

## 水中運動における動きづくりと 時間泳による体育教材の検討

愛知教育大学体育教室 合 屋 十四秋  
(昭和61年12月25日受理)

### はじめに

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>(9)</sup>ことがあげられている。高橋ら<sup>(15)</sup> および平木場ら<sup>(5)</sup> は、10分間泳を授業に取り入れることによって「能力差の異なる多人数に対して同時に多くの練習量と適切な負荷強度を与えることができる」と報告している。また、時間泳による運動量、心拍数および R. P. E を指標とした水泳授業の検討もなされている。<sup>(4)</sup>

一方、大学一般体育実技では限定された授業の中で学習効果をあげるためには学習内容のみならず、その活動が適切な体力改善刺激となるような運動強度も必要である。<sup>(4)(16)</sup> また、学習の条件整備にあたっては加賀谷<sup>(6)</sup> が指摘するように、トレーニングの原則をも考慮に入れるべきであろう。体育授業の主目的が身体活動を媒介とすることから体育は体が基本であり、体を動かすことが中心である。<sup>(17)</sup>

水泳運動はトレーニング刺激としての可能性を有しており、有気的作業能力向上のためのトレーニング法のひとつとして有効である。<sup>(1)</sup> また、各種泳法を習得することにより自分の身を守り、体力を向上させることができるならば、教材としての価値は十分なものとなるであろう。しかし、水泳運動は学習経験の有無によってその技能は大いに異なることが多い。

そこで、本研究では、平泳ぎ泳法の「動きづくり」と「続けて長く泳ぐ」ことをねらいとした授業実践を展開し、その時の(1)ストロークコレクション(泳法矯正)による泳距離、R. P. E、(主観的運動強度)、(2)時間泳による可泳距離、ストローク数、R. P. E、(3)心拍数を指標とした授業時の生理的負荷強度、(4)質問紙法による授業内容および指導法などの検討を行ない、体育教材としての水泳授業の実践的資料を得ようとした。

### 方 法

水泳コースの授業展開の概略を表1に示した。授業内容の設定は、表2のようにトレーニングの5大原則<sup>(6)</sup>を参考にして立案した。1単位時間あたりの2/3程度をストロークコレクションに、残り1/3程度を時間泳(5, 10, 15分)にあてた。ストロークコレクションは2人1組みのパディシステムで行なった。時間泳はプールの横幅14mを使って全員同時スタートし、それぞれの時間内に泳いだ距離を自己申告させた。プールは、屋内25m(学外施設)で行なった。

表1. 水泳コース授業内容展開概略

1986年10月上旬~11月下旬

単元 時数	技 術 練 習	時間泳
1.	抵抗のない姿勢づくり, 歩行 ストローク	5分
2.	姿勢変換(伏, 仰臥位), けの びストローク	10分
3.	キック(伏, 仰臥位), 歩行 ストローク	10分
4.	キック(伏, 仰臥位), プル 動作と呼吸	10分
5.	ビート板キック, プル動作と 呼吸	15分
6.	1000m泳 トライアル	

水温は28～30度、室温は25～28度であった。対象は一般体育実技受講学生、男子5名、女子35名であった。PWC 170テスト<sup>(2)</sup>による体力レベルの5段階評価は、体重あたりの平均で男子が2.4、女子が2.2であった。

表2. トレーニングの5大原則と授業内容

1) 意識性……	ボディシステム（相互に確かめ指摘する）
2) 反復性……	短い距離（14m）の往復（技術練習、時間泳）
3) 全面性……	ストロークコレクション（泳法矯正）
4) 個別性……	各自のペースでの時間泳
5) 漸進性……	分習、全習の組み合わせによる技術練習

心拍数の測定は、健康な男子5名を被検者とし、Vine社製のHeart Rate Memoryを用いて水泳時の連続記録を行なった。この時のタイムスタディも同時に行ない、授業時の心拍変動と対応させた。最高心拍数に対する割合（以下、%HRmax）は、PWC 170テストによる最高心拍数（以下、HRmax）に基づいて算出した。主観的運動強度（R.P.E.）は、小野寺ら<sup>(14)</sup>、宮下ら<sup>(10)</sup>による方法を用いて毎授業後、技術練習と時間泳の双方のR.P.E.を質問紙法により記述させた。同時に、授業内容、指導法および技能などの主観的評価も書かせた。（表3）

