



Title	Continuous Fick Cardiac Output Measurement during Exercise by Monitoring of Mixed Venous Oxygen Saturation and Oxygen Uptake
Author(s)	中西, 宣文
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38464">https://hdl.handle.net/11094/38464</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">＜a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"&gt;https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> >大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏 名 なか にし のり ふみ  
中 西 宣 文

博士の専攻分野の名称 博 士 (医 学)

学 位 記 番 号 第 1 1 1 7 4 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 6 年 3 月 15 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 2 項該当

学 位 論 文 名 **Continuous Fick Cardiac Output Measurement during Exercise by Monitoring of Mixed Venous Oxygen Saturation and Oxygen Uptake**

(連続 Fick 法による運動時心拍出量測定法についての検討

—連続測定した混合静脈血酸素飽和度および酸素摂取量を用いて—)

論 文 審 査 委 員

(主査)

教 授 西村 恒彦

(副査)

教 授 井上 通敏 教 授 吉矢 生人

## 論 文 内 容 の 要 旨

### 【目的】

現在心拍出量の測定法には色素希釈法や熱希釈法, Fick 法などが用いられている。しかし運動中の心拍出量を正確, 頻回にかつ安定して測定し得る方法は未だ開発されていない。最近一呼吸毎の酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2$ ) を高精度に測定することが可能となった。また Swan-Ganz Catheter に反射式 Spectrophotometry 法による酸素飽和度測定装置を組み込んだ system (Fiberoptic Pulmonary Artery Catheter) が開発され, 混合静脈血酸素飽和度 ( $S\bar{v}O_2$ ) が連続して精度良く測定可能となった。そこでこれらの測定器に pulse oximeter を併用すると動脈血酸素飽和度 ( $SaO_2$ ),  $S\bar{v}O_2$  および  $\dot{V}O_2$  が同時に連続して測定でき, Fick の原理を用いると心拍出量を連続して算出する事が理論的には可能となる (連続 Fick 法)。本研究の目的は運動負荷試験において, 連続 Fick 法により算出した心拍出量の信頼性を検討することにある。

### 【方法ならびに成績】

合併症の無い陳旧性心筋梗塞症患者 17 例を対象とした。全例男性で年齢は  $52 \pm 12$  才, 左室駆出分画は  $45 \pm 15\%$  であった。臥位自転車 ergometer を用い, 0 W で 2 分間の空転の後, 負荷量を 1 分ごとに 15 W ずつ増加させる Ramp 法に準じた症候限界性の多段階漸増運動負荷試験 (protocol 1) もしくは 0 W, 30 W, 60 W 各々 3 分の段階的定常運動負荷法による運動負荷試験 (protocol 2) を行った。運動負荷の全経過を通じ, 肺動脈に留置した fiberoptic pulmonary artery catheter (Oximetrix 3  $S\bar{v}O_2$  system, ABBOT 社製) により  $S\bar{v}O_2$  を, pulse oximeter (Biox III, Ohmeda 社製) により  $SaO_2$  を連続的に測定した。また, 質量分析器 (MGA 1100B, Perkin-Elmer 社製) を用いて breath-by-breath に酸素分圧を測定し, Respiromonitor (RM300, ミナト医科学社製) により 10 秒ごとに  $\dot{V}O_2$  を算出した。strip-chart recorder 上に記録した  $\dot{V}O_2$ ,  $SaO_2$ ,  $S\bar{v}O_2$  および実測したヘモグロビン濃度から Fick の原理を応用し 12 秒ごとに心拍出量 ( $Q_{cf}$ ) を算出した。さらに熱希釈法による心拍出量 ( $Q_{th}$ ) を protocol 1 では 2 分毎に, protocol 2 では各負荷量の 2 分目に測定し, 同時相の  $Q_{cf}$  と対比した。運動中の  $SaO_2$  は protocol 1, protocol 2 のいずれにおいてもほぼ一定であった。 $S\bar{v}O_2$  は protocol 1 では心機能の良否に関わらず 4 相性の変化を示し, 運動開始直後に一旦僅かに低下した後 (第 I 相), 約 40 秒間急速に減少し (第 II 相), ついで負荷量の増加が一定であるにもかかわらず  $S\bar{v}O_2$  減少度が緩徐である時期が運動終了まで続き (第 III 相), 運動終了後若干の time lag を示した後急速に前値に復した (第 IV 相)。protocol 2 においても運動開始直後に  $S\bar{v}O_2$  は僅かに低下した後, 負荷開始後約 40 秒後より再

