

## 中高年の水泳初心者にとって水泳は 安全かつ有効か？

東京慈恵会医科大学 三浦次郎  
(共同研究者) 同 鈴木政登  
毎日スポーツ企画株式会社 福沢一力

### **Is Swimming Safe and Beneficial for Middle-Aged and Elderly Swimming Beginners ?**

by

Jiro Miura, Masato Suzuki

*The Tokyo Jikei-kai University School of Medicine*

Kazumasu Fukuzawa

*Mainichi Sports Kikaku, Inc.*

#### **ABSTRACT**

The safety and benefits of swimming for middle-aged and elderly swimming beginners were investigated using two groups participating in the primary level class of a swimming school. Ex. 1 was performed using two subgroups: "Under", 1 man and 2 women (38—64 yr), who could not swim and "Over", 2 men and 2 women (42—80 yr) who could swim, but not more than 50m. The intensity of swimming for the Under group which was computed by heart rate achieved during the swimming class was mostly 40—80% of the predicted  $\dot{V}O_{2max}$ . On the other hand, for the Over group, 48% of class hour showed a rate of less than 40% of the predicted  $\dot{V}O_{2max}$ . Nobody but three in Ex. 1 showed a systolic blood pressure of more than 200 mmHg. Ex. 2 was performed using swimming beginners, 4 men and 7 women (45—80 yr), symptom-limited all-out test on a treadmill in the middle of, and after swimming training. Body weight, CPK, TG and Tcho showed no change, but total skinfold thickness was decreased. The rate of decrease depended on the original thickness and not on the exercise hour. According to the rate of increase  $\dot{V}O_{2max}$ ,

the subjects were divided into two subgroups: "Unchanged" and "Increased". The differences between the two subgroups were in swimming hours/day, walking hours/day computed as 7000 steps being equivalent to 1 hour, and especially the total of both, which was over 80 min for the Increased group and less than 70 min for the unchanged group. Our conclusions are as follows: 1) swimming is safe for middle-aged and elderly beginners, 2) a decrease in skinfold thickness can be obtained through exercise at over 40%  $\dot{V}O_2\text{max}$  over a period of 60 or 90 min, once a week, and the degree of decrease depends on the original thickness, 3) an exercise prescription should be decided according to the subject's daily activity. It is at least possible to recommend the following exercise schedule for increasing  $\dot{V}O_2\text{max}$  for the middle-aged and elderly: a) 8000 steps per day plus exercise at over 40%  $\dot{V}O_2\text{max}$  over a period of 60 or 90 min, once a week, or b) 6000 steps per day plus the same exercise, but done three times a week.

## 要 約

中高年者の水泳初心者に対する水泳運動の安全性と効果を検討するため、水泳教室初級クラスに参加している中高年を対象に実験を行った。実験1は25m泳げない群（以下群）、男1、女2（36～64歳）、および25～50m泳げる群（以上群）、男2、女2（42～80歳）の二群に分けて実施した。水泳中の心拍数（HR）から推定した運動強度（%  $\dot{V}O_2\text{max}$ ）は以下群ではほぼ40～80%  $\dot{V}O_2\text{max}$ であった。一方、以上群では教室参加中の48%の時間が40%  $\dot{V}O_2\text{max}$ 未満であった。3例以外は収縮期血圧は200mmHg以上にはならなかった。実験2は水泳初心者、男4、女7（45～80歳）に対して、水泳運動を始めてから少したった時点と、その後計2回トレッドミル上で症候限界性最大負荷テストを行った。体重、CPK、TG、T-chは変化しなかったが、皮下脂肪厚合計は減少した。その減少量は最初の皮下脂肪厚に関係し、運動量とは関係なかった。 $\dot{V}O_2\text{max}$ の増加率によって、不変群と増加群に分けた。二群は水泳時間および

1時間7000歩として計算した歩行時間に差があり、とくに両者の合計は増加群が80分以上であったのに対し、不変群は70分未満と明らかな差を認めた。結論は以下のとおりである。

- 1) 水泳は中高年の初心者にとって安全である。
- 2) 皮下脂肪厚の減少は40%  $\dot{V}O_2\text{max}$  強度以上で60～90分以上、週1回運動することで得られ、その程度は当初の肥満度に関係している。
- 3) 運動処方 は各人の日常の運動量に基づいてなされるべきである。少なくとも中高年者の  $\dot{V}O_2\text{max}$  を増加させるためには以下の処方が勧められよう。a) 1日8000歩+40%  $\dot{V}O_2\text{max}$  以上、60～90分間以上で週1回の運動、b) 6000歩+同じ運動で週3回。

## はじめに

近年、糖尿病や高血圧・肥満などのいわゆる運動不足病が増加している。このため、中高年者の中にも運動を始める人が増えてきたが、同時に、ジョギング中の急死例も増加している。とくに運動歴のほとんどない中高年者では、このような事

故が起りやすいため、このような人には運動効果を期待するという事以上に、「安全」に運動する、運動できる、ということをも重視する必要がある。こうした点からみると水泳は荷重がかからないため、筋骨格系がもろくなってきている人や、腰や膝に負担がかかる肥満者にとっては適した運動であると考えられる<sup>1)</sup>。

しかしながら、あまり泳げない人にとっては、プールにはいることで緊張し、心拍数や血圧が上昇することも考えられる。また、運動経験のあまりない中高年者に対する水泳の有効性についても明らかにされていない。そこで、われわれは以下のことを明らかにするために二つの実験を計画した。

