
研究業績報告集

2011（平成 23）年度 日本光電循環器病研究助成

公益財団法人 循環器病研究振興財団

* 総目次 *

No	研究課題	研究代表者	頁
1	心拍監視モニターアラームに対する看護師の意識	岡田 美子	1
2	成人人工呼吸管理中の NO 吸入療法時における NO 濃度推定理論値の検討	高橋 裕三	6
3	Baby Log 8000 Plus の HFV モードに対して F&P 社製 ディスポーザブル回路 EVAQUA は使用できるか？	松本 泰史	11
4	最適な心電図電極の調査・選定	石岡 佳記	15

心拍監視モニタアラームに対する看護師の意識

—安全なモニタリング実施のために医療安全からの考察—

国立循環器病研究センター・医療安全管理者

岡田美子

I. 諸言

循環器病診療における心拍監視モニタの有用性は高く、日常診療においても使用頻度は高い。しかし、モニタ電極装着の不備や不適切なアラームの設定、心拍監視装置の性能の限界等により、アラームの誤作動が少なくない。また、心電図モニタを装着していても、不整脈解析に有用な波形を選択できていないと重症不整脈のアラームが作動しないという事例も発生している。さらに臨床では頻繁になるアラームに振り回され、重要なアラームの見逃しや、重症不整脈を見落とす危険性が潜んでいる。一方病棟においてはアラームへの対応が看護師の力量や患者の状態によりまちまちであるという印象がある。

高田ら¹⁾は、同施設において心臓内科病棟における心拍監視モニタアラームの実態を調査し、テクニカルアラームに対して定期的な電極の張替え等を提言している。またモニタアラームに対する看護師の対応についても研究段階である。しかし、モニタアラームに対する看護師の意識については明らかにされていない。

そこで今回、心拍監視モニタアラームに対する看護師の意識を調査し、効果的にモニタアラームに対応できるための示唆を得たいと考えた。

II. 対象・方法

1. 対象：日本光電セントラルモニタを設置している病棟の看護師約400名
2. 調査期間：平成23年12月13日～12月28日
3. 研究デザイン：アンケート調査
4. 調査方法：
 - 1) 独自に作成した調査用紙（「心拍監視モニタアラームに対する看護師の意識調査」）を用いる。
 - 2) 調査依頼書を添付した調査用紙を個人のメールボックスに配布してもらうよう病棟師長に依頼

する

- 3) 専用の回収箱を病棟ごとに設置し、研究者が回収する。
5. 調査内容：
 - 1) 心臓系、脳系、内科系、外科系、看護師経験年数を属性として調査する。
 - 2) 電極装着時に注意していること、アラーム設定時に注意していること、アラームに対する思い、困ったことなどアラームに対する看護師の意識を調査内容とする。
 - 3) 属性とアラームに対する看護師の意識の関連を分析する。
 6. 分析方法：アラームに対する意識が、看護師経験年数や病棟の特殊性、研修の有無によって違いがあるか、項目ごとに集計する。
 6. 倫理的配慮：
 - 1) 対象病棟の看護師長に依頼文をもとに、研究目的・方法等の説明を研究者が口頭で説明し、アンケートを依頼し病棟ごとに回収する。
 - 2) アンケートに、本研究の目的を記載し、研究への同意は、アンケートの提出を持って得られたものとする。
 - 3) アンケートは無記名とする。
 - 4) 依頼文には次の点を明記して説明する。
 - ①研究への参加は自由意志に基づくものであること。
 - ②得られたデータは個人が特定できないように番号化し管理すること。
 - ③アンケートの提出を持って同意が得られたものとする。また無記名のため、アンケート提出後の返還は不可能であること。
 - ④データは施設内の施錠管理された場所で保管し、研究者のみがアクセスできること
 - ⑤得られた情報は、当該研究以外の目的で使用しないこと。

- ⑥データ解析後のアンケート用紙や個人が特定できる情報はシュレッダーにて処分すること。
- ⑦電子媒体はパスワード保護をかけてパソコンのハードディスク以外の媒体に保管すること。
- ⑧インターネットに接続されていないパソコンでのみ媒体を使用すること。
- ⑨研究結果は研究施設内の発表をはじめ、学会や雑誌等で公表することがあり、データは統計的に処理し、個人が特定されるような情報は公表しないこと。

III. 結果

対象者 392 名中、回答者は 266 名、アンケート回収率 67.9%であった。経験診療科は、心臓系の経験がある看護師が 61%、脳系の診療科のみの経験者が 19%、小児・周産期・その他の経験者が 16%であった。

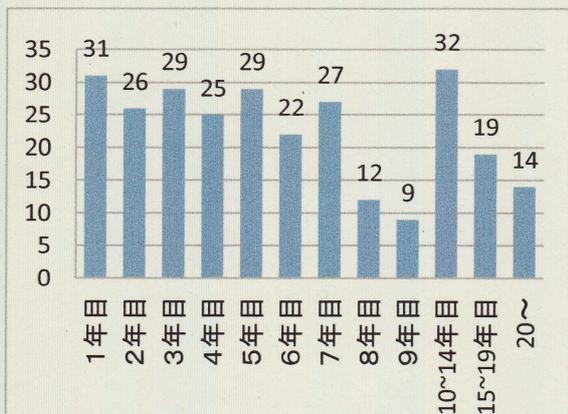


図1 回答者の経年別人数

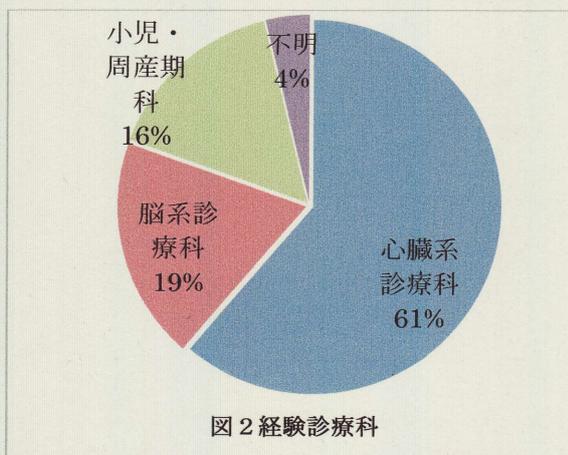


図2 経験診療科

研修受講状況は、院内の業者による講師の研修が 101 名、次いで院外研修受講者 85 名、院内看護師講師による研修が 80 名、院内の医師による研修受講者が 60 名であった。心電図の研修を受講したことが無い人が 71 名 (26.7%) であった。心臓系経験者は医

師が講師による研修と院外研修が多く、小児・周産期・その他の経験者には研修の未受講者が多かった。

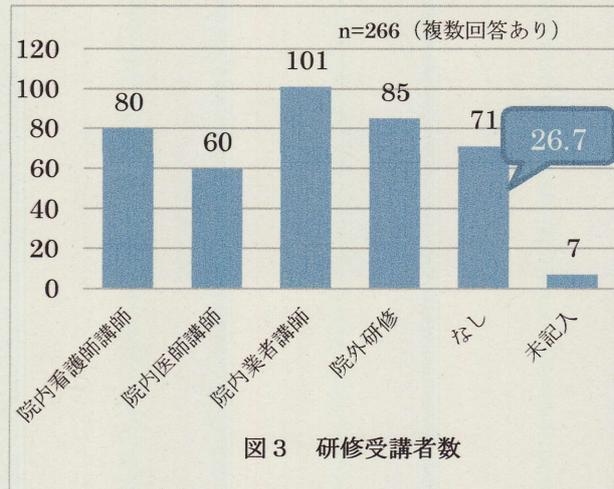


図3 研修受講者数

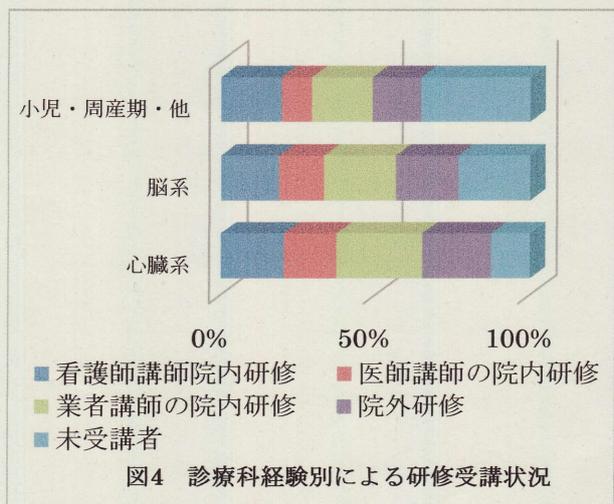


図4 診療科経験別による研修受講状況

電極を貼る時に注意していることは「皮膚のトラブルの有無」が 206 名 (77.4%) で「電極がはがれにくい位置の選択」154 名 (57.9%)、「筋電図が出にくい位置の選択」127 名 (47.7%)、「電極の貼りやすい位置選択」110 名 (41.4%) であった。

