

有酸素運動（Aerobics）を中心にした一般教育  
体育実技の有効性と限界について

— 第二報：心拍数の主観的推定 —

西澤 昭, 田原靖昭, 管原正志, 今中国泰  
田井村明博, 木村 広

（1991年4月30日受理）

Validity and Limitation of Aerobic Exercise Opened  
in University General Physical Education Class  
— 2nd Report. Subjective Heart Rate Estimation —

Sho NISHIZAWA, Yasuaki TAHARA, Masashi SUGAHARA,  
Kuniyasu IMANAKA, Akihiro TAIMURA, and Hiroshi KIMURA

Abstract

Students were trained to estimate their own heart rate during aerobic exercise in the conditioning class. Their HR estimation was assessed while bicycle ergometer exercise and the measures of constant and absolute errors were obtained. These variables were compared between enrolled and control students. Results indicated that heart rate estimation could be improved by the aerobic exercise performed in the general physical education class.

I. 緒 言

成人病の増加を<sup>6)</sup>予防し、健康を維持していくのに有酸素運動が効果があることは広く認められているところである<sup>1, 5)</sup>。又、有酸素運動を実施する上で運動強度の算定をすることは運動処方の方や運動中の生理機能を知るためにきわめて重要である<sup>3)</sup>。運動強度は、単位時間当りのエネルギー産生量であり、一般的表現では、運動の激しさや過酷さを表わす指標と言える。この運動強度を示すものには、一分間の酸素摂取量、運動中のエネルギー代謝量が安静時のエ

エネルギー代謝量の何倍であるかを示すエネルギー代謝率、及び一分間の心拍数などがある。運動強度の算定で、最も妥当性の高いものが酸素摂取量であるが、この測定には器具と検者が必要であり、簡便性には欠けている。他方、心拍数は有酸素運動などの中等度の運動では酸素摂取量と相関の高いことが知られており<sup>2,4)</sup>、脈拍として手軽に測定可能なことから、さまざまな調査で測定項目として用いられている<sup>10,12)</sup>。実験環境を整備できない条件下で実施される一般体育実技等では運動強度の指標として心拍数を考えることは重要である。そこで本研究は、運動強度と心拍数の関係を感じ覚として理解させることを目標に授業を行った場合、効果がどの程度現れるかを明らかにしようとして実施した。

又、第一報<sup>9)</sup>とも関連のある有酸素運動について、酸素摂取量を測定したのであわせて報告する。

## II. 方 法

### 1. コンディショニング授業について。

平成元年度後期に実施した。受講者は医学部、歯学部の男子学生25名であった。毎回の授業では、有酸素運動をおもにジョギングによって実施させた。心拍数が毎分130-140拍になるような強度で約25分行わせ、運動終了後に心拍数を触手法により15秒間測定させ1分間値として記録させた。心拍数推定にコンディショニング授業が及ぼした影響をみるためにコントロール群として同期間に開講されている他種目受講の男子学生10名を被験者をお願いした。

### 2. 測定項目

#### 1) 形態として身長と体重。

#### 2) 有酸素運動実施中の心拍数の測定

①トレッドミル：斜度を5度(8.67%)に固定したトレッドミル(西川鉄工NT12型)上を100m/minの速度で3分間ジョギングさせた後、心拍数を測定させた。これはトレッドミル走を経験させることを主な目的とした項目である。

②自転車エルゴメーター：モナーク社製のエルゴメーターを用い、1.5kpmの負荷を一分間に60回転で5分間こがせた後の心拍数を記録させた。

#### 3) 最大酸素摂取量の測定

①トレッドミル走行：トレッドミル走による最大酸素摂取量の測定は黒田たち<sup>7,8)</sup>の方法を参考にした。トレッドミル上を100m/minの速度で3分間走行させた後、スピードを2分毎に20m/min漸増させてオールアウトにいたるまで実施した。最大酸素摂取量はミナト医科学社製の呼吸代謝モニターシステムAE-280を通して求めた。このシステムにより、1回及び分時呼気換気量、呼吸数、分時酸素消費量( $Vo_2$ )、分時炭酸ガス排泄量、呼吸商(RQ)、代謝当量を測定した。このうちRQが1.10以上を原則として $Vo_2$ の最大のものを最大酸素摂取量( $Vo_2$  max)とした。

②自転車エルゴメーター：竹井機器工業株式会社製のヘルスガードを用い、「健康度の測定」のプログラムにより最大酸素能力の測定を行なった。これは自転車エルゴメーターを用い、運動負荷を3段階、12分にわたり漸増していった時の心拍数の応答から個人の最大酸素摂取量