① あまり泳げない中高年者にとって水泳は安全か、逆に弱すぎないか。血圧と心拍数の反応を使って調べる (実験 1)。

② 定期的に水泳をすることが中高年者の体にどのような効果を与えるかを知る (実験 2)。

## 1. 研究方法

### 1.1 実験 1

対象：都区内の某水泳教室初級クラスに参加し

ている中高年者11人を対象とし、これを、どのような泳法でも 25m 泳げない群 (25m 以下群：U 群) と、25m以上続けて泳げる群 (25m以上群：O 群) に分けた。25m以下群は 38~64歳，男1人，女3人で，週一回教室に参加している。水泳歴は 1~13カ月である。25m以上群は42~80歳，男2人，女5人で，週1~5回教室に参加している。水泳歴は 1~25カ月である。25m以下群のうち男1人は水泳のほかに定期的にウエイトトレーニングやサイクリングもしている。その他の者には水泳以外の運動歴はない。標準体重は (身長-50)/2<sup>2)</sup> として求め、これに基づいて肥満度を計算した。詳細は表1に示した。

実験方法：水泳中の心拍数 (HR) は Heart Rate Memory (Vine 社製) をもちいて、実際に泳ぎ始める 1分前から、最後に泳ぎ終わったあと心拍がほぼ安定化する 3分後まで、1分ごとに測定した。年齢別予測最高心拍数 (preHRmax) は (220-年齢)<sup>3)</sup> から求め、 $\%HRmax = HR \times 100 / preHRmax$  として  $\%HRmax$  を算出した。そして  $\%HRmax = 0.711X \% \dot{V}O_{2max} + 29.643$  の式<sup>4)</sup> より  $\dot{V}O_{2max}$  を求めて運動強度とした。

血圧は水銀柱血圧計を用いて、水泳前はプール

表1 Basic data of group A. (Mean±SD)

	Sex	Age (yr)	Height (cm)	BW (kg)	Obese rate* (%)	Swimming history (month)	SBP at rest (mmHg)	DBP at rest (mmHg)
Under 25m	M1	38-64	151.5-172	49-71	92.5-116.4	1-13	122.8	77.0
	F3	av 50.8	av 159.8	av 57.0	av 103.1	av 4.5	±9.1	±8.9
n		4	3	3	3	4	4	4
Over 25m	M2	42-80	152-179	45-67	88.2-109.9	1-25	131.1	82.4
	F5	av 59.4	av 158.8	av 56.6	av 103.7	av 19.1	±17.3	±9.4
n		7	5	5	5	7	7	7

p<0.02

\*: Standard weight=(height-50)/2

サイドで、水泳中は、25mまたは50m水泳直後に被験者をプールに立たせたままで測定した。90分の水泳中3～8回血圧を測定した。

温水プールの温度は常に29～30.5°Cであった。

## 1.2 実験 2

対象：実験1と同じ教室に定期的に参加している、水泳歴のあまり長くない45～80歳の男4人、女7人である。このうち男1人、女2人は実験1と同一の対象者であった。男1人を除き運動歴はなかった。水泳教室入会後2～24カ月の時点（以下トレーニング前とする）、およびその後2～3カ月の時点（以下トレーニング後とする）でトレッドミルによる症候限界性の最大負荷テストを行い、定期的な水泳運動の効果を調べた。

実験方法：実験は午前9～12時の間に行われた。被験者は当日朝食をとらずに来室し、約30分間安静座位を保ったあと、採血と血圧・心拍数の測定をした。検査項目は総コレステロール(T-ch)・HDL-コレステロール(HDL-C)・中性脂肪(TG)・CPKで、自動分析装置(ザ・パラレル)<sup>5)</sup>によった。運動負荷に先立ち、体重・周囲径・皮下脂肪厚を測定した。周囲径は、胸囲(アンダーバスト)・ウエスト・臍部周囲径・ヒップ・大転子周囲径・右上腕周囲径を測定し、皮下脂肪厚は栄研式キャリパーを用いて、右上腕背部・右肩甲骨下部・右腸骨稜上部・臍右横を測定した。測定者間の誤差を除くため、同一人が測定した。なお、腸骨稜上部・臍部はたてにつまんで測定した。その後、トレッドミルを用いて症候限界性最大負荷テストを行った。酸素摂取量( $\dot{V}O_2$ )はSystem 5(AIC社製)<sup>6)</sup>を用いて1分毎に測定し、得られた最高値を最大酸素摂取量( $\dot{V}O_{2max}$ )とした。ECGはLife Scope 8(日本光電社製)を用いて記録し、最大負荷時の5～10秒間の心拍数を1分間値に換算し、HRmaxとした。運動中は自動血圧計STBP-680(日本コーリン社製)を用

いて付属のマイクロホンにて血圧を随時チェックした。運動中止は自覚的な訴えのほか、客観的には以下のいずれかのレベルに達した時点で判断した。

- ① 収縮期血圧が2回以上240mmHgをこえる。
- ② preHRmaxにほぼ近づく。
- ③ ふらついてスピードについていけなくなる。

運動負荷のプロトコールは年齢に応じて以下の3種類の方法を用いた。

1) 比較的若い人(45～55歳)：トレッドミル速度4～6km/hで開始し、3分後に2km/h、5分後にさらに2km/h速度を上げ、さらに7分後より1分ごとに1°ずつ角度をあげ、exhaustionに至らしめた。

