

東邦大学学術リポジトリ

Toho University Academic Repository

タイトル	リセットのタイミング 循環動態評価と呼吸調節からこの先へ
別タイトル	Time to Reset All – from Cardiovascular Monitoring and Control of Breathing to the Future
作成者（著者）	落合, 亮一
公開者	東邦大学医学会
発行日	2020.03.01
ISSN	00408670
掲載情報	東邦医学会雑誌. 67(1). p.16 20.
資料種別	学術雑誌論文
内容記述	最終講義
著者版フラグ	publisher
JaLCDOI	info:doi/10.14994/tohoigaku.2020 001
メタデータのURL	https://mylibrary.toho u.ac.jp/webopac/TD72279993

リセットのタイミング —循環動態評価と呼吸調節からの先へ

落合 亮一

東邦大学医学部麻酔科学講座

要約：過去 40 年間にわたる生体情報モニターの技術革新は麻酔科の診療環境を大きく変えた。全身麻酔中には生体情報モニターからの情報をもとに全身状態を評価し、診療方針を決定し、その結果を評価するために客観的な生体情報が必須である。

麻酔薬の呼吸調節機構への影響を筋電図を用いて明らかにしたことが私の第一歩。その研究手法を非侵襲的なパラメータに置き換えた臨床研究で、呼吸不全における横隔膜疲労についての定量的評価を提案できた。

侵襲的手法が主体であった循環動態評価に、脈波伝搬時間という全く新しい非侵襲的パラメータを用いて新たな循環管理法を提案できたのが次の一歩。この新たなパラメータは診療コストを大幅に削減し、特に医療経済的に難しい新興国での診療環境を大きく変えつつある。新興国における新たな展開は、少子高齢化が急激に進むわが国の医療環境を解決する可能性があり、現在の医療環境をリセットするタイミングと楽しみである。

東邦医学会誌 67(1)：16-20, 2020

索引用語：呼吸調節，循環動態モニター，脈波伝搬時間

はじめに

麻酔科学とともに 40 年余りを過ごしてまいりましたが、2020 年、東京オリンピック・パラリンピックの年に定年を迎えることになりました。医学部を卒業してからの年月を振り返りますと、節目のタイミングがいくつかあったことに気がきますとともに、様々な意味での節目、つまり人生のリセットであったことに気がきます。さあ再び、次のリセットに向けて心新たにしようと思います。

最初に結論じみたことを述べるとすると、『思いつきだけの人生だった』。

深く考えたことはなく、まるで反射神経で答えを出すように生きてきたことに気がきます。そして、そうして熟考深慮をせずとも意外にも大きな破綻のない人生であったことに驚くとともに、それは、破綻しそうになるたびに、手を差し伸べていただき、助けていただいた多くの方々のお陰であることに深い感謝を覚えるのです。

1. 麻酔科医 1 年生

私が医学部を卒業したのは 1979 年のことで、都心の大学病院の 13 ある手術室の中で、心電計の備わっていたのはふた部屋のみ。残りの部屋には水銀血圧計がポツンと立っているだけの静謐なというか寂しい状況でした。

麻酔科医の最初の心構えは、五感を研ぎ澄ませて患者を観察する、の一言でした。血液の色を見て酸素化を評価する。末梢動脈の脈を触知し続けることで、麻酔深度の変化や循環動態を評価する必要があったのは他にはなんの生体情報もなかったからです。それから、瞬く間に心電図モニターがすべての部屋に備わり、しばらくしてパルスオキシメータが登場しました。

これは、画期的な機器で、日本光電工業株式会社に勤務されていた青柳博士の発明でした。二波長の赤外光を用いることで動脈血の酸素飽和度を連続測定できる機器で、血液の色で判断していた酸素化が測定できることに驚き、