表3. アンケート用紙

月 日 教室 番号 氏名

今日の練習内容について感じたことと一致する番号を選び、それに、印をつけて下さい。

① 技術面は？

簡単 5 4 3 2 難しい 1

② 指導法は？

わかりやすい 5 4 3 2 理解できない 1

③ 主観的運動強度は？（運動の強さに対する自分自身の体のきつさ）

1) 技術練習

非常にきつい 19 17 15 13 11 9 7

きつい 17 15 13 11 9 7

ややきつい 15 13 11 9 7

やや楽である 13 11 9 7

楽である 11 9 7

非常に楽である 9 7

2) 時間泳

19 17 15 13 11 9 7

※今日の時間泳は全力の何々程度の力で泳ぎましたか？ 該当するところに印をつけてください。

90～100% 80～90 70～80 60～70 50～60 40～50 30～40

④ 今日の授業で、とくに技術面について何かつかったことがありますか？

ex 1) 時間泳の距離が延びた 2) 1かきで進む距離が延びたようだ

3) 呼吸の仕方がわかったようだ 4) 手と足のタイミングが合うようになった

5) 足の蹴りがうまいくようになった

6) その他

## 結 果

### (1) 授業時の泳距離、泳速度およびR.P.E

1単位授業時間を技術練習による泳距離と時間泳による可泳距離とに分け、その時の所要時間、泳速およびR.P.Eを求めた。（表4、5）技術練習の所要時間は、1単位授業毎に実施される時間泳によって20分～30分程度となった。

表4. 技術練習（ストロークコレクション）による泳距離、所要時間、泳速度およびR.P.E

授業 時数	泳距離 (m)	所要 時間 (min)	泳速度 (m/min)	R.P.E $\bar{X} \pm S D$	N
1	350	29 (14)	12.1	11.8±2.3	32
2	420	27 (20)	15.6	12.0±3.0	28
3	336	23 (14)	14.6	13.0±1.8	29
4	276	19 (10)	14.5	12.9±1.6	29
5	252	20 ( 7)	12.6	12.3±2.7	27

※（ ）内の数字は休憩時間

表5. 時間泳による可泳距離、泳速度およびR.P.E ( $\bar{X} \pm S D$ )

授業 時数	可泳距離 (m)	所要 時間 (min)	泳速度 (m/min)	R.P.E	N
1	167.6±34.8	5	33.4±7.2	12.8±1.9	32
2	311.9±62.1	10	31.2±6.2	14.4±1.8	28
3	315.3±49.9	10	31.5±5.0	13.9±1.8	29
4	329.4±50.8	10	32.9±5.1	14.4±1.8	29
5	476.4±99.6	15	31.3±4.9	14.6±2.0	27

説明による休憩時間を除くと、技術練習による泳速度は12.1～15.6m/minとなった。R.P.Eは、「やや楽である」から「ふつう」に該当する12～13の範囲内であった。時間泳による可泳距離は所要時間の増加に伴って増えたが泳速（31.2～33.4 m/min）はほぼ一定であった。10分間泳の可泳距離は実施回数を重ねる毎に増えたが、有意な差はみられなかった。（図1）R.P.Eは、5分間泳を除いて14前後の「ややきつい」に相当する値を示した。

### (2) 質問紙法による授業内容、指導法および技能の主観的評価

技術練習によるストロークコレクションに対する難易度の評価を表6に示した。授業時数を重ね

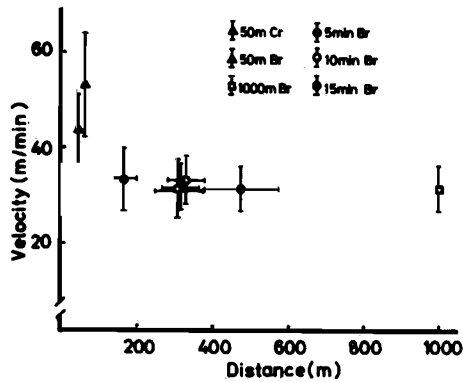


図 1. 時間泳および距離泳による  
泳速度の平均と標準偏差

る毎に「難しい」から「簡単」へと答える者が増えていた。指導法に対する評価を表 7 に示した。いずれの单元においても 70～80% の者が 3～4 の「ふつう」と答えていた。時間泳による技能の主観的評価を表 8 に示した。10 分間泳の距離が延びたと答えた者は 13.8～41.4%，同様に 1 かき 1 けりで進む距離が延びたと思う者は 10.3～31.0% と授業時数を重ねる毎に増えていた。また、時間泳を全力の何%で泳げたかという主観的評価は 80% 強の者が全力の 70～100% 程度で泳げたと答えていた。

