パルスオキシメーターによる動脈血酸素飽和度の測定が可能であった。測定不能例では脈圧が低く、動脈拍動を感知出来なかった為と考えられた。

(3) 血液ガス分析 (ABL II, RADIOMETER) に

より動脈血酸素飽和度とパルスオキシメーターによる動脈血酸素飽和度の相関は相関係数 $R=0.982$ ($P<0.001$) と極めて高い相関を認め、パルスオキシメーターが臨床上有用であることが証明された。

(4) センサー装着後30秒以内に測定が可能であり、経皮的酸素分圧測定装置に見られるような麻酔剤との相互作用等も認められなかった。

2. 心拍出量 (熱希釈法) の呼吸サイクルによる変動

熱希釈法による心拍出量の測定は重症患者の管理において必須のモニターとなっているが、その1回の測定値は血行動態的に安定している患者においても5~15%の誤差があると言われている。

従来の報告(1)(2)(3)では心拍出量は人工呼吸下で吸気時に増加、呼気時に減少するとされている。

しかし、これらの報告は呼吸のサイクルに同期させて Indicator の注入をしているだけで、実際の熱希釈曲線と気道内圧の変動を同時に記録していない。従って、測定された心拍出量が実際に Indicator が注入された呼吸サイクル時の値を意味するのかわ不明である。

また、PEEP が心拍出量の呼吸サイクルによる変動に及ぼす影響についての報告は少ない(4)。

今回、臨床例、および動物実験においてこれらの点につき、検索したので報告する。

実験方法：実験 1

心疾患のない6名の手術患者を対象とし、麻酔導入後、右内頸静脈より7.5 Fr. の SWAN-GANZ Catheter (Edwards Laboratories) を挿入、先端を肺動脈に留置した。麻酔は GO-ENFLURANE にて維持し、筋弛緩剤を用いて1回換気量10ml/kg、呼吸回数10-12回/分にて人工呼吸を行った。心拍出量の測定は心拍出量コンピューター (Edwards Laboratories; Model COM1) を用い、0-5°C の5%グルコース液5ml を Indicator とした。Indicator の注入は呼吸サイクルの以下の3時期に行った： l_2 , 吸気中期； l_3 , 吸気終期； E_2 , 呼気終期。注入の順序はランダムに行ない、各注入において、熱希釈曲線を同時に記録した。

データの解析は各患者において、すべての測定値から平均の心拍出量を算出し、これを100%とし、個々の測定値をこの平均の%で表現した。統計解析は paired, non-paired t-test を用い、 $p<0.05$ 以下を有意とした。

結果：

従来の報告の同様に、心拍出量は吸気終末期に増大傾

向、呼気終末期に減少傾向を示した。

呼気終末期の心拍出量は吸気終末期に比して、有意な減少 ($p<0.05$) を認めた。

実験方法：実験 2

雑種成犬2頭を対象とし、ペントバルビタール麻酔 (30mg/kg) 下に、右大腿静脈より7.0Fr. の SWAN-GANZ Catheter を挿入、先端を肺動脈に留置した。

麻酔はペントバルビタールを適宜追加し、筋弛緩剤を用いて1回換気量150ml、呼吸回数10回/分にて人工呼吸を行った。また、SWAN-GANZ Catheter の Injection Port が右房内にあることを実験終了後確認した。0-5°C の5%グルコース液3ml を Indicator とし心拍出量を測定した。

Indicator の注入は呼吸サイクルの以下の5時期に行った： l_1 , 吸気開始期； l_2 , 吸期中期； l_3 , 吸期終了期； E_1 , 呼気中期； E_2 , 呼気終了期。注入順序はランダムに行い、個々の測定において、希釈曲線と気道内圧を同時に記録した。

また、心拍出量の測定は ZEEP 下に各期25回 (計125回) 施行し、次に PEEP 10cm H₂O 下に各期25回 (計125回) 施行した。データの解析はすべての測定値から平均の心拍出量を算出し、これを100%とし、個々の測定値をこの平均の%で表現した。統計解析は paired, non-paired t-test を用い、 $p<0.01$ 以下を有意とした。