2) 高齢者(60～80歳)：2.4km/hで開始し、4分ごとに、4km/h・0°、5(4)km/h・2°、5(4)km/h・4°とし、以後スピードは一定のまま1°ずつ角度をあげ、exhaustionに至らしめた(ただし( )は女性用)。

3) 中高年者(49～60歳)：負荷のあげ方はほぼ2)と同じであるが、運動開始4分間以後は2分ごとに負荷を漸増する方法をとった。

2～3カ月の定期的水泳運動(以下トレーニング期間とする)の前後にトレッドミルによる運動負荷試験を行ったが、2回とも同じプロトコールを用いた。また万歩計(山佐時計計器社製、AM5, DX)<sup>7)</sup>を渡し、毎日の歩行量を記録させた。一部の人にはこの間に水中体重法で体脂肪率<sup>8)</sup>も測定した。

統計処理は、対応のあるものはpaired t testを用い、対応のないものはstudent t testまたは分布によってはMann-Whitney U testを用いた。相関は最小二乗法による一次相関あるいはSpearman 順位相関係数(r)を用いて調べた。いずれも5%を有意限界とした。



## 2. 結 果

### 2.1 実験1の結果

実験1では水泳中の HR, BP および予測運動強度 ( $\% \dot{V}O_2\max$ ) を調べた。

心拍数の測定時間は両群とも平均約65分で、その間に平均 450~500mほど泳いでいた (表2)。これは1分間あたりに単純平均すると 5.1~9.4 m/minであった。25m以上泳げるO群および泳げないU群はいずれも同じ教室で泳いでいるため、水泳距離に有意差はなかった。 $\%HR\max$  および平均心拍数の  $preHR\max$  に対する割合 ( $\%HR\ av$ ) も両群間に有意差はなかった。水泳中の運動強度を推定した結果、激しい運動とされる  $80\% \dot{V}O_2\max$  強度以上の強度の運動時間出現時間はきわめて短く、約65分間の観察時間中1.3分 (0~6分) で、両群間に有意差はなかった。唯一両群間で有意差を認めたのは  $40\% \dot{V}O_2\max$  以下の強度の運動の出現割合で、O群が多かった (O群 vs U群: 48.2% vs 15.1%)。すなわち、U群では運動時間の大部分は至適強度であるが、25m以上泳げるO群では、90分間の水泳教室のうちほぼ半分は推定  $\% \dot{V}O_2\max$  40%以下の非常に軽い強度

で運動していることが示された。

水泳運動中に得られた収縮期血圧の最高値 (SBPmax) は、O群で 140~226mmHg (平均 180.0mmHg)、U群で 140~190mmHg (平均 167.5mmHg) で、有意差はなかった。200mmHg以上の収縮期血圧を示したのは、全体を通じて3人のみであった。運動中の拡張期血圧の最高値 (DBPmax) が 100mmHg 以上を示したのは両群を通じて2人で、最高は 110mmHg であった。拡張期血圧の平均値も両群間に差は認めなかった。

SBPmax と水泳教室中の1分当たりの水泳距離および  $\%HR\max$  との間には相関はなかった (各々  $r = -0.468$ ,  $r = -0.250$ )。このことから、初心者では SBPmax は運動量や強度とは関係ないことが示された。SBPmax と年齢および安静時収縮期血圧との間には有意な関係を認めたが、SBPmax が 200mmHg 以上を示した70歳以上の2人を除くと相関係数は各々 0.321, -0.063 となり、有意な関係は認めなくなった (図1)。このことは、少なくとも70歳未満では、SBPmax は年齢とも無関係であることを示していると思われる。70歳以上の二人についてはのちほど考察を

表2 Differences between two subgroups of Ex. 1 during swimming.

	Observed period (min)	Rate of over 80% $\dot{V}O_2\max$	Rate of under 40% $\dot{V}O_2\max$	Swimming distance (m)   (m/min)		$\%HR\max$	HRav./preHRmax (%)	SBPmax (mmHg)	DBPmax (mmHg)
Under 25m (n=4)	65.3 ±18.7	0-7.2% av 3.1	4.2-40.3% av 15.1	509 ±162.6	7.9 ±1.64	82.9 ±11.17	66.4 ±5.33	167.5 ±23.6	86.0 ±11.8
Over 25m (n=7)	64.6 ±12.3	0-7.1% av 1.2	16.4-69.7% av 48.2	450 ±140.6	6.8 ±1.28	81.3 ±10.46	60.4 ±4.37	180.0 ±36.4	91.1 ±14.8