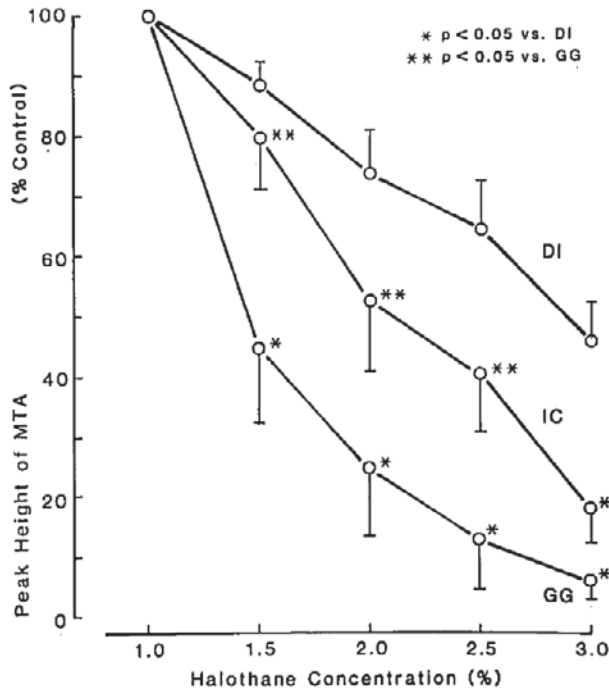


図1 吸入麻酔薬（ハロタン）による呼吸筋の抑制 (3)
DI：横隔膜，IC：肋間筋，GG：頤舌筋
MTA：moving time average 移動平均

たった1台しかない装置をめぐり早朝に争奪戦が起こったのも不思議ではありません。

2年目になって心臓外科手術の麻酔を担当するようになると、『如何に心機能を抑制しないで麻酔管理ができるか』が命題となりますが、世界的には大量麻薬麻酔が急速に導入された時期に一致します。

具体的には、体重あたりせいぜい5 μ gを用いていたフェンタニルを100 μ g以上、つまり、20倍以上を一気に投与することで麻酔をするという、今思えば乱暴な麻酔法でした。私も試してみましたが、海外の文献通りにはいかず、やはりかなりの循環抑制が生じるのです。そこで、生まれて初めての臨床研究を行い、大量フェンタニル麻酔時の循環動態を精査し、結果として大量フェンタニル麻酔は深刻な循環抑制を生じることを発表できました¹⁾。学会発表も生まれて初めてのことでしたが、海外文献とは全く異なるデータに多くの質問を浴びせられたことを記憶しています。これが、きっかけで肺循環の特殊性を動物を用いて研究しましたが、思うような結果は出ずに研究計画法をきちんと教育されていないことに気がきました。

2. なぜアメリカに行ったのか？

臨床麻酔に奔走する毎日を5年間続けて、まがりなりに麻酔科医として診療を担当できるようになり、前述のとおりきちんとした研究を行いたくなりました。恩師の勧めで、米国ピッツバーグ大学の呼吸器科に留学することになりま

した。4歳をかしらに3人の娘を連れての生活でももちろん家内も海外生活は初めて。特に最初の冬にはマイナス20度以下の大寒波を味わい、かなり意気消沈しました。基礎研究は新生児科のラボを用いて麻酔薬による呼吸筋の抑制を評価するという大変に地味な仕事でした。その成果を持ってアメリカ麻酔学会で初めて発表した時の緊張は今でも記憶に新しいものです。この地味な仕事は、麻酔科学のバイブルとされるミラーの麻酔科学教科書に図とともに紹介されたことが非常にうれしく、基礎研究の意義を再認識することになりました²⁾。これが、のちに私の学位論文にもなったわけです³⁾(図1)。

2年が経過して生活もだいぶん楽になった頃、母校からそろそろ戻ってこいよ、という連絡が入りました。そのまま継続も考えていたのですが、子供達を日本で育てたいという家内の強い希望があり、滞米生活も幕をとじることになりました。

3. 帰国してしばらく

呼吸筋の研究から呼吸生理学に興味を持ち、基礎研究を若い後輩たちと楽しみました。この頃、後輩たちの学位の仕事を手伝い、指導することで強い絆が生まれたのも事実で、以来、20年以上たち、それぞれ全く異なる立場にいるものの彼らと築いた深い信頼関係は私の宝といえます。

臨床研究も様々なテーマで展開しましたが、今でも記憶に残っているのは食道がん手術後の呼吸不全について、横隔膜と肋間筋という二つの代表的な呼吸筋疲労が原因であることを解明したことです⁴⁾。これも地味な研究でしたが、今でもベッドサイドで診察をする際に、理学的所見の理論的根拠を説明するのに利用しています(図2)。