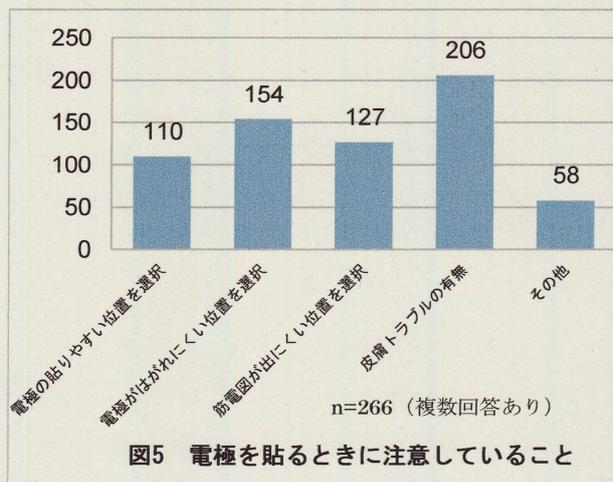
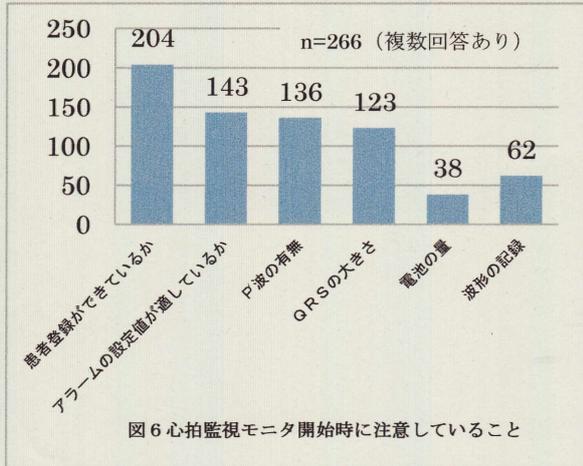


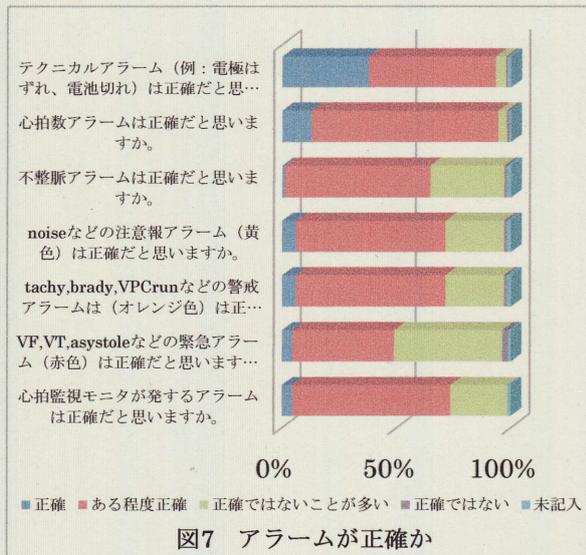
図5 電極を貼るときに注意していること

心拍監視モニター開始時に注意していることは、「患

者登録ができていないか」204名(76.7%)、「アラームの設定値が適しているか」143名(53.8%)、「P波の有無」136名(51.1%)、「QRSの大きさ」123名(46.2%)、「波形の記録」62名(23.3%)、「電池の量」38名(14.3%)であった。



「アラームが正確か」では、緊急アラームが「正確」「ある程度正確」と答えた人は48.9%であった。警戒アラーム、注意報アラームは約7割が正確であると意識していた。不整脈アラームは64.7%が「正確」「ある程度正確」と答えた。心拍数アラームとテクニカルアラームは約9割が「正確」「ある程度正確」と答えており、「正確」が一番多かったのはテクニカルアラームであった。

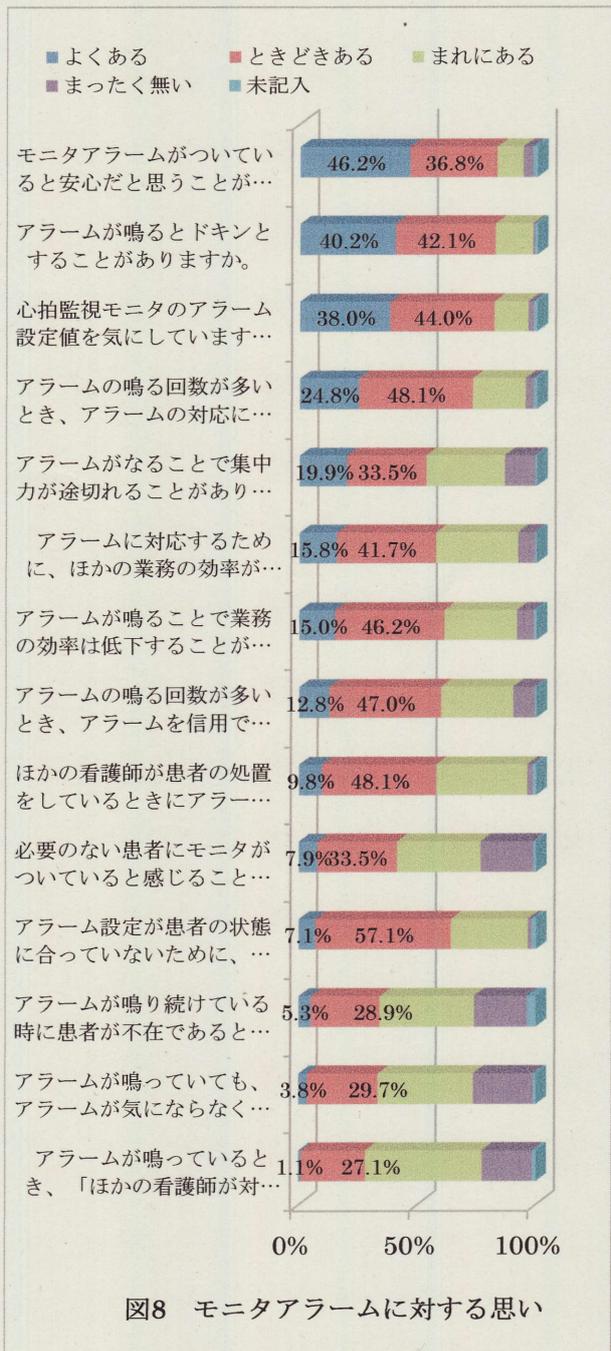


「モニタアラームに対する思い」では、「モニタアラームが付いていると安心だと思う」では「よくある」と「ときどきある」合わせて83%であった。一方「必要のない患者にモニタが付いていると感じる」では、「よくある」と「ときどきある」合わせて41.4%であった。