p < 0.05

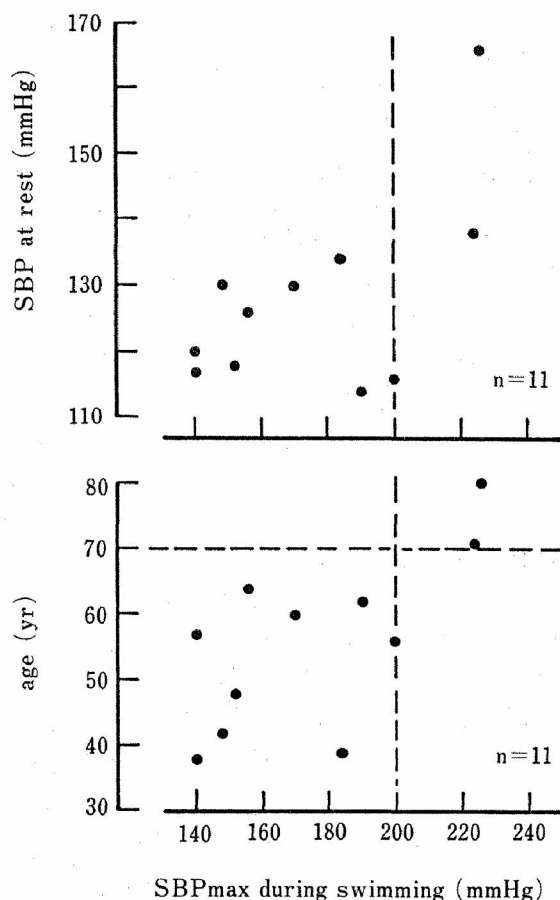


図1 Relationship between maximum systolic blood pressure (SBPmax) during swimming and age and between SBPmax and SBP at rest.

加える。

### 2.2 実験2の結果

実験2では中高年の定期的水泳運動の効果について調べた。

まず、トレーニング期間中継続して万歩計により一日の歩行数を記録しえたものは9人(男3人, 女6人)で, 各人の一日平均歩数は4220~10160歩(平均の平均は6910歩/日)であった。

2回のトレッドミルによる運動負荷試験前後の検査結果を比較すると, 全ての測定項目の中で有意の変化を示したものは,  $\dot{V}O_2\max$  および周囲径の合計, 皮下脂肪厚の合計のみであった。そこで,  $\dot{V}O_2\max$  の増加率が5%未満の不変群と5%以上の増加群に分け, 両群間の違いおよびその他の測定値間の違いを表3に示した。年齢および水泳歴・身長・最初の検査時の肥満度・トレーニング期間にはいずれも有意差は認めなかった。

最大運動時にえられたHRmax, SBPmaxを検討したが, 両群間に全く有意差を認めなかった(図2)。血液検査では, 増加群と不変群間に, ト

表3 Basic data of subgroups of Ex. 2 and differences between two subgroups.

	Age (yr)	Height (cm)	Obese rate (pre-test)	Swimming history (month)	Interval of tests (day)	Swimming hour: ① (min/week)	Steps/day: ②	Exercise hour: ③ (min/day)	Rate of increased $\dot{V}O_2\max$
$\dot{V}O_2\max$ unchanged	65.8 ±4.5	156.5 ±10.0	109.1 ±12.0	2-15 av 6.8	64.5 ±5.9	60-90 av 78.8	4220-6810 av 5310	49.0-66.9 av 56.2	0.6% ±5.7
(M:1, F:3)	n=4	4	4	4	4	4	3	3	4
$\dot{V}O_2\max$ increased	60.4 ±12.7	157.3 ±11.4	103.1 ±11.8	3-24 av 12.9	84.3 ±28.6	90-360 av 188.6	6030-10160 av 7700	82.7-103.4 av 93.9	18.4% ±9.5
(M:3, F:4)	n=7	7	7	7	7	7	6	6	7

p<0.05

p<0.001 p<0.01

③=①/7+60x②/7,000 (computed as 7,000 steps being equivalent to 1 hour)

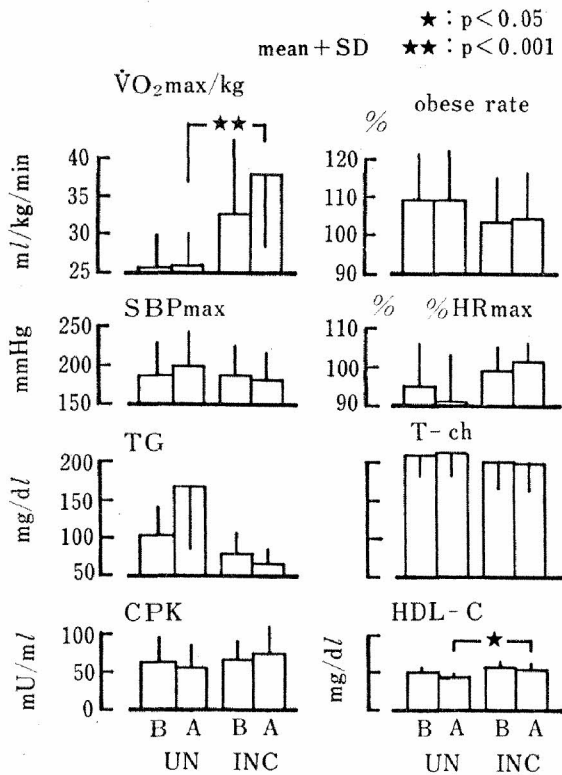


図2 Comparison between before (B) and after (A) training for each group:  $\dot{V}O_2\text{max}$  unchanged (UN) and increased (INC) groups. UN: n=4, INC: n=7

トレーニング後の HDL-C だけ有意差を認めたが (52.6mg/dl vs 42.0mg/dl), TG, T-ch, CPK には有意な変化はなかった。 $\dot{V}O_2\text{max}$ は、トレーニング前は両群間に有意差はなかったが、トレーニング後は、不変群は0.6%とほとんど増加しなかったのに対し、増加群は18.4%増加していた。小林の年代別性別 $\dot{V}O_2\text{max}$  および  $\dot{V}O_2\text{max}/\text{kg}$ の判定表<sup>9)</sup>によると、トレーニング前は両群とも「やや良い」程度で、差はなかったが、トレーニング後は不変群はほとんど改善しなかったのに対し、増加群は1~3ランク上昇した。

