

# 水泳授業時の心拍数変動と時間泳による 運動処方への検討

愛知教育大学 合 屋 十四秋

## **An Evaluation on the Exercise Intensities by Means of Heart Rate Changes during the 5, 10 and 15 min-Swims and Skill Drills**

by

Toshiaki Goya

*Aichi University of Education*

### **ABSTRACT**

The purpose of this study was to evaluate the exercise intensities by use of heart rate changes during 5, 10 and 15 min-swims and skill drills. The subjects were 35 female and 5 male varsity students, aged from 19 to 21 years, and performed the swim lessons with crawl stroke. Heart rate responses in 3 male varsity students were measured by means of heart rate memory system, and the exercise intensities was estimated using in terms of HR, % HR max, and R.P.E.

The means and SD for velocities during exercises were  $8.9 \pm 1.0$  m/min for skill drills,  $38.3 \pm 7.9$  m/min,  $28.8 \pm 8.3$  m/min,  $31.9 \pm 7.8$  m/min for 5, 10 and 15 min swims respectively. In the skill drills at the swim lessons, the means of % HR max were 48.1—67.5%, and R.P.E. were approximately 13.0 (fairly hard). While in the 5, 10 and 15 min-swims, % HR max were 82.2%, 85.5%, 88.4% and R.P.E. were 17.0, 17.0, 19.0 respectively.

However in the 15 min-swim, HRmax, the means of % HR max and R.P.E. in well-skilled swimmer (183 beats/min, 88.4%, 19.0) coincided with less-skilled swimmer (183 beats/min, 91.9%, 19.0).

It was suggested that exercise intensities in this swimming program, including the skill drills and 5, 10 and 15 min-swims, might be adequate for improvement aerobic work capacity.

## 要 旨

水泳運動を大学一般体育実技の種目の1つとして取り入れ、動きづくり（技術練習）と続けて長く泳ぐこと（時間泳）をねらいとした授業を展開し、同時にその時の運動量、心拍数および R.P.E を測定し、これらの指標をもとに効果的指導法と運動処方方の検討を行った。

その結果、授業1単位あたりの平均可泳距離は約600~800m、技術練習による平均泳距離および R.P.E はそれぞれ約 400m/45分、13であった。時間泳（5、10、15分間）による平均可泳距離はそれぞれ約 200m、300m、および 450m であり、R.P.E は3者ともほぼ15であった。バディシステムによる技術練習中の % HRmax は 48.1~67.5 % と比較的軽い運動強度であったが、技術の習熟度による違いがみられた。しかし、時間泳中の % HRmax は習熟度にあまり関係なくほぼ 80~90% 近くにも達していた。有酸素性作業能力の改善をねらいとした水泳運動を行うには、授業1単位時間のなかに時間泳と同時に技能の向上をめざすプログラムを併用することが望ましい。

## ま え が き

水泳の能力を評価する手段として用いられるのは距離泳がほとんどである。高橋ら<sup>20)</sup>は、水泳授業における時間泳を「能力差の異なる多人数の学生に対して同時に多くの練習の量を確保できる内容」と評価し、10分間泳中の平均心拍数と泳力との間に密接な関係があることを報告している。また、平木場ら<sup>7)</sup>は、10分間泳をとり入れた水泳授業が呼吸循環系機能にとって適切な負荷強度であることを認めている。

しかし、水泳は他の陸上運動の技術と異なり、人間にとって習得の出発点はほとんどゼロであり<sup>20)</sup>、学習しないかぎりその技術の定着は図れない<sup>17)</sup>。そのためには学習の条件整備が必要である

が、学習指導要領における水泳運動の目標の1つとして「続けて長く泳ぐ」<sup>15)</sup> ことの具体的授業展開についての検討は十分ではない。

一方、大学一般体育実技において限定された授業のなかで学習効果をあげるためには、学習内容とともに運動強度の設定も重要となってくる<sup>5)</sup>。すなわち、運動の技術を習得しながら同時に、その身体活動が体力改善刺激となるような運動強度が望まれるわけである<sup>27)</sup>。また、授業の実践にあたっては加賀谷<sup>12)</sup>の指適するように、トレーニングの原則と授業展開との関わりをも考慮すべきであろう。

そこで、本研究では大学一般体育実技としての水泳コースに「動きづくり」と「続けて長く泳ぐ」ことをねらいとした授業を設定し、1) クロールの泳法矯正を中心とした技術練習および時間泳における運動量、2) 時間泳における可泳距離、3) 心拍数を指標とした技術練習 および 時間泳における生理的負荷強度の実態を明らかにし、水泳授業の効果的指導法と運動処方のプログラムを検討することを目的とした。

## 研究 方 法

被検者は大学一般体育実技受講学生、男子5名、女子35名である。体力レベルは、天野ら<sup>3)</sup>の8分間4点負荷法による PWC<sub>170</sub> テストを実施した結果、体重あたりの5段階評価では男子が平均で2.4、女子は2.2であった。

授業は屋内25mプールで行った。水温は28°C~30°C、室温は27°C~30°Cであった。今回実施した授業内容の概略を表1に示した。1時限目と8時限目の授業を除く計6回の授業内容は、いずれも授業時間の $\frac{2}{3}$ 程度を技術練習に、残り $\frac{1}{3}$ 程度を時間泳（5分間、10分間、および15分間）にあてた。技術練習は2人1組でのバディシステムにより、泳法矯正練習を一斉に行った。時間泳は全員同時にスタートし、それぞれの時間内に泳い

表1 Outlines of the swim lessons for skill drills and 5, 10 and 15 min-swims.

