

# 運動選手による息こらえのトレーニング効果について

川上 雅之, 太田 正和, 松原 孝

岡山理科大学 教養部

村上 哲英

岡山大学 医学部

(昭和54年9月21日 受理)

## I 緒 言

息こらえ時間 (breath-holding time) は, 体内の  $O_2$  や  $CO_2$  濃度の他, 神経性の因子によって決まるといわれている<sup>1)</sup>。小林<sup>2)</sup>によると息こらえ (breath holding) は, 自分の意志によって呼吸中枢の活動を阻止している状態の第1相と大脳の抑制に打ち勝って自分の力によって声門を閉じ阻止している状態の第2相にわけられ, breath-holding time の長短は, 第2相の差であるといっている。日本人の breath-holding time を示した資料は, 過去に数件の研究報告がみられる。<sup>2) 3) 4) 5) 6) 7) 8)</sup> 長谷川<sup>4)</sup>, 小林<sup>2)</sup>らは, breath holding を練習させることによって20秒~2分間の時間延長がなされることを報告している。

しかし, それは, breath holding を1日2~3回数日間練習させることによって得られたものであり, 継続的トレーニングによる breath-holding time および延長状態については明らかにされていない。breath holding は, 身体の組織構造上, 機能上の耐久能力であり, breath-holding time は継続的トレーニングによって約2~3倍の延長がなされるといえる。また, breath-holding time は, 酸素遮断状態における身体の耐久時間を示すもので, breath-holding time の長短は運動能力および運動鍛練の内容に関連があるものと考えられる。つまり, 持久的トレーニングを主内容とするところの持久的運動鍛練者と瞬発的トレーニングを主内容とするところの瞬発的運動鍛練者では breath-holding time およびトレーニング効果の様相も異なるものと考えられる。

以上のような観点から, 運動選手に breath holding を一定期間継続的にトレーニングさせ, 持久的運動鍛練者と瞬発的運動鍛練者のトレーニング効果について調べることを目的に実験したところ, 運動の種類, 鍛練の内容によって breath-holding time およびトレーニング効果が異なるという多少の所見が得られたので報告する。

## II 実 験 方 法

### 1. 被 験 者

被験者は, 年令18~20才のスポーツクラブに所属する健康な男子大学生36名を, 表1の

ように瞬発的運動グループ 18 名（年齢  $19.1 \pm 0.4$  才）と持久的運動グループ 18 名（年齢  $18.8 \pm 0.7$  才）の 2 グループにわけ比較対照した。