次に、2~3カ月の水泳トレーニングによる $\dot{V}O_2\text{max}$ 増加に差異が生じた原因を調べるため、両群間の水泳を含めた運動量を検討した(表3)。

一週あたりの水泳時間は $\dot{V}O_2\text{max}$ 不変群60~90分(週1回)に比し、増加群は90~360分(週1~5回)と有意に長かった。しかし、個々にみると両群間に重なりが大きいため、水泳時間だけ

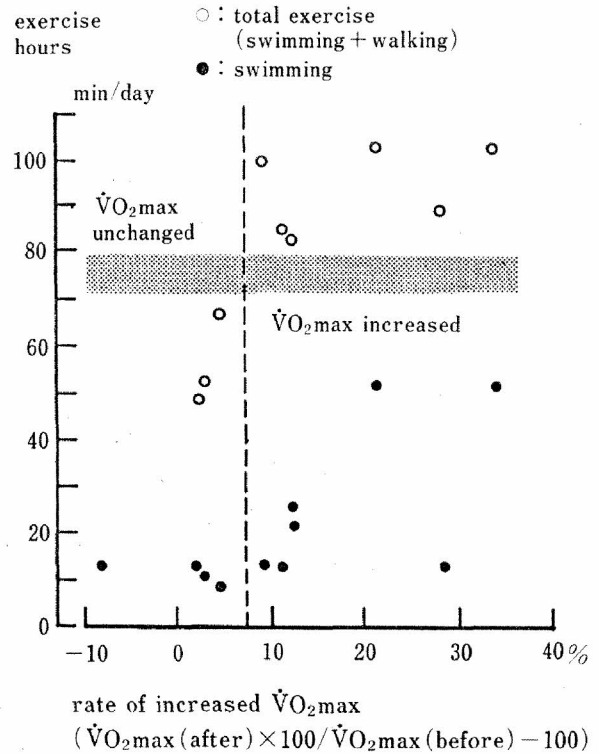
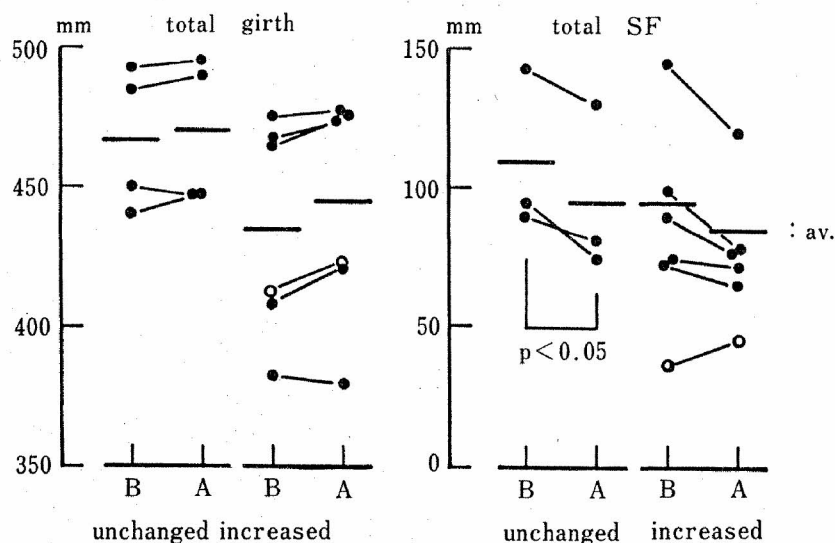


図3 Relationship between rate of increased  $\dot{V}O_2\text{max}$  and swimming or total exercise hours.

でこの違いを説明することには無理があると思われた(表3・図3)。そこで万歩計で測定した歩行量について検討してみた。一日当たりの歩数は不変群5310歩/日に比し、増加群で7700歩/日と増加群で長い傾向はあったが、有意差はなく、これでも両群間の違いを説明できなかった(表3)。そこで、さらに歩数を歩行時間に換算し、一日当たりの水泳時間を加えて、一日の総運動時間として比較することにした。まず、トレッドミル上で実測した4km/h時の被験者の平均歩幅は52.6cmであった。これは約7600歩/時間に相当するが、平地ではもう少しリラックスして歩くので、歩幅が広がると考えて、1時間7000歩として計算した。歩行数から算出した運動時間と水泳の運動時間を加えた一日の総運動時間は、不変群49~66.9分/日に対し、増加群は82.7~103.4分/日であり、両群の運動時間は一日当たり70~80分のところで明確に区別された(図3)。すなわち、 $\dot{V}O_2\text{max}$ 増加群は一日の総運動時間が多いことが示された。



Girth: at underbast, waist, umbilic, major crista and hip  
 SF : at triceps, infrascapula, abdomen (aside umbilic) and  
 suprailium on the right side

図4 Comparison in total girth and skin-fold thickness (SF) between before (B) and after (A) training for each group:  $\dot{V}O_2\max$  unchanged and increased groups.