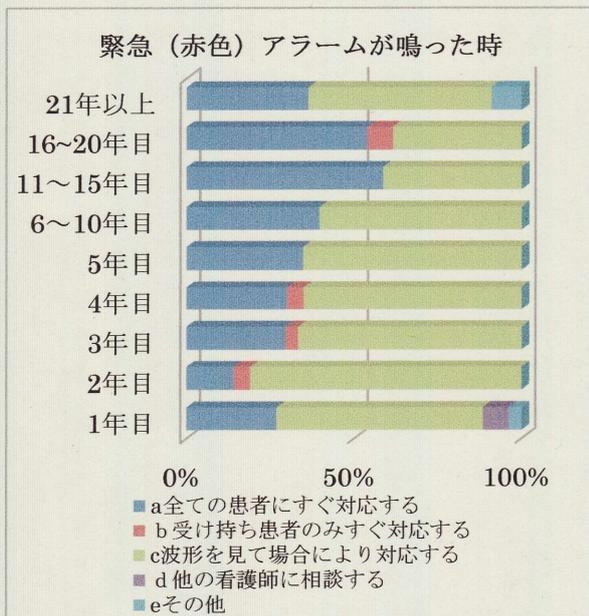
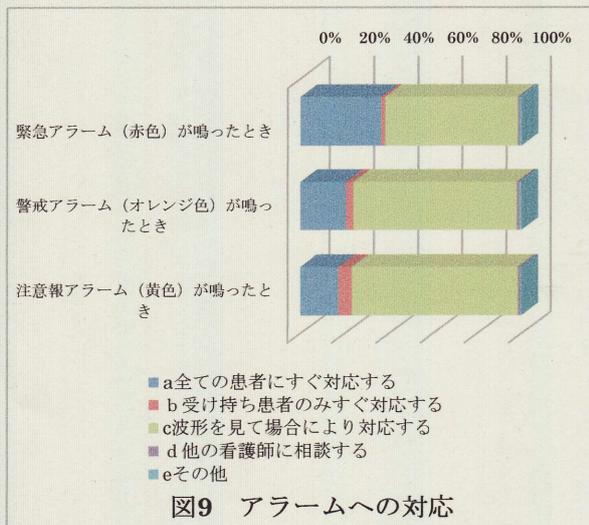
「アラーム設定を気にしている」では「よくある」「ときどきある」合わせて82%であるが、「アラーム設定が患者の状態に合っていない」では「よくある」「ときどきある」合わせて63.6%であった。

「アラームが鳴ることで業務の効率が低下する」が61.2%、「アラーム対応でほかの業務の効率が低下する」が57.5%であった。

アラームが鳴ることの影響では、「よくある」「ときどきある」合わせて「アラーム対応に追われる」が72.9%、「アラームが信用できなくなる」が59.8%、「集中力が途切れる」53.4%、「アラームが気にならなくなる」33.5%の順であった。



アラームへの対応では、「全ての患者にすぐ対応する」では、「緊急アラーム」が36.5%と高い。すべてのアラームにおいては、「波形を見て場合により対応する」が一番多かった。経年別では、「全ての患者にすぐ対応する」の割合が一番多かったのは11～15年目であり、次いで16～20年目、6～10年目、21年目以上、5年目であった。



IV. 考察

看護師の意識では、アラームの正確性は、テクニカルアラームが高く、緊急アラームは低い結果となった。正確で信頼性の高いアラームは、適切な波形でないと解析できず、そのためには正しく電極装着されなければならない。今回の調査では、皮膚のトラブルがないか注意している看護師は多いが、筋電図が出にくい位置の選択に注意している看護師は約半数であった。またモニタ開始時にアラームの設定値やP波の有無、QRSの大きさなども約半数の看護

師が注意していない。良好な不整脈の解析のためには大きなQRSを得ることが必要であり、電極装着時にこれらのことを認識しておく必要がある。テクニカルアラームとなる電池の量に注意している人数が少ないのは、テクニカルアラームの緊急度が低いためであると考えられる。しかし、テクニカルアラームが正確だと認識していることは、その内容が「電極外れ」や「電波切れ」「電池切れ」など原因がわかりやすいため、逆にアラームを軽視しているのではないかと。高田ら²⁾の調査においても、テクニカルアラームの消音時間が遅い結果であった。誤アラームだと思いアラーム対応が遅れるのは、テクニカルアラームが発生している時に重要なアラームが検知されていないことを認識できていない現れである。単純な原因であっても、迅速に対応するという意識改革も必要である。テクニカルアラームに素早く対応することでアラームの発生頻度も低減し、より他のアラームの信頼性が高まると考えられる。

モニタアラームに対する思いでは、モニタが付いていることで安心だと思う一方で、必要でない患者にモニタが付いていると感じている看護師も4割であった。またアラームの設定値を気にしているが、アラームの設定が患者にあっていないと思っている看護師も約6割いる。このことから、モニタ装着の必要性を医師とともに検討し、安心のためにむやみに装着するのではなく、必要な患者に厳選してモニタを装着することが必要であると考えられる。モニタの装着は医師の指示であるが24時間監視しているのは看護師である。一般病棟では必要性を吟味しなければ、常に台数上限のモニタ数で患者に装着されている状況が発生しかねない現実がある。必要な患者に必要なアラーム設定が実施されるよう、医師とディスカッションすることへもつながると考える。

小野ら³⁾はアラームについて「アラームとは機器の発する悲鳴であり、悲鳴をあげたものが限界を提示している以上、限界の上下にかかわらずレスキューすることが、アラームに対する医療従事者の基本的な態度にならなければならない」と述べている。アラームが鳴ることで業務の効率が低下すると感じていることが多いのは、アラームに対応しているからこそその結果であると考えられる。しかし「アラームの回数が多いことでアラームが信用できなくなる」や「アラームが鳴っていてもアラームが気にならなくなる」などの悪影響もある。正確なアラームを得る

ためにも、アラームの精度を高めるためのスキルアップが必要であると考え。

アラームへの対応では、「波形を見て場合により対応する」が多かったことは、発生したアラームに対し、見たり、聞いたり、何らかの行動をおこしているが、対応しないことがあるということが分かった。医療者の介入なしに自然解消する一過性のアラームがある。しかし注意報アラームやテクニカルアラームのように医療者が対応しないと解消されないアラームもある。アラームの信頼性や正確性を高めるためにも全てのアラームに対応することが必要である。

V. おわりに

当院では心拍監視モニタアラームの質向上に医療安全の視点から取り組んでいる。高田⁴⁾はアラームの質を向上させることが、アラームに対する危機感の向上とアラーム後の迅速な対応に寄与すると述べている。今回、アラームの中でも頻度が高いテクニカルアラームは看護師の信頼性も高いことが分かり、テクニカルアラームへの迅速な対応が、他のアラームの信頼性へと発展していくことを期待している。また、看護師はアラーム設定を気にしてはいるが、アラーム設定が患者の状態に合っていないと感じていることもうかがえた。アラームを有効に活用するためには、モニタ電極の貼り方やアラーム設定を個々の患者に適切に実施することが必要であり、それが実現できるための教育環境を整える必要性を感じている。

VI. 研究協力者

高田幸千子・国立循環器病研究センター・副看護部長

木下律子・同上・副看護師長

細川美由紀・同上・副看護師長

尾上純子・同上・副看護師長

上野沙織・同上・看護師

VII. 参考文献

- 1) 高田幸千子ほか：心拍監視アラームの低減への取り組み、第4回医療の質・安全学会誌 第4巻増補号、P189、2009、Vol.4
- 2) 高田幸千子ほか：心拍監視モニタアラームに対するアラーム消音とアラーム快傑時間との差の検討、医療の質・安全学会誌 第6巻増補号、P222、Vol.6
- 3) 小野哲章：ME機器のアラームのあり方、Clinical

Engineering、P3～10、2008、vol19、NO.1

- 4) 高田幸千子：医療安全における心拍監視モニタ・アラームの質向上、循環器病研究の進歩（通巻50号）、P47～54、No1（2010.11）volXXXI
- 5) 高田幸千子ほか：アラームマネジメントツールを用いた循環器内科病棟における心拍監視モニタアラームの可視化と考察、第3回医療の質・安全学会誌 第3巻増補号、P243、2008、Vol.3
- 6) 谷本千恵ほか：生体情報モニターのアラームに対する意識調査、HEART nursing、P102～107、2011、Vol.24
- 7) 廣瀬稔ほか：アラームの適正使用とその限界を認識することの必要性～アラームに対する意識調査から～、Clinical Engineering、P845～850、2011、vol22、NO.9
- 8) 南條裕子ほか：生体情報モニタ使用時のリスクテイキングと影響要因～看護師の実態調査から～、Clinical Engineering、P851～858、2011、vol22、NO.9
- 9) 中村恭子ほか：生体情報モニタのアラームはこんなに鳴っている、Clinical Engineering、P859～861、2011、vol22、NO.9
- 10) 綿引哲夫ほか：生体情報モニタ～モニタ・アラーム・コントロールチーム導入とその効果～、Clinical Engineering、P863～867、2011、vol22、NO.9
- 11) 患者のためにアラームとたたかう看護師たち：ME機器アラームへの苦言・提言 看護師の立場から、Clinical Engineering、P55～64、2008、vol19、NO.1