表 I 被験者の運動種目とグループ分類

被験者 36 名についての運動グループの分類をしたものである。

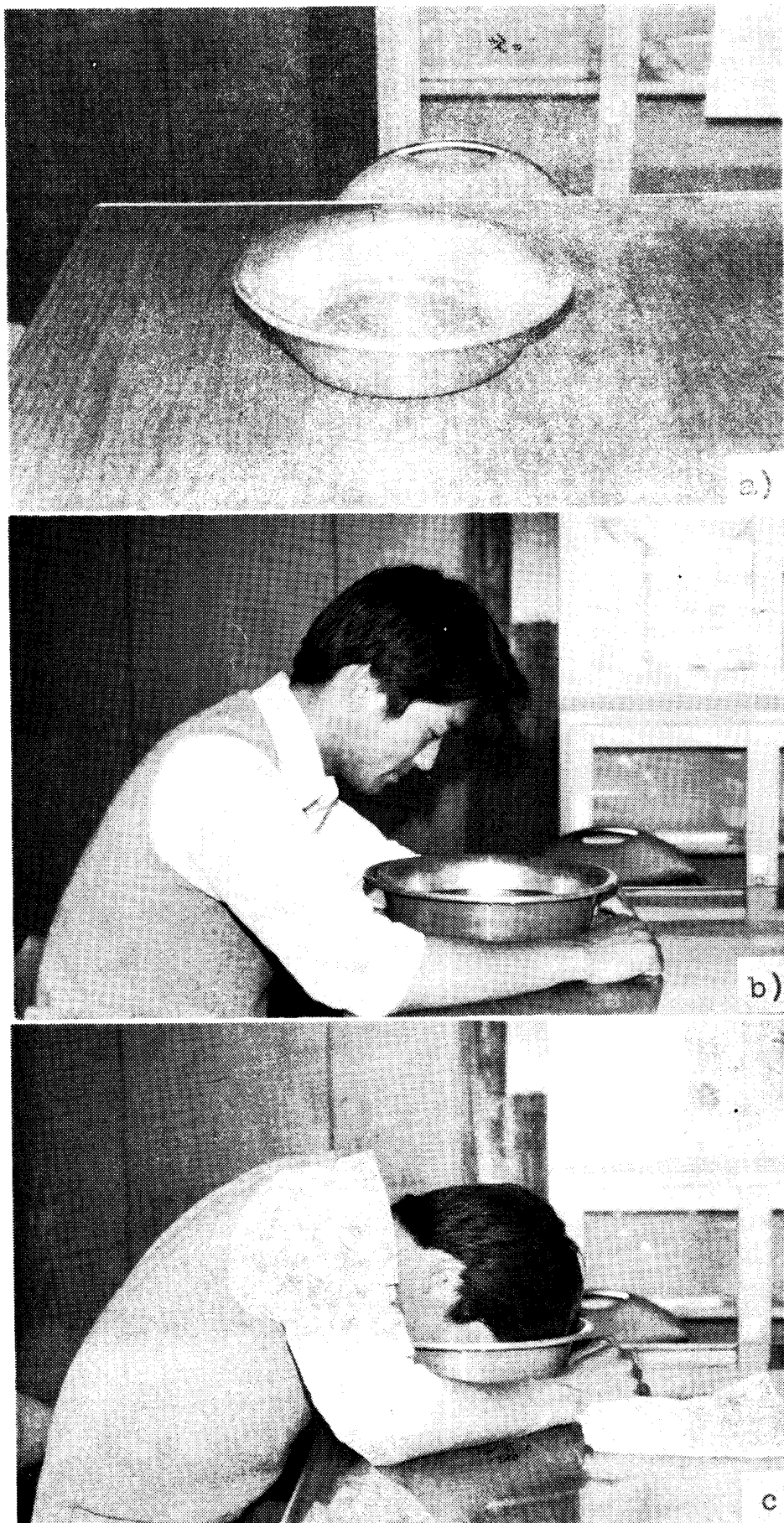
種 別	持久的運動グループ		瞬発的運動グループ	
	運 動 種 目	人数	運 動 種 目	人数
運 動 種 目	陸 上 競 技 (中・長)	6	陸 上 競 技 (短)	4
	サ ッ カ ー	1	〃 (跳)	3
	ス キ ー	2	〃 (投)	2
	バスケットボール	1	空 手	2
	テ ニ ス	2	ボ デ ィ ビ ル	1
	ボ ク シ ン グ	1	剣 道	3
	ダ イ ビ ン グ	1	器 械 体 操	2
	バ ド ミ ン ト ン	1	少 林 寺 拳 法	1
	アメリカンフットボール	1		
	ゴ ル フ	1		
	ソ フ ト ボ ール	1		
小計		18		18
総計		36		