単元時数	技術練習	時間泳
1.	水慣れ, 事前泳力テスト (50m)	—
2.	浮き, 沈み, けのび (body position)	5分
3.	姿勢変換 (伏, 仰, 横, 立体など)	10分
4.	キック, 歩行でのプル動作	10分
5.	プル動作, 初歩泳	15分
6.	プル動作と呼吸の協応	15分
7.	プル動作と呼吸の協応	15分
8.	1,000m泳 トライアル	—

だ距離を自己申告させた。なお、可泳距離はプールの横幅14mの往復回数をカウントさせた。事前泳力テストにおける50mクロールの平均タイムは59秒3であった。

心拍数は Heart Rate Memory (Vine 社製) を用いて授業中連続して測定し、同時にタイムスタディの記録も行った。最高心拍数に対する割合 (% HRmax) は、PWC<sub>170</sub> テスト<sup>3)</sup> 時の最高心拍数 (HRmax) に基づいて算出した。HRmax は、被検者 J.N が192拍/分、Y.K が186拍/分、T.S が196拍/分であった。

主観的運動強度 (R.P.E) の測定は、小野寺ら<sup>21)</sup>および宮下ら<sup>16)</sup>による方法を参考にし毎授業終了後、技術練習と時間泳の R.P.E を質問紙法により答えさせた。

### 研究結果

#### 1. 技術練習, 時間泳による泳距離と所要時間, 平均速度および R.P.E

単元時数8時間のうち、技術練習と時間泳を中心に展開した6回の授業で、技術練習中に泳いだ総距離とこれに要した時間の平均と標準偏差 (以下 S.D) は、それぞれ 403.7±47.4m, 46.2±8.7分であった (表2)。休憩時間も含めた1分間あたりの速度に換算すると 8.9±1.0m/min となった。

技術練習に対する平均 R.P.E は 12.7±2.2 であり、運動強度としては「ややきつい」に相当していた。

時間泳による可泳距離, 平均速度, および

表2 Means and SD of the total swim distance velocity and R.P.E for skill drills with buddy system.

授業時数	泳距離 (m)	所要時間 (min)	泳速度 (m/min)	R.P.E	N
2	392	55	7.1	12.2+2.4	32
3	448	42	10.6	12.9+1.9	33
4	476	60	7.9	—	31
5	406	45	9.0	—	35
6	336	35	9.6	12.8+2.4	27
7	364	40	9.1	12.6+1.8	34
平均	403.7	46.2	8.9	12.7	
SD	47.4	8.7	1.0	2.2	

表3 Means and SD of swim distance, velocity and R.P.E for 5, 10 and 15 min-swims.

授業時数	可泳距離 (m)	所要時間 (min)	泳速度 (m/min)	R.P.E	N
2	191.7+ 38.9	5	38.3+7.9	14.5+2.7	32
3	274.9+ 83.7	10	27.5+8.4	15.0+2.5	33
4	288.2+ 82.9	10	28.8+8.3	—	31
5	441.9+137.7	15	29.5+9.3	—	35
6	447.9+116.8	15	29.9+7.9	15.3+2.2	27
7	478.4+115.7	15	31.9+7.8	15.4+2.3	34

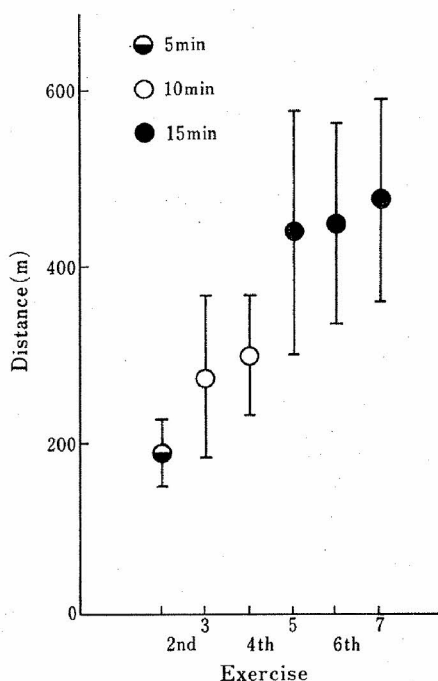


図1 Means and SD of swim distance for 5, 10 and 15 min-swims.