を類推しようとするものである。負荷は第1負荷が2-4分、第2負荷が4-8分、第3負荷が8-12分、そしてクールダウン負荷が1分間である。第1負荷の決定は運動開始より2分までの心拍数の上昇の程度により、また、第2、第3負荷についても前負荷による心拍数により決定されるプログラムに従って実施された。これには予め、性別、年齢、体重、主観的体力レベル、目標ペダル回転数を、個人データとしてインプットしておくものである。

#### 4) 心拍数の主観的推定

自転車エルゴメーターによる最大酸素摂取量の測定を実施させながら本人の心拍数の主観的推定を行わせた。被験者には決められた時間ごとに本人の分時の心拍数を推定して報告させた。推定は合計5回(運動開始後4分、6分、8分、10分、12分)実施した。胸部誘導より表示盤に得られた心拍数を実際の値として用いた。表示される心拍数は5拍の移動平均である。コントロール群の学生は心拍数と運動強度の関係について学んだことがなく心拍数の見当がつかないという学生もいるので、安静時心拍は70拍前後であり、最大心拍数はおおよそ200拍であることを教示した。

### Ⅲ. 結果及び考察

受講学生の平均身長は171.0cm 体重は66.6kgであった。

#### 1. 有酸素運動後心拍数

斜度5度(8.67%)のトレッドミル上を100m/minの速度で3分間ジョギングさせた後、心拍数を測定させたが、その値は $130.6 \pm 12.5$  (beats/min)であった。モナーク社製の自転車エルゴメーターを用い、1.5kpmの負荷を一分間に60回転で5分間こがせた場合は $137.3 \pm 13.4$  (beats/min)であった。

#### 2. 最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2 \max$ ).

1) 自転車エルゴメーターで、負荷、心拍数より計算されたプログラムにより最大酸素摂取量を測定した。体重当りの最大酸素摂取量は受講学生(n=21)で $40.9 \pm 7.7$  ml/kg/min、対照学生(n=10)で $46.5 \pm 7.1$  ml/kg/minであった。

2) トレッドミル走による最大酸素摂取量の測定は受講学生についてのみ行ない、 $41.1$  ml/kg/minであった。トレッドミル走と自転車エルゴメーターで得られた最大酸素摂取量に差があるかどうかを両種目実施した13名の学生についてpaired tテストで検定したが有意差はなかった。

以上の最大酸素摂取量の値を同年齢の値とくらべてみると<sup>10)</sup>有意な差はなく、体力では平均的であったといえよう。

#### 3. 心拍数の主観的推定

自転車エルゴメーターによる最大酸素摂取量の測定を実施させながら本人の心拍数の主観的推定を時間経過に従って、一試技について5回行わせた。実験条件は受講学生群とコントロール群で同じである。又、それぞれの推定について、推定値と実際値との差を恒常誤差CE

Table 1. Means and standard deviations of real and estimated heart rates for experimental and control groups.

Estimated time		4	6	8	10	12
		(beats/min)				
Experimental Group (n=16)						
Real	M	110.6	115.6	119.1	127.2	131.1
	S. D.	11.1	9.5	11.2	8.2	7.5
Estimated	M	114.2	125.3	132.3	139.4	142.6
	S. D.	19.6	15.1	13.4	12.4	12.7
Control Group (n=10)						
Real	M	106.8	110.5	114.6	126.3	129.2
	S. D.	9.1	9.5	10.0	5.0	6.9
Estimated	M	90.2	96.4	98.7	110.1	112.2
	S. D.	15.2	13.8	17.4	20.1	20.6

(Constant Error : 推定値-実際値), 絶対誤差 AE (Absolute Error : |推定値-実際値|), の二要因から検討した. CE は実際値と推定値との方向性を持った誤差で, 実際より多く推定しているか少なく推定しているかをみるものであり, AE は偏位の量をみるものである<sup>10)</sup>.

12分間の時間経過ごとの推定値と実際値の平均と標準偏差を受講生とコントロールの両グループについて表1に示した.

受講学生について測定された実際の心拍数と推定心拍数に差があるかどうかを, 測定様式と時間経過を二要因とする分散分析により検討した. 測定様式の要因では実際値と推定値に差があるかどうかを, 時間経過の要因は時間経過に従い心拍数が変化するかどうかをみるものである. 分散分析の結果は測定様式の要因でのみ主効果に有意差があった ( $F=7.90, d.f. ; 1, 15$   $p<0.05$ ). 交互作用については有意な傾向は見られなかった. コントロール学生で測定値と推定値に差があるかどうかを, おなじく分散分析でみると, 受講生の場合と同様に測定様式にのみ主効果がみられた ( $F=7.47, d.f. ; 1:9$   $p<0.05$ ).