表 6. ストロークコレクションに  
対する難易度の評価 (%)

評価	簡単		ふつう		難しい	N
单元	5	4	3	2	1	
1	3.2	9.7	32.3	41.9	12.9	32
2	0	0	58.6	27.6	13.8	28
3	0	10.3	37.9	37.9	13.8	29
4	0	7.0	58.6	17.2	17.2	29
5	0	18.5	55.6	14.8	11.1	27

表 7. 指導法に対する評価 (%)

評価	わかりやすい		ふつう		理解できない	N
单元	5	4	3	2	1	
1	16.1	25.8	38.7	16.1	3.2	32
2	3.4	13.8	72.4	6.9	3.4	28
3	13.8	20.7	48.3	17.2	0	29
4	10.3	17.2	58.6	13.8	0	29
5	11.1	25.9	55.6	7.4	0	27

表 8. 時間泳による技能の主観的評価

(%)								
項目 時間泳 單元	時間	泳の距離	が伸びた が伸びた 1かき1けり	全力の何%で泳いだか？				
				90	80	70	60	50
				100	90	80	70	60
2	10	13.8	10.3	3.4	34.5	31.0	24.1	6.9
3	10	27.6	20.7	3.4	34.5	44.8	17.2	0
4	10	41.4	31.0	10.3	27.6	41.4	17.2	3.4
5	15	10.3	27.6	3.7	48.1	29.6	14.8	0

(3) 時間泳と距離泳中の平均泳速度、ストローク頻度および 1 かき 1 けりで進む距離

時間泳 (5, 10, 15 分) と距離泳 (1000m) 中の泳速度と 1 かき 1 けりで進む距離との関係を図 2 に示した。時間泳および距離泳ともに泳速度の大きい者ほど 1 かき 1 けりで進む距離も大きかった ( $r = 0.88$ ,  $p < 0.01$ )。同様にストローク頻度と 1 かき 1 けりで進む距離との間には  $r = -0.79$  ( $p < 0.01$ ) と有意な負の相関がみられ、1 かき 1 けりで進む距離が大きい者ほどストローク頻度は少ない傾向にあった (図 3)。また、泳速度とストローク頻度との間には  $r = -0.43$  ( $p < 0.05$ ) と有意な負の相関がみられ、泳速度の大きい者ほどストローク頻度は少ない傾向にあった (図 4)。

