

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成 24 年 6 月 3 日現在

機関番号：24701

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2010～2011 年

課題番号：22700547

研究課題名（和文）

循環血液量および運動中 1 回心拍出量の新たな測定法の開発（近赤外線法）

研究課題名（英文）

Determination of blood volume and stroke volume during exercise by using NIRS.

研究代表者

伊藤 倫之（ITO TOMOYUKI）

和歌山県立医科大学・みらい医療推進センター・講師

研究者番号：90305566

研究成果の概要（和文）：

インドシアニングリーン(ICG)を用いた近赤外線法による心拍出量測定および循環血液量測定をおこなった。予測とおり少量(0.8ml)の ICG で前額部で安静および運動中もきれいな希釈曲線が描出することが可能であった。しかし、その測定される濃度に個人差が大きく、実際に算出される心拍出量、循環血液量とも個人差が大きくまたその値も従来測定で用いられている impedance 法で測定した心拍出量やエバンスブルーの希釈法で測定される循環血液量と比較して測定値の正確性に欠ける物であった。今後濃度の補正方法の検討が必要である。

研究成果の概要（英文）：

We determined cardiac output and blood volume by measuring indocyanine green (ICG) concentration by using near infrared spectroscopy(NIRS). 0.8ml of ICG was enough to measure ICG concentration when we set the probe on the forehead. However, the concentration of ICG among each subjects showed a wide difference that it was not accurate as cardiac output measured by impedance cardiography or blood volume measured by Evans blue dye dilution method.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2010 年度	2,700,000	810,000	3,510,000
2011 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：人間医工学・リハビリテーション科学・福祉工学

キーワード：インドシアニンググリーン、近赤外線、心拍出量、循環血液量

## 1. 研究開始当初の背景

心拍出量を測定する方法には、インピーダンス法、インドシアニンググリーン（以下 ICG）をもちいたパルス式色素希釈法を用いる方法などがある。しかし、どれも運動中の心拍出量を測定するには正確さに欠け、困難な場合が多い。ICG は、近赤外線で検出することが可能であり、かなり少量でも検出が可能である。

## 2. 研究の目的

本研究の目的は、ICG を用いた近赤外線法で

- 1) 安静時の心拍出量が測定できるか？
- 2) 運動中の心拍出量が測定できるか？
- 3) 循環血液量が測定できるか？
- 4) 最大 1 回心拍出量と循環血液量の関係を求める。(若年者～高齢者)

## 3. 研究の方法

- 1) ICG の至適注入量および 0.2ml (1 mg)、0.4ml (2 mg)、0.8ml (4 mg) と 3 条件下で

4人の被験者で臥位および座位の姿勢で検証を行った。また合わせて近赤外線のプロブを前額部と前腕とに装着し、測定部位の適当な場所を検討した。

2) 7人の若年者で ICG0.8ml を注入し、1) で測定した前額部に近赤外線プロブを装着し、座位で安静時の心拍出量を測定した。その後自転車エルゴメータで運動を行い、最大運動時に安静時と同様の手順で心拍出量合わせてインピーダンス法でも心拍出量を測定した。

3) 2) で測定した希釈曲線から算出した循環血液量と同じ7人でエバンスブルーで測定した循環血液量とを比較検討した。

4) 自転車エルゴメータで漸増負荷運動を行い、最大運動に達したときに2)と同様に ICG0.8ml を注入し、心拍出量を算出した。

#### 4. 研究成果

1) 心拍出量を確実に測定するためにインドシアニングリーンを 0.2~0.4ml より 0.8ml 注入する方が希釈曲線がきれいに描出されることが分かった。

また、部位では前額部、前腕ともインドシアニンググリーンの検出は可能であったが、前腕ではピークの検出が4人中3人で困難であり、従来の報告通り部位として前額部が非常に適切な場所である事が判明した。

そこで安静座位の状態の前額部にプロブを当て、ICG を 0.8ml 注入し、希釈曲線を5分測定し、下図(図1)の様な希釈曲線の AUC (area under the curve) を excel を使い算出した(下図斜線部)。しかし、測定される ICG の濃度が高く測定される個人と低く測定される個人が見られ、その値にかなり大きな差が見られた。高めに測定された群の希釈曲線のピーク値は、 $0.2916 \pm 0.0105 \mu\text{mol/L}$  に対し、低く出た群では、 $0.0168 \pm 0.0010 \mu\text{mol/L}$  と10倍以上の差が見られた。そのため算出された心拍出量も高めの群で  $3.9 \pm 0.1\text{L/分}$  で、低めの群が  $0.2 \pm 0.0\text{L/分}$  と大きな差が見られた。測定値の正確性も高めの群の方が実際の値に近いものの impedance 法で測定された心拍出量  $5.6 \pm 0.4 \text{L/分}$  と比較して低い傾向であった。