## 2. 実 験 方 法

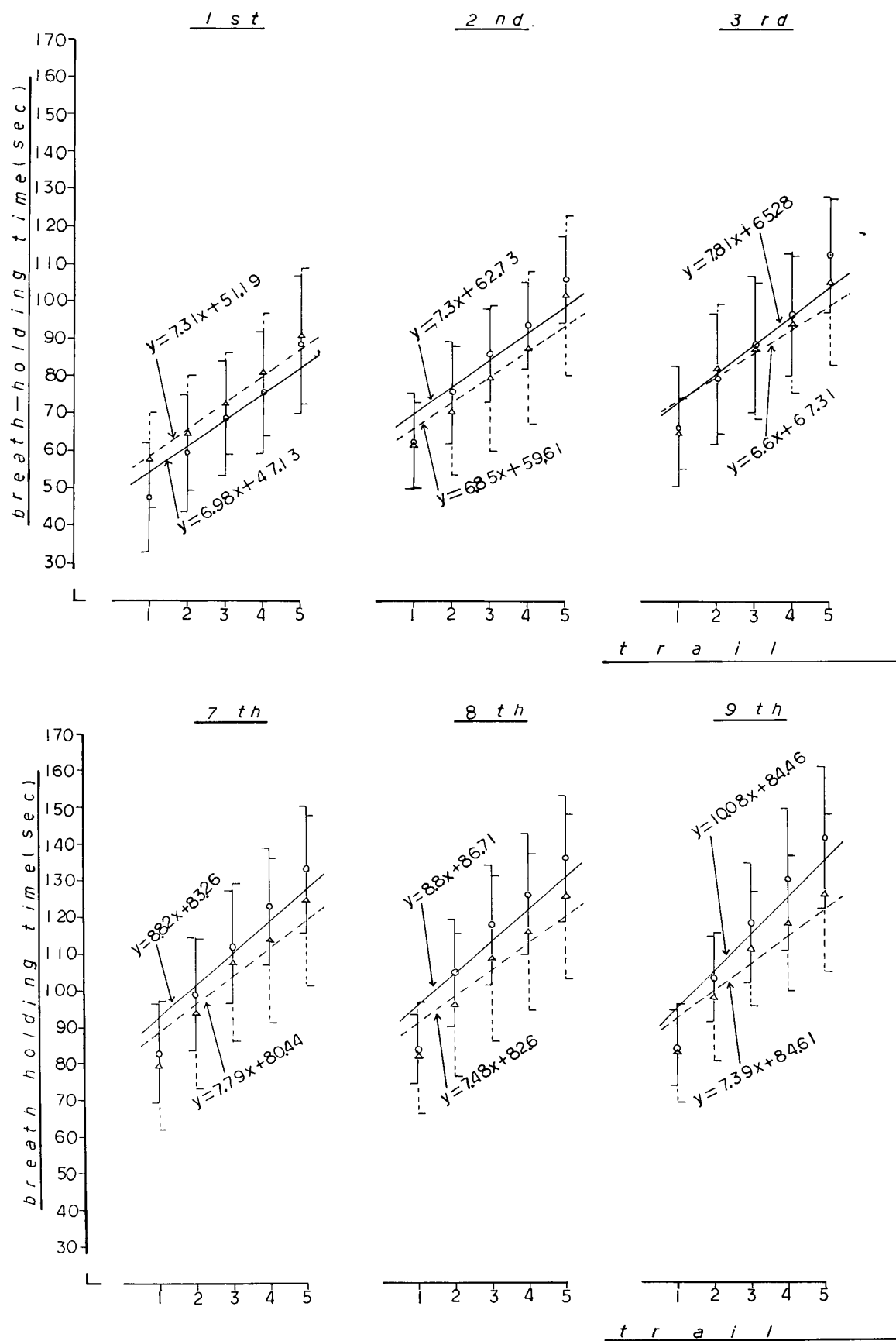
実験は、心肺機能の簡単な検査法として用いられているところの **breath holding** を継続的にトレーニングさせた。実験方法は、図 I に示すとおり被験者が最大吸気後洗面器（直径 32cm）内の水中（水温  $29^{\circ}\text{C} \sim 32^{\circ}\text{C}$ ）に顔面（口・鼻）を入れ **breath holding** の限界点を各自の **breath-holding time** として記録した。なお、**breath holding** に洗面器水中内を採用したのは、空気の微少吸排出防止のためである。

トレーニングは、1 日 5 回、1 週間 3 日（隔日）実施した。実験実施時間は、条件を同一にするため 12:00~14:00 の間と限定した。トレーニング期間は、第 1 日目トレーニングより第 10 日目トレーニングまでを継続的トレーニング期間と定めた。また、継続的トレーニング終了後 1 週間の間隔をあけて短期経過、短期経過確認後 2 ヶ月間の間隔をあけて長期経過を確認し、トレーニング終了後の **breath-holding time** の動向についても調べた。