4. 特許申請

この時期に起こった基礎研究で20年の歳月を超えて新たな展開を示したものの一つに脈波についての研究があります。心臓から血液が駆出される際に、そのエネルギーは脈波となり動脈壁を伝わります。これは、血流とは関係のないもので血流の10倍のスピードに達します。つまり、この脈波のスピードは心臓の駆出したエネルギーと相関するので、その時間(脈波伝搬時間：PWTT)を図ることで心拍出量や血圧が推定でき、その論文を元に特許を国内外で取得しました⁵⁾(図3)。

しかし、その実用化には多くの歳月が必要で、心拍出量計(esCCO：estimated Continuous Cardiac Output)として海外、主にヨーロッパで発売が開始されました。日本での認可はさらに長時間を要し2017年末のことでした。つまり、従来は心拍出量を測定するためには肺動脈カテーテルを内頸静脈などから肺動脈まで50cm程度挿入することが必要で、侵襲性の非常に高い手技でした。esCCOは

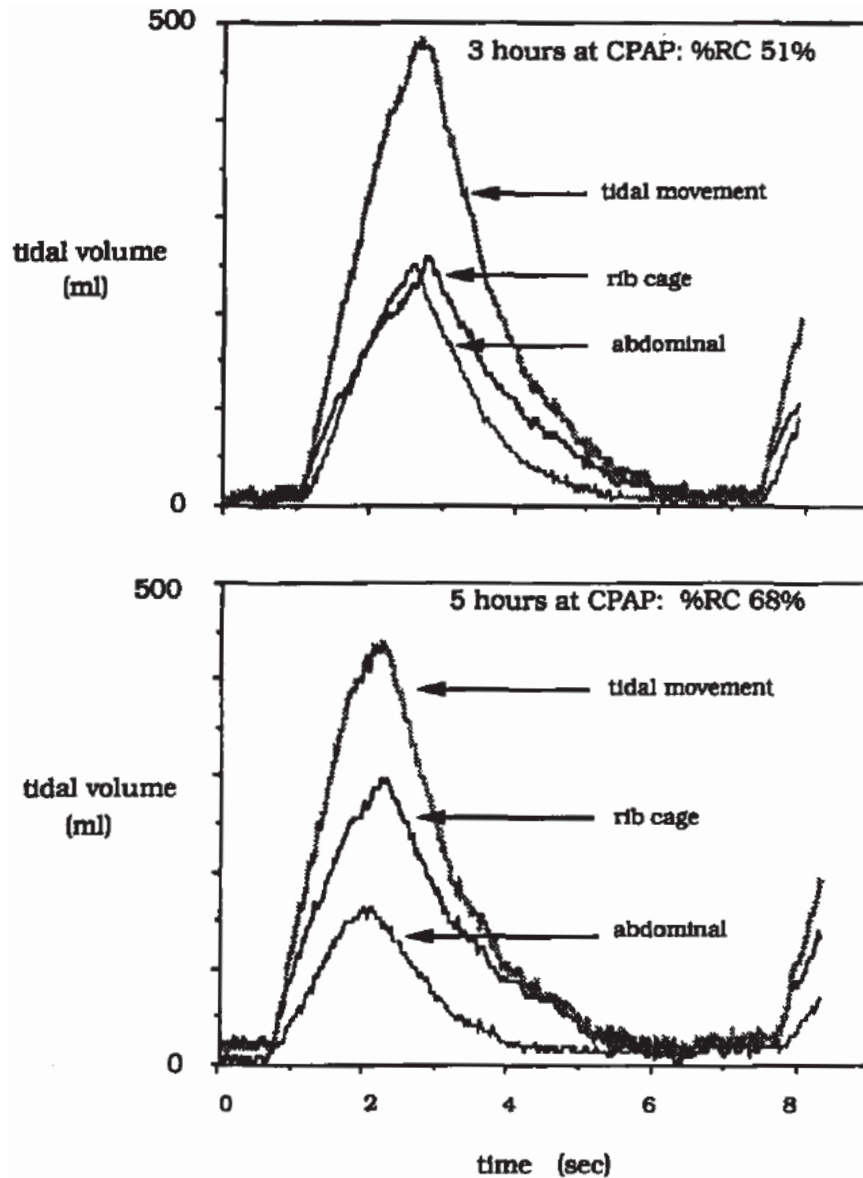


図2 一回換気量における胸式呼吸 (rib cage) と腹式呼吸 (abdominal) の占める割合の変化
呼吸不全患者では、離脱時に胸式成分の増加が見られる⁴⁾