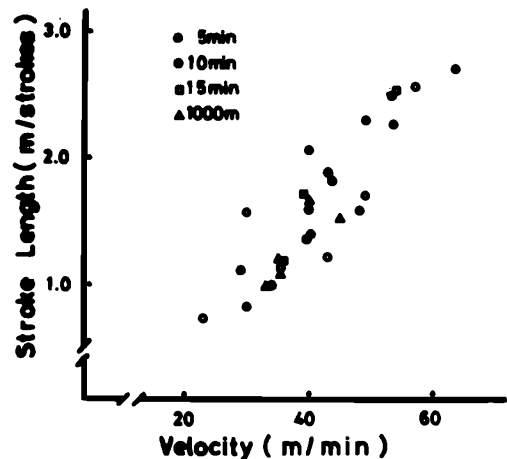


図 2. 泳速度と 1 かき 1 けりで進む距離の関係

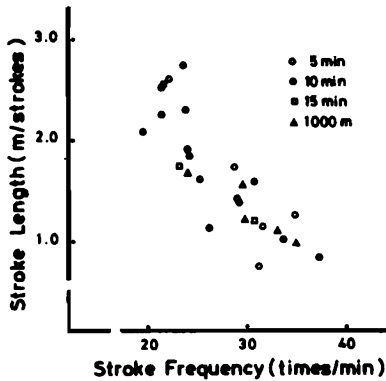


図3. ストローク頻度と1かき1けりで進む距離の関係

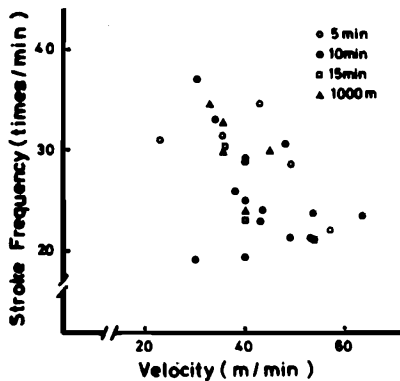


図4. 泳速度とストローク頻度との関係

#### (4) 授業時の心拍数変動

図5, 6に単元2時間目と3時間目の授業内容に伴う心拍数変動を示した。2時間目にストロークコレクションを行なった時の平均心拍数は、水泳を得意とし運動経験のあるN.Uが $94.2 \pm 8.0$ 拍/分(％HRmaxに換算すると47.1％), 水泳を不得手とし運動経験のあるJ.Nが $105.4 \pm 6.3$ 拍/分(54.9％)であった。同様に、3時間目のストロークコレクション時の平均心拍数はN.Uが $89.5 \pm 5.7$ 拍/分(44.7％), J.Nが $109.1 \pm 5.8$ 拍/分(56.8％)といづれの授業時においても水泳を得意とするN.Uの方が低い値を示した。それに対して2時間目の10分間泳の平均心拍数は

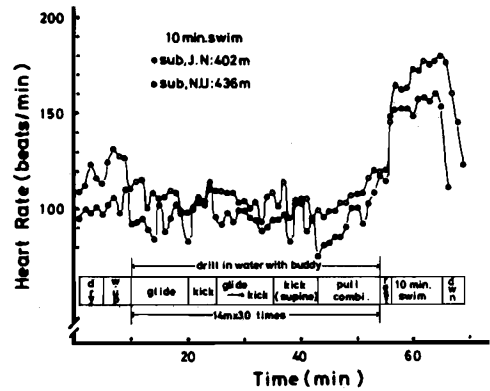


図5. 授業時の心拍数変動(2時間目)

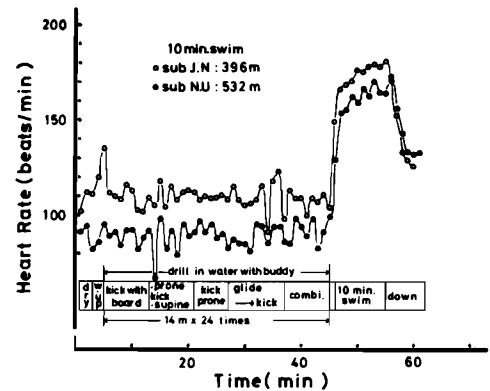


図6. 授業時の心拍数変動(3時間目)

N.Uが $149.6 \pm 13.2$ 拍/分(74.8％), J.Nが $162.8 \pm 17.9$ 拍/分(84.8％)であり、3時間目のそれはN.Uが $158.2 \pm 11.4$ 拍/分(79.1％), J.Nが $172.0 \pm 9.5$ 拍/分(89.6％)といづれの時間泳においても時間泳の可泳距離の多いN.Uの方が10～15拍/分ほど低い値を示した。

水泳能力がほぼ同程度の者の授業時(5時間目)の心拍数変動を図7に示した。ストロークコレクションを行なった時の平均心拍数はJ.Nが $107.6 \pm 7.5$ 拍/分(56.0％), Y.Kが $107.6 \pm 6.4$ 拍/分(57.8％)と双方ともほとんど同じ値を示した。15分間泳時の平均心拍数はJ.Nが $167.9 \pm 8.5$ 拍/分(87.4％), Y.Kが $155.3 \pm 15.0$ 拍/分(83.5％)と運動経験があり、可泳距離の多いJ.Nの方が高い値を示した。表9に1000m泳における心拍数変動とその時の平均

泳速度、ストローク頻度および1かき1けりで進んだ距離を示した。所要時間は32分46秒±5分5秒(N=34)であり、%HRmaxはN.Uの76.8%を除くほとんどの者が90%近くにも達していた。