R.P.E の平均と S.D を図1, 表3 に示した. 授業1単位時間は平均で約60分であり, この間の総可泳距離 (技術練習での泳距離+時間泳による平均可泳距離) は, 2時限目 (5分間泳実施時) が約600m, 3時限目 (10分間泳実施時) が約700

m, 6時限目 (15分間泳実施時) が約800mであった (表2, 表3). 10分間泳, 15分間泳ともに授業時数を重ねるにつれて平均可泳距離の増加がみられたが, 統計的に有意な差は認められなかった. 時間泳に対する平均 R.P.E は  $15.0 \pm 2.5$  であり, 時間泳は「きつい」に相当していた. 授業経過にともなう技術練習中および時間泳についての R.P.E の変動を表4, 表5 に示した. 時間泳は2時限目が5分間泳, 3時限目が10分間泳, 6時限目が15分間泳であった. 技術練習に対する R.P.E は, いずれの授業でも80~90%の者が15~11の範囲内で答えていた. 時間泳に対する R.P.E は, 実施時間の増加にあまり関係なく, ほぼ60%近くの者が17~13の範囲内で答えていた.

1,000m泳 (n=39) のタイムの平均と S.D は, 38分09秒  $9 \pm 8$  分29秒1, 平均速度は  $27.5 \pm 6.6$  m/min, 平均 R.P.E は16.4であった.

距離泳 (50mおよび100m) と時間泳 (5分間, 10分間および15分間) の泳速は, 10分間泳 (平均可泳距離, 約300m), 15分間泳 (平均可泳距離, 約450m) および1,000m泳ともにほぼ 30m/min

表4 Changes of R.P.E during swim lessons for skill drills. (%)

R.P.E \ 時数	19	17	15	13	11	9	7	N
2	0	3.1	12.5	53.1	12.5	9.4	9.4	32
3	2.9	0	20.6	50.0	20.6	5.9	0	33
6	0	7.1	25.0	39.3	14.3	10.7	3.6	27



表5 Changes of R.P.E during 5, 10 and 15 min-swims. (%)

R.P.E 時数	19	17	15	13	11	9	7	N
2	9.4	18.8	34.4	21.9	9.4	3.1	3.1	32
3	8.8	23.5	25.3	17.7	2.9	5.9	0	33
6	3.6	39.3	35.7	17.8	0	0	3.6	27

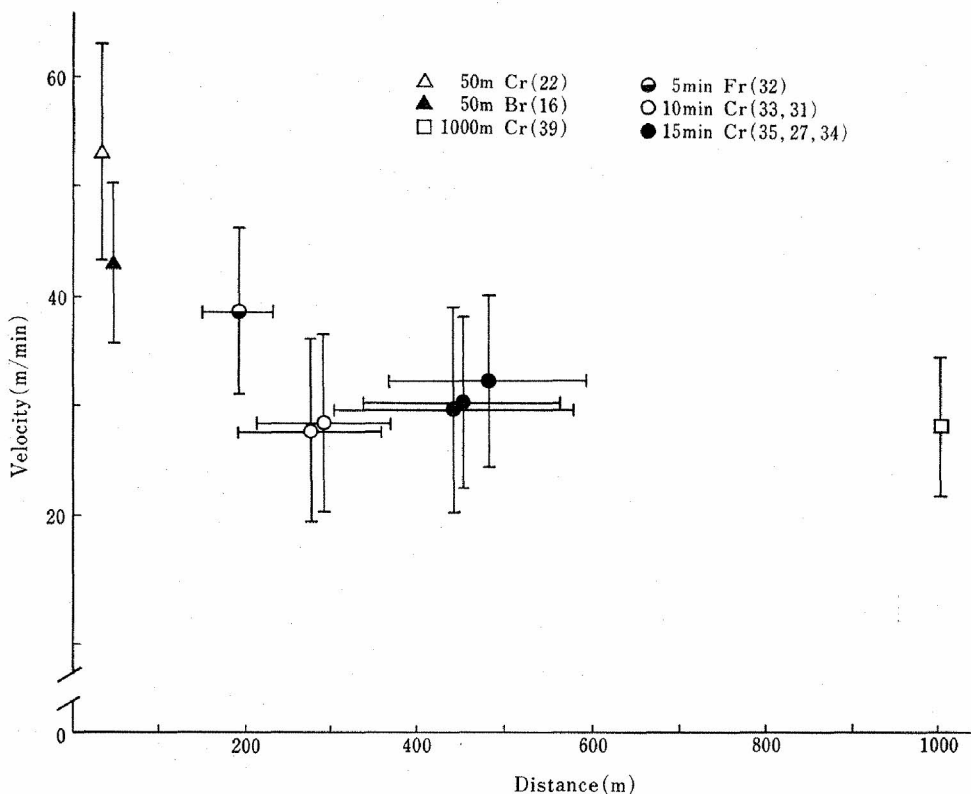


図2 Means and SD of velocity for 50 and 1,000m swim and for 5, 10 and 15 min-swims.

前後の速度を示した (図2)。

2. 5分間、10分間および15分間泳を実施した授業時の心拍数変動

図3は、被検者 T.S の2時限目、4時限目および7時限目に測定した心拍数変動を同時にプロットしたものである。3回の授業における技術練習の内容に若干の違いはみられるが、平均心拍数は2時限目が  $94.3 \pm 8.5$  拍/分 (所要時間55分)、4時限目が  $110.5 \pm 9.1$  拍/分 (所要時間60分)、および7時限目が  $103.4 \pm 6.6$  拍/分 (所要時間40分) であり、平均%HRmax に換算するとそれぞれ

れ 48.1%、56.4%、52.8% となった。

一方、時間泳中の心拍数変動は5分間泳、10分間泳および15分間泳ともにスタート時の心拍数のイニシャルレベルはほぼ同じ程度であり、立ちあがりや心拍水準の維持も全ての時間泳について同様の傾向を示したが、リカバリー時の回復経過は泳ぐ時間が長くなるにつれて遅くなった。時間泳の平均心拍数は5分間泳 (2時限目) が  $161.2 \pm 13.5$  拍/分、10分間泳 (4時限目) が  $168.1 \pm 6.4$  拍/分、および15分間泳 (7時限目) が  $173.3 \pm 6.4$  拍/分であった。平均%HRmax に換算すると、

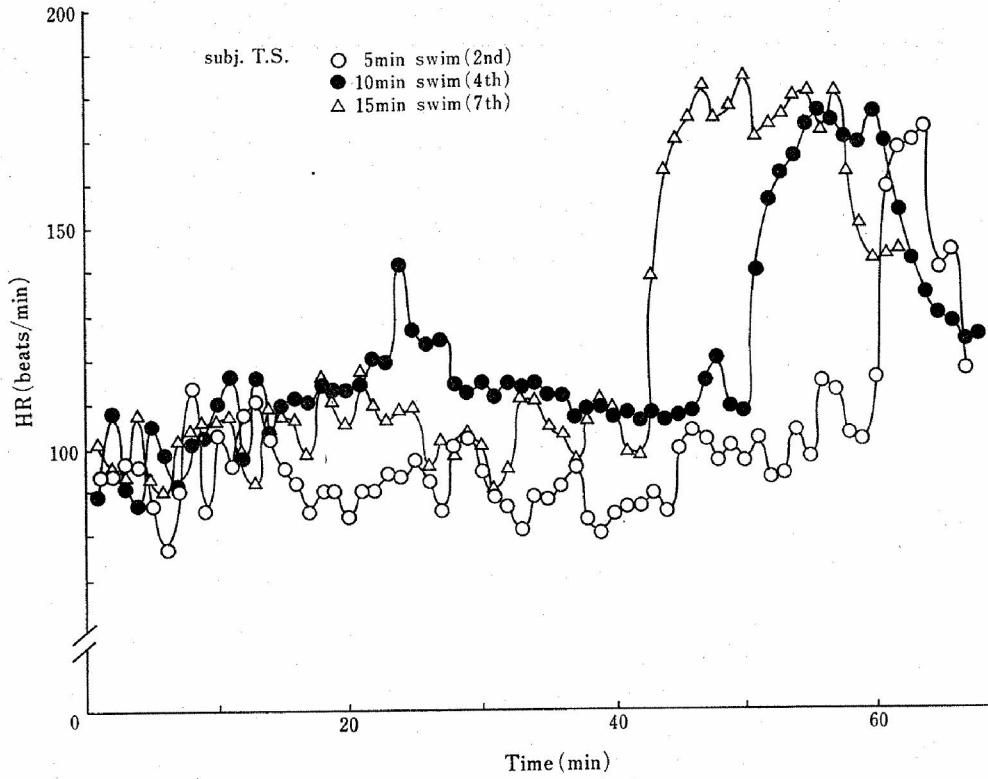


図 3 Changes of heart rate during 5, 10 and 15 min-swims (subj. J.N.).