四肢および体幹等の周囲径6カ所の測定値合計は、両群ともトレーニング前後で有意な増減は示さなかった(図4)。4カ所の皮下脂肪厚合計は $\dot{V}O_2\max$ 不変群で有意に減少した(平均-13.9%) (図4)。一方、 $\dot{V}O_2\max$ 増加群でも、非常に皮下脂肪の少なかったひとりを除くと、残りの5人全てが減少した(-10.8±6.8mm)。減少率は平均-8.7%であった。両群あわせて、脂肪厚が減少した8人のうち、トレーニング期間中に水中体重計測法で体脂肪率を測定した結果は、男子3名の平均は24.1%、女子4名の平均は37.9%で、全員肥満であった。さらに、トレーニング前の皮下脂肪厚とその減少量との間には、比較的高い相関関係がみられたことから( $r = -0.657$ )、肥満者ほど体脂肪を減少しやすいことが示された。

すなわち、中高年者の定期的水泳運動の効果を調べる目的で2~3カ月のトレーニング期間において最大負荷テストを行い、その結果、

① $\dot{V}O_2\max$ を増加させるためには一定以上の運動量が必要であること、②もともと肥満の人で

は、運動量にかかわらず、週1回運動するだけで皮下脂肪の減少が期待できることが示された。

### 3. 考 察

#### 3.1 水泳中のHRからみた運動強度の推定について

水泳運動とランニングによる、HRmaxおよび $\dot{V}O_2\max$ を比較すると、水泳のほうが少ないか、または同程度である<sup>1)</sup>。未熟練者は呼吸法が悪く、かつ不必要な筋肉を使うため、早く乳酸が蓄積する。このため、両者とも未熟練者ほど水泳の方が少なくなるようである。一方、水泳と陸上運動で、ある運動レベルに対するHRが異なるか否かということに関しては、水泳のほうが高いというもの<sup>4)</sup>、逆だというもの<sup>10,11)</sup>、同じだというもの<sup>1)</sup>があり、意見は一致していない。

Holmer<sup>10)</sup>は、国際級および国内級の水泳選手5人のうち4人では水泳のほうが10~25拍少なかったが、水泳以外のスポーツをしている4人では差がなかったことを報告している。これらの報告

から判断すると、水泳に慣れていない者では、たとえ他のスポーツをしていても、一定の運動レベルの運動では水泳でもランニングでも HR は同じと考えていいと思われる。さらに、われわれの被験者は水泳の未熟練者であることから、一定の  $\dot{V}O_2$  に対する HR の反応は陸上と変わらないと判断した。これに基づいて、トレッドミル運動中の心拍数と  $\dot{V}O_2$  との関連式<sup>4)</sup>を用いて、水泳中の心拍数から  $\dot{V}O_2$  を推定し、 $\% \dot{V}O_{2max}$  を算出することを試みた。

### 3. 2 未熟練者中高齢者に対する水泳の安全性

80%  $\dot{V}O_{2max}$  以上の強度は中高齢者にとってきわめて強い運動である。エネルギー代謝率 (RMR) からみると水泳は非常に強い運動なので<sup>12)</sup>、このレベルの運動がかなり含まれるのではないかと予想したが、本研究の結果では、80%  $\dot{V}O_{2max}$  以上の強度を示すことはほとんどなく(表1)、安全なレベルで運動していることがわかった。

血圧についても、泳げない人は呼吸ができないといったことや緊張から上昇することが予想されたが、大部分の人が SBPmax が 200mmHg 以下、かつ DBP も最高 110mmHg までであった(表1)。

以上より、血圧からみても、HR からみた強度からしても水泳は非常に安全な運動といえよう。

本研究の水泳教室では比較的運動強度が低かったが、その理由として次のことが考えられる。① 25m以下群の人は実際には呼吸を止めて5~10m泳ぐと立ち止まって呼吸を整えてからふたたび泳ぎ始める、② 25m以上群では25mを1分以内に泳いでしまうため、心拍数が上昇しない、ということがあげられるだろう。

70歳以上の対象者は本研究では2名いたが、いずれも水泳直後に SBPmax が 200mmHg 以上を示した(図1)。この二人は実験2で症候限界性の最大負荷テストを行った場合も、軽い負荷においてすら収縮期血圧が 200mmHg 以上に上がって

いるので、水泳に特異的な反応とは思われない。

### 3. 3 水泳は有効な運動刺激としての必要条件を満たしているか?

佐野ら<sup>13)</sup>は糖尿病患者に対する有効な運動強度を40~70%  $\dot{V}O_{2max}$  としている。加賀谷<sup>14)</sup>も多くの報告をまとめて、有効な最低強度を40%  $\dot{V}O_{2max}$  と結論している。25m以下群では測定時間の約85%がこの有効強度内であった(表1)。

一方、25m以上群では約50%しかなかったが、水泳教室は90分間なので、45分間は40%  $\dot{V}O_{2max}$  以上の強度を維持していることになる。両群は同じ教室に参加しているため水泳距離には差はないので、この強度の差は、25m以下群では泳ぐのに不要な筋肉まで使っているためエネルギーの損失が多いことや、精神的緊張のために生じたものであると思われる。以上より、本研究の水泳教室では有効な運動刺激としての必要条件を満たしていると思われる。

### 3. 4 脂肪量を減少させるために必要な運動量の推定

全身の脂肪量を正確に測定することは容易ではない。そこで国際的にも広く使われている上腕背部・肩甲骨下部<sup>15)</sup>、および全身の脂肪量の変化を鋭敏に反映するとされている腸骨稜上部と臍横の皮下脂肪厚<sup>16)</sup>を測定し、その合計量の変化で脂肪量の増減を推測することにした。

栄研式キャリパーは Computed Tomography (CT) で測定した皮下脂肪厚と良い相関を示すが、場所によっては30mmをこえると実際より厚く読むことが知られている<sup>17)</sup>。実験2の対象者で平均30mmをこえていたのは、11人中2人のみであった。したがってわれわれの結果は全身の脂肪量の変化を正確に反映していると思われる。

トレーニングの前後で比較すると、肥満度では有意な変化はなかったが、皮下脂肪厚合計は10.8%も減少していた(平均93.9→83.8mm)。しかもこの減少は、トレーニング前の皮下脂肪厚の厚い

人ほど大きくなる傾向があった ( $r = -0.657$ )。これらは全身の脂肪の減少およびそれと同量の除脂肪体重の増加を意味すると思われる。中高年者に対して、1回あたり45~60分、週3回以上運動をさせても、 $\dot{V}O_2\max$ は増加したが、体重は変わらなかったという報告がある<sup>18)</sup>。しかし、皮下脂肪厚を測定した実験からは、体重減少の有無にかかわらず皮下脂肪厚の減少が報告されているから<sup>19~21)</sup>、こうした結果は体脂肪量を測定しなかったため生じたものであろう。ところで、われわれの実験においても、これらの実験においても、食事指導はされていない。したがって、観察された皮下脂肪厚の減少は運動によるものであると思われる。

どの程度の運動強度・頻度でこうした効果を得たかをみると、鈴木ら<sup>19)</sup>は毎日3000~5000歩の付加(約25~40分に相当)、日本体育協会スポーツ医・科学研究<sup>21)</sup>では週一回、200kcal程度の運動(4km/hで約60~70分に相当)をただけで上記の効果を得たと報告している。4~5km/hの歩行はほぼ40~50% $\dot{V}O_2\max$ に相当する。われわれの実験における運動強度は、実験1から40~80% $\dot{V}O_2\max$ 程度であった。

以上より、中高年者の肥満に関しては、皮下脂肪を減少させるために必要な最小の運動条件は、40% $\dot{V}O_2\max$ 強度で、週あたり60~90分間運動することであると考えられる。一方、皮下脂肪厚の減少量と一日平均運動量との間には、 $r = 0.358$ と相関は全く認められなかった。これは、脂肪を減少させるには運動量はあまり重要でなく、少なくとも週1回運動するということが重要であることを示唆しているのかも知れない。従来はなんらかの効果を求めるためには週一回の運動では不十分で、週2~3回以上の運動が必要であるといわれてきたが<sup>22)</sup>、少なくとも中高年者の肥満に関しては、このように週1回の運動で効果がみられた

のである。週1回という頻度は日常の生活でも無理なく取り入れられる頻度である。とにかく定期的に運動することの重要性を強調したい。

### 3.5 $\dot{V}O_2\max$ 増大のために必要な運動量

中高年者の健康維持ではとくに呼吸・循環器系の機能低下を防止することが望まれることから<sup>14)</sup>、全身持久力、とくにそれを代表するといわれる $\dot{V}O_2\max$ の維持向上が必要とされている。実験2の対象者は小林の分類<sup>9)</sup>ですでに平均以上の $\dot{V}O_2\max$ を持っている人達であったが、その中でトレーニング後にさらに増加する人達がいた。不変群と増加群との違いは唯一運動量であり、とくに歩行量を加えた一日運動時間では70~80分で明瞭に分けられた(図3)。

ところで、万歩計は時速3.6kmでは実歩数よりも過少に積算するが、時速4.8~10kmの歩・走行では実歩数と良く一致することが知られている<sup>7)</sup>。一方、運動強度からすると、時速4~5kmの歩行は40~50% $\dot{V}O_2\max$ に相当する。したがって、万歩計で歩数を測定することは至適強度での歩数を測定することになるため、これを含めて一日の運動時間とすることは合理的である。

図3でみるように増加群で水泳時間が90分/週(12.9分/日)と少ない3人は8400~10200歩/日と歩行量を増やすことで上記の運動時間を確保していた。一方、180分/週(25.7分/日)以上(週3回以上)泳いでいる3人の歩行量は6000~6600歩/日であった。そのうち2人は仕事をしていない70歳以上の高齢者なので、60~90分の散歩を週に4~5回してこの歩行量を維持していたが、残りのひとは仕事を持っており、とくに水泳以外の運動はしていなかった。一般的にも現代人の平均歩行量は5000~6000歩/日といわれており<sup>23)</sup>、仕事をしている人にとってはとくに運動を必要としない量である。つまり、 $\dot{V}O_2\max$ を増加させるためには、日常良く歩く人では週1回の運動でよく、あまり歩かない人では週3回の運動量が必要



であると思われる。この境界は一日 6000 ないし 8000 歩であった。

今までは週 2~3 回以上運動しないと有効ではないといわれてきたが、上記のように週 1 回しか運動しない人でも、日常的に良く歩くことに努めている人では  $\dot{V}O_2\max$  の増加を認めたのである。したがって日常の運動量を加味して運動指導をすることが必要であろう。また、運動強度については、加賀谷が推奨しているように<sup>14)</sup>、中高齢者には歩行程度の軽い運動で良いと思われる。

## 結 論

1. あまり泳げない中高年者にとっては、水泳教室における水泳運動の強度は 40~80%  $\dot{V}O_2\max$  程度の強度にとどまり、血圧もあまり上がらず、安全かつ有効な運動である、と言えるが、高齢者の中には水泳に限らず運動時の血圧反応が異常亢進する者もいることが示された。

2. 皮下脂肪厚が厚い人ほどトレーニングによる減少が著明であった。この効果と運動量との間には有意な関係がなく、週一回、40%  $\dot{V}O_2\max$  強度以上で 60~90 分間運動するだけでその効果が得られた。体に定期的に運動刺激を与えることの重要性が示唆された。

3. 運動処方をするためには、日常の運動量(歩行量)を加味して行う必要がある。少なくとも、平均以上の  $\dot{V}O_2\max$  をもつ中高年者がさらに  $\dot{V}O_2\max$  を増加させるために必要な運動量は、①一日平均 8000 歩以上+週 1 回 40%  $\dot{V}O_2\max$  強度 60~90 分以上の運動、または②一日平均 6000 歩以上+週 3 回 40%  $\dot{V}O_2\max$  強度 60~90 分以上の運動であると思われる。

## 文 献

1) P-O. Åstrand, K. Rodahl, 朝比奈一男, 浅野勝己訳; 運動生理学 5 版, 大修館書店, 東京, pp. 413-415 (1985)

2) 加藤光二, 綿谷一知; 日本人標準体重とその簡易計算式について, 糖尿病, **21**: 151-158 (1978)

3) 山地啓司; 運動処方のための心拍数の科学 5 版, 大修館書店, 東京, pp. 33-36 (1986)

4) 同上書; pp. 41-59

5) 池田晴子, 船戸秀子, 松本 梢, 井川幸雄; ザ・パラレルの検討, JJCLA, **8**: 354-357 (1983)

6) 井川幸雄, 鈴木政登, 塩田正俊, 飯島好子; 全身代謝装置 SYSTEM-5 と Douglas bag 法による運動負荷試験時酸素摂取量, 炭酸ガス排泄量の比較 (第 1 報), 臨床検査機器・試薬, **6**: 808-812 (1983)

7) 星川 保, 豊島進太郎, 宮崎保信, 近藤 欽, 出原鎌雄, 松井秀治; Pedometer の歩数および心拍数からみた小学校授業時の活動度について, 体育科学, **9**: 1-11 (1981)

8) 猪飼道夫, 福永哲夫, 藤平田英彦; 日本人青少年の身体組成の研究—超音波法と比重法による—, 東京大学教育学部紀要, **11**: 1-29 (1969)

9) 小林寛道; 日本人のエアロビック・パワー —加齢による体力推移とトレーニングの影響—, 杏林書院, 東京, pp. 264-268 (1982)

10) Ingvar Holmer; Oxygen uptake during swimming in man. *J. Appl. Physiol.* **33**: 502-509 (1972)

11) 小田慶喜, 世戸俊男, 平川和文; 水中運動の強度指標に関する研究, 体力科学, **35**, 544 (1986)

12) 沼尻幸吉; 活動のエネルギー代謝 2 版, 労働科学研究所, 川崎, pp. 309 (1982)

13) 佐野忠弘; 糖尿病患者の運動処方—メディカルチェックと体力テスト—, *J.J. Sports Sci.*, 4-8 (1985)

14) 加賀谷熙彦; 適正運動量, 運動処方の立場から, 臨床検査, **29**: 1161-1169 (1985)

15) 長嶺晋吉; 皮厚の測り方と意義, 臨床医, **2**: 96-98 (1976)

16) 石田良恵, 金久博昭, 福永哲夫, 西山一行; 女子長距離ランナーにおける身体組成, 体肢組成および皮下脂肪厚の特徴, 体力科学, **36**: 18-24 (1987)

17) 徳永勝人, 石川勝憲, 松沢佑次, 三木 均, 垂井清一郎; ヒト肥満症の脂肪組織に関する研究—CT スキャンによる脂肪組織の測定—, 「肥満」第 2 回肥満研究会記録, 144-148 (1981)

18) H. Suominen, E. Heikkinen, H. Leisen, D. Michel, W. HEollman; Effects of 8 Weeks'

Endurance Training on Skeletal Muscle  
Metabolism in 56-70-Year-Old Sedentary  
Men. *Europ. J. Appl. Physiol.*, **37** : 173—180  
(1977)

- 19) 鈴木哲郎, 清水達雄; 30歳代主婦の歩行数と健康  
体力の関係, *体力科学*, **35**, 540 (1986)
- 20) R.J. Shephard, 原田政美, 山地啓司 訳; シェフ  
ァード老年学—身体活動と加齢—, 医学書院, 東  
京, pp. 164—166 (1979)
- 21) 昭和53年度日本体育協会スポーツ医・科学研究報  
告 No. III, 中高年のスポーツと健康に関する研  
究—第3報—, 中高年のスポーツと健康に関する  
研究班 (1978)
- 22) R.J. Shephard, 原田政美, 山地啓司 訳; シェフ  
ァード老年学—身体活動と加齢—, 医学書院, 東  
京, pp. 149—150 (1979)
- 23) 中野昭一; 図説・運動の仕組みと応用, 医歯薬出  
版, 東京, pp. 244—245 (1982)