

## 水泳運動が大学生の体位・体力に及ぼす影響について

小 村 堯

広島大学総合科学部保健体育講座

(1989.10.31受理)

### Effect of swimming training on physical fitness in university students

Takashi KOMURA

#### Abstract

The purpose of this study was to clarify the effect of swimming training on aerobic working capacity in male university students.

We measured the maximal minute ventilation, maximal heart rate, maximal oxygen uptake and so on during an incremental work exercise.

The following results were obtained.

- 1) As to the physical statue of subjets, that is body height, weight, chest girth and BMI, there were no any remarkable differences between grades of subjects.
- 2) The mean values of maximal minute ventilation of 1st, 2nd, 3rd and 4th grade subjects were 72.0, 83.1, 92.9, 81.0 (l/min), respectively.

The students in 3rd grade had the highest ventilation capacity.

- 3) The men values of maximal oxygen uptake of 1st, 2nd, 3rd 4th grade students were 2.44 l/min (40.0 ml/kg/min), 2.72 l/min (41.3 ml/kg/min), 3.19 l/min (51.2 ml/kg/min), 2.69 l/min (41.7 ml/kg/min), respectively.

The students in 3rd grade had the highest oxygen uptake.

The subjects in this study had a remarkably lower maximal oxygen uptake than japanese top swimmers.

- 4) The 3rd grade students had a little longer exhaustion time than the 1st grade students.
- 5) The 1st grade students had the same pattern of time course and higher value of heart rate during recovery phase as compared with the 3rd grade students.

#### <はじめに>

水泳という運動は、ジョギングと並んで健康の回復、保持、増進に、また体力づくりにと多くの場面で行われている。それらの主な要因として、水泳運動が水という媒体を通して陸上とは異なった特殊な環境で行なわれること、そして、その特殊環境が生体に種々の影響を与える事等が考えられる。中でも有酸素性運動の有効な方法として、水泳が多くの人々に親しまれていること

は、よく知られているところである。

さて、有酸素性作業能力 (Aerobic Power) は体力要素の中でも呼吸・循環機能を示す指標として、また、持久性能力の代表的指標として用いられている事はよく知られているし、<sup>3,9)</sup>また、この有酸素性作業能力が持久性運動のパフォーマンスに大きく影響を及ぼしていることも多くの研究<sup>1,2,5,6,7)</sup>から、明らかにされている。

本研究では、過去に競泳選手としては勿論、持久性の運動等特別のトレーニングを積んだ経験を持たない発育期の最終段階にある大学生の有酸素性作業能力等が、2～3年間の水泳運動によって、どの様な影響を受けているのか、水泳の競技成績等との関係において検討しようとするものである。

### <研究方法>

被験者は、広島大学体育会水泳部に所属する男子部員である。測定項目は、身長、体重、胸囲、BMI (Body Mass Index)、心拍数、換気量および最大酸素摂取量である。

運動負荷テストは、Monark社製自転車エルゴメーターを用いて、1分間に60回転の速度でペダリングを行なった。最初、0.5KPで4分間のペダリングを行ない、以後、1分毎に0.5KPずつ負荷を漸増させ、exhaustionに導いた。exhaustion到達後、回復過程を観察するために無負荷のペダリングを2～3分行ない20～30分間安静にした。なお、最大酸素摂取量の判定基準としては、①最高心拍数の水準、②レベリング・オフ、③呼吸商が1.1以上、等の基準を指標とした。呼気ガスの分析は、日本電気三栄測器社製の呼気ガス自動分析装置 (IH21型) により行なった。心拍数は胸部双極誘導法により心電図から求めた。

### <結果及び考察>

身長、体重、胸囲、BMI (20.7を標準値とする) について、学年別に示したのが表1である (各学年の下に示す数値は同年代の一般人の値<sup>10)</sup>である)。

表1. 被験者の身体的特徴

被 験 者 (学年)	年 齢 (歳)	身 長 (cm)	体 重 (kg)	胸 囲 (cm)	B M I
1 (N=19)	18.7	169.7(4.16)	62.2(4.56)	90.1(3.50)	21.6(1.05)
		169.4(5.45)	60.5(7.1)	86.4(5.0)	20.7
2 (N=18)	19.5	172.5(2.75)	65.3(3.38)	90.7(4.75)	21.9(1.18)
		169.3(5.35)	60.8(7.1)	86.8(5.0)	20.7
3 (N=7)	20.8	171.3(7.11)	63.2(6.23)	90.8(3.82)	21.5(1.21)
		169.2(5.30)	61.1(7.2)	87.2(5.0)	20.7
4 (N=8)	21.3	172.0(5.23)	64.6(5.03)	94.1(3.70)	21.8(0.98)
		169.2(5.3)	61.1(7.2)	87.2(5.0)	20.7