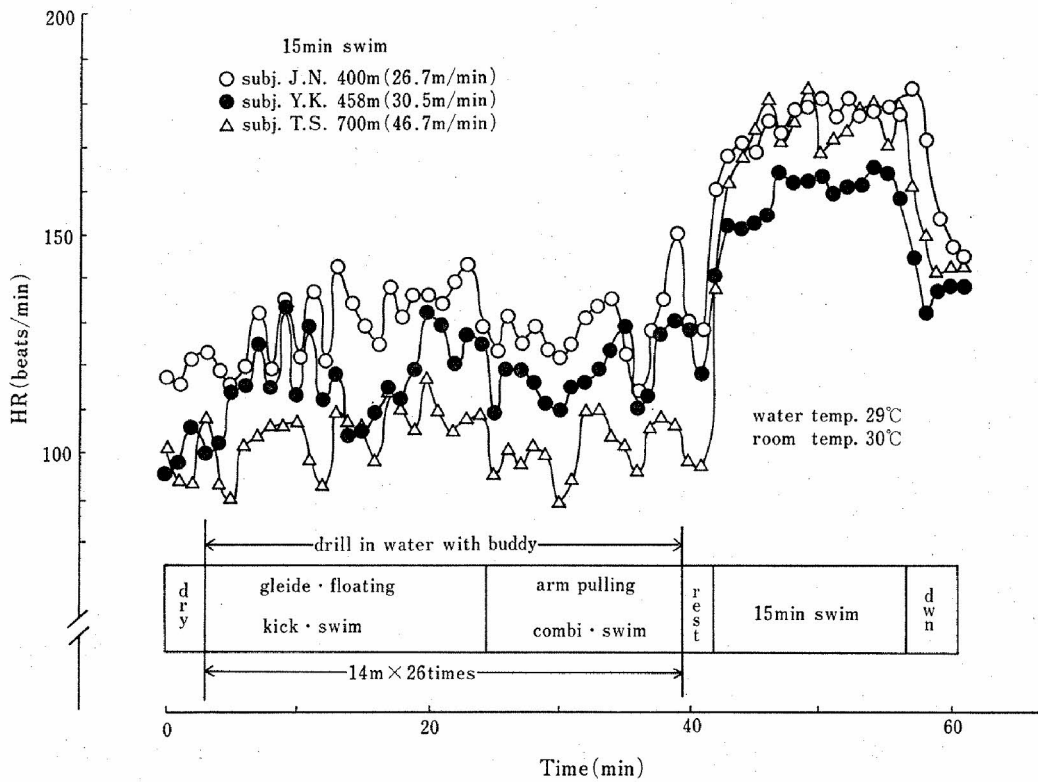


図 4 Changes of heart rate during 15min-swims.

それぞれ82.2%, 85.8%, 88.4%となり, 泳ぐ時間が増すごとに平均 HR および %HRmax は高い値を示した. R.P.E は, 5分間泳が17, 10分間泳が17, 15分間泳が19であった.

### 3. 習熟度の違いによる技術練習中および時間泳中の心拍数変動

図4は, 7時限目に実施した水泳授業時における男子被検者3名の心拍数変動である. 前半の技術練習では2人1組のボディシステムにより, 全員がプールの横14mを13往復, 合計364mを40分間で泳いでおり, 物理的運動強度は全員同じであった. しかし, 後半の15分間泳による3人の被検者の泳距離は, T.S>Y.K>J.Nの順に多かった.

技術練習中の平均心拍数は, J.Nが $129.6 \pm 8.7$ 拍/分, Y.Kが $118.5 \pm 7.9$ 拍/分, およびT.Sが $103.4 \pm 6.6$ 拍/分であった. 平均%HRmaxは, それぞれ67.5%, 63.7%, および52.7%であった. 以上のように, 技術練習中のHRおよび%HRmaxは, 同じ物理的運動強度に対して時間泳の可泳距離の多いT.S<Y.K<J.Nの順に低い値を示した. しかし, 15分間泳ではスタート時のHRはJ.N>Y.K>T.Sの順に高い値を示したが, HRの立ちあがり, 心拍水準の維持およびリカバリー時の回復経過は3者ともほぼ同じ傾向を示した. 平均HRは, J.Nが $176.5 \pm 4.4$ 拍/分, Y.Kが $158.1 \pm 6.1$ 拍/分, およびT.Sが $173.3 \pm 6.4$ 拍/分であった. R.P.Eは, J.Nが19, Y.Kが17, T.Sが19であった. 平均%HRmaxは, それぞれ91.9%, 85.0%, 88.4%であった. 15分間泳中のHRmaxは, J.Nが183拍/分, Y.Kが165拍/分, T.Sが183拍/分を示し, %HRmaxに換算すると, それぞれ95.3%, 88.7%, および93.4%と非常に高い心拍レベルに達していた.

## 考 察

### 1. 技術練習および時間泳による運動量, 平均速度, R.P.E

泳法矯正を中心とした技術練習による授業1単位あたりの平均泳距離は, 6回の平均で約400mであり, 9.0m/min前後の速度で泳いだことになる. この泳速度は50mクロール泳の平均速度50.6m/minのほぼ $\frac{1}{3}$ 程度であり, 時間泳(10分間および15分間)のそれと比べると $\frac{1}{3}$ 程度の速度であったことが伺える. これは, 技術内容の説明や休憩時間が含まれていること, R.P.Eの「ややきつい」から「楽である」の範囲内に答えた者の割合は全ての授業で80~90%であったこと(表3), 平均R.P.Eが13.0と「ややきつい」に相当していたことから, 本時の技術練習は適度な運動量であったと思われる.

時間泳による平均可泳距離は5分間泳が約200m, 10分間泳が約300m, および15分間泳が約450mであり, 5分間泳では上野ら<sup>30)</sup>の高校生男女の値と, 10分間泳では高橋ら<sup>20)</sup>の大学生男女の値とほぼ一致した. 平均R.P.Eは, 泳ぐ時間の増加にともなって僅かに増えただけであり, 6回の平均とS.Dは $15.0 \pm 2.5$ であり, 運動強度は「きつい」に相当していた.