成人人工呼吸管理中の NO 吸入療法時における NO 濃度推定理論値の検討

国立循環器病研究センター・臨床工学技士

高橋 裕 三

I. 緒言

NO（一酸化窒素）は無色・無臭のガスとして大気中に存在し、工業用に使用されてきた。しかし、Fratacci らは¹⁾、肺高血圧モデルのヒツジを対象とした実験により、NO 吸入が選択的に肺血管を拡張する作用があることを証明し、NO を人工呼吸管理中に利用する「NO 吸入療法」の臨床応用が開始された。NO 吸入療法は肺胞血管を拡張させ、換気血流分布の改善により血液酸素化能を改善することが知られており、心臓外科手術後急性期においても有用性が報告されている²⁻⁴⁾。しかし、20 ppm 以上の高濃度 NO の長時間吸入により、チアノーゼ、徐脈、血圧低下など重篤な合併症を引き起こす危険性があり、正確な NO 濃度管理が重要である⁵⁻⁶⁾。

現在、当センターの成人における NO 吸入療法は、人工呼吸器の供給ガスから投与するプレミキシング方式を採用しており、壁配管からの圧縮空気ラインに NO を混合し、人工呼吸器の吸気側にて NO 濃度を測定しながら調節を行っている。しかし、この方法は供給ガスとの接続方法や NO 付加流量の調整が煩雑であり、当院ではインシデント事例が報告されている。また NO 濃度計の保有台数が少なく、複数の患者にて NO 吸入療法を行う場合、一時的に NO 濃度計を他患者に使用しなければならず、NO 濃度を常時測定できない現状がある。

これらの問題を解決するため、NO 投与経路をプレミキシング方式から、より安全であると考えられる人工呼吸器回路の吸気側から NO を投与するサイドストリーム方式に経路を変更し、NO 濃度計が一時的に他患者に使用されている場合でも、ターゲットとする NO 濃度を計算式

から算出することができれば、成人における NO 吸入療法の安全性は向上すると考えた。

我々は、人工呼吸器を用いた閉鎖回路モデルにて、ターゲットとする NO 濃度に調整できる NO 濃度推定理論式がどれほど近似するのかを検討し、総合的な NO 吸入療法の安全性向上が本研究の最終的な目的とした。

II. 方法

推定 NO 濃度理論式には、1 分間の人工呼吸器が送気するトータルの流量 (Q_t) l/min を算出する必要があり、分時換気量 (MV) l/min、吸気時間 ($T_{insp.}$) sec、換気回数 (RR) 回数、フロートリガー (T_f) l/min にて、

$$Q_t = Mv + (60\text{sec} - T_{insp.} \cdot RR) / 60\text{sec} \cdot 2T_f$$

と表わされると考えられ、そこからターゲットとする NO 濃度 (X) ppm に達する推定 NO 流量 (Q_{no}) ml/min は、以下の式で与えられると考えた。

$$Q_{no} = (X \cdot Q_t \cdot 1000) / 800\text{ppm}$$

そこで、ターゲットとする NO 濃度を、よく臨床で使用する 5、10、15、20 ppm と設定し、換気回数を 10、13、15、18、20 回と変更した時の各推定 NO 流量値による NO 濃度の実測値を測定した。

実験回路を図 1 に示す。人工呼吸器 (Hamilton medical、Hamilton) に呼吸回路 (Fisher&Paykel、RT235) を接続し、人工呼吸器患者口元にテストラングを付けた閉鎖回路とした。

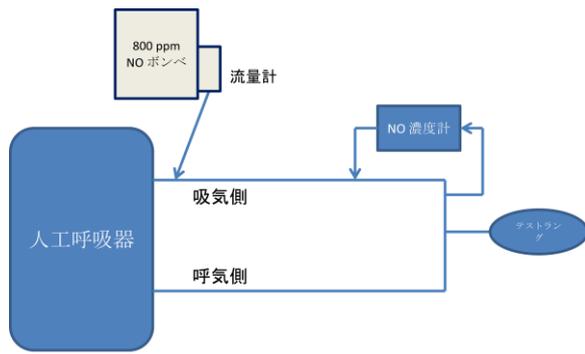


図1. 実験回路図

NO 投与経路は、人工呼吸器の吸気側すぐより流量計を接続させた 800 ppm の NO ポンベ(京都医療酸素) から投与した。測定部位は、人工呼吸回路吸気側に NO 濃度計 (inter scan、IS4540) を設置し、吸気終末時の NO 濃度を連続 10 回測定した。

人工呼吸器設定は初期設定値とし、従量式間欠的強制換気、一回換気量 500ml、PEEP 0 hPa、吸気ポーズ 0%、I:E 1:2、フロートリガー 5 l/min、フローパターン 50%漸減波とした。

結果は平均±標準偏差で表し、各ターゲットとする NO 濃度と平均 NO 濃度実測値との誤差率を算出した。

III. 結果

ターゲットとする NO 濃度に対する各換気回数時の推定 NO 流量値、NO 濃度実測値、誤差率を表 1 に示した。ターゲットとする NO 濃度が 5 ppm、換気回数が 20 回の時の誤差率が 19.4%で最大であった。各換気回数時のターゲットとする NO 濃度と平均 NO 濃度実測値の誤差を図 2-図 6 に示した。換気回数の変化による、ターゲットとする NO 濃度と NO 濃度実測値に大きなズレは認めなかった。

表1. 実験中の測定項目と誤差率

ターゲットとするNO濃度 (ppm)	換気回数 (回)	推定NO流量 (ml/min)	NO濃度実測† (ppm)	誤差率 (%)
5	10	73	5.69±0.19	13.8
	13	82	5.10±0.03	2
	15	89	5.47±0.06	9.4
	18	98	5.79±0.07	15.8
	20	104	5.97±0.07	19.4
10	10	146	10.79±0.25	7.9
	13	165	10.14±0.08	1.4
	15	177	10.73±0.22	7.3
	18	196	10.36±0.07	3.6
	20	208	11.08±0.03	10.8
15	10	219	15.35±0.44	2.3
	13	247	15.22±0.10	1.4
	15	266	15.79±0.13	5.2
	18	294	15.27±0.33	1.8
	20	313	15.75±0.08	5
20	10	292	19.39±0.23	3.1
	13	329	19.53±0.15	2.4
	15	354	20.66±0.14	3.3
	18	392	20.89±0.37	4.5
	20	417	21.72±0.12	8.6