Mean (S. D), BMI: Body mass index

身長では1年が一般人とほぼ同じ値を示すが、2, 3, 4年では一般人の値を約2～3cm上回っている。体重ではいずれの学年も一般人の値よりも大きい。胸囲では1, 2, 3年では3～4cm一般人を上回っているが4年では7cmと大きく上回っている。BMI (標準体重) では各学年とも、若干高め値を示している。全般的には各学年とも、各項目において一般人の平均値をやや上回った値を示し、形態的には一般人よりもやや大きく、がっちりした体格といえる。

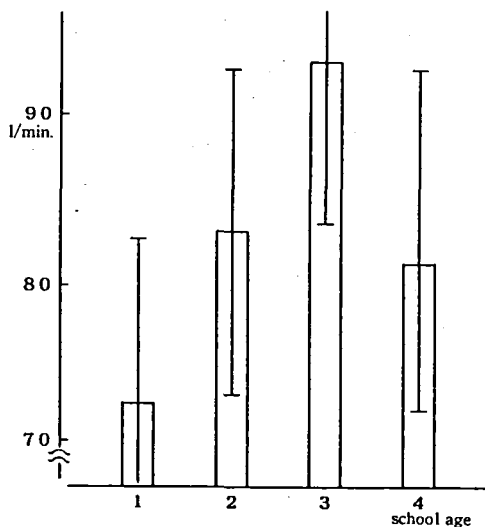


図 1 各学年の最大換気量

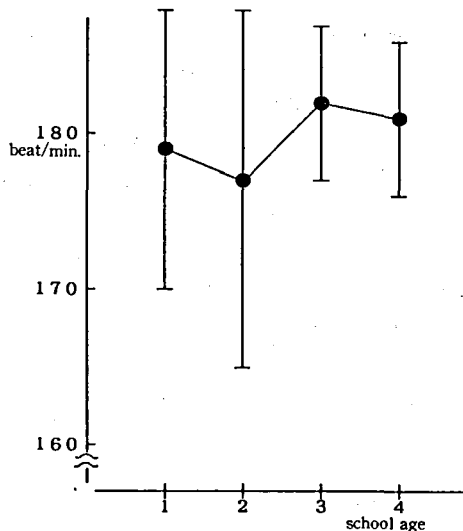


図 2 各学年の最大心拍数

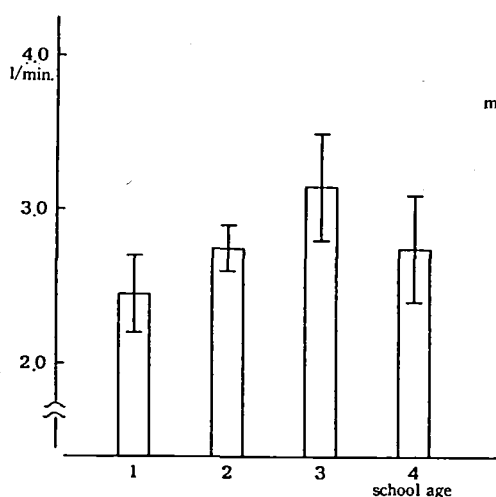


図 3 各学年の最大酸素摂取量

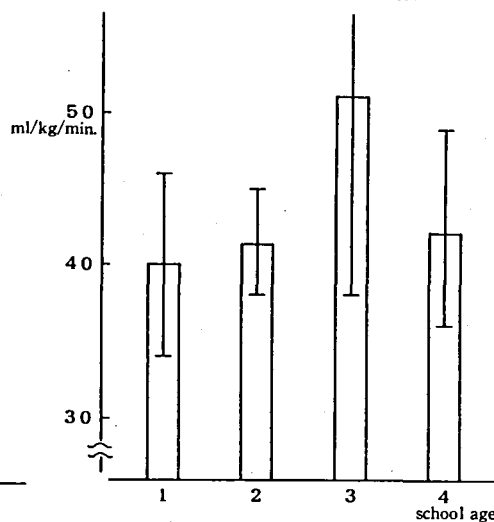


図 4 各学年の体重当たり最大酸素摂取量

図 1～4 は、最大換気量 ( $\dot{V}E$ )、最大心拍数 (HRmax)、最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max$ )、及び体重当りの最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\max/w$ ) を学年別に示したものである。

最大換気量 (図 1) は、1 年 72.0 l/min、2 年 83.1 l/min、3 年 92.9 l/min、4 年 81.0 l/min で 3 年が最も高い値を示している。その値は、1 年のそれを約 30% 上回っている ( $P < 0.01$ )。

最大心拍数 (図 2) は、1 年 178.7 beats/min、2 年 176.4 beats/min、3 年 182.3 beats/min、4 年 181.3 beats/min と 3 年で最高値を示す。

最大酸素摂取量 (図 3) では、1 年 2.44 l/min、2 年 2.72 l/min、3 年 3.19 l/min、4 年 2.69 l/min と、ここでも 3 年が最高値を示し (2・4 年と 3 年との間の差それぞれ  $P < 0.01$ )、2 年と 4 年がほぼ同値を示す。これらの値は、3 年の値が一般人のそれより大きいのを除けば、何れも一般人の値よりも低い。

また、体重当りの最大酸素摂取量 (図 4) も 3 年 51.2 ml/kg/min ついで 4 年 41.7 ml/kg/min、

2年41.3 ml/kg/min, 1年40.0 ml/kg/min と最大酸素摂取量とはほぼ同じ様な傾向を示している(1・2・4年と3年との間の差それぞれ $P < 0.01$ )。なお、これらの値については、一般的に言われている様に自転車エルゴメーターを用いた場合、トレッドミルで行なった値より5~15%低い値を示す<sup>4)</sup>といわれていることを考慮しながら検討していく必要がある。従って、3年で一般人より約10%高いことを除けば、他は、一般人の値とはほぼ同じか、やや低い値であると言える。

最大換気量、最大酸素摂取量および体重当りの酸素摂取量のいずれの値も1年から3年までは増大の傾向を示すが、4年では2年の値まで減少している。この事については、4年生の練習量の減少したことがその主な要因であろうと推測される。従って、1~3年迄と同じ様なトレーニングを継続しておれば、最大酸素摂取量などの増加の傾向から見て、少なくとも、増加もしくは維持されるであろうことは推察される所であるが、低下することの原因は考えられない。

1年の体重当りの酸素摂取量(40.0 ml/kg/min)は、一般人の平均値<sup>10)</sup>とはほぼ同じ値を示しているが、オリンピック候補選手を対象とした黒川ら<sup>5)</sup>、宮下ら<sup>7)</sup>の値(58.2 ml/kg/min, 62.3 ml/kg/min)に比較すると著しく下回っている。2年でも1年の値との変化は殆ど認められないが、3年になると1年、2年の値を約23%も上回る急速な増加を見せている。この事については、本被験者の現在および過去のトレーニング状況から考えて、次の様な推論が可能であろう。即ち、本被験者群は大学入学以前に水泳選手としての経験者は10~20%であって、殆どの者が初心者であること、更には、他の種目の運動選手としての経験も持たないところから、過去において彼らの運動量(主として持久性の)は少ないものと考えられる。従って、有酸素性作業能などに関する機能の開発は、過去において十分に為されているとは考えられない。加えて、1年の場合、2・3年に比較して練習の量、質とも低く、トレーニングに必要な強度、頻度、時間などの条件を充分満たしていないことから、1年間の水泳トレーニングでは有酸素性作業能を改善させるには至らなかったものと推察される。しかし、2年になると水泳という運動にも慣れ、ハードな練習もこなせる様になるところから、これらの能力の急速な増大が見られたものと推察される。

本被験者は、我国のトップ・レベルにある水泳選手と比較して、有酸素性作業能に相当の差異が見られること、また、競技力のレベルにも大きな差異があることなどから競技水泳におけるパフォーマンスには、この有酸素性作業能にかなりの部分、影響を受けていることは充分推察される所である。ただ、宮下は<sup>8)</sup>、日本代表水泳選手の20年間の最大酸素摂取量と水泳記録の関係から、最大酸素摂取量がある水準以上にある水泳選手間では、有酸素性作業能力は水泳の競技成績を決定する要因とはならないと言っていることは注目される所であるが、ある水準に達していない本被験者群にはこのことは当てはまらない。従って、本被験者の水泳パフォーマンス向上の要因は、これらの能力の改善によるところが大きいと言えよう。