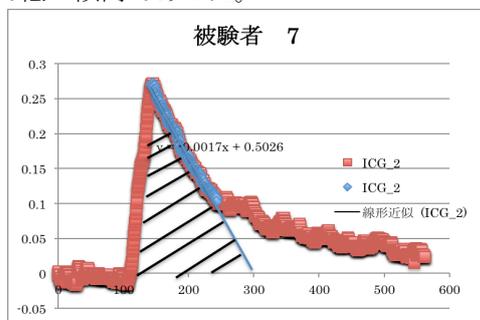


図1 ICG の希釈曲線と心拍出量  
この個人差および impedance 法で測定した心拍出量測定値の違いの理由は不明確である

が、一つに近赤外線の組織到達度に個人差があり、その補正方法が確立されていないことによると思われる。今後調整方法の再検討が必要である。

2) 運動中の ICG を用いた近赤外線法による心拍出量測定も、やはり希釈曲線で得られた ICG 濃度の個人差があったが、それ以外に希釈曲線のピークがはっきりせず、ICG 濃度はその後代謝曲線のように徐々に低下していき、運動終了15分でもその値は0まで低下していなかった。これは、運動中は肝血流が低下するため、ICG が代謝されなかったためと考えられる。そのため、ICG の希釈曲線と代謝曲線の境界が不明瞭となり、心拍出量の算出が困難であった。

3) ICG を用いた近赤外線法による循環血液量の測定は心拍出量で求めた希釈曲線の代謝曲線部分を用いて行った。(図2) 心拍出量測定と同じく、濃度の測定結果が2群に分かれるためその値も大きく異なった。

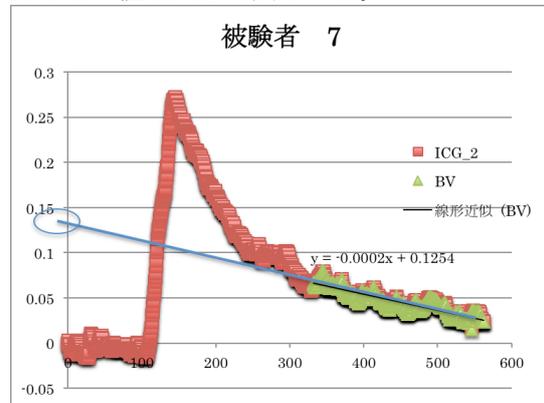


図2 ICGの希釈曲線と血液量  
循環血液量は濃度が低い群が  $7.9 \pm 0.3\text{L}$  と濃度が高い群より実際の値に近いもののエバンスブルーで測定した循環血液量は、 $4.8 \pm 0.2\text{L}$  であり、その値にも大きく開きがあった。今後まず近赤外線による ICG の濃度測定を補正等して正確に行えるかどうか検討が必要である。

#### (課題)

ICG を用いた近赤外線法による心拍出量測定および循環血液量測定において問題点が2点ある。1) ICG 濃度を測定後いかに正確に算出するかと2) 運動中の肝血流低下によって心拍出量の算出が困難となっていることである。

1) に関しては、組織内への近赤外線の到達度に個人差があることが問題としてあげられており、今後 DDG analyzer で行われているようなヘモグロビンの濃度を利用するなどの対処方法によって補正していく必要性が考えられる。また2) に関しては、1) が解決したのちの再検討になるが、最大運動時の心拍出量測定はこの方法では、困難な可能

性が高い。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計0件)

[学会発表] (計0件)

[図書] (計0件)

[産業財産権]

○出願状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

出願年月日:

国内外の別:

○取得状況 (計0件)

名称:

発明者:

権利者:

種類:

番号:

取得年月日:

国内外の別:

[その他]

ホームページ等

#### 6. 研究組織

##### (1) 研究代表者

伊藤 倫之 (ITO TOMOYUKI)

和歌山県立医科大学・

みらい医療推進センター・講師

研究者番号:90305566

##### (2) 研究分担者

( )

研究者番号:

##### (3) 連携研究者

( )

研究者番号: