

小学生の水泳授業における運動強度の指標としての 主観的運動強度の有効性

上田 毅・黒川 隆志・石川 博子

(1991年9月30日受理)

Validity of Ratings of Perceived Exertion as Indices of Exercise Intensity during Swimming Lessons of Elementary School Children.

Takeshi Ueda, Takashi Kurokawa and Hiroko Ishikawa

The purpose of this study was to investigate the validity of Ratings of Perceived Exertion (RPE) as indices of exercise intensity during swimming lessons of elementary school children. The subjects were all 24 students selected at random from three levels of swimming lessons which were beginners' class, middle class and high class. These classes were divided beforehand according to their swimming performance. All swimming lessons were recorded by VTR in order to calculate the swimming distance, time and speed. At the same time, HR also were recorded. RPE was asked immediately after every series of swimming practices.

Swimming speeds during swimming lessons were $24.9 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ (beginners' class), $36.6 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ (middle class) and $31.5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$ (high class), respectively. Mean HR during swimming lessons were $110.9 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ (beginners' class), $121.3 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ (middle class) and $120.5 \text{ beats} \cdot \text{min}^{-1}$ (high class), respectively. Mean RPE during swimming lessons were 8.0 (beginners' class), 10.4 (middle class), and 12.4 (high class), respectively. Correlations between HR and RPE were $r = 0.159$ (beginners' class), $r = 0.393$ (middle class) and $r = 0.647$ (high class), respectively. Therefore, when the exercise intensity during swimming lessons was set and evaluated, it seemed that RPE was not appropriate to use in beginners' class and middle class.

I. 研究目的

体力の向上を目指して水泳授業を効果的に運営するには運動強度の設定や評価が重要な要因であると考えられる。しかし、問題は泳力の異なる児童・生徒が同じクラスに混在することである。このような状況では、1クラスの水泳授業において同一内容の水泳授業が実施された場合、泳者の泳力の相違に応じて生体負担度が異なってくる。

一般に水泳時においても運動強度の指標として酸素摂取量 ($\dot{V}O_2$) が用いられるが、水泳授業に応用するには簡便性や経済性の点で劣っており、心拍数 (HR) や主観的運動強度 (RPE) を用いる方がより実際的であると考えられる。

水泳中の HR は $\dot{V}O_2$ との間に直線関係が認められており、^{3,4,7)}HR は水泳中の運動強度を示す指標として有効であると考えられる。しかし、触診法による HR の測定は運動の中断を余儀なくさせ、130拍/分以上の HR は測定誤差を急激に増加させることが知られている。¹⁰⁾

運動を中断することなく水泳中の運動強度をリアルタイムに知ることができ RPE は、Borg により考案された。これは、15段階のカテゴリー尺度により運動中の全身の苦しさを数量的に捉える指標である。¹¹⁾この RPE を水泳に適用して宮下と小野寺⁹⁾は水泳中の RPE と HR との間に直線関係を認めている。また、黒川と上田⁹⁾は泳力の高い大学体育専攻学生と水泳部員を対象にして水泳授業中の RPE の有効性を報告している。

しかし、これらの報告における対象者は成人で泳力レベルが高い。一方、学童期の泳力の低い泳者におけるRPEの有効性に関する報告は認められていない。泳力の低い泳者は水に対する恐怖心に水泳中の運動強度を置き換えたりする可能性もあり、RPEを正確に評価できるかどうか疑問視される。

したがって、本研究では異なる泳力を有する小学生児童を対象とした水泳授業において、運動強度の指標としてのRPEの有効性を検討することを目的とした。

II. 研究方法

1. 分析対象

表1に示すように分析対象とした水泳授業は泳力を基準として編成された次の3種類であった。すなわち、指導のねらいが水慣れから背泳、クロールまでの技術練習に加えて、25m単位を2人組で補助しあってできるだけ長く泳ぐ初級、指導のねらいが初級の技術練習に加えて、運動強度を高く負荷する中級、そして競泳4種目の技術とスピードの向上をねらいとした上級の水泳授業であった。また、表1には各々の水泳授業における一回当りの授業時間および授業日数を示した。