心電計とパルスオキシメータを装着するだけの全く侵襲性のない技術であり、画期的です。しかし、最初に承認を得たヨーロッパでは苦戦を強いられ販売が進まない。毎年ヨーロッパ麻酔学会でシンポジウムを開催するのですが、関心は高いものの古くからの肺動脈カテーテルの因習に縛られ普及が難しい時間を過ごしました。

ところが、2016年に香港で開催された世界麻酔会議で教育講演をすると世界中の新興国から盛大な拍手が上がりました。経済的に高額な肺動脈カテーテルを購入できない新興国にとって資材を必要としないesCCOは一躍注目を集めるに至りました。

そこで、厚生労働省の海外支援事業に応募し、ベトナム

における麻酔科医の再教育を担当することになりました。

5. タイムマシンに乗って

2016年に先ずベトナム麻酔科学会の本部のあるハノイを訪れ会長と面談し、その中心的なバックマイ病院の調査を行いました。人口9500万人のベトナムで何人の麻酔科医が存在するのか名簿もない状況ですが、千人程度と想像しています。東京の30年前の診療環境であり、新しい情報を講義してもなかなか理解が得られないことに気づいた次第。なら、東京で教育をとということで大森病院での研修が始まりました。限られた人数ですので、長期間の出張は不可能。1週間の研修を毎月2名ずつ行うことで、新しい

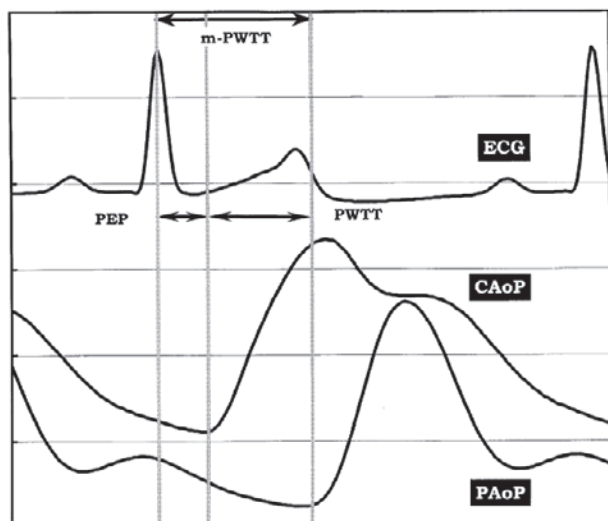


図3 modified pulse wave transit time (m-PWTT) の概念

血管壁を伝搬する脈波伝搬時間 (PWTT) に加えて心電図 R 波から脈波の立ち上がりまでの時間は駆出前時間 (PEP: pre-ejection period) を含む m-PWTT をもとに非侵襲的パラメータが検討された⁵⁾

全身管理の知識と技術を esCCO を用いて教育しています。

もちろん、新しい知識や技術だけでは 30 年の時間を越えることはできません。

人、もの、資金に事欠く状況をどのように克服するのか？

大森病院では周術期センターが開設されて 10 年が経過しますが、大森病院モデルは全国展開をしているところです。ベトナムにこの仕組みを導入したい。これは、多職種が参加するチーム医療の実現であり、平均在院日数の短縮や医師の働き方改革の例としても紹介されているものです。これを AI 化したい。

AI 化したシステムとして導入できれば、少なくとも人の問題は解決できるだろうというのが私の予想です。

飛行機に乗れば 5~6 時間でベトナムに着きます。しかし、その時間で 30 年もの隔たりを超えることにもなりません。まるでタイムマシンのように。

翻って日本の現状はどうでしょうか？現在、全国の都道府県の過半数で人口が減少しています。すでに 10 年以上も減少の続いている県も少なくありません。いずれ、40 年後には日本の人口は 8000 万人を割ると予想されています。今以上に医療過疎化が進むとすると、近い将来には医療に、人、もの、資金が枯渇する事態を予想できます。私たちはこれに準備をしなければならない。もし、ベトナムに導入することができるシステムをブラッシュアップでき