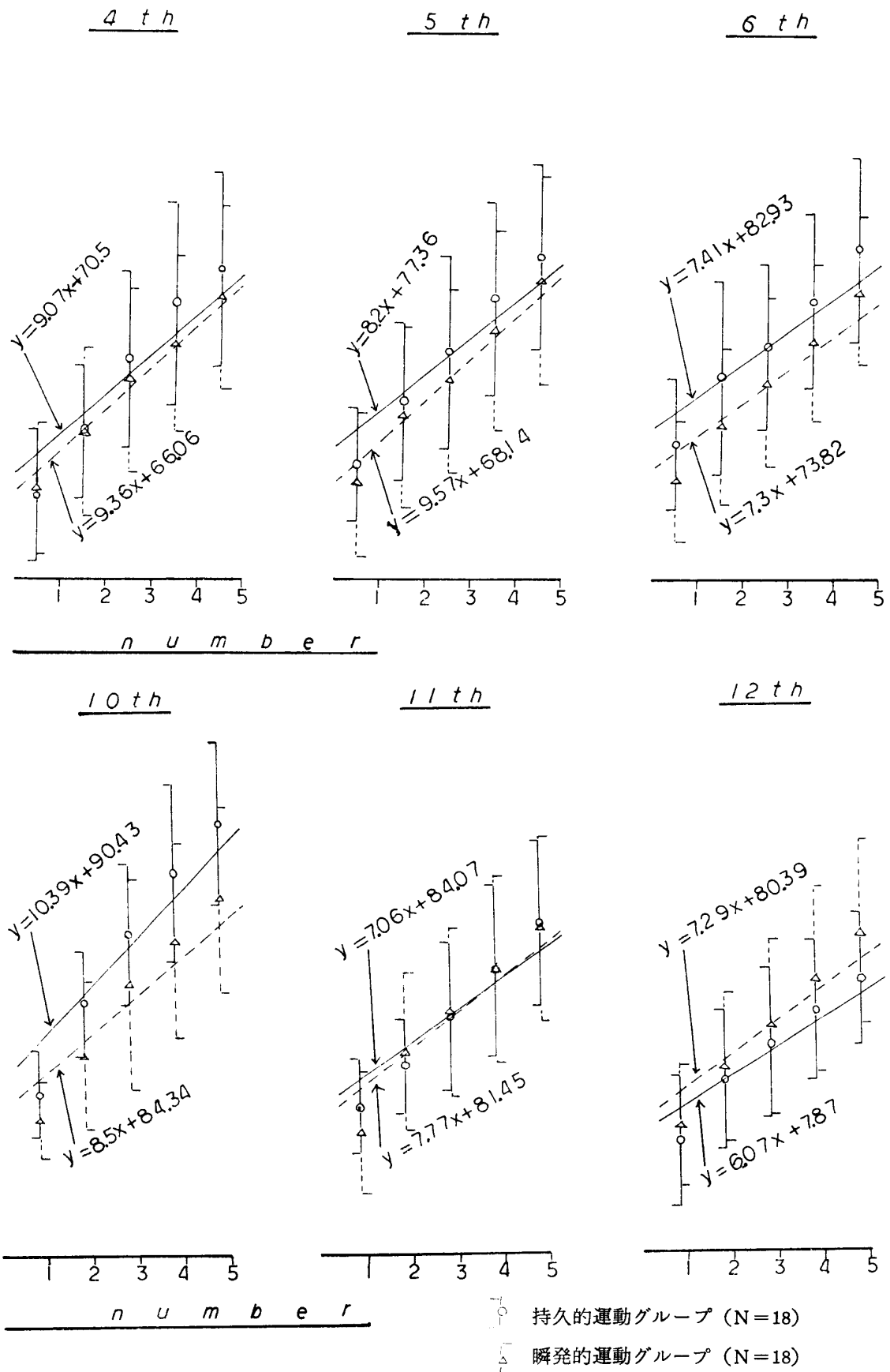
しかし、本実験実施にあたり、被験者の心理的要因の加入が考えられ、被験者にはできる限り心理的影響（競争心等）が加わらないよう **breath-holding time** を知らさないように配慮したが完全に切離して実験を実施したとはいえなかった。



図I 息こらえの方法 a) 実験装置 b) 息こらえ前 c) 息こらえ中



—は持久的運動グループ, .....は瞬発的運動グループの回帰直線を示す。



図Ⅱ トレーニングによる息こらえ時間

1st~10th は継続的トレーニング (隔日)。11th は 10th 終了後 1 週間。12th は 11th 終了後 2 ヶ月間の間隔をあけて実施したものである。

### III 実 験 結 果

両グループにおける breath-holding time およびトレーニングの経過は、図 II-1st ~ 10th に示すとおりである。breath holding の第 1 日目トレーニング (図 II-1st) は、瞬発的運動グループ  $59.7 \pm 12.2$  秒 ~  $90.9 \pm 18.4$  秒、持久的運動グループ  $47.7 \pm 14.3$  秒 ~  $88.9 \pm 18.9$  秒と両グループ各々 52.3%, 86.4% の breath-holding time の延長が認められた。これは、breath holding の第 1 日目トレーニングとしては非常に大きなトレーニング効果のあらわれといえる。また、トレーニング開始時 (図 II-1st, 1) の breath-holding time は、瞬発的運動グループ  $59.7 \pm 12.2$  秒、持久的運動グループ  $47.7 \pm 14.3$  秒と両グループ間に 12 秒の時間的有意差が認められた。 ( $P < 0.05$ ), しかし、トレーニング最高値 (図 II-1st, 5) の  $90.9 \pm 18.4$  秒 (瞬発的運動グループ) と  $88.9 \pm 18.9$  秒 (持久的運動グループ) においては、両グループ間の時間的有意差は認められなくなった。つまり、第 1 日目トレーニングの breath-holding time およびトレーニング状態は、両グループ間に時間的有意差はみられないものの、図 II-1st の回帰方程式 (瞬発的運動グループ  $y = 7.31x + 51.19$ , 持久的運動グループ  $y = 6.98x + 47.13$ ) にみられるとおり持久的運動グループより瞬発的運動グループの方が傾向的に高い状態を示していることを伺うことができる。第 2 日目トレーニング (図 II-2nd) は、瞬発的運動グループ  $61.5 \pm 11.3$  秒 ~  $101.6 \pm 21.3$  秒、持久的運動グループ  $62.8 \pm 12.9$  秒 ~  $105.4 \pm 11.1$  秒と両グループ各々 65.2%, 67.8% の延長がみられる。また、最高値は第 1 日目トレーニングより瞬発的運動グループ 11.8%, 持久的運動グループ 18.6% の上昇がなされた。両グループの breath-holding time およびトレーニング状態は、ほとんど相違はなく同程度の状態、傾向がみられる。第 3 日目トレーニングより第 7 日目トレーニング (図 II-3rd ~ 7th) は、両グループ共非常に高い breath-holding time およびトレーニング効果が示され、最高値は各トレーニング毎に約 3 ~ 8% の上昇があり非常に大きなトレーニング効果を認めることができる。この間における両グループのトレーニング状態は、ほとんど差がなく同程度の状態がみられた。第 8 日目トレーニングより第 10 日目トレーニング (図 II-8th ~ 10th) は、両グループ共 breath-holding time に大きな延長はないが一定領域内を徐々に記録が上昇していくというトレーニング安定状態が認められた。この間における両グループの breath-holding time およびトレーニング状態は、図 I-8th ~ 10th の回帰直線に、みられるとおり傾向的には瞬発的運動グループより持久的運動グループの方が高い傾向を示しているものの、両グループ間に時間的有意差はほとんどみられない。しかし、第 10 日目トレーニングの第 5 回目において、持久的運動グループ  $148.4 \pm 18.4$  秒、瞬発的運動グループ  $131.5 \pm 20.3$  秒と breath-holding time の最高値が示され、両グループ間に 16.9 秒の時間的有意差が認められた。 ( $P < 0.05$ ), これは、トレーニング開始時の状態とはまったく反対の現象であり、両グループのトレーニング傾向について示しているものといえよう。つまり、両グループの breath-holding time は、トレー