次に、運動開始から exhaustion に至るまでの時間、および安静時から exhaustion までと運動終了後の回復の過程を、心拍数で1年と3年に付いて追ってみた(図5, 6)。図中の縦軸の数値は安静時の心拍数を0としたときの運動時および運動後の心拍数の割合である。

全体的には運動開始後、3~4分までは安静時の20~30%増で推移するが、それ以後は直線的な増加を示し、exhaustion に至る。1年と3年を比較してみると、運動開始まもなく、1年では安静時の約30%増となり、3分を過ぎると、急激な増加を見せている。一方、3年では約20%増で運動開始後4分位まで推移する。以後、1年が15~25%大きい値で exhaustion まで推移する。exhaustion 時間は、1年で平均10分07秒、3年10分47秒で、3年が約40秒長かった。ついで、exhaustion 後の回復過程を見ると(図6)、3~4分後に急速な低下を示し、以後緩やかに低下して行く。この推移の傾向は両学年とはほぼ同じであるが、3年がより安静レベルに近い値で推移しているのに比べ、1年は、それより10~20%高い値で推移している。このようにトレーニング

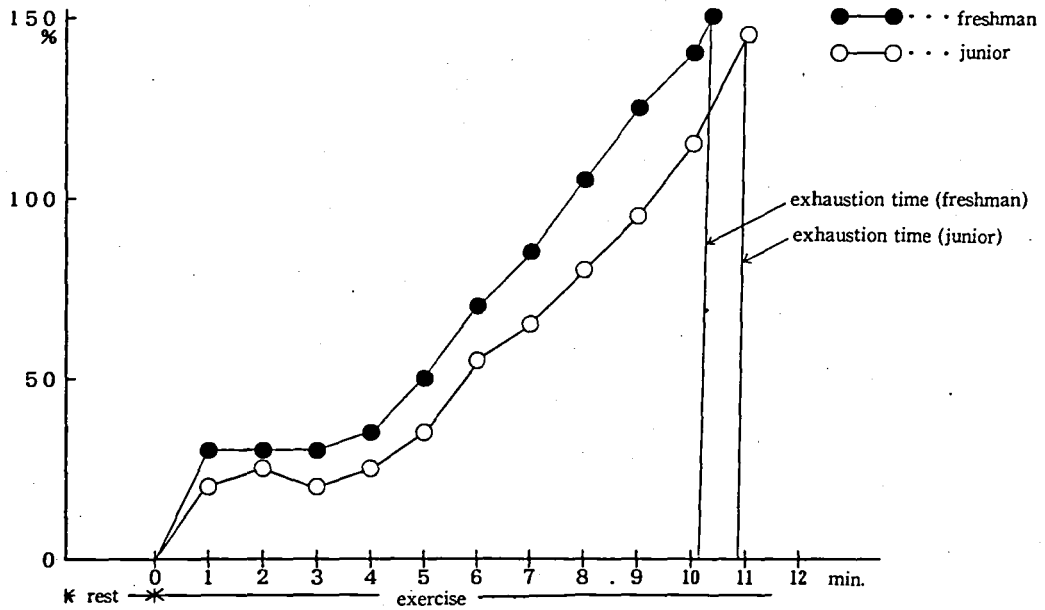


図 5. 運動中の心拍数

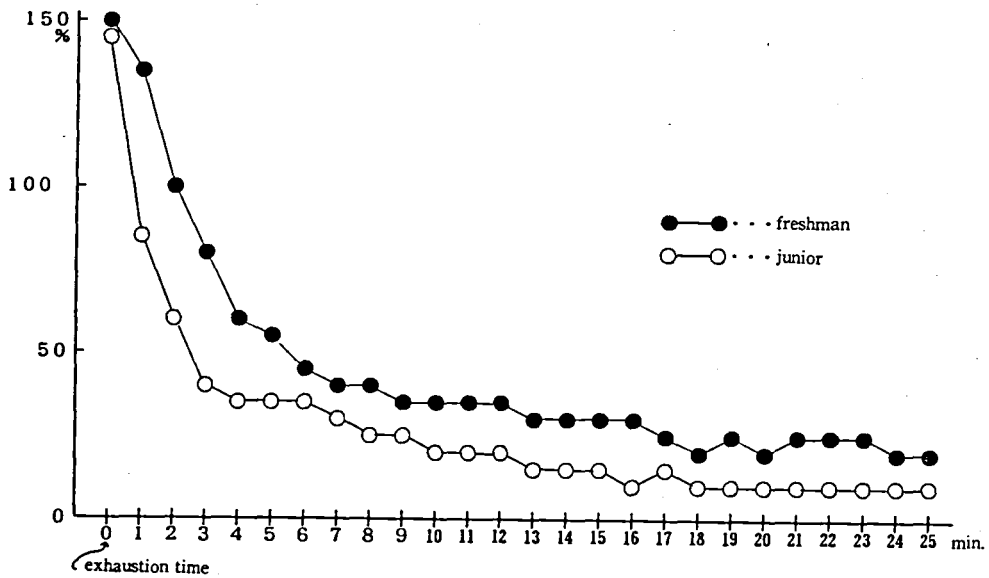


図. 6 運動後の心拍数の変化

を多く積んでいる3年が回復の状況においては良好な状態を示すようである。水泳トレーニングが、有酸素性作業能を改善させる方向に有効に働いていることが、これらの結果からも何うことができる。

### ＜まとめ＞

水泳トレーニングが有酸素性作業能に及ぼす影響について検討するためには、大学生男子水泳部員を対象に自転車エルゴメーターで漸増負荷法により、最大換気量 ( $\dot{V}E$ )、最大心拍数 (HRmax)、最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\text{max}$ )、体重当たり最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_2\text{max}/w$ ) を測定し、以下の様な結果を得た。

- 1) 各学年間における身長、体重、胸囲、BMIなど、形態面には顕著な差異は認められなかった。
- 2) 最大換気量は、1年で72.0 l/min, 2年83.1 l/min, 3年92.9 l/min, 4年81.0 l/min, で3年が顕著に高値を示した。
- 3) 最大酸素摂取量および体重当たり最大酸素摂取量は、1年2.44 l/min, 40.0 ml/kg/min, 2年2.72 l/min, 41.3 ml/kg/min, 3年3.19 l/min, 51.2 ml/kg/min, 4年で2.69 l/min, 41.7 ml/kg/min であり、何れも3年で最も高い値が認められた。なお、これらの値を日本のトップレベルにある水泳選手と比較すると、かなり低い値であった。