† : 平均±S.D

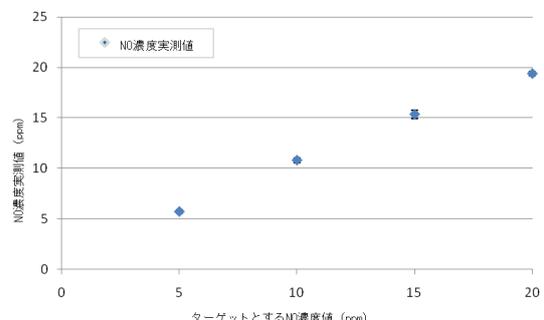


図2. 換気回数10回時のターゲットとするNO濃度とNO濃度実測値との差

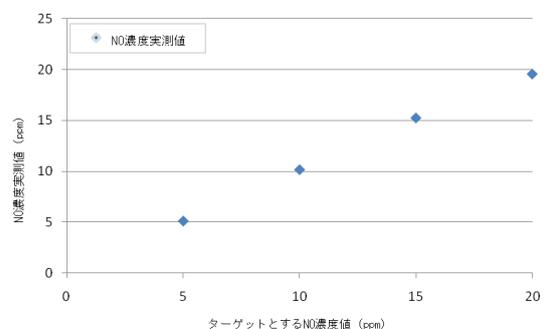


図3. 換気回数13回時のターゲットとするNO濃度とNO濃度実測値との差

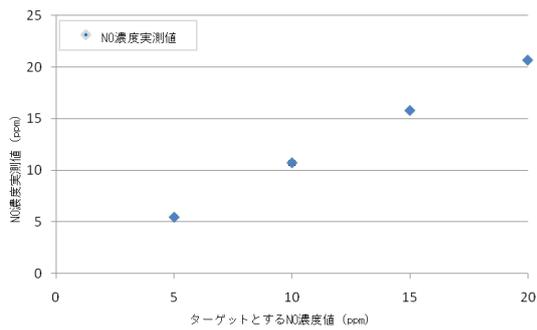


図4. 換気回数15回時のターゲットとするNO濃度とNO濃度実測値との差

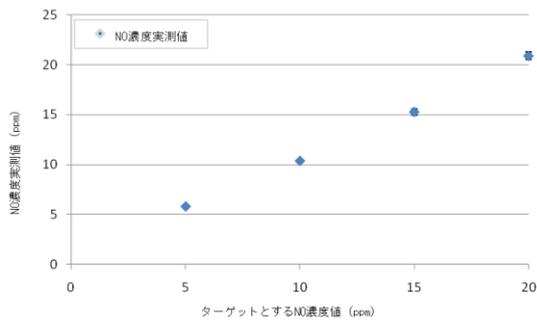


図5. 換気回数18回時のターゲットとするNO濃度とNO濃度実測値との差

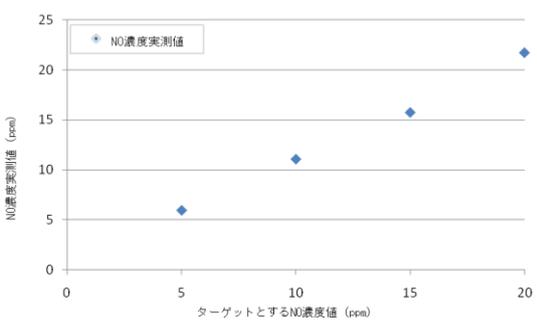


図6. 換気回数20回時のターゲットとするNO濃度とNO濃度実測値との差

IV. 考察

推定 NO 濃度理論式は、人工呼吸器が 1 分間に送気する流量の中に 800 ppm の NO をどれ程の流量にて付加すれば、ターゲットとする NO 濃度に達することができるのかと言った理論式である。その為、まず 1 分間の吸気相、呼気相の流量を算出しなければならない。吸気相に関しては、分時換気量 (L/min.) にて表わす事が可能だが、呼気相に関しては、1 分間の吸気相を除いた値となるため、換気回数および吸気時間が必要となる。また、本研究の人工呼吸器はバイアスフローがあり、フロートリガーの 2 倍の流量が流れることから呼気相に 2Tf を掛けた。図 2-図 6 の結果では、NO 実測値とターゲットとする NO 濃度に呼吸回数の違いによる差を認めない事から、本理論式での推定に問題は

ないと思われた。

現在日本における NO 吸入療法では、新生児用の NO 供給装置 (エア・ウォーター、INOMax/INOvent) か、工業用の NO 濃度計を用い NO 濃度を測定されている。しかし、NO 供給装置や NO 濃度計の保有台数が限られているため、複数患者に NO 吸入療法を行う場合、一時的に NO 濃度計を別の患者に装着し、NO 濃度を測定せずに NO 吸入療法を行わなければならない現状がある。高濃度の NO 吸入は、血中メトヘモグロビン値の上昇、吸気中 NO₂ (二酸化窒素) 濃度の上昇により、チアノーゼや肺障害を起こす危険性がある。人工呼吸中の NO 吸入療法の開始濃度は上限 20 ppm から開始し、徐々に低下させていくのが一般的であり⁷⁾、NO 濃度の測定は重要である。医療用として使用されている新生児用 NO 供給装置の吸気中測定 NO 濃度は設定 NO 濃度に対し±20%以内の精度である⁸⁾。本研究結果の誤差率は、最大で 19.4%であったことから推定 NO 濃度理論式の有用性は高いと思われる。さらに、NO 濃度は投与方法によっても影響を受ける。

人工呼吸器の供給ガスに NO を投与するプレミキシング方式と、人工呼吸器の吸気側へ NO を投与するサイドストリーム方式の 2 つの方法が主に用いられている。プレミキシング方式は、デマンドフロー型の成人用人工呼吸器で主に使用され、一回換気量、換気回数に関係なく常に一定の NO 濃度を供給できる利点がある。欠点としては、ガス供給ラインへの NO ライン接続のためのボルトの開閉が必要となり手技が煩雑であることや、圧縮空気ラインへ接続する場合、吸入酸素濃度 100%での換気ができないことや、酸素ラインへの接続では純酸素との結合により、NO₂ の産生量が多くなる危険性がある。一方、サイドストリーム方式は、コンスタントフロー型の新生児・小児用人工呼吸器に主に使用され、一回換気量、換気回数により NO 濃度が変動するが、NO 供給方法が簡便である。本研究で使用した人工呼吸器は成人用であるが、バイアスフローがあるため、コンスタントフロー型と同一と捉えることができ、サイドストリーム方式での NO 投与が可能であったと考える。また、本研究で使用した人工呼吸器以外でもバイアスフローのある機種は多く、他機種であっても推

定 NO 濃度理論式は適用できると考える。

サイドストリーム方式での NO 投与経路の場合、患者側近位での投与が主流であった²⁾。理由としては、NO 吸入療法では NO₂ 濃度は低く維持する必要があり、一般に NO₂ の発生は、NO 濃度と酸素濃度の接触時間に比例して多くなるためである。しかし、臨床では NO 投与の為のコネクタには熱線ヒータが通らないため、温度降下による多量の結露が生じフローセンサの誤作動が生じる事や、吸気ガスとのミキシングが十分成されないまま患者に送気されるため、瞬間的に高濃度の NO を吸入する可能性がある危険性があった。最近では、NO 濃度を 20 ppm までとしているため⁹⁾、NO₂ の産生は低濃度であること、低濃度の NO₂ の暴露による呼吸への影響は一定した結果が得られていないことから¹⁰⁻¹²⁾、人工呼吸器からの送気ガスとのミキシング効率を上げるために人工呼吸器の吸気側すぐからの投与が主流となっている。このことより本研究でも NO 投与経路を同様とした。

本研究の問題点として、臨床にて使用される範囲の NO 濃度をターゲットとして今回実験を行ったが、ターゲットとする NO 濃度が 5 ppm 以下、20 ppm 以上の場合では測定していないため、これらの範囲での推定 NO 濃度理論式との誤差がどの程度なのかは明確ではない。また換気モードに関しても、従量式間欠的強制換気以外の換気モードでは測定しておらず、気道内圧など他の因子による誤差が生じる可能性がある。よって、更なる実験数の増加や他の換気モードにより検討を行い、誤差となる因子の解明や推定 NO 濃度理論式の精度を高める必要がある。しかしながら、今回測定した 5-20 ppm の範囲では、NO 実測値とターゲットとする NO 濃度に近似していることから、一時的に推定 NO 濃度理論式によりターゲットとする NO 濃度の予測がある程度可能であった。

V. 結語

成人人工呼吸管理中の NO 吸入療法時における推定 NO 濃度理論式の検討を行った。成人においても NO 投与方法はサイドストリーム方式とし、推定 NO 濃度理論式によりターゲットとする NO 濃度をある程度算出することが可能であった。