一方, 同一時間泳内の平均可泳距離と平均速度の伸びに統計的に有意な差はみられなかったが, 授業のまとめとして実施した1,000m泳では, 5分間, 10分間, および15分間の時間泳による平均可泳距離に対して2.5~4倍の運動量を, 10分間泳および15分間泳による平均速度(約30m/min)でほぼ消化することができた(図2).

つぎに, 授業経過にともなうR.P.Eの変動を見てみると, 技術練習の内容には若干の差異はあるものの, いずれの授業においてもほとんどの者が15~11の範囲内で答えており, あまり変動はみられない. しかし, 時間泳中のR.P.Eは, 授業

時数が進むにつれてその変動が小さくなり、ほとんどの者が17~13の範囲内で答えていた。宮下ら<sup>16)</sup>は、泳法の習熟度および体力の水準が異なると遊泳速度に違いが生ずるが、生体負担度 (HR) と R.P.E には有意な相関がみられることから、R.P.E は負荷の種類や作業成績の違いにかかわらず、生体にかかる負担度を表わす指標になると報告している。本研究でも、技術練習と時間泳に対する評価は、多人数の被検者を対象として実施したにもかかわらず生体負担度に合った評価をしていることが伺われた。なお時間泳に対する R.P.E の変動幅が大きかったことの要因としては、技術の習熟度の違いや、往復するプールの横幅(14m)の違い、および R.P.E に対する理解と認識の違いなどが考えられるが、いずれにしても、R.P.E は運動処方素材として実践の場で利用するには非常に便利なスケールと思われる<sup>9)</sup>。

## 2. 心拍数変動からみた運動強度の推定

身体運動の相対的運動強度の指標は最大酸素摂取量 (以下 $\dot{V}O_2 \max$ ) を用いることが多い。しかし、運動処方および実践の場面では、その指標の推定は簡便であることが何よりも大切な条件である。朝比奈ら<sup>2)</sup>および山地ら<sup>31)</sup>は % HRmax による運動強度の推定とその有効性について報告しており、星川ら<sup>9)</sup>は、水泳運動では酸素摂取量 (以下 $\dot{V}O_2$ ) を運動の強度の基準とするよりも、心拍数、酸素需要量あるいは R.P.E を用いた方がよいことを示唆している。

一方、平木場ら<sup>7)</sup>は、水泳時の % HRmax の尺度を手がかりとして正課体育実技時の運動強度の推定を試みている。また、石原ら<sup>11)</sup>は水泳とペダリング、黒川ら<sup>17)</sup>は水泳、ランニング、およびペダリング中のHR と  $\dot{V}O_2$  はほぼ直線的な関係にあることを認めている。

そこで、本研究では % HRmax を用いて、水泳授業時の運動強度を推定することにした。

2人1組のパディシステムによる技術練習中の

% HRmax は、全授業の平均泳距離約 400m、平均所要時間45分程度の運動量に対して、被検者 T.S は 48.1~56.4% (図 3)、3人の被検者が同じ技術練習の内容を同時に消化した授業では52.7~67.5%と比較的軽い運動強度であった。斉藤ら<sup>23)</sup>は、球技などの種目では個人技術の差がそのまま身体活動差になることを指適しているが、15分間泳を実施した授業時の % HRmax は、同じ物理的運動強度に対して時間泳の可泳距離が多い者はほど低い値を示し、技術の習熟度の違いによって生理的負荷強度が異なることが示唆された。

同一個人内における時間泳中の平均 % HRmax は、5分間泳実施時が82.2%、10分間泳実施時が85.8%、および15分間泳実施時が88.4%と時間が増すにつれて上昇がみられた。R.P.E はそれぞれ 17, 17, 19であった。しかし、15分間泳中の平均 % HRmax は、可泳距離の多い T.S が 88.4%、少ない J.N が 91.9%と双方ともに技術の習熟度の違いによる差はあまりみられず、この時の HRmax および R.P.E は双方ともに、183拍/分と19であった。この結果は、10分間泳終了時のHRが平均値で、187拍/分のほぼ最大レベルまで上昇するという報告<sup>26)</sup>や、10分間泳と模擬水球試合の % HRmax は 88.9%であったという報告<sup>7)</sup>とかなり一致していた。

ところで、水泳時のHRの低下は Magel ら<sup>18)</sup>、Dixon ら<sup>4)</sup>、McArdle ら<sup>19)</sup>、Holmér<sup>6)</sup> および野村<sup>20)</sup>など多くの研究者によって報告されており、この理由としては潜水性徐脈の影響が最有力のようである<sup>1,28)</sup>。また、黒川ら<sup>14)</sup>は、回流水槽泳による最大負荷でのHRはすべての被検者群において陸上運動時よりも低く、水泳時の値 (175~178拍/分) は、ペダリング時の値より3~9%、ランニング時の値より8~14%有意に低いと報告している。すなわち、水泳時のHRを陸上運動時と同一尺度で用いると水泳時の運動強度を過小評価することになる<sup>14)</sup>のである。