ニング開始時 (1st, 1) より持久的運動グループ 3.1 倍, 瞬発的運動グループ 2.3 倍の時間延長がなされたといえる。また, 継続的トレーニング終了後の breath-holding time の動向についても確認した。短期経過の確認は, 第10日目トレーニング終了後 1 週間の間隔をあけて実施した。その結果は図 II-11th に示すとおり, 瞬発的運動グループ  $79.3 \pm 13.1$  秒  $\sim 124.8 \pm 20.5$  秒, 持久的運動グループ  $85.4 \pm 10.1$  秒  $\sim 125.1 \pm 18.3$  秒と両グループ共トレーニング終了時に比べ多少の breath-holding time の低下はみられるがトレーニング安定期の状態と差程の相違はみられない。また, 両グループの breath-holding time および状態は, ほとんど相違がなく同程度の状態がみられた。これは, 瞬発的運動グループより持久的運動グループの方が breath-holding time の低下が大きいことを示しているともいえる。長期経過の確認は, 短期経過確認後 2 ヶ月間の間隔をあけて実施した。その結果は図 II-12th に示すとおり, 瞬発的運動グループ  $80.8 \pm 13.5$  秒  $\sim 122.3 \pm 20.1$  秒, 持久的運動グループ  $77.7 \pm 14.1$  秒  $\sim 112.8 \pm 14.5$  秒と両グループ共 breath-holding time に大きな低下が認められた。これは, 第 4 日目  $\sim$  第 5 日目トレーニングと同じ状態である。また, 両グループ間の breath-holding time は, 持久的運動グループより瞬発的運動グループの方がわずかに高い傾向を示している。

つぎに, breath-holding time の最高値と身体的特性等の相関関係についても検討した。両グループにおける身体的特性等の平均値は表 II に示すとおりである。