結果：

図1に ZEEP (上段)、PEEP 10cmH₂O (下段) の心拍出量の呼吸サイクルにおける変動を示した。

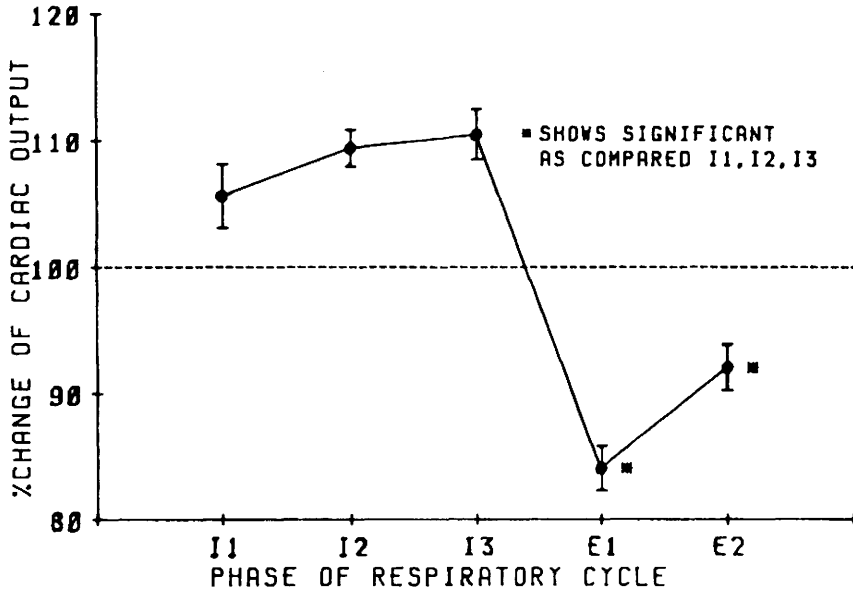
ZEEP 下における心拍出量の呼吸サイクルによる変動は実験1と同様に吸気期に増加、呼気期に減少傾向を示していた。呼気中期 (E_1)、呼気終期 (E_2) の心拍出量は吸気期の各時点 (l_1 , l_2 , l_3) に比して有意な減少を認めた (それぞれ $p<0.01$)。

PEEP 10cmH₂O 下では心拍出量の呼吸サイクルにおける変動はパターンが変化し、呼吸サイクルいずれにおいても有意な変化はみとめなかった。また、熱希釈曲線は ZEEP 下では注入時点より開始が約1/3呼吸サイクル遅れ、PEEP 下では熱希釈曲線は開始が約2/3呼吸サイクル遅れていた。また、PEEP 負荷により希釈曲線は約2倍遷延化した。

結語：

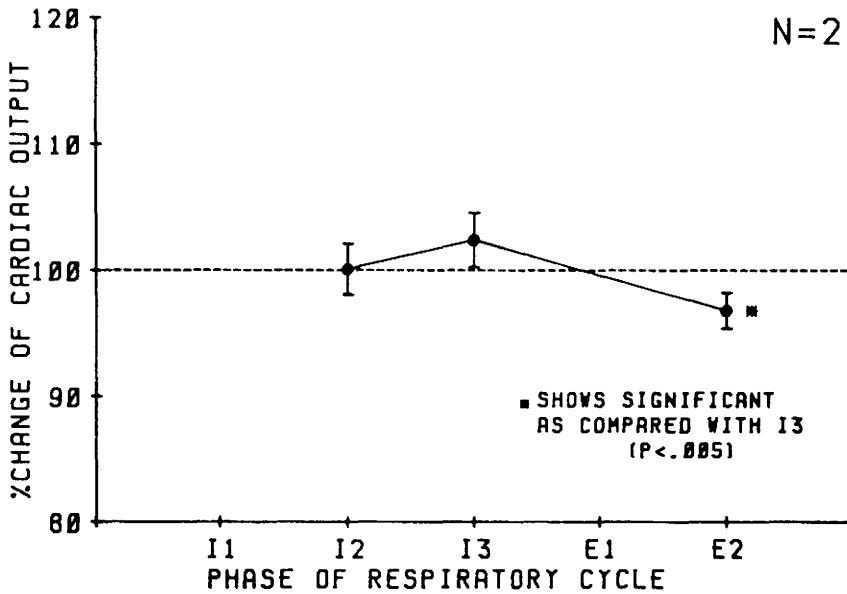
1) 熱希釈法による心拍出量の陽圧呼吸サイクルにおける変動について、術中患者6名、雑種成犬2頭において検索した。