一方有酸素性作業閾値（以下 Aer T）と無酸素性作業閾値（以下 An T）の検討は Skinner ら<sup>22)</sup>によって行われている。また、競泳における有酸素的代謝と無酸素的代謝の関与する割合の検討は、Houston<sup>8)</sup>、および黒川ら<sup>13)</sup>によって報告されている。石原ら<sup>11)</sup>は、一般成人についてペダリング時と水泳時の Aer T と An T を求めた結果、その閾値での心拍数の平均値は、水泳時ではそれぞれ 115 拍/分、144 拍/分（% Peak  $\dot{V}O_2$  の 50~80% に相当）であり、自転車の 121 拍/分、157 拍/分よりも低い値を示したと報告している。有酸素性作業能力の改善のための運動強度は、成人の場合 Aer T と An T の間が適当<sup>24)</sup>とされているが、本研究での水泳授業時の平均 HR の値をあてはめてみると、技術練習は Aer T よりわずかに低く、時間泳（5 分間、10 分間、および 15 分間）はすべて An T より高いレベルにあることがわかった。

運動処方条件として池上<sup>10)</sup>は、①定常運動、②リズムカルな運動、③全身運動の 3 つをあげている。また、体育科学センター方式<sup>28)</sup>によれば、全身持久性を高めるための条件として、週 1 回、 $\dot{V}O_{2max}$  の 60~70% の強度で 5~10 分の運動を目安としているが、体力のイニシャルレベルの低い者や、運動の時間が長くなれば、その強度は低くてもよいとしている。本研究の被検者の体力レベルが比較的低いことや、授業時間が 60 分程度であること、および運動強度の高い時間泳が授業 1 単位ごとに必ず含まれていることなどを考えてみると、有酸素性作業能力の改善をねらいとした水泳運動および処方を行うには、時間泳を学習内容として組み入れることが望ましいと考えられる。運動やスポーツ活動を生涯にわたって長く続けていくには体力づくりもさることながら、これに必要とされる技術を向上させることも大切であろう。

週 1 回、約 1 時間程度の限定された一般体育実

技で授業の学習効果をあげるためには、本小論に試みたような運動の技術を習得しながら同時に、その身体活動が体力改善刺激となる<sup>27)</sup>ような具体的指導方法およびカリキュラムの工夫が今後さらに展開されるべきであるといえよう。

## ま と め

1) 大学一般体育実技（水泳コース）受講生、男女計 40 名を対象として、「動きづくり」と「続けて長く泳ぐ」ことをねらいとした授業を展開した。

2) クロールによる泳法矯正練習と時間泳（5 分間、10 分間、および 15 分間）による運動量、R.P.E および可泳距離の測定と同時に、授業時の心拍数を測定し、水泳中の運動強度を HR、% HRmax により検討した。

3) 授業 1 単位あたりの平均総可泳距離は約 600~800m、技術練習による平均泳距離は約 400 m/45 分、時間泳（5 分間、10 分間、および 15 分間）による平均可泳距離は、それぞれ約 200m、300m、450m であり同一時間泳内の平均可泳距離は授業回数を重ねるごとに増加した。

4) バディシステムによる技術練習中の % HRmax は、48.1~67.5% と比較的軽い運動強度であったが、技術の習熟度による違いが認められた。しかし、時間泳中の HRmax は可泳距離の多い者も少ない者も 183 拍/分であり、% HRmax に換算すると、それぞれ 88.4%、91.9% とあまり差はみられず、非常に高い心拍水準を示した。

5) 水泳運動による有酸素性作業能力の改善をねらいとした授業を展開するには、授業 1 単位時間の内容に時間泳と同時に技能の向上をめざすプログラムを併用すべきであろう。

## 文 献

- 1) Asmussen, E. and Kristiansson, N.G.; "The diving bradycardia in exercising man," *Acta Physiol. Scand.*, **73**: 527-35 (1968)