2. 被検者

被検者は、各々の水泳授業を受講した児童の中から

任意に数名づつ抽出した。これらの授業はそれぞれ25mの屋外プールの1つのコースを使用して行われ、1名の指導者が指導に当たった。被検者の性、人数、年齢、身長、体重および水泳能力は表2に示した。

3. 測定項目と測定方法

水泳授業の指導内容、泳いだ距離、時間および速度を求めるために、授業の全過程をVTRで撮影した。

HRを測定するために被検者に携帯用心拍数記憶装置(Vine Co., Model VHM-016)を装着し、10秒毎の心電信号(R波)を胸部双極誘導法で導出することにより授業時間中のHRを連続測定した。

RPEを測定するためにBorgのRPEスケール¹⁾に基づく小野寺と宮下の日本語表示²⁾をあらかじめ被検者に十分理解させておき、各授業内容の終了直後に該当する数字を答えさせた。

III. 結果

本研究における1時間当たりの泳距離は初級で423.4±21.7m、中級で408.8±64.6m、上級で588.8±242.8mであった。

次に、各対象授業中の実際に泳いでいるときの速度(以下、泳速と略す)を図1に示した。泳速は、初級(24.9m・min⁻¹)、上級(31.5m・min⁻¹)、中級(36.6

表1 分析対象とした水泳授業

グループ	指導のねらい	時間/日	日数
初級	水慣れから背泳、クロールまでの技術練習に加えて、25m単位を2人組で補助しあってできるだけ長く泳ぐ	3	2
中級	上記の技術練習に加えて、運動強度を高く負荷する	2	2
上級	競泳4種目の技術とスピードの向上	3 2	2 2

表2 被検者の性、年齢、身長、体重および水泳能力

グループ	性	人数	年齢(歳)	身長(cm)	体重(kg)	水泳能力	
						Pre-test(m)	Post-test(25mクロール:sec)
初級	♂	4	10.4±0.80	135.8±3.14	29.5±2.37	7.3±9.0	49.6±2.1
	♀	2	10.1±0.20	134.8±0.10	28.0±0.30	7.8±8.5	47.0±3.7
中級	♂	6	11.5±0.52	143.9±4.08	36.8±7.37	15.1±1.9	29.3±6.0
上級	♂	9	11.4±0.47	143.5±5.87	35.4±3.94	25~	24.4±2.5
	♀	3	10.6±0.65	145.9±3.10	39.8±0.62	25~	31.3±0.9