表 II 両グループにおける身体的特性

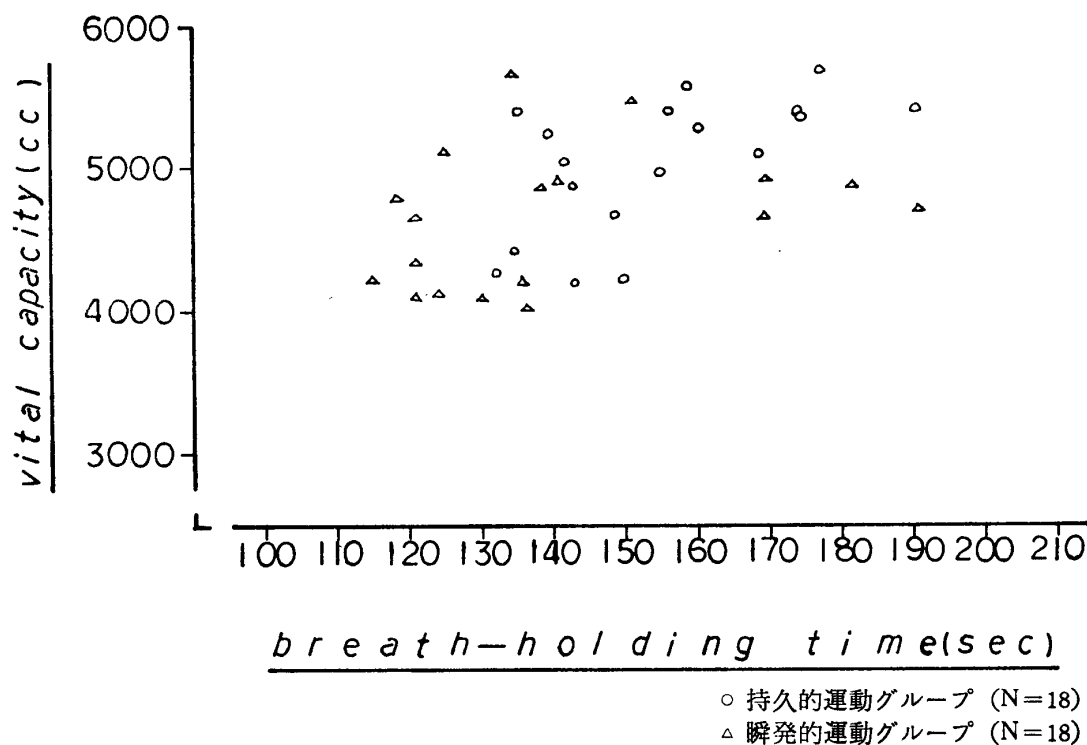
瞬発的運動グループと持久的運動グループにおける身体的特性についての平均値を示したものである。

	肺活量 (cc)	身長 (cm)	体重 (kg)	胸囲 (cm)	体表面積 ( $\text{m}^2$ )	脈拍 (回)	呼吸数 (回)
瞬発的運動 グループ N=18	4633.9 (476.4)	170.2 (5.3)	62.1 (6.8)	89.8 (6.9)	1.74 (0.12)	60.9 (6.3)	16.6 (3.2)
持久的運動 グループ N=18	5033.9 (468.8)	169.6 (4.5)	60.9 (7.7)	88.9 (5.2)	1.71 (0.11)	59.4 (10)	17.4 (3.0)

( ) S.D

体重は, 平均値において 1.2 kg と両グループ間にほとんど差はみられない。breath-holding time との相関係数は, 持久的運動グループ  $r = +0.03$ , 瞬発的運動グループ  $r = +0.06$  と相関はみられない。身長は, 平均値において 0.6 cm と両グループ間の差はほとんどない。breath-holding time との相関係数は, 持久的運動グループ  $r = +0.01$ , 瞬発的運動グループ  $r = +0.13$  と相関はみられない。胸囲は, 平均値において両グループ間に 1.2 cm の差がみられる。breath-holding time との相関係数は, 持久的運動グループ  $r = -0.24$ , 瞬発的運動グループ  $r = -0.01$  と相関はみられない。体表面積 (body surface area) は, 高比良の計算式<sup>9)</sup> に従い  $S = R \times L^{0.725} \times W^{0.425}$  ( $S$ …体表面積 ( $\text{cm}^2$ ),  $R$ …常数で日本人は 72.46,  $L$ …身長 (cm),  $W$ …体重 (kg)) を用いて算出したところ, 平均値において両グ

グループ間に0.03 m<sup>2</sup>の差がみられた。breath-holding time との相関係数は、持久的運動グループ  $r = +0.09$ 、瞬発的運動グループ  $r = +0.08$  と相関はみられなかった。呼吸数は、breath holding のトレーニング開始に先がけ座位（イス）5分間の呼吸数を調べ、平均値を1分間呼吸数値として採用したところ、両グループ間に0.8回とほとんど差はみられない。breath-holding time との相関係数は、持久的運動グループ  $r = -0.21$ 、瞬発的運動グループ  $r = -0.11$  と相関はみられない。肺活量（vital capacity）は、breath holding のトレーニング開始に先がけ3回測定し、その最高値を各人の肺活量として採用したところ、平均値において両グループ間に400ccの差がみられた。breath-holding time との相関係数は、持久的運動グループ  $r = +0.6$ 、瞬発的運動グループ  $r = +0.27$  と両グループ共相関のあることが認められた。その相関分布は図Ⅲに示すとおりである。