実際の心拍数に対して推定心拍数を大きく推定しているのか小さく推定しているのかをみるのがCEであり, 絶対的な偏位の量をみるのがAEである. これらの平均値と標準偏差を時間経過に従って両グループについて示したものが表2である.

CEより, 受講学生のグループでは, 推定値は実際の心拍数よりも多く推定していることが示唆される. これは通常の有酸素運動の形式がジョギングであり, 今回の測定が自転車エルゴメーターという運動形式の違いからきたものなのか, あるいは経験を積むにしたがって心拍数を多く感じる傾向にあるのかは明かではない. 又, 心拍数は運動経過にしたがって増加してい

Table 2. Means and standard deviations of Constant Error (CE) and Absolute Error (AE) for experimental and control groups.

Estimated time		4	6	8	10	12
(beats/min)						
Experimental Group (n=16)						
CE	M	3.6	9.8	10.6	12.3	11.5
	S. D.	18.8	13.9	12.9	12.6	13.1
AE	M	16.0	12.2	14.1	13.0	12.7
	S.D.	9.8	11.7	8.6	11.8	11.8
Control Group (n=10)						
CE	M	-16.5	-13.1	-15.9	-16.2	-17.0
	S. D.	18.7	20.5	18.6	19.3	20.7
AE	M	20.3	18.1	17.3	19.0	19.4
	S. D.	13.9	15.8	17.2	16.3	18.2

くのが一般的であるが、今回はその傾向がみられなかった。これは標準偏差が大きかったこと、およびプログラムが、安全性を考慮して心拍数を大きくならないようにしていることによるのではないかと考えられる。

一方、心拍数と運動強度の関係を学んだことのないコントロール学生では推定心拍数を実際より小さく見積る傾向がみられた。心拍数と運動強度の関係をよく知らないといつもこういう傾向が出現するのかどうかは明かでないが、受講生の場合と正反対の結果が得られたことは興味のあるところである。偏位の絶対量のみについてみると (AE)、受講生グループのほうがコントロール学生より小さい傾向をしめした。

以上のことより、心拍数推定の経験のない学生に比べて、有酸素運動での運動強度と心拍数について学んだ学生では実際値により近いあたいを推定出来ることが分かった。このことは、将来もし運動処方等を考えるときに役立ちえる能力を獲得できたと言える。

#### IV. 文 献

- 1) アメリカスポーツ医学協会編, 日本体力医学会体力科学編集委員会監訳. 運動処方の指針. pp. 40-46, 南江堂, 1989.
- 2) 橋本 勲. 運動量の測定と評価. 臨床スポーツ医学, 1, 650-665, 1984.
- 3) 波多野義郎, 伊賀六一編. 図解・成人病の運動処方・運動療法, 基礎・実技編. 医歯薬出版, p. 53-78, 1989.
- 4) 加賀谷淳子. 心拍数に基づいた消費カロリーの算出法とその問題点. 体育の科学, 36, 858-

863, 1986.

- 5) 厚生省保健医療局. 健康づくりのための運動所要量策定検討委員会報告書, 1989.
- 6) 厚生統計協会. 国民衛生の動向, 1989.
- 7) 黒田善雄, 伊藤静夫, 塚越克己, 雨宮輝也, 鈴木洋児・日本人一流競技選手の最大酸素摂取量並びに最大酸素負債量-第2報. 日本体育協会スポーツ科学研究報告集(昭和48年度), 9, 1-27, 1973.
- 8) 黒田善雄, 塚越克己, 雨宮輝也, 伊藤静夫, 金子敬二, 松井美智子. 日本人一流競技選手の最大酸素摂取量並びに最大酸素負債量-第3報. 日本体育協会スポーツ科学研究報告集(昭和52年度), 13, 1-20, 1977.
- 9) 西澤 昭, 田原靖昭, 菅原正志, 今中国泰. 有酸素運動(Aerobics)を中心にした一般教育体育実技の有効性と限界について. 長崎大学教養部紀要: 自然科学篇, 31(2), 683-693, 1991.
- 10) 鈴木洋児, 吉村雅道. 行動調査の方法としての心拍数連続測定. 体育の科学, 21, 399-402, 1971.
- 11) 田口貞善, 小田伸午, 森谷敏夫, 河端隆志. 心拍反応からみた消防隊員の消化活動時における作業強度, 体育科学, 18, 185-190, 1990.
- 12) 東京都立大学身体適性学研究室. 日本人の体力標準値, 第三版, 不味堂出版, 1980.
- 13) Woodworth, R. S. Experimental Psychology. New York: Henry Holt and Company, pp. 392-449, 1938.