れば、過疎化した日本の将来に逆輸入できるのではないのか？

30 年前の東京があるベトナムと 30 年後の東京がある地方都市の間を考えるとなんと 60 年ものタイムマシーンに乗ることになります。

時間軸から見た広がりを知るにつけ、これからの新しい展開に興奮しています。

6. 人生の分岐点にたつて

アメリカでの留学や、帰国後のプラン、そして東邦大学への異動と振り返ると多くの分岐点がありました。ともすれば、自分が努力したり工夫することで快適な環境が作られたわけですが、全てそれをリセットする必要が生じた、とも言えます。時間をかけて進めてきた生活や人生を一度断ち切る、というのはなかなか腕力のいる事態です。しかし、こうした現在の延長線上にはない生活や人生を選択できたことは私にとって非常に意味のあることだったのだと実感しています。今の延長線上の世界は多くの選択肢の一つに過ぎない、という認識を持つことが重要なのだと痛感しています。

ここで、定年という大きな節目、分岐点を迎えることになり、今後の展開が非常に楽しみでもあり、また長年の思いを新たに発展させるタイミングなのだと感じています。

そして、筆を置くにあたり、ここまで私を支えていただいた皆様に心より感謝の気持ちを表したいと思います。今とは、全く異なる接点で皆様とお会いすることもあるかと思いますが、その際には、フレッシュな気持ちでお迎え頂けましたら幸いに存じます。

有難うございました。

文 献

- 1) 落合亮一, 増田純一, 武田純三, 長野政雄. 大量フェンタニール麻酔導入時の循環動態. 麻酔 1982; 31: 350-5.
- 2) Farber NE, Page PS, Waltier DC. Pulmonary pharmacology. In: Miller RD, Cucchiara RF, Reves JG, et al, editors. *Anesthesia*. 5th ed. Churchill Livingstone, 2000. p. 125-46.
- 3) Ochiai R, Guthrie RD, Motoyama EK. Effects of varying concentrations of halothane on the activity of the genioglossus, intercostals, and diaphragm in cats: an electromyographic study. *Anesthesiology*. 1989; 70: 812-6.
- 4) Ochiai R, Shimada M, Takeda J, Iwao Y, Fukushima K. Contribution of rib cage and abdominal movement to ventilation for successful weaning from mechanical ventilation. *Acta Anesthesiol Scand*. 1993; 37: 131-6.
- 5) Ochiai R, Takeda J, Hosaka H, Sugo Y, Tanaka R, Soma T. The relationship between modified pulse wave transit time and cardiovascular changes in isoflurane anesthetized dogs. *J Clin Monit Comp*. 1999; 15: 493-501.

Time to Reset All - from Cardiovascular Monitoring and Control of Breathing to the Future

Ryoichi Ochiai

Department of Anesthesiology, School of Medicine, Toho University

ABSTRACT: During the past four decades, the extraordinary advancement made in monitoring technology of human physiology has changed anesthesia practice dramatically. It is essential to obtain various pieces of physiological information by monitoring equipment to evaluate the situation, make treatment-related decisions, and evaluate its outcome.

My first step was to evaluate and elucidate the effect of anesthetics on control of breathing by means of electromyography. Later, non-invasive technique was successfully applied to evaluate the diaphragmatic dysfunction of respiratory failure.

Non-invasive technology, such as pulse-wave transit time, was also applied for cardiovascular monitoring, resulting in the significant reduction of the risk and cost, thus contributing to the medical economy of emerging countries. Such experience and projects in emerging countries will help our medical economy in near future, while population distribution is expected to change dramatically in the coming decades.

I would like to propose, "it is the time to reset our future."

J Med Soc Toho 67 (1): 16-20, 2020

KEYWORDS: diaphragmatic dysfunction, cardiovascular monitoring, pulse-wave transit time