- 2) 朝比奈一男, 浅野勝己, 草野勝彦, 砂本秀義; 「作業強度の生理的基準について」*体力科学*, **20**: 190—94 (1971)
- 3) 天野義裕, 鬼頭伸和; 東海地区大学一般体育実技における体力づくりに関する研究 (第3報) II—PWC<sub>170</sub> テストによる体力診断, 大学保健体育研究 II, 47—54 (1982)
- 4) Dixon, R.W. and Faulkner, J.A.; “Cardiac output during maximal effort running and swimming,” *J. Appl. Physiol.*, **30**: 653—56 (1971)
- 5) 合屋十四秋, 天野義裕, 米田吉孝, 吉田正, 鬼頭伸和, 長沢弘; 「万歩計による運動の質と量の評価について (第1報) —大学正課体育実技: ソフトボール, バドミントン, エアロビクスコースの場合—」*東海保健体育科学*, **3**: 53—60 (1981)
- 6) Holmér, I.; “Oxygen uptake during swimming in man,” *J. Appl. Physiol.*, **33**: 502—09 (1972)
- 7) 平木場浩二, 高橋伍郎, 椿本昇三, 高森秀蔵, 田崎健太郎; 「大学正課体育授業の循環機能に及ぼす影響に関する研究—(1)水泳, ラグビーおよびサイクリング授業中の心拍数と運動強度について—」*大学体育研究 (筑波大学体育センター)*, **6**: 1—11 (1984)
- 8) Houston, M.E.; “Metabolic responses to exercise, with special reference to training and competition in swimming.” in Erikson, B and Furberg, B. (Eds.), *Swimming Medicine IV*, University Park Press: Baltimore, (1978) pp. 207—32
- 9) 星川保, 村瀬豊, 水谷四郎, 松井秀治; 「呼吸循環機能改善刺激としてのレクリエーションスポーツの役割—中高年における水泳, 野球, テニス, バドミントン, 卓球, ゴルフ実施時の心拍数, 酸素摂取量, 酸素負債量, 酸素需要量, RMR—」*体力科学*, **6**: 77—89 (1978)
- 10) 池上晴夫; 運動処方, 朝倉書店, (1982) pp. 188—203
- 11) 石原俊樹, 宮下充正; 「有酸素作業能力向上のための水中運動の検討」*J.J. Sports Sci.* **1**—4: 325—28 (1982)
- 12) 加賀谷照彦; 「授業に生かして欲しい運動生理学の法則性」*体育の科学*, **34**: 448—52 (1984)
- 13) 黒川隆志, 富樫泰一, 野村武男, 池上晴夫; 「最大酸素負債量, 最大酸素摂取量および酸素需要量と水泳記録との関係」*体育学研究*, **20**: 295—305 (1985)
- 14) 黒川隆志, 野村武男, 富樫泰一, 池上晴夫; 「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**—3: 157—70 (1984)
- 15) 文部省; 小学校学習指導要領, 改訂版, 明治図書, (1977) pp. 99—102
- 16) 宮下充正, 小野寺孝一; 「水泳における Rating of Perceived Exertion」*体育科学*, **6**: 96—99 (1978)
- 17) 宮下充正; 水泳の科学, 杏林書院, (1970) pp. 145—150
- 18) Magel, J.R. and Faulkner, J.A.; “Maximal oxygen uptake of college swimmers,” *J. Appl. Physiol.*, **22**: 929—33 (1967)
- 19) McArdle, W.D., Glaser, R.M., and Magel, J.R.; “Metabolic and Cardiorespiratory response during free swimming and treadmill walking,” *J. Appl. Physiol.*, **30**: 733—38 (1971)
- 20) 野村武男; 「エージグループ水泳選手の最大酸素摂取量について」*体育学研究*, **22**: 301—09 (1979)
- 21) 小野寺孝一, 宮下充正; 「全身持久性運動における主観的運動強度と客観的強度の対応性—Rating of perceived exertion の観点から—」*体育学研究*, **21**: 191—204 (1976)
- 22) Skinner, J.S. and T.H. McLellan; “The transition from aerobic to anaerobic metabolism,” *Res. Quart for Exercise and Sport.*, **51**: 234—48 (1980)
- 23) 齊藤満, 星川保, 松井秀治; 「体力の個人差からみた正課体育の運動量と質について」*新体育*, **48**: 733—37 (1978)
- 24) Sady, S. et. al.; “Changes in metabolic acidosis, evidence for an intensity threshold,” *J. Sport. Med.*, **20**: 41—46 (1980)
- 25) Strømme, S.B., Kerem, D., and Elsner, R.; “Diving bradycardia during rest and exercise and its relation to physical fitness,” *J. Appl. Physiol.*, **28**: 614—21 (1970)
- 26) 高橋伍郎, 坂田勇夫, 椿本昇三; 「正課体育受講学生の10分間泳における心拍数変動」*大学体育研究 (筑波大学体育センター)*, **5**: 25—35 (1983)
- 27) 豊島進太郎, 星川保; 「多人数児童の同時的心拍数測定による体育授業の診断と運動処方」*デサントスポーツ科学*, **5**: 191—200 (1984)
- 28) 体育科学センター編; 健康づくり運動カルテ, 講

- 談社, (1980) pp. 33—37
- 29) 上原利視;「都市児童の泳力と授業づくりの改善」  
体育の科学, **35**: 626—31 (1985)
- 30) 上野孝裕, 高橋伍郎;「運動技術の中核と学習指

- 導のポイント—その理論と実際—5, 水泳—5分  
間泳」体育科教育, 増刊号, pp. 138—41 (1985)
- 31) 山地啓司;心拍数の科学, 大修館書店,  
(1981) pp. 147—61