

平成 21 年 5 月 26 日現在

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2007～2008

課題番号：19700527

研究課題名 (和文) 近赤外分光法による身体負担の少ない筋有酸素能測定法の確立

研究課題名 (英文) Development of less physical demanding method for measuring the muscle oxidative capacity using near-infrared spectroscopy.

研究代表者

市村 志朗 (ICHIMURA SHIRO)

東京理科大学・理工学部・講師

研究者番号：30408702

研究成果の概要：

筋有酸素能の評価は、多大な身体的負荷を伴う。本研究では、身体負担の少ない運動での筋有酸素能測定方法を確立するために、活動筋の最高酸素消費量と身体負担の少ない負荷での運動後の筋酸素化レベル回復時間との関係を調査した。その結果、換気性作業閾値に相当する運動負荷後の筋酸素化レベル回復時間と活動筋最高酸素消費量との間に関連がみられた。つまり、少ない身体負担の運動にて、筋有酸素能を評価できる可能性が示唆された。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	1,200,000		1,200,000
2008 年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	150,000	1,850,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：健康・スポーツ科学・スポーツ科学

キーワード：骨格筋有酸素能、筋酸素化レベル回復時間、近赤外分光法

1. 研究開始当初の背景

(1) ヒトの骨格筋有酸素能は、筋生検法や³¹P-MRSを用いて評価されることが標準的である。しかし、筋生検法は侵襲的方法であることから測定対象者に苦痛を与え、同部位での繰り返し測定が困難である。非侵襲的に繰

り返し測定が可能である³¹P-MRSによる評価法では、機器が高額であることと、全身運動時の大腿四頭筋などの大筋群の測定が困難であることが欠点である。

(2) 近年、近赤外分光法を用いて骨格筋有酸素能を評価する方法が試みられてきてい

る。近赤外分光法は、ランニングや自転車運動といった大筋群を用いた全身運動時に骨格筋有酸素能を評価することが可能である。さらに、近赤外分光法は、非侵襲的方法であることから、身体トレーニング前後などに繰り返しの測定が可能である。

(3) 一般的な近赤外分光法（連続光分光法）を用いた骨格筋の酸素化状態測定において、測定によって得られるデータは、測定開始時からの骨格筋の酸素化状態の変化値であり、絶対値を得ることはできない。このことより、近赤外分光法による骨格筋有酸素能測定では一時的動脈血流遮断法を用いることが多い。しかし、一時的動脈血流遮断法（Hamaoka et al. 1996）は、動脈血流を遮断するために測定部位近位にて収縮期血圧以上の圧を加圧帯にて加圧する必要がある、測定対象者に多大なる苦痛をあたえる欠点を有している。

(4) 我々は、運動終了後の筋酸素化レベル回復時間を骨格筋有酸素能の指標として、測定時に測定対象者に対して限りなく負担が小さくなるような骨格筋有酸素能の測定法の確立を行ってきた。これまでの研究成果として、我々は、最大酸素摂取量と最大自転車運動後の筋酸素化レベル回復時間との間の関係を明らかにし、最大自転車運動後の筋酸素化レベル回復時間が骨格筋有酸素能を反映する指標になりうることを明らかにしている（Ichimura et al. 2006）。しかし、本方法では、測定対象者に最大運動を行わせる必要がある、筋有酸素能測定のために多大な身体的負担を課すことになる。したがって、高齢者や有疾患者などの大きな身体的負担を課すことの出来ない測定対象者の骨格筋有酸素能を測定するためには、さらなる身体的負担の少ない方法の確立が必要である。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、身体的負担の少ない運動での筋有酸素能測定方法を確立するために、動的膝伸展運動および自転車運動を用いて、各運動での肺最高酸素摂取量 ($\dot{p}V_{O_2\text{peak}}$) および活動筋最高酸素消費量 ($m\dot{V}O_{2\text{peak}}$) と最大下荷運動後の筋酸素化レベル 1/2 回復時間 ($T_{1/2\text{reoxy}}$) との関係を明らかにすることを目的とした。

3. 研究の方法

(1) 成人男性 7 名が多段階漸増負荷での動的膝伸展運動および自転車運動を行った。動的膝伸展運動では、負荷を 24watt から 12watt ずつ、自転車運動では、60watt から 30watt ずつ負荷を漸増させた。各運動ともに 5 分間の座位安静の後、各負荷にて 3 分間の運動を行い、3 分間休息するというサイクルを疲労困憊まで行った。