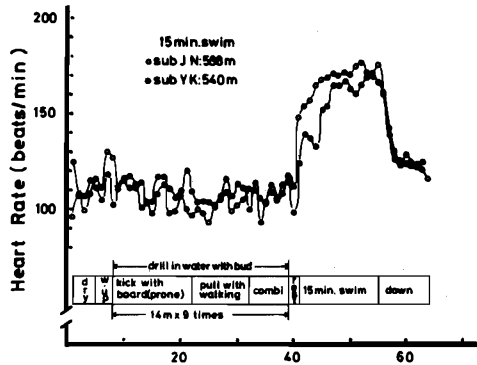


図7 授業時の心拍数変動(5時間目)

表9 1000m泳による泳速度、ストローク頻度、1かきで進んだ距離および心拍数

項目 被検者	所要時間 (min. sec)	平均泳速度 (m/min)	ストローク頻度 (times/min)	1かきで進んだ距離 (m/times)	平均心拍数 (beats/min)
N.U	19'46"	50.6	27.9	1.86	175.6±9.5
"	22'46"	45.0	29.4	1.53	153.6±14.7
T.S	25'15"	39.7	23.9	1.66	176.0±18.6
M.N	26'28"	37.8	21.6	1.75	179.6±4.8
Y.K	30'31"	32.9	34.6	0.95	164.8±7.1

## 論 議

水泳運動の効率はクロールが6~7%,平泳ぎが4~6%であり陸上の運動の1/4~1/10に相当するといわれている<sup>(11)</sup>。逆に、他の運動に比べて極めて短時間で運動効果が得られることになる。従って、水泳の場合ゆっくり泳いでも代謝という面からみれば相当強度の運動になる<sup>(12)</sup>。宮下<sup>(12)</sup>は、初心者か平泳ぎで泳ぐ場合、目安となるのは約30~40 m/minの速さで100~400 m程度がよいとしている。

本研究の結果、ストローコレクションを中心とした技術練習による泳速は、宮下<sup>(12)</sup>の指摘する速度の50%程度であり、時間泳のそれはほぼ一致した。この時の技術練習および時間泳による平均可泳距離はそれぞれ約250~400 m, 170~480 mであった。平均R.P.Eは、技術練習が「やや楽である」および「ふつう」に相当し、時間泳が「ややきつい」に相当していた。これらの結果はクロールによる10分および15分間泳による泳速度が、27.5~31.9 m/min, 平均R.P.Eが「ややきつい」という報告<sup>(4)</sup>とほぼ一致した。以上のことより本研究での技術練習や時間泳による運動量はほぼ妥当なものであると考えられる。

水中での移動速度をあげるためにはCraigら<sup>(3)</sup>が指摘するように、ストローク頻度をあげ1ストロークで進む距離を大きくすることにある。しかし、物体が水中を進むときの抵抗は移動速度の自乗に比例する。従って、水泳中のエネルギー需要量は速度の自乗に比例する<sup>(3)</sup>から容易なことではない。本研究で時間泳および距離泳中の平均泳速度、ストローク頻度および1かき1けりで進む距離との関係をみとて、泳速度の大きいものほどストローク頻度は少なく、なおかつ、1かき1けりで進む距離が大きかった。平泳ぎのプルやキックではリカバリーも水中で行なわれるため、いかに抵抗のない姿勢をとるかが効率のよい泳ぎにつながる<sup>(13)</sup>。すなわち、同じ泳速度で泳ぐ場合でも抵抗を少なくすることによってより少ないエネルギーで泳ぐことが可能となる。水泳能力=身体資源×水泳技術<sup>(8)</sup>という関係式から、水泳技能の低い一般体育実技の授業では、いかにうまく泳がせるかを考慮する必要がある。平泳ぎで続けて長く泳ぐためには、キックによって得られた大きな推進力をより抵抗の少ない姿勢でリカバーすることである。すなわち、ストローク頻度を少なくし、1かき1けりによって進む距離を大きくすることが大切なのである。

一方、心拍数変動からみた授業時の生理的強度は、同じ物理的強度(ストローコレクションによる技術練習)に対して水泳を得意とした者(89.5~94.2拍/分, 44.7~47.1% HRmax)