VI. 研究協力者

佐々木啓明・国立循環器病研究センター・集中治療科医長

吉田幸太郎・国立循環器病研究センター・臨床工学技士

松本泰史・国立循環器病研究センター・臨床工学技士

小川浩司・国立循環器病研究センター・臨床工学技士

VI. 参考文献

- 1) Fratacci MD, Frostell CG, Chen TY et al: Inhaled nitric oxide. A selective pulmonary vasodilator of heparin-protamine vasoconstriction in sheep. *Anesthesiology*. 1991 ; Dec.75(6) : 990-999
- 2) 公文啓二: 一酸化窒素吸入療法: メディカルレビュー社出版; 1999
- 3) Lindberg L, Larsson A, Steen S et al: Nitric Oxide Gives Maximal Response After Coronary Artery Bypass Surgery. *J Cardiothorac Vasc Anes* 1994 ; 8 : 182-187
- 4) Girard C, Lehot JJ, Pannetier JC et al: Inhaled nitric oxide after mitral valve replacement in patients with chronic pulmonary artery hypertension. *Anesthesiology* 1992 ; 5 : 880-883
- 5) R H Clark, et al. Low-dose nitric oxide therapy for persistent pulmonary hypertension of the newborn. *Clinical Inhaled Nitric Oxide Research Group*. *New Eng J Med*. 2000 ; 342(7) : 469-474
- 6) D Davidson, et al. Inhaled nitric oxide for the early treatment of persistent pulmonary hypertension of the term newborn: a randomized, double-masked, placebo-controlled, dose-response, multicenter study. *The I-NO/PPHN Study Group*. *Pediatrics* 1998 ; 101(3) : 25-334
- 7) 久保恵嗣: ALI/ARDSの治療方針. 現代医療 34巻増刊Ⅲ: 2002. p.2025-2031
- 8) 新生児NO吸入療法研究会:わが国における新生児NO吸入療法-INOT12試験 (INOmax/INOvent Ⅲ相オープン試験)

- の結果-jspn52.umin.jp/NO1Abstract.doc
- 9) アイノフロー® 吸入用 800ppm 添付文書
- 10) 岡本和文、久木田一郎、佐藤俊秀 ほか：呼吸不全におけるNO吸入療法とその意義. 集中治療 1994 ; 6 : 1271-1278
- 11) 中馬一郎：窒素酸化物とはどういうものか. 環境と人体Ⅲ 窒素酸化物、東京；東京大学出版会； 1984. p.1-11
- 12) Morrow PE : Toxicological data on NO_x : an overview. J Toxicol Environ Health 1984 ; 3 : 205-227

Baby Log 8000 Plus の HFV モードに対して F&P 社製 ディスポーザブル回路 EVAQUA は使用できるか？

国立循環器病研究センター・臨床工学技士

松本 泰史

I. 諸言

人工呼吸器用回路においてディスポーザブル（以下ディスポ）回路は、リユース回路（以下リユース）回路と比較して、回路誤接続の危険性が無いことや再滅菌に伴う回路劣化によるリークの頻度が減少すること、さらに感染の危険性が減る¹⁾ ことなどが一般的な利点として知られている。最近では、人工呼吸器関連肺炎（Ventilator Associated Pneumonia : VAP）の発生が低下する²⁾と報告されている。またディスポ回路の Fisher & Paykel 社製 EVAQUA INFANT CIRCUIT KIT RT 235 は、過剰結露の低下や安全性の向上、および感染症の予防などの面において、高い評価を得ている^{3, 4)}。以上の事から当院ではディスポ回路の導入を推進しているのが現状である。

しかし、Dragel 社製人工呼吸器（以下 Baby Log 8000 Plus）の HFV モードを使用する場合は、リユース回路の専用回路を接続して使用することが推奨されている。我々は Baby Log 8000 plus での HFV に対しても、リユース回路の欠点を補うためにディスポ回路を使用したいと考え、HFV の効果がリユース回路とディスポ回路の 2 種類の回路で異なるかどうかを比較検討した。

II. 方法

1. 実験装置

実験装置構成図を図 1 に示す。人工呼吸器は、Baby Log 8000 Plus を使用した。圧測定器は、IMI 社製 フローアナライザー（以下 PF-300）を使用した。人工呼吸器用回路のリユース回路には、Baby Log 8000 Plus 専用の小児用人工呼吸器回路を使用し、ディスポ回路には、F&P 社製

EVAQUA INFANT CIRCUIT KIT RT 235 を使用した。PF-300 は、人工呼吸器用回路の患者側とテストラングの間に接続した。

2. 実験条件

Baby Log 8000 Plus の人工呼吸器用回路は、ディスポ回路（D 群）とリユース回路（R 群）のどちらか一方を接続し、人工呼吸器の設定を下記の実験条件に調節した。呼吸器回路内の圧力推移は、PF-300 を用いてサンプリング周期 0.005 秒で 1 分間記録した。

Baby Log 8000 Plus の人工呼吸器モードは HFV+CPAP に設定し、その他の呼吸器の設定条件は、下記のように 4 種類の実験条件に設定した。

- ① アンプリチュード値を 100%、Hz 値を 12Hz、PEEP 値を 8 cm H₂O
- ② アンプリチュード値を 80%、Hz 値を 12Hz、PEEP 値 8 cm H₂O
- ③ アンプリチュード値を 100%、Hz 値を 10Hz、PEEP 値を 8 cm H₂O
- ④ アンプリチュード値を 100%、Hz 値を 12Hz、PEEP 値を 3 cm H₂O

3. 解析方法

D 群と R 群の比較は、各実験条件の 1 分間の圧力推移から安定した箇所での 10 周期の振幅を抽出し、その平均値を t 検定で比較、平均値の差 ($\mu_1 - \mu_2$) の 95% 信頼区間を求めた。

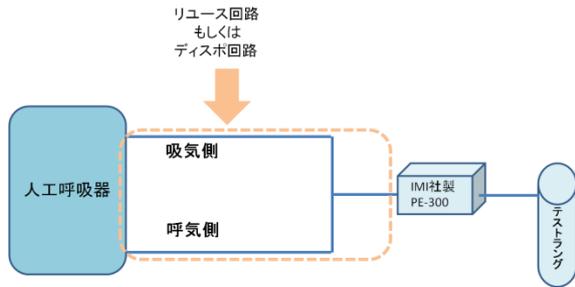


図1. 実験回路図

III. 結果

1. 各実験条件における人工呼吸器用回路内の圧力推移

各実験条件①から④における人工呼吸器用回路内の圧力推移を図2から図5に示す。

実験条件①から④(図2から図5)の圧力推移は、二相性の波形の形状を示した。

2. 各実験条件における2群比較

各実験条件①から④の振幅の2群比較結果を図6から図9に示す。

実験条件①における振幅の2群比較では、ディスポ回路がリユース回路と比較して有意に高値を示した。[95%信頼区間 0.56~0.85, $P < 0.001$]であった(図6)。

実験条件②における振幅の2群比較では、ディスポ回路がリユース回路と比較して有意に高値を示した。[95%信頼区間 0.68~0.97, $P < 0.001$]であった(図7)。

実験条件③における振幅の2群比較では、両群に差を認めなかった(図8)。

実験条件④における振幅の2群比較では、ディスポ回路がリユース回路と比較して有意に低値を示した。[95%信頼区間 1.16~1.79, $P < 0.001$]であった(図9)。