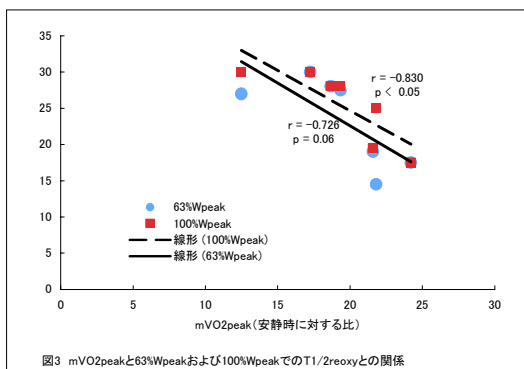
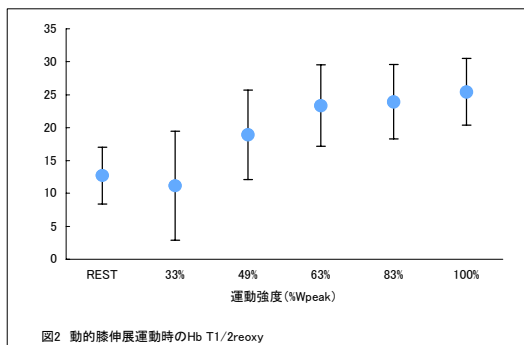
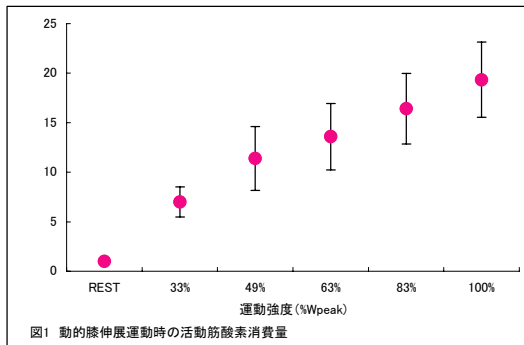
(2) 運動時には、呼気ガス分析機を用いて酸素摂取量と二酸化炭素排出量を測定した。また、同時に、近赤外分光法を用いて左右の外側広筋部の筋酸素化動態を測定した。一方の外側広筋部にて、動脈血流遮断法を用いて各運動負荷の筋酸素消費量 ($m\dot{V}O_2$) を、もう一方の外側広筋部では、 $T_{1/2\text{reoxy}}$ を評価した。 $m\dot{V}O_2$ は、安静時の酸素消費に対する比で表した。 $m\dot{V}O_2$ と $T_{1/2\text{reoxy}}$ の評価は、対象者によって左右の外側広筋部測定部位をランダムに行った。

4. 研究成果

(1) 動的膝伸展運動では、運動負荷の増加に伴い $\dot{V}O_2$ 、 $\dot{V}CO_2$ は増加した。すべての対象者は、最高遂行運動強度 (W_{peak}) の 63% にて換気性作業閾値が認められた。 $m\dot{V}O_2$ は疲労困憊になるまで増加し、 $m\dot{V}O_{2\text{peak}}$ は、安静時 $m\dot{V}O_2$ の 19.3 ± 3.8 倍であった (図 1)。一方、 $T_{1/2\text{reoxy}}$ は、運動負荷の増加に伴い延長したが、

63%Wpeak以降、その延長に有意な変化は認められなかった (図2)。

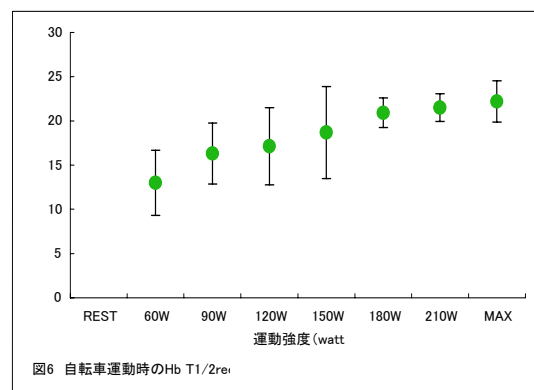
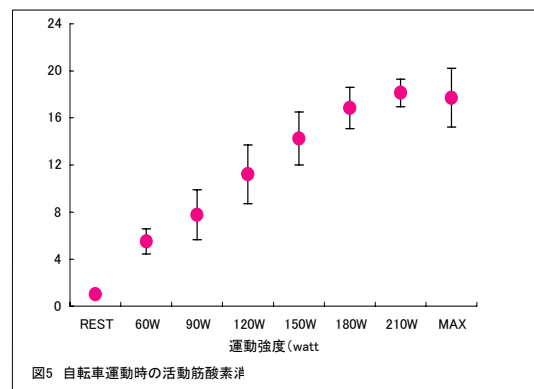
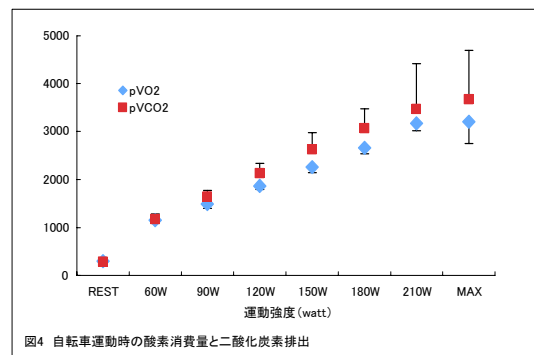
$\dot{m}\dot{V}O_2$ とT1/2reoxyとの間の関係を図3に示した。 $\dot{m}\dot{V}O_{2peak}$ と100%Wpeak強度運動後のT1/2reoxyの間には、有意な負の相関関係が認められた。また、 $\dot{m}\dot{V}O_{2peak}$ と63%Wpeak強度運動後のT1/2reoxyとの間には、負の相関傾向がみられた。