がそうでない者（105.4～109.1拍/分，54.9～56.8% HRmax）に比べ低い値を示したが，水泳能力がほぼ同程度の者の平均心拍数および%HRmaxはほとんど同じであった。10分間泳時の平均心拍数では，可泳距離が多く運動経験のある者の方が低い値を示し，%HRmaxは74.8～89.6%であった。15分間泳では水泳能力がほぼ同程度の場合，平均心拍数は可泳距離の多い方が高い値を示し，%HRmaxは83.5～87.4%であった。これらの結果はクロールによる%HRmaxとほぼ一致した。<sup>(4)</sup> 1000 m泳時の%HRmaxはN.U.の76.8%を除き，水泳能力に関係なくほぼ90%程度の高い心拍水準を示した。これは，所要時間が20～30分ほどかかったことによるものと考えられる。

水中運動における有酸素性作業能力を向上させるための心拍数の目安は115拍/分～144拍/分といわれている。<sup>(6)</sup> 本研究における「動きづくり」をねらいとしたストロークコレクションでは上記の範囲には入らないが，「続けて長く泳ぐ」ことをねらいとした時間泳では十分これを満たしていることが示唆された。また，今回の授業時のストロークコレクションに対する難易度が「難しい」から「簡単」に変容したことや，指導内容についての評価も80%以上の者が「ふつう」から「まあまあわかりやすい」と答えていたこと，さらに時間泳では全体の80%以上の者が70～100%の主観的運動強度で泳いでいたことから，トレーニングの原則である漸進性，意識性，全面性，個別性などが反映された結果と考えてよいであろう。

## ま と め

ストロークコレクションによる動きづくりと続けて長く泳ぐ時間泳を体育教材として取り入れ，いかに学習効果をあげるかを授業時の泳距離，ストローク数，R.P.E.，心拍数および質問紙法などの指標を用いて水泳運動による授業づくりの基礎的資料を得ようとした。

その結果，次のようにまとめることができた。

(1) 平泳ぎのストロークコレクションによる泳距離は約250～400 m，R.P.E.は「やや楽である」から「ふつう」であり，%HRmaxは水泳能力

の高い者（44.7～47.1%）がそうでない者（54.9～56.8%）に比べ低い値を示した。

(2) 時間泳（5～15分）による可泳距離は約170～480 m，R.P.E.はいずれも「ややきつい」であり，%HRmaxは10分間泳が74.8～89.6%，15分間泳が83.5～87.4%，1000 m泳がほぼ90%程度であり，有酸素性作業能力向上のための運動強度としては高い水準にあった。

(3) 時間泳（10，15分）および距離泳（1000 m）では泳速度の大きい者ほどストローク頻度は少なく，かつ，1かき1けりで進む距離が大きかった。

(4) 体育教材で水泳運動を大学一般体育実技で取り扱う場合，いかにうまく泳ぐか，そしていかに続けて長く泳ぐか，意識性，反復性，全面性，個別性および漸進性を考慮したプログラムを用意すべきであろう。

## 文 献

- (1) 浅野勝巳，松坂晃，鈴木慎二郎：水泳による小学生（10～11歳）の有氧的トレーニングの効果に関する研究，体育科学，10：35—43，1982.
- (2) 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 170 テストによる体力診断，大学保健体育研究II，47—54，1982.
- (3) Craig, A.B., Skehan, P., Pawelczyk, J.A., and W.L.Boomer.; "Velocity, stroke rate, and distance per stroke during elite swimming competition," Medicine and science in sports and exercise, 17: 625—34, 1985.
- (4) 合屋十四秋：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，7：203—13，1986.
- (5) 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.
- (6) 加賀谷熙彦：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.

- (7)黒川隆志, 富樫泰一, 野村武男, 池上晴男: 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.
- (8)宮下充正, 水泳の科学, 杏林書院, 1970, 1—24.
- (9)文部省, 小学校学習指導要領, 改訂版, 明治図書, 1977. 99—102.
- (10)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.
- (11)武藤芳照, 水泳の医学, ブックハウス HD, 1982, 10—16.
- (12)宮下充正, 武藤芳照編: 水泳療法の理論と実際 金原出版, 1983, 167—77.
- (13)日本水泳連盟編, 新訂水泳指導教本, 1983, 88—97.
- (14)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運動強度の対応性—Rating of perceived exertion の観点から—, 体育学研究, 21: 191—204, 1976.
- (15)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.
- (16)豊島進太郎, 屋川保: 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.
- (17)山地啓司, 心拍数の科学, 大修館書店, 1981, 147—61.