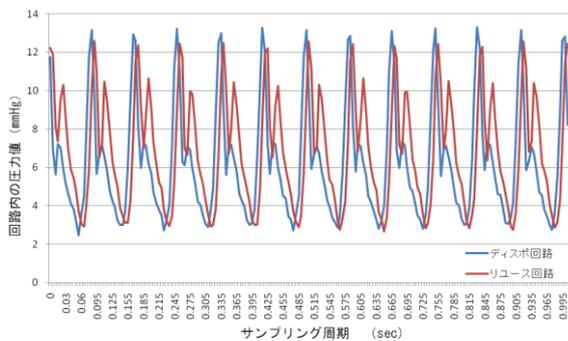


図2 実験条件①の人工呼吸器用回路内の圧力推移の波形

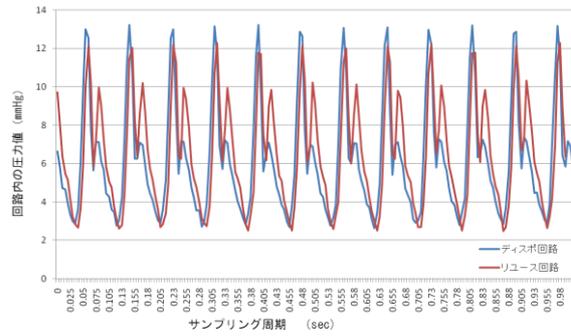


図3 実験条件②の人工呼吸器用回路内の圧力推移の波形

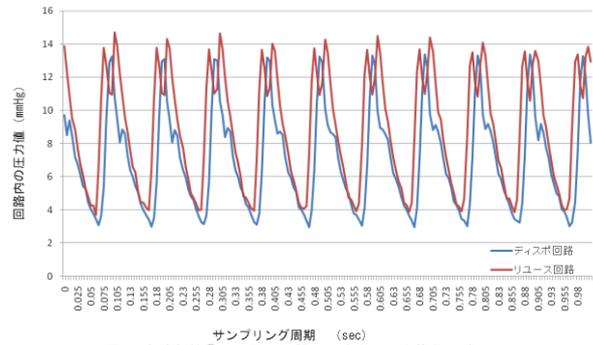


図4 実験条件③の人工呼吸器用回路内の圧力推移の波形

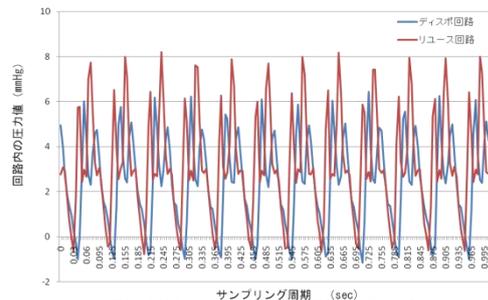


図5 実験条件④の人工呼吸器用回路内の圧力推移の波形

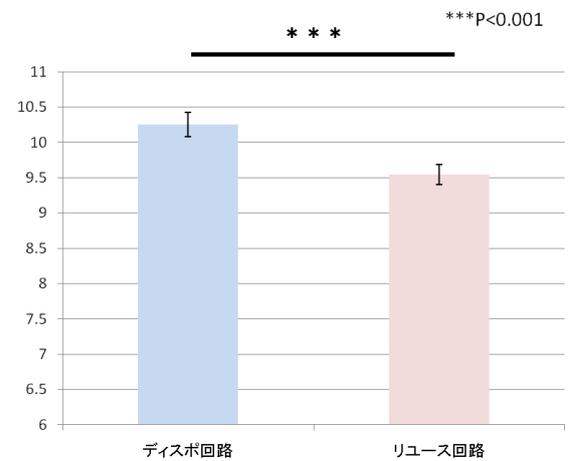
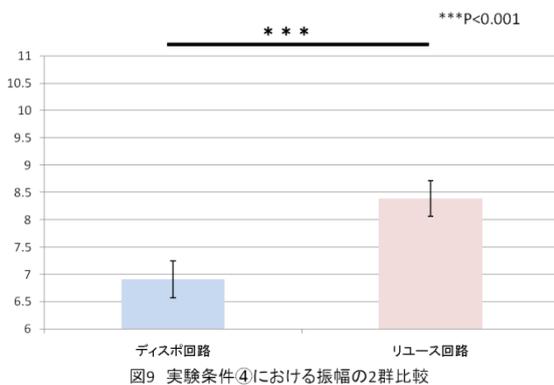
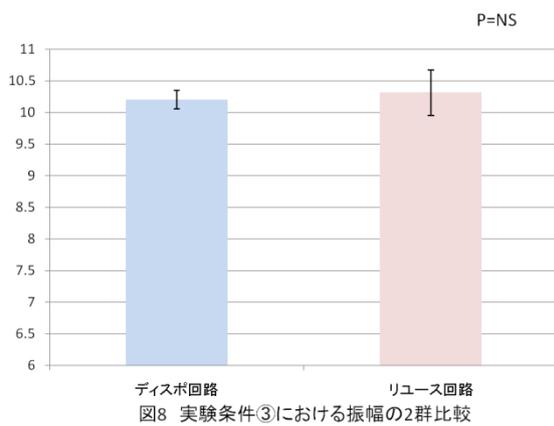
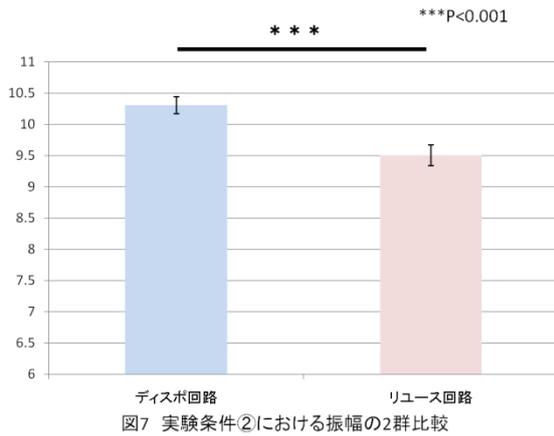


図6 実験条件①における振幅の2群比較



IV. 考 察

HFV の換気様式では、気道内圧の振幅は、気管チューブの抵抗をはじめ気管支の分枝に伴って末梢気道に行くほど圧が減衰し、肺胞での圧変動は非常に小さくなると言われている⁵⁾。そのため HFV 換気方式では、十分な振幅と周期回数が求められる。本研究での実験条件①、②の結果から、ディスポ回路の方がリユース回路と比較して振幅が十分に確保できることが明らかとなった。さらに実験条件③では両者に差を認めなかった。

これらの事からも、リユース回路よりもディスポ回路の方が効果的である可能性が考えられた。Wheeler 氏は、呼吸器条件が平均気道内圧 (10-16)、周波数(6-14Hz)、アンプリチュード (20-60%)の条件において、Fisher&Paykel 社製 EVAQUA INFANT CIRCUIT KIT RT 235 回路で HFV モードを使用できると報告しており⁶⁾、本研究の結果と同様の方向性を示した。

しかしながら、PEEP 値を低く設定した実験条件④では、ディスポ回路の方がリユース回路と比較して振幅が低値を示したことから、PEEP を下げて使用するような場合は注意を要すると考えられた。Wheeler 氏の報告でも、平均気道内圧は高めに設定しており、平均気道内圧が低値の検討はされていない。実験条件④での平均値の差の 95%信頼区間は $1.16 < \mu_1 - \mu_2 < 1.79$ と比較的大きいことから、今後その臨床的な影響を調査する必要があると考える。

ディスポ回路を導入するその他の欠点としては、Fisher & Paykel 社製 EVAQUA INFANT CIRCUIT KIT RT 235 回路が Baby Log 8000 Plus の流量設定に上限値 (25L/min) を設定している⁷⁾ことや、Dragel 社としてディスポ回路の使用を推奨していない点が挙げられる。この事からも、ディスポ回路を臨床導入する場合は、より慎重な判断と施設ごとのコンセンサスが必要になると考える。

V. 結 語

Baby Log 8000 Plus の HFV+CPAP モードにおいて、リユース回路とディスポ回路の比較検討を行った結果、ディスポ回路はリユース回路の代用として使用できる可能性が示唆された。しかしながら PEEP が低値の場合は、振幅は減衰する傾向が認められたため、今後、さらに検討を加える予定である。

VI. 研究協力者

西 垣 孝 行・国立循環器病研究センター・臨床工学技士
 高 橋 裕 三・国立循環器病研究センター・臨床工学技士
 吉田幸太郎・国立循環器病研究センター・臨床工学技士

Ⅶ. 参考文献

- 1) 石田幸博, 古橋成哲, 津川康之, ほか: 人工呼吸器回路ディスポ化のメリット. 日本臨床工学技士会誌. 42. 2011 ; 132
- 2) 莊子久美子, 中岡香織, 山崎光代, ほか: 各種人工呼吸管理周辺器材のディスポ化は VAP 発生率を低減させる. 日本集中治療医学学会雑誌 17. Suppl.2010 ; 435
- 3) 山田竜, 櫻井聖崇, 監物大介, ほか: 人工呼吸器回路「EVAQUA」の臨床評価. 日本赤十字社医学会誌. 63. 303
- 4) 筒井大輔, 西口賢治, 中村充輝, ほか: 水蒸気浸透チューブを採用した EVAQUA 呼吸回路の有用性について. 日本臨床工学技士会誌. 42. 2011 ; 109
- 5) 安本和正編集: 人工呼吸器療法における 30 の謎: 克誠堂出版 2008 ; 12 : 75-76
- 6) Wheeler KI. Comparison of two ventilator circuits for Dräger Babylog high-frequency ventilation. J Paediatr Child Health. 2011 Apr;47(4):211-6
- 7) EVAQUA INFANT CIRCUIT KIT RT 235 添付文書