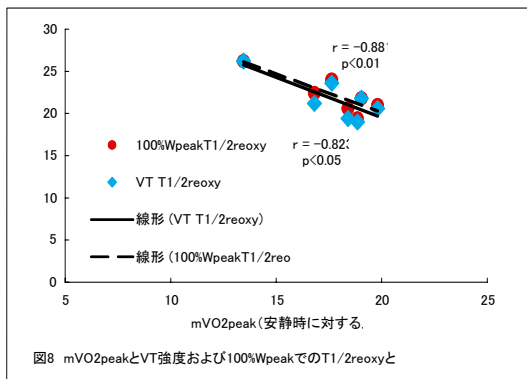
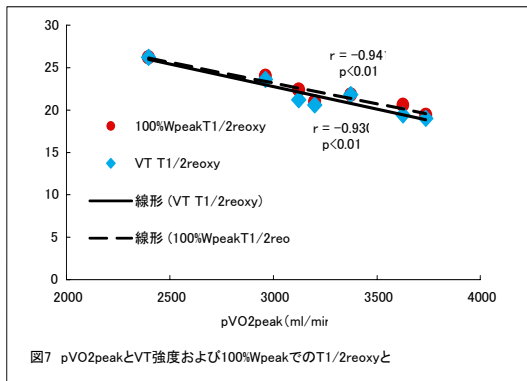


(3) 自転車運動では、運動負荷の増加に伴い $\dot{V}O_2$ と $\dot{V}CO_2$ は増加し、最高遂行運動強度の $73.7 \pm 7.6\%$ にて換気性作業域値 (VT) が見られた (図4)。 $\dot{m}\dot{V}O_2$ も運動負荷の増加とともに直線的に増加した (図5)。図6には、T1/2reoxy動態を示した。運動負荷の増加に伴い

T1/2reoxyも延長したが、各対象者ともに、VTがみられた運動負荷強度以降では、T1/2reoxyの延長はみられなかった。

自転車運動時の $\dot{p}\dot{V}O_{2peak}$ と各対象者のVTがみられた運動負荷強度後 (VT1/2reoxy; $r=-0.930$, $p<0.01$) および最大運動後 (100%T1/2reoxy; $r=-0.941$, $p<0.01$) のT1/2reoxyとの間には、有意な負の相関関係が認められた (図7)。さらに、 $\dot{m}\dot{V}O_{2peak}$ とVT1/2reoxy ($r=-0.823$, $p<0.05$) および100%T1/2reoxy ($r=-0.881$, $p<0.01$) の間にも、有意な負の相関関係がみられた (図8)。





(5) 以上のことから、動的膝伸展運動および自転車運動共に、最大負荷運動後に評価されたT1/2reoxyのみならず、換気性作業域値に相当する最大下負荷強度運動後に評価されたT1/2reoxyは、mVO₂peakとの間に有意な関連があることが明らかになった。つまり、身体負担の少ないVT程度の最大下負荷動的膝伸展運動や自転車運動時のT1/2reoxy評価にて、筋有酸素能が評価できる可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

[学会発表] (計2件)

①市村志朗、藤原豊樹

動的膝伸展運動における外側広筋部酸素消費量と muscle oxygenation 回復時間との関係.

第63回日本体力医学会大会

2008年9月18日

大分県、別府市

②Shiro Ichimura, Tetsushi Moriguchi

Maximal intermittent exercise performance in relation to reloaded muscle oxygenation during recovery
13th Annual congress of the european college of sport science.

2008年7月12日

Estoril, Portugal.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

市村 志朗 (ICHIMURA SHIRO)
東京理科大学・理工学部・講師
研究者番号：30408702