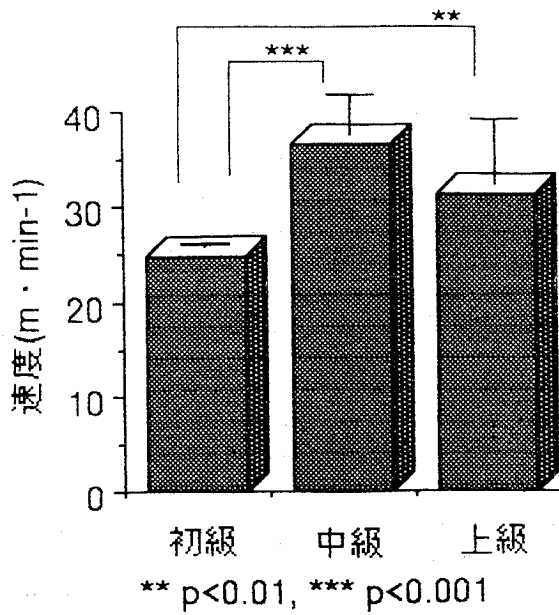


図1 水泳授業中の平均泳速

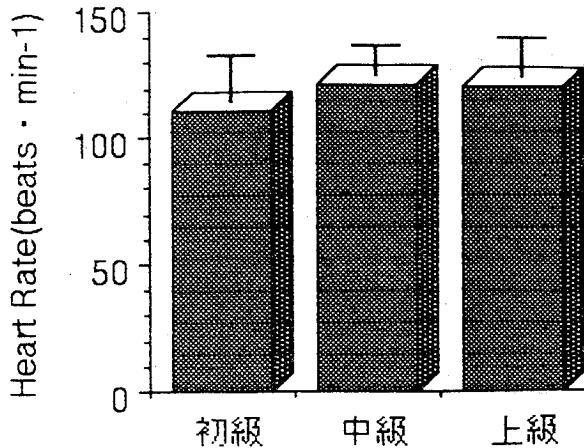


図2 水泳授業中の平均心拍数

表3 3種類のHRとRPEとの相関関係

	HR		
	最高心拍数	最頻心拍数	平均心拍数
RPE	r=0.588	r=0.231	r=0.463

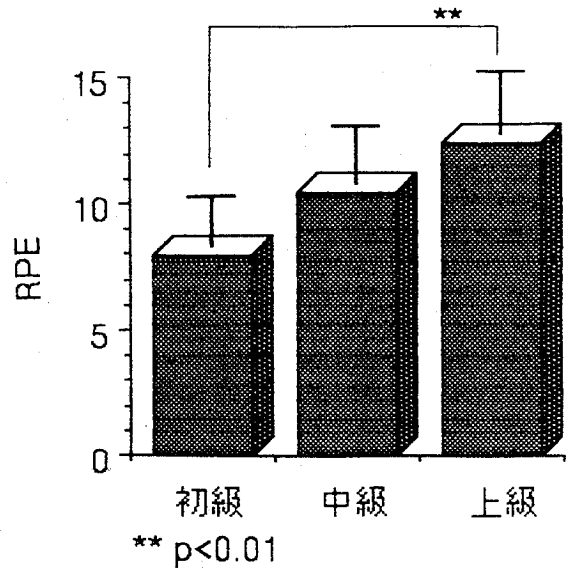


図3 水泳授業中の平均主観的運動強度

m·min⁻¹)の順に高く、初級の泳速と比較して、中級では147% (P<0.001)、上級では127% (P<0.01)に相当した。

図2には、各対象授業中の平均心拍数 (HRmean)を示した。HRmeanは初級 (110.9beats·min⁻¹)、上級 (120.5 beats·min⁻¹)、中級 (121.3beats·min⁻¹)の順に高かった。

図3には、初級 (8.0)、中級 (10.4)、上級 (12.4)の順に高く、これらのRPEmeanは初級では「かなり楽である」、中級では「楽である」、上級では「ややきつい」にそれぞれ対応するものであった。

HRとRPEとの対応関係を検討するため、各学習内容中の全被検者の最高心拍数、最頻心拍数および平均心拍数の3種類のHRとRPEとの相関関係を表3に示した。RPEは最高心拍数との相関が最も高かった。

図4～図6には、HRとRPEとの相対関係を各泳力レベル毎に示した。HRとRPEとの相関関係は、初級 (r=0.159)、中級 (r=0.393)、上級 (r=0.647)の順に高くなった。そして、上級におけるHR(x)とRPE(y)との回帰直線は $y=0.075x+0.987$ であった。

IV. 考察

1時間当たりの泳距離は水泳授業の運動量を反映する。本研究の泳距離は、合屋の大学一般体育実技における泳法矯正を中心とした技術練習中の泳距離(524m)の前後であった。水泳授業における対象者は両者で異なるが、技術練習が中心の本研究の水泳授業は一般的な授業であったと考えられた。