図Ⅲ 息こらえ時間と肺活量の相関分布

息こらえ時間最高値と肺活量との相関分布を示したものである。

脈拍は、breath holding のトレーニング開始前に毎回測定（座位60秒間）し、その最低値を各人の脈拍数値として採用したところ、平均値において両グループ間の差は1.5回であった。breath-holding time との相関係数は、持久的運動グループ  $r = -0.15$ 、瞬発的運動グループ  $r = -0.36$  と相関はみられなかった。従って、breath-holding time の最高値と身体的特性等の相関については、肺活量の大小に認められる程度のものではあった。

#### IV 考 察

breath holding を大学の運動部員に一定期間継続的にトレーニングさせたところ、瞬



発的運動グループ、持久的運動グループ共に breath-holding time の延長が認められた。breath-holding time は、最初期待していたところの延長率（2～3倍）を上まわるものであった。これは、長谷川<sup>4)</sup>、小林<sup>2)</sup>らの報告にみられる延長値より大きなものであり、両グループ共120秒以上の breath-holding time を示している。とくに breath-holding time の向上が著しく認められたのは、2nd～7th のトレーニング間であった。これは、breath holding のトレーニング効果がトレーニング開始と同時に大きくあらわれることを示すものであり、トレーニングの早期向上性を確認するものといえる。つぎに breath-holding time の安定期は、8th～10th のトレーニング間で一定領域内を徐々に時間延長がなされるというトレーニング安定状態がみられた。これは、breath-holding time がトレーニング開始7日目頃に安定状態を示すといえるものであり、トレーニングの安定期といえよう。従って、breath-holding time は、第7日目トレーニング以降各人の限界状態が期待できるものと考えられる。また、各トレーニングにおける開始時（第1回目）の breath-holding time がすべて回帰直線以下を示し、第2回目以降記録が上昇するという状態がみられた。この状態は、breath holding が我々人間の日常生活にとって不自然な行為であり、不慣れという点を指摘すると同時に breath holding に対する身体の適応準備期と考えられる。従って、breath-holding time は、トレーニング第1回目を breath holding の準備段階とし、第2回目以降のトレーニング記録が各人のトレーニング状態を示すものと考えることができよう。つぎに瞬発的運動グループと持久的運動グループの breath-holding time およびトレーニング状態は、全体的には大きな有意差は認められなかった。両グループの breath-holding time は、第1日目トレーニングにおいて持久的運動グループより瞬発的運動グループの方が傾向的に高い状態を示し、2nd～5th において同程度の状態となり、6th～10th にかけて持久的運動グループが高い傾向を示した。これは、両グループにおける日常のトレーニング内容の相違と考えられる。つまり、瞬発的運動グループは、主に瞬発的、無酸素的運動の鍛練グループであり、酸素遮断状態による組織的耐久能力としては持久的運動グループより優れているといえよう。また、持久的運動グループは主に持続性、持久的運動の鍛練グループであり、breath holding という安静状態における組織的耐久能力としては瞬発的運動グループより劣る。しかし、トレーニング継続中において breath-holding time が瞬発的運動グループより高くなったのは、持久的運動グループの機能的耐久能力を示すものであり、非常に順応性も高くトレーニングによる影響と向上も大きなグループといえよう。つまり、breath holding は、トレーニング内容そのものが全能力を必要とするところの瞬発的運動グループより持久的トレーニング内容を主とするところの持久的運動グループの方がトレーニングによる効果は大きいといえる。

継続的トレーニング終了後の breath-holding time の動向についても確認した。短期間隔をあけての breath-holding time は、両グループ共トレーニング安定期の breath-

holding time と大きな変動はみられず, 1週間程度の短期中断によるトレーニング効果の消失, 影響はないものといえる。しかし, 長期間隔をあけての breath-holding time は, 両グループ共大幅な記録の低下が認められ, トレーニング効果の消失を確認することができた。これは, 4th~5th の breath-holding time と同程度のものであり, 長期中断をあけてもトレーニング開始時までには低下しないものと考えられる。つまり, breath-holding time は, 本質的には瞬発的運動グループの方が長いといえるが, トレーニングによる breath-holding time の延長は持久的運動グループの方が大きく長くなるといえよう。それは, 両グループにおける運動鍛練の内容と組織的耐久能力と機能的耐久能力による相違と考えられる。

つぎに, breath-holding time の最高値と身体的特性との相関関係について検討したところ, 両グループ共肺活量に相関が認められる程度のものであり, 他の形態的, 機能的なものとの相関は認められなかった。つまり, breath-holding time の長さは, 主に心肺機能の優劣による相違であり, 身体の形態的なものとはほとんど関係がないものと考えられる。

