

# 中学生における主観的運動強度と METs の関係

発表者 遠藤 園子  
指導教員 渡邊 将司

キーワード：回帰式、性差、体育授業

## 1. 緒言

近年、我が国では児童・生徒の体力の低下傾向が問題視されており、平成 20 年度「体力・運動能力調査」によると、運動・スポーツを実践している者とならない者の二極化が進んでいることが明らかになった<sup>1)</sup>。このような背景から、体育授業の工夫により、生徒を生涯スポーツ・体育に導くことが学校体育の重要な課題と言える。

近年、分かりやすい運動強度の指標として、METs (Metabolic equivalent) は様々な運動処方現場で用いられている。近年の長距離走でも、心拍数や主観的運動強度 (Rate of Perceived Exertion ; RPE) を利用した授業づくりが展開されている<sup>2)</sup>。しかし、その授業の例は少ない。

これまで、運動中の METs と心拍数との関係性が明らかにされており<sup>3)</sup>、さらに心拍数と RPE にも関係があることも示されている<sup>4)</sup>。しかし METs と RPE との関係性については不明なままである。心拍数を計測する方法として、心拍計を用いたり、自分自身で脈拍を計測する方法がある。しかし、心拍計を使用する場合、学校現場では大量の心拍計を用意することが困難である。さらに自分自身で脈拍を測る場合に関しても、心拍数は運動終了後から急速に減少するため、運動に則した正確な心拍数を計測することができなかった場合、少々の誤差でも大きな数値の変化が生じてしまう場合がある。それらの状況を踏まえた上で、運動中の RPE から METs を導き出すことができれば、より簡易に運動によるエネルギー消費量を求めることができ、中学校での長距離走の授業に対して新しい授業内容を展開できるようになると考えられる。例として、授業でのランニングによって消費されたエネルギーを計算する授業展開や、その日に摂取した食品のエネルギーを消費することを目標として授業内の運動に取り組みさせる授業など、より具体的な目標を持つことで、生徒の長距離走への積極的な取り組みを促進できるようになる。それにより運動有能感を味わうことができれば、長距離走を嫌悪する生徒が減少し、その楽しさから、運動を継続して行い、さらにその影響によって身体活動量が増加することで体力の向上へとつながる可能性がある。そこで本研究では、中学生における有酸素運動中の RPE と METs の関係性を明らかにすることを目的とした。

## 2. 研究方法

### 2-1 対象

茨城県内の公立中学校に通う 1~3 年次までの男子 26 名、女子 37 名の計 63 名である。そのうち、運動部への加入者は男子 24 名、女子 32 名の計 56 名であり、運動部加入していない生徒は男子 2 名、女子 5 名の計 7 名である。

### 2-2 調査手順

自転車エルゴメーターを用いた漸増運動負荷テストにおいて、被験者の最大酸素摂取量を測定した。酸素摂取量のモニタリングにはエアロモニタを使用し、breath by breath 法を用いて最大酸素摂取量を測定した。その測定過程において、酸素摂取量、METs、心拍数を測定した。さらに運動部所属の有無は、全被験者を対象とした生活調査アンケートにより調査した。

### 1) RPE の測定

Borg (1973) スケール<sup>5)</sup>を使用し、運動開始から終了までの間、1 分毎に被験者に対し、Borg スケールを提示し測定した。被験者に対しては測定実施前に、体の痛みや運動の強さなどにとらわれることなく、運動に対する内面にある感覚を総合的に表現することを伝えた。

### 2) METs の算出

自転車運動中のエネルギー消費量を、推定した安静時エネルギー消費量で除すことにより運動中の METs を求めた。

### 2-3 統計処理

METs と RPE の関係性の検討には回帰分析を行った。さらに、算出した回帰式が性別、運動部活動への所属の有無によって、切片や傾きが異なるかを Microsoft office Excel を用いて検定した。統計用ソフトは、JMP8.0 (SAS Institute, Tokyo, Japan) を用いた。有意水準は 5% とした。

## 3. 結果と考察

RPE と METs の間の関係性を示す寄与率をそれぞれ示すと、被験者全体では  $R^2=0.56$ 、男女別の式では、男子の寄与率は  $R^2=0.63$  であり、女子の寄与率は  $R^2=0.64$  であった (図 1、2)。さらに、運動部群、非運動部群の日々の身体活動が高い群と低い群の 2 群の式においては、運動部群では  $R^2=0.60$  で、非運動部群では、寄与率は  $R^2=0.31$  であった。

全体の値と非運動部群を除く群で  $R^2=0.60$  以上の値を得ることができた。しかし数値のばらつきが大きい。Wicks et al. (2011) の研究では、運動中の心拍数から METs を推定する方法が示されている<sup>3)</sup>。それらの研究では、運動中の心拍数と METs との寄与率を算出し、それぞれ  $R^2=0.76, 0.92, 0.95$  と全体を通して高い寄与率が得られた。運動中の酸素摂取量、安静時代謝量を使用する METs と、酸素摂取量と心拍数とは深い関わりがあるとされていることから分かるように、心拍数と METs は関連が深く、高い精度で心拍数から METs を推定することが可能であると報告された。それらの結果と比較した場合、本研究での METs と RPE の関係性を示す寄与率を見ると、推定精度が落ちることがわかった。