- 4) exhaustion time は、1年に比べ3年がやや長かった。
- 5) exhaustion 以後の回復過程を心拍数について検討した結果、1, 3年とも回復の経過は、ほぼ同様の傾向を取ってはいるが、1年が3年よりも高い心拍数で推移した。

### ＜参考文献＞

- 1) 雨宮輝也他：陸上中・長距離選手の心機能ならびに有酸素的作業能に関する縦断研究 —第1報—, 昭和57年度日本体育協会スポーツ科学研究報告, 11, 1982
- 2) Åstrand. P. O. et al : Girl swimmers with special reference to respiratory and circulatory adaptation and gynaecological and psychiatric aspects. Acta Paediat. Scand., Suppl. 147:43-63, 1963
- 3) 猪飼道夫：呼吸・循環機能から見た体力の限界, 呼吸と循環, 16 : 449-456, 1968
- 4) 小林寛道：日本人のエアロビック・パワー, 杏林書院, 1982
- 5) 黒川隆志：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との関係, 体育学研究, 29 (4) : 295-305, 1985
- 6) Metz. K. FandJ. F. Alexander : An investigation of the relationship between maximum aerobic work capacity and physical fitness in twelve to fifteen year old boys, Res. Quart. , 41 : 75-81, 1970
- 7) 宮下充正他：日本人水泳選手の最大酸素摂取量, 体育学研究, 16(5) : 253-257, 1972
- 8) 宮下充正：日本代表水泳選手の最大酸素摂取量の横断比較—20年間の間隔を置いて—, SPORTS SCIENCES. 18(10) : 707-710, 1989
- 9) Saltin. B. , and P. O. Åstrand. : Maximal oxygen uptake in athletes. J. Appl. Physiol. 23 : 353-358, 1967.
- 10) 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, 不昧堂, 1980.
- 11) 山地啓司：最大作業時の日本人一般人と中・長距離選手の呼吸・循環機能—心臓容積を中心として—, 体育学研究, 18 (5), 1974.