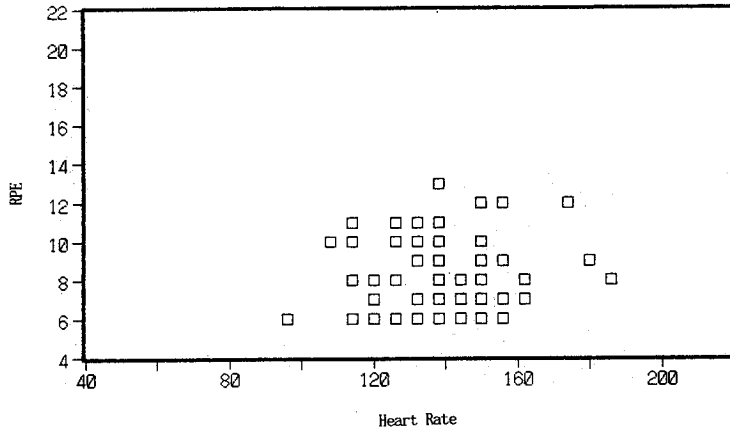


図4 初級におけるHRとRPEとの対応関係

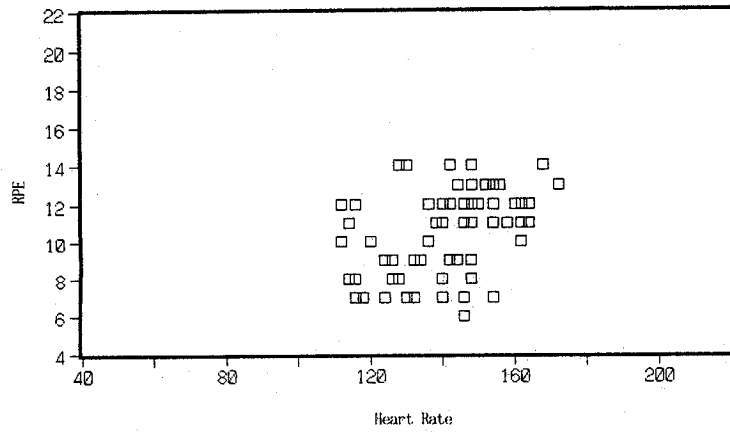


図5 中級におけるHRとRPEとの対応関係

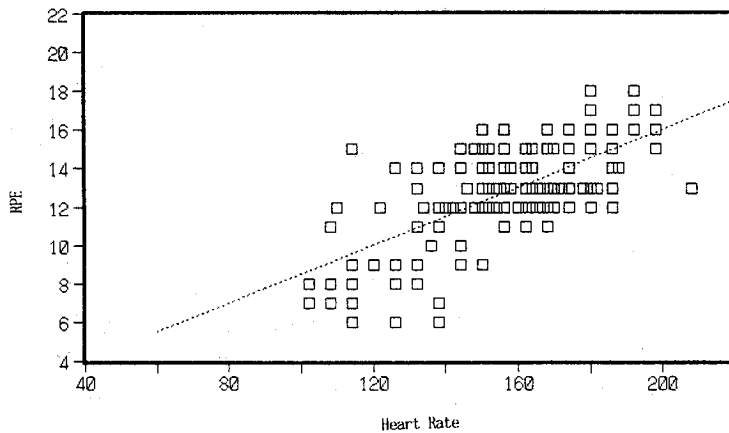


図6 上級におけるHRとRPEとの対応関係

水泳授業の運動強度を反映する平均泳速は初級、上級、中級の順に高かった。上級と比較して中級の泳速が高かったのは授業形態や1回に泳ぐ泳距離の違いによると考えられた。つまり、中級ではコース内での回転効率を上げるために12.5~15.0m程度の距離を一方通行方式で泳がせたが、上級では一回毎の練習での泳距離が25~50mであった。このことから上級では中級より泳速が低くなったものと考えられた。

HRとRPEとの対応関係について、HRの代表値として各学習内容の最高心拍数を用いた場合、RPEとの間に最頻心拍数や平均心拍数よりも高い相関が認められた。したがって、RPEとの対応関係をみるためにはHRの代表値として最高心拍数を用いることが最も妥当であると考えられた。

泳力レベル別にHRとRPEとの対応関係をみた場合、HRとRPEとの相関関係は初級、中級、上級の順に高かった。さらに、HRmeanとRPEmeanとの対応関係についてみても、初級や中級においてはRPEmeanがHRmeanの1/10より低く、対応関係が認められていたのは上級のみであった。このことから初級者や中級者においては水泳技術の低さが阻害因子となりRPEを正確に判断していないことが示唆された。したがって、小学生の水泳運動において初級および中級ではRPEを正確に判断することができないと考えられた。