全被験者と各群及び運動部群と非運動部群、男女の各群において、回帰直線の傾き、および切片に差があるかどうかに関して検討した。それぞれ

の回帰式の傾きおよび切片の差は表 1 に示す。回帰式の直線の差に着目すると、傾きの差は全群の間において、さらに切片の差は全体と運動部群、全体と女子を除く 4 つの回帰式の関係性において差が見られるなど、多くの式の間で差がみられ、それぞれの直線が異なった式であることが示された。全体と運動部群、及び全体と女子にでは切片の差がなく、このことは 2 つの直線が類似していることを表している。本研究での被験者は男子に比べ女子が多く、さらに女子は運動部への加入も多い。その影響により、女子と全体、及び全体と運動部群の間に大きな差が示されなかったと言えよう。しかし、運動部群と非運動部群に関しては大きな差があった。原因として、運動強度の深く関わっていることが考えられる。普段から運動を積極的に行う運動部群に対し、非運動部群は運動部活動に所属していないため、日常生活での活動量が確保されにくい。そのため、早期の段階で RPE が上限に達してしまい、運動負荷実験中の METs 値の著しい上昇も少ない場合が多い。よって、運動部群と同様の負荷で運動を行っても運動強度に差が生じてしまうことが影響していると考えられる。

本研究の結果においては、男女の 2 群間で、各群の中で最も高い寄与率を得ることができ、さらに有酸素運動中の METs および RPE の数値も近いことから、実際の有酸素運動指導の現場においては、男女の性別の 2 群に分けて式を使用することで、より分かりやすく、簡易で、対象に適した運動強度を求めることができるだろう。運動部群、非運動部群の部活動の違いによる式に関して、回帰式は有意であると示されたが、非運動部群には寄与率も低く妥当性が低い。それらの原因として、本研究では非運動部群の被験者が少人数であったため、正確に推定できるだけの十分なデータを得ることができなかったことが影響していると考えられる。よって、本研究にて得られた非運動部群に対する式を一般化するのにはさらに多くの被験者のデータを収集し、検討していく必要がある。本研究では、RPE と METs の関係が明らかになり、より簡易に運動中のエネルギー消費量を求められる方法を示すことができた。よって、自己に適した強度でより積極的に有酸素運動に取り組むことができるようになると思われる。

#### 4. まとめ

- 1) 全体、男女、運動部群、非運動部群の各群での METs と RPE の関係式は以下の通りである。  
 全体 :  $\text{METs} = 1.26 + 0.52 \cdot \text{RPE}$  ( $R^2 = 0.56$ )  
 男子 :  $\text{METs} = 2.16 + 0.54 \cdot \text{RPE}$  ( $R^2 = 0.63$ )  
 女子 :  $\text{METs} = 0.67 + 0.50 \cdot \text{RPE}$  ( $R^2 = 0.64$ )  
 運動部群 :  $\text{METs} = 0.97 + 0.56 \cdot \text{RPE}$  ( $R^2 = 0.60$ )  
 非運動部群 :  $\text{METs} = 3.13 + 0.32 \cdot \text{RPE}$  ( $R^2 = 0.31$ )
- 2) 実際に有酸素運動中に使用する場合は男女の 2 群に分けて式を使用することが望ましい。

#### 5. 文献

- 1) 文部科学省 (2008) 平成 20 年度全国体力・運

動能力、運動習慣等調査結果。

- 2) 堀健太郎・黒川隆志 (2003) 高校体育授業における持久走の指導法に関する研究, 体育学研究, 48 : 667-677.
- 3) Wicks, J.R., Oldridge, N.B., Nielsen, L.K., and Vickers, C.E. (2011) HR index-a simple method for the prediction of oxygen uptake. Med.Sci.Sports Exerc : 43 : 2005-2012.
- 4) Borg, G., Burg, M., Hassmen, P., Kaijser, L., and Tanaka, S. (1987) Relationships between increases in perceived exertion, heart rate and blood lactate concentration during cycling, running and walking.
- 5) Borg, G. (1973) Perceived exertion ; A note on "history" and methods. Med.Sci.Sports Exerc.5 : 90-93.

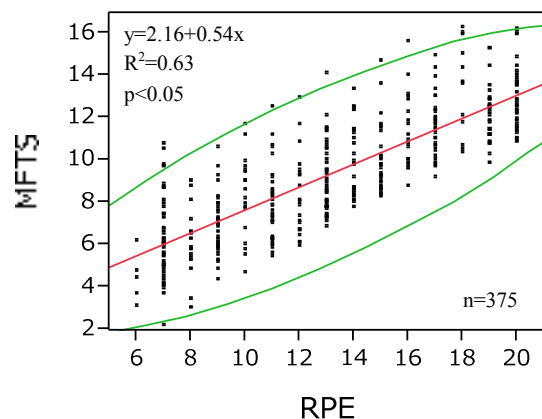


図 1 男子の METs と RPE の関係

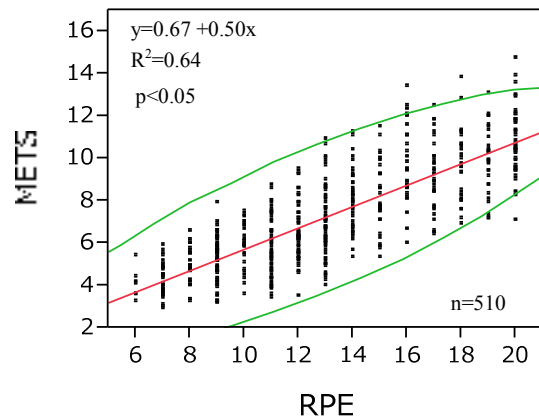


図 2 女子の METs と RPE の関係

表 1 回帰式の傾きと切片の差

組み合わせ	傾きの差	p値	切片の差	p値
全体-男子	0.90	*	0.02	*
全体-女子	0.59	*	0.02	*
全体-運動部群	0.30	*	0.03	*
全体-非運動部群	1.18	*	0.20	*
運動部群-非運動部群	2.13	*	0.23	*
男子-女子	1.49	*	0.04	*

\* :  $p < 0.05$