最適な心電図電極の調査・選定

洛和会音羽病院 CE センター
石岡佳記

I. 緒言

モニター心電図は不整脈の早期発見や患者への急変対応に極めて有効であるが、同時に誤アラームを頻発しやすく、結果として重症不整脈の見逃しによる医療事故を引き起こしている。機器の性能が向上し多くの誤アラームに対して対策が立てられている中、心電図のモニタリングに使用される電極は消耗品であり使用頻度が高いことから一部を除いて多くの一般病棟では安価な電極を使用していると考えられる。素材に対してコストを抑えた安価な電極を実際にどのように選択していけばよいかを検証してみた

II. 対象・方法

メーカーより低コスト・出荷量の多い電極調査しこれらの電極を調査対象とした。

日本光電

Vitrode Bs

Vitrode L

Vitrode G

フクダ電子

ECHORODEIII

CLEARODE

小林メディカル

インスパッドS

KENDALL

MEDITRACE

○乾燥に対するテスト

電極2枚を1対になる様に貼り合わせ1日1回電極の抵抗値を測定し、1週間の抵抗の変化（ジェル等の乾燥の程度）を観察。

○電極の負荷試験

上記テストと同様に2枚を1対になる様に電極を貼り合わせる際に薄いガーゼを1~2枚挟み(抵抗値の高い肌や表面がガサガサしている肌を想定)、抵抗値の変化を測定。

○モニタリング可能な抵抗値の調査

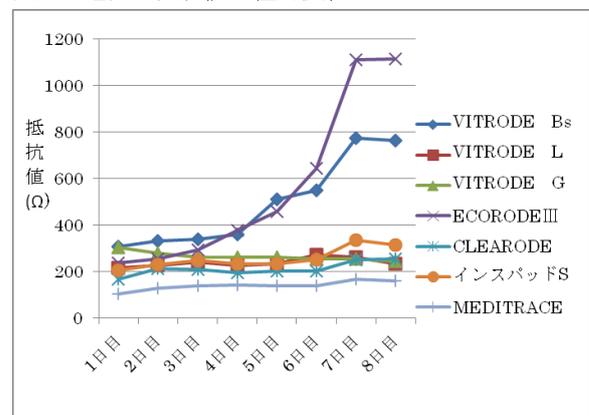
実際の生体情報モニターのフクダ電子社製 Vitrode G を生体に使用し心電図波形が読めなくなるまで電極を剥がしていきノイズが混入した時点の抵抗値を測定。(10回)

III. 結果

○乾燥に対するテスト

ECHORODEIIIと VITRODE Bs において4日目程度から優位に抵抗値の上昇が見られた。他の電極においては横ばいであった。

図1 電極の抵抗値の経時変化



○電極の負荷試験

図2と図3からガーゼの有無で優位な抵抗値の上昇がみられた電極がいくつかみられた。特に VITRODE L ではガーゼ無しの際は 216Ωであったが2枚にすると 13KΩと 50倍近くまで抵抗値が上昇した。

図2 電極の負荷試験 1

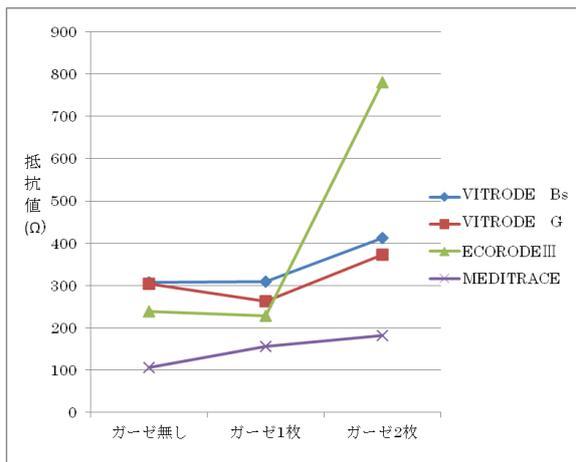
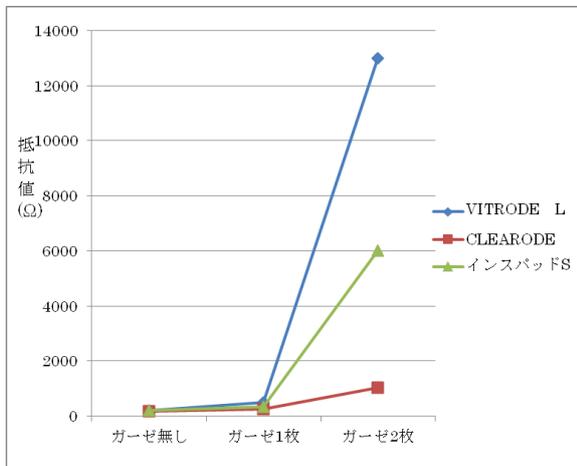


図3 電極の負荷試験 2



○ モニタリング可能な抵抗値の調査

表1 のようになり平均は 0.4505MΩ となり、これ以上の抵抗値になるとモニタリングが難しくなった。

表1 モニタリング可能な抵抗値

VITRODE G (MΩ)
0.453
0.487
0.437
0.444
0.431
0.418
0.467
0.523
0.378
0.467

IV. 考 察

ECHORODEIIIと VITRODE Bs は基材にクロステープが使用されており、通気性・伸縮性に優れている事がメリットであるが同時にゲル層の保湿能力は弱い事が考えられる。新品の使用で4日目から抵抗値の上昇が見られているが他の基材（主にフォームテープ）の電極においては1週間程度であれば安定した抵抗値を示したのもこのためだと考えられる。また、2枚を貼り合わせているため保管中の電極の乾燥もこれに近い状態にあると考えられるため保管中の電極にも同じ傾向が見られる予想される。このタイプの基材は長期の保管に弱いといえる。但し、1~2日程度ではどのタイプにおいても変動は少ないため通気性に優れたクロステープが一般病棟では有効であると考えられる。ゲル部分においてはガーゼを挟んだ際に導電性粘着ゲルを使用している電極はガーゼに浸透せず抵抗値が上昇したが、ソリッドゲルやペーストと電性粘着ゲルであっても柔らかい素材であれば上昇が緩やかであった。整形など比較的若い患者が対象であれば導電性粘着ゲルの方がはがした後のゲル残りを感ぜないので適しているが高齢者が入院するのであれば皮膚の状態が加齢や持病等の理由で良好でない事も多いいため、ソリッドゲルやペーストタイプの方が初期インピーダンスを低く抑えられる。

モニタリング可能な抵抗値はメーカーや機種によって異なるが 400KΩ程の抵抗値の上昇が必要である。電極のみであれば 0.5KΩ程度の抵抗値であるから皮膚の状態や体表電位といった要素に依存するが健康な皮膚であればどの電極を選択しても問題がないと考えられる。

V. 結 論

電極の選択はその病院、又は病棟の患者の年齢層・疾患・ADL等から選択すべきであり、健康な皮膚状態に近い場合は値段と使い勝手といった従来の主観的な判断で選択しても大きな問題が起こりにくい。しかし、生体情報モニターを必要とする患者の多くは高齢者であり皮膚トラブル等の要因で容易に抵抗値が跳ね上がる。さらに体表心電の電位が低いなどの問題によって心電図のモニタリングのトラブルの一因となっている。今回の研究では病棟での電極は通気性の良いクロステープを基材とし初期インピーダンスを低く抑えられるソリッドゲルやペーストタイプの物が幅広い患者に適応しうるため一般病棟の電極として適していると考えられた。

VI. 研究協力者

山崎武俊 洛和会音羽病院 循環器内科 医師
飯井古美代子 洛和会音羽病院 看護部 循環器
病棟
山本淳志 洛和会音羽病院 看護部 循環器病棟
HRS. 110

VII. 参考文献

該当文献なし