度急速に低下し、負荷量の変更後約100～80秒で新たな定常状態に入った。運動中の $\dot{V}O_2$ はprotocol 1, protocol 2とも基本的には負荷量に応じて増加した。 $Q_{cf}$ はprotocol 1では $S\bar{v}O_2$ の第Ⅱおよび第Ⅳ相に一致する時期では大きなばらつきを示し一定の傾向を示さなかった。しかし $S\bar{v}O_2$ の第Ⅲ相に一致する時相の $Q_{cf}$ は $\dot{V}O_2$ の呼吸性の変化を反映して多少の変動を生じつつ負荷の進行とともに増加して算出された。protocol 2においても $Q_{cf}$ の算出結果は負荷開始後の $S\bar{v}O_2$ が急激に減少する時相では大きく変動したが各負荷量後半の時相では安定して算出された。protocol 1では $S\bar{v}O_2$ の変化が緩徐な第Ⅲ相の $Q_{cf}$ と $Q_{th}$ の間には $r=0.86$  ( $p<0.001$ )と両者間に有意の良好な相関を認め、protocol 2でも両者間には $r=0.80$  ( $p<0.001$ )の良い相関が存在した。

#### 【総括】

負荷量を一定の割合で増加させる Ramp 法に準じた多段階漸増運動負荷法中の $S\bar{v}O_2$ は4相性の変化を示すことが判明し、その第3相での $S\bar{v}O_2$ の変化は比較的緩徐であった。この $S\bar{v}O_2$ が比較的安定している時相の $Q_{cf}$ の値は同時期の $Q_{th}$ と良く相関し、段階的定常運動負荷法における定常状態時の $Q_{cf}$ と $Q_{th}$ の相関係数と類似の結果であった。 $S\bar{v}O_2$ の変化が緩徐であるという条件下では、段階的定常負荷法でも多段階漸増運動負荷法においても連続 Fick 法による $Q_{cf}$ の値は一定の信頼性を持ち、本法により運動中の心拍出量の推移を詳細に観察できる可能性が示された。

### 論文審査の結果の要旨

本論文の意義の第一はFiberoptic Pulmonary Artery Catheter (Swan-Ganz Catheterに反射式Spectrophotometry法による酸素飽和度測定装置を組み込んだCatheter)を運動負荷試験に用い、運動中の混合静脈血酸素飽和度( $S\bar{v}O_2$ )を連続測定することが可能であることを示した点にある。 $S\bar{v}O_2$ の連続測定法は運動中の血行動態や末梢組織における酸素利用についての詳細な解析を可能とする今後有望な方法と考えられ、特に本論文では多段階漸増運動負荷中の $S\bar{v}O_2$ は特徴的な4相性の変化を示すという新たな知見を示し得た。また従来理論的には $S\bar{v}O_2$ 、酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )、動脈血酸素飽和度( $SaO_2$ )の連続測定値よりFickの原理を用いて心拍出量を算出する方法(連続Fick法)の臨床応用の可能性が示唆されていた。本論文の第二の意義は新しく開発された高精度の $S\bar{v}O_2$ 、 $\dot{V}O_2$ 、 $SaO_2$ 測定機器を組み合わせ、実際に2種類の運動負荷試験(段階的定常運動負荷試験、多段階漸増運動負荷試験)で連続Fick法による心拍出量の測定を行い、熱希釈法による心拍出量と対比することによりその測定精度を確認し、本法の臨床例における有用性を証明した点にある。従って今後は種々の心肺疾患において、本法により定常状態を作らない運動負荷試験で運動中の心拍出量を精度良く連続・安定して観察する事が可能となり、その病態生理の解明に役立つ物と考えられた。以上の理由により本論文は運動生理学の分野で重要な貢献をしたものと考えられ、学位の授与に値する論文と思われる。