## V 要 約

1. breath holding のトレーニングを瞬発的運動鍛練者18名, 持久的運動鍛練者18名の大学の運動クラブ員に実施させ, breath-holding time とトレーニング効果について調べた。
2. breath holding のトレーニングは, 第1日目トレーニングより第10日目トレーニングまでを継続的トレーニング期間と定めて実施した。その間における breath-holding のトレーニング効果は, 両グループ共非常に大きな breath-holding time の延長が認められた。breath-holding time の延長は, 瞬発的運動グループより持久的運動グループの方が大きかった。
3. breath holding のトレーニング状態は, 両グループ同じような延長傾向が認められた。つまり, 持久的運動グループは, 第1日目トレーニングを第1段階とすると第2日目より第4日目トレーニングが第2段階, 第5日目より第10日目トレーニングが第3段階, 瞬発的運動グループは, 第1日目トレーニングを第1段階とすると第2日目トレーニングが第2段階, 第3日目より第4日目トレーニングが第3段階, 第5日目より第10日目トレーニングが第4段階というほぼ同型の延長段階を示した。
4. 継続的トレーニング終了後短期間隔をあけての breath-holding time は, トレーニング中断による大きな記録の低下はみられず, 1週間程度の中断による記録への影響はないといえる。
5. 長期間隔をあけての breath-holding time は, 両グループ共大幅な記録の低下が認められた。とくに大きく低下したのは, 持久的運動グループの方でありトレーニング中断に

よる影響は瞬発的運動グループより大きいものであった。

6. breath-holding time の最高値と身体的特性との相関についても検討したが、両グループ共肺活量に相関が認められる程度のものであり、他の身体的な形態とはほとんど関係がないといえる。

7. 以上の結果より、運動鍛練者に breath holding を継続的にトレーニングさせると breath-holding time は、2.3～3.1倍の延長がみられる。それは、瞬発的運動グループより持久的運動グループの方が大である。しかし、継続的トレーニング終了後の breath-holding time は、瞬発的運動グループより持久的運動グループの方がトレーニング中断による影響も大きく、breath-holding time の低下も大きい。

#### 参 考 文 献

- 1) 石河利寛, 松井秀治: スポーツ医学. 杏林書院. (1978), P. 126.
- 2) 小林庄一: 人と潜水—水環境への適応—. 共立出版. (1975), PP. 38～50.
- 3) 小林庄一: いきこらえの研究 (1). 新潟医学会誌, **61**, (1947), P. 177.
- 4) 長谷川弘: いきこらえの研究 (2). 新潟医学会誌, **61**, (1947), PP. 198～202.
- 5) 小林庄一: いきこらえ (breath holding). 呼吸と循環, 第**15**巻, 第1号, 医学書院 (1967), PP. 31～36.
- 6) 東京都立大学身体適性学研究所: 日本人の体力標準値. 不昧堂出版. (1970), PP. 241～243.
- 7) 林香苗: 日本人並に日本産医学実験動物の解剖及び生理学計数. 解剖生理計数表刊行会. (1956), PP. 360～362.
- 8) H. Sakamoto: "Ventilatory function of the Ama", HUMAN ADAPTABILITY, vol. **3**. (1975), P. 247.
- 9) 東京都立大学身体適性学研究所: 日本人の体力標準値. 不昧堂出版. (1970), P. 95.
- 10) 森田優三: 新統計学概論. 日本評論社. (1975), PP. 56～82.
- 11) 大石三四郎: コーチのための統計学. 逍遙書院. (1969), PP. 36～52.

## On the Effect of the Breath-holding Training

Masayuki KAWAKAMI, Masakazu OHTA, Takashi MATSUBARA

Department of General Education,  
Okayama University of Science  
Ridai-cho, Okayama 700, Japan

and Tetsuhide H. MURAKAMI

Medical School, Okayama University  
Shikada-cho, Okayama 700, Japan

(Received September 21, 1979)

This research is the analysis of the effect of breath-holding training performed by students belonging to the sport-clubs of our universities.

In this research, the movement of records of breath-holding time both one week and two months after finishing was analyzed and, at the same time, the correlation of length of the breath-holding time with physical characteristics such as height, vital capacity, weight, pulse, circumference chest, body surface area and breath number per minute was also analyzed.

The steps taken for this research are as follows:

The training of breath-holding was performed by students aged from 18 to 20 grouped into two; one group is composed of those who consume their physical energy in a moment and the other who consume their physical energy continuously for a long period. And the training of breath-holding was performed ten times in a series.

Following results were obtained.

- 1) The effect of breath-holding training is positive after successive training.
- 2) The records of breath-holding time during the training are higher with the second group than those with the first group.
- 3) The movement of records after the training is more noticeable with second group than with the first group; the records decline more noticeably with second group.
- 4) The length of breath-holding time is correlated with vital capacity among other physical characteristics.