Morgan⁹⁾によると、これまで報告された実験室での自転車エルゴメーター運動におけるHRとRPEとの相関関係の平均値は約0.82であることから、HRとRPEとの対応関係は約33% ($1-r^2$) 説明できないとしている。同様のことを本研究のHRとRPEとの相関係数で考えると上級では約58.1%、中級では約84.6%、初級では約97.5%となる。ここで本研究の結果とMorganの報告との差分が各水泳授業における学習内容の違いや水温や気温といった環境の違いあるいは水泳授業の運動が間欠運動であったことなどによる影響であったと仮定すると、水泳技術の低さは初級で39.4%、中級で26.5%の割合でRPEの判断を阻害する因子となっていたと推察された。

以上のことより、泳力の低い対象者を扱う水泳授業に対して、RPEの導入による運動強度の設定・評価は不適当であると考えられ、泳力の低い対象者に水泳授業を実施する際、指導者はまず水泳技術の習得を優先する必要があると考えられた。

また、本研究における初級や中級ではHRの変動に対してRPEを低めに評価する傾向が認められた。このことは本研究の被検者が積極的に水泳授業に参加していたことも併せて、これらの被検者は水に対する恐怖心をRPEに置き換えていたのではなく、むしろ短い距

離でも完泳したという達成感がRPEに置き換えられていたと考えられた。

V. 要 約

本研究では異なる泳力を有する小学生児童を対象として水泳授業におけるRPEの有効性を検討し、次のような結果が得られた。

泳速は初級 ($24.9\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$)、上級 ($31.5\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$)、中級 ($36.6\text{m}\cdot\text{min}^{-1}$) の順に高くなった。

HRmeanは初級 ($110.9\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$)、上級 ($120.5\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$)、中級 ($121.3\text{beats}\cdot\text{min}^{-1}$) の順であった。

RPEmeanは初級 (8.0)、中級 (10.4)、上級 (12.4) の順に高く、これらのRPEは初級でかなり楽である・中級では「楽である」、上級では「ややきつい」にそれぞれ対応するものであった。

RPEとHRとの相関関係は、初級 ($r=0.159$)、中級 ($r=0.393$)、上級 ($r=0.647$) の順に高く、泳力の低い対象者を扱う水泳授業に対するRPEの導入は不適当であると考えられ、泳力の低い対象者にはまず技術の習得が必要であると考えられた。

<引用文献>

- 1) Borg, G (1970) Perceived exertion as an indicator of somatic stress. *Scand. J. Med.*, 2, 92-98.
- 2) 合屋十四秋 (1986) 水泳授業時の心拍数変動と時間泳による運動処方検討, デサントスポーツ科学, 6, 203-213.
- 3) 黒川隆志, 野村武男, 富樫泰一, 池上晴夫 (1984) 水泳, ランニング, およびペダリングにおける水泳選手の呼吸循環系の反応, 体力科学, 33, 157-170.
- 4) McArdle, W. D., Glaser, R. M. & Magel, J. R. (1971) Metabolic and cardiorespiratory responses during free swimming and treadmill walking. *J. Appl. Physiol.*, 30, 733-738.
- 5) 宮下充正, 小野寺孝一 (1978) 水泳における Rating of Perceived Exertion, 体育科学, 6, 96-99.
- 6) Morgan, W. P. (1973) Psychological factors influencing perceived exertion. *Med. Sci. Sports*, 5 (2), 97-103.
- 7) Nadel, E. R., Holmér, I., Bergh, U., Åstrand, P. O. & Stolwijk, J. A. J. (1974) Energy exchanges of swimming man. *J. Appl. Physiol.*, 36, 465-471.
- 8) 小野寺孝一, 宮下充正 (1977) 全身持久性運動における主観的運動強度と客観的運動強度の対応性—Rating of Perceived Exertionの観点から—体育

学研究, 21, 191-203.

9) 黒川隆志, 上田毅 (1989) 水泳トレーニング中の心拍数と主観的運動強度に及ぼす泳力の影響, 昭和63年度教育研究学内特別経費研究報告書, 85-95.

10) 山地啓司, 細川賢照, 吉井隆浩, 西田康弘, 松島由美子 (1984) 触診法および聴診法による心拍数測定信頼度について, 体育の科学, 34, 113-117.