RESPIATORY VARIATIONS OF CARDIAC OUTPUT (AT ZEEP)



RESPIATORY VARIATIONS OF CARDIAC OUTPUT (AT ZEEP)

N=25



2) 術中患者では、従来の報告と同様に吸気終末期に心拍出量が増加し、呼気終末期に減少する傾向が認められ、呼気終末期の心拍出量は吸気終末期に比して有意な減少 ($p < 0.05$) を示した。しかし、その増減は少なく、最大変動は 5.7% に留まった。

3) 雑種成犬でも、同様な心拍出量の呼吸変動を示し、吸気 3 期の心拍出量に比し、呼気 2 期の心拍出量はそれぞれ有意な減少を示した。

4) 熱希釈曲線は注入時点より、1/3 呼吸周期遅れた時点で始まる傾向が認められた。

5) PEEP 10cm H₂O により呼吸サイクルによる心拍出量の変動は減少傾向を示した。熱希釈曲線は PEEP により延長する傾向が認められた。

参 考 文 献

- 1) Snyder, J.V. and Powner, D.J.: Effects of mechanical ventilation on the measurement of Cardiac output by thermodilution. *Crit. Care. Med.*, **10**: 677~682, 1982.
- 2) Okamoto, K., Komatu, T., and Bhalodia, R.: Effects of the mechanical ventilation on thermodilution cardiac output measurements in man. *Anesth. and Analg.*, **64**: 262, 1985.
- 3) Robotham, J.L., Cherry, D., Mitzner, W., Rabson, J.L., et al.: A re-evaluation of the hemodynamic consequences of intermittent positive pressure ventilation. *Crit. Care Med.*, **11**: 783~793, 1983.
- 4) Jansen, J.R.C., Schreuder, J.J. and Bogeward, J.M.: Thermodilution technique for measurement of cardiac output during artificial ventilation. *J. Appl. physiol.*, **50**: 584~592, 1981.

司会 何か質問、御意見はございませんでしょうか。

荒井 呼吸の cycle における心拍出量を測られたわけですが、Swan-Ganz で右心系ですね。正確に言うのであれば、心拍出量ではなくて肺送血量、右心拍出量

というべきではないかと思うのですが。自然の呼吸の cycle で吸気においては肺に行く血流量は増えて血液が肺血管床にプールされる形になりますから左心拍出量はむしろ減るのではないかと思うのですが。

遠藤 これはまず陽圧呼吸でやっているのが一つです。荒井 すべて陽圧呼吸ですか。

遠藤 そうです。

荒井 その場合ですね、逆の意味で右心と左心の送血量が異なるのではないのかという気がするのですが。

遠藤 ただこのデータ自体からは左心を測っていないから何も言えないし、このデータ自体から私が観たかったのは、注入時点の心拍出量がどのくらい違うのかということを最初見たかったので、この実験の modeling からはそういうことはいっさいわからないと思います。

荒井 それからもう一つ、呼吸の cycle と心拍出量の測定に要する時間の関係なのですが、熱希釈法でやりますとやはり動物でも数秒、人間ですと 10 秒から 10 数秒かかりますので呼吸の 1~2 cycle に亘るわけですね。

遠藤 この実際の希釈曲線を見ればわかるのですけれども、例えば呼吸 cycle の 5 点で injection しても実際問題その cycle 時点で cycle に重ね合わせて希釈曲線が打っているわけではありませんから、2~3 の呼吸 cycle の中で希釈曲線が動きますから具体的には何も言えないと思うのです。ただ clinical にはその時点で 5%~15% の差があるというのは言われていますから。

荒井 今の方法でもその傾向はつかめたと思うのですが、もうちょっと正確にやるとすれば熱希釈法でキャリブレイトしたカテ先電磁血流計みたいなものを使ってやられたらより正確なデータがでるのではないかと思います。どうも有難うございました。

司会 当シンポジウムの終わりにあたりまして、時間が大変不足いたしまして十分な討論ができなかったことをお詫びいたします。シンポジストの皆様のおかげで循環器疾患における現状がある程度明らかになったものと思われま。これからは内科、小児科、心臓血管外科、麻酔科等の連携プレーが益々重要になるのではないかと思います。それではこれで今日のシンポジウムを終わらせていただきます。