

競泳選手に対する呼吸筋トレーニングの導入

今 村 貴 幸 高 橋 雄 介
森 谷 暢

1. 緒 言

競泳競技において呼吸循環器系機能を改善することは、その競技パフォーマンスを改善・向上させるための重要な要素のひとつとなる。近年、平地よりも標高の高い場所でトレーニングを行う高所トレーニングが盛んに行われている。高所環境でトレーニングを行う事によって最大酸素摂取量、換気量、血液性状などの様々な生理的適応が生じ、結果、平地での作業成績が改善されるとの報告が多くみられる¹⁻⁶⁾。そのため、北京オリンピックで世界記録を樹立し、金メダルを獲得した北島康介選手などの非常に競技力の高い選手においても積極的に高所トレーニングを行っている。現在、高所トレーニングを実施する際、その効果を得る為の至適標高は1800～2000mであるとされている。競泳種目では海外において標高2200mを中心に2～4週間の実施が主流となっている。しかしながら、海外で行う高所トレーニングには膨大な時間や予算が必要となるため、必ずしも実施しやすい方法とは言えない。そのため、近年、標高1300m程度であっても高所と同様な生理的適応がみられ、準高所であってもその効果が認められている⁷⁾。

他方、呼吸機能を改善する方法のひとつとして、以前より慢性閉塞性肺疾患患者を中心として、呼吸筋機能改善のためのリハビリテーショントレーニングが行われている⁸⁻¹⁰⁾。その結果、対象者の持久力を有意に高め、安静時及び運動時の呼吸困難感を有意に改善し、運動耐容能を高める傾向があるとしている¹¹⁾。また、健常者においても、呼吸筋トレーニングを行う事によって呼吸機能や換気機能、運動能力が向上し、日常生活、運動負荷中の呼吸困難感が低下することが示されている^{8,12)}。呼吸筋トレーニングを行うための方法としては、機械的負荷による Resistance load と Threshold load があり¹³⁾、Threshold load はバネや重りで押さえられたバルブが発生圧によって開く仕組みで、設定した圧を超えることで空気が流れる仕組みとなっ

ている。また、Resistance load では穴に流れる空気の流速によって発生圧が変化して負荷がかかる仕組みとなっている¹⁴⁾。これらのうち、流量に関係なく、圧設定が可能となる Threshold load は呼吸筋トレーニングに最も適していると考えられている¹⁵⁾。

近年、呼吸筋トレーニングを実施することによって呼吸器系疾患患者のみならず、健常者や運動競技選手を対象として持久性運動パフォーマンスの改善についての検討もされるようになってきている¹⁶⁾。

そこで、本研究では、競泳競技歴が10年以上と長く、大学水泳部に所属し日頃から十分なトレーニングを実施している日本水泳選手権に出場するレベルにある非常に競技力の高い大学生男子競泳選手を対象として、(実験1) 3ヶ月間にわたり通常の競泳トレーニングに呼吸筋トレーニングを加えることによる影響について検討をすることを目的とし、呼吸筋トレーニング前後における肺活量、努力肺活量、最大換気量及び1秒量を測定し、検討することとした。また、(実験2) 高所トレーニングが呼吸機能に及ぼした影響と、平地での呼吸筋トレーニングの効果を比較検討することとした。

2. 方 法

(1) 対 象 者

対象は、男子大学生競泳選手37名（高所トレーニング実施群：HATG16名、呼吸筋トレーニング群：RMTG21名）であった。Table 1 に、対象者の身体的特徴を示す。対象者は、いずれも大学の水泳部に所属し常日頃から非常に高いレベルでのトレーニングを行っていた。

Table 1. Subjects characteristics

	HATG	RMTG	p value
Age	22.0±1.9	21.3±0.9	n. s
Hight	179.3±3.8	178.3±3.5	n. s
Weight	73.3±5.1	71.0±4.4	n. s
BMI	22.8±1.2	22.4±1.3	n. s
%Fat	12.9±2.4	12.2±2.4	n. s

notes : Values are mean ±SD

HATG : High altitude training group

RMTG : Respiratory muscle training group

n. s : no significant

Table 2. Number of subjects event

	SP	MD	D
HATG	7	8	1
RMTG	5	13	2

notes : SP : Sprinter MD : Middle distance

D : Distance

対象者には、研究の意義、内容、危険性などを口頭及び文書にて十分に説明し、対象者はそれらを理解した上で、対象者本人が同意の署名をし研究の参加に同意した。ただし、対象者が未成年であった場合は、保護者が代理の署名を行った。本研究は中央大学保健体育研究所倫理委員会の承認を得て実施した。

(2) 呼吸筋トレーニング内容

呼吸筋のトレーニングは、対象者に負荷調整バネにより内蔵のバルブシステムが空気の流入量を調整することで呼吸量をコントロールし、呼吸動作に負荷抵抗を与えることによって呼吸筋を鍛えることの出来る器具である POWERbreath Fitness Model™ (英国 GAIAM 社製；以下 POWERbreath) を貸与し、最大吸気圧 (maximum inspiratory mouth pressure；PI_{max}) から、マイナス1～2の強度で行わせた。(POWERbreath)。トレーニング実施のタイミングとしては朝のスイムトレーニング前に陸上でおこなう、体幹トレーニングやバランスボールなどを用いて行うトレーニング時に導入した。この時、指導者による呼吸筋トレーニングの実施方法について直接の指示があった。その他、スイムトレーニングとは独立して行うレジスタンストレーニング (ウエイトトレーニング) の最後に1回行うよう指示をした。期間は、約3ヶ月間 (106日) トレーニングを実施した。ただし、継続的な変化を確認するために、3ヶ月後からさらに約1ヶ月間 (約4ヶ月後) まで実施した。

(3) 高所トレーニング

高所トレーニングが呼吸機能に及ぼす影響に対して比較検討を加えるため、Thredbo Leisure Centre (オーストラリア・ニューサウスウェールズ州)・合宿地の標高；海拔1350m (合宿期間中の平均気圧864.5mb) において約1ヶ月間 (26日) に及ぶ高所での競泳トレーニングを行った。トレーニングは最初の数日間における適応期間を経て、徐々に平地でのトレーニングと同様のトレーニングを行った。

(4) 呼吸機能テスト

呼吸機能の測定には電子式診断用スパイロメータ (sp-350COPD フクダ電子社製) を使用した。測定肢位は立位とし、ノーズクリップを装着し、マウスピースを咥えて測定した。呼吸筋機能の指標として、肺活量、努力肺活量、最大換気量及び1秒量を測定した。測定回数については、肺活量及び努力肺活量は2回、最大換気量は1回としているが、測定時、咳き込んでしまったりするなど明らかに正確な測定が出来なかった場合には、2～3分後に再測定を行っ

た。

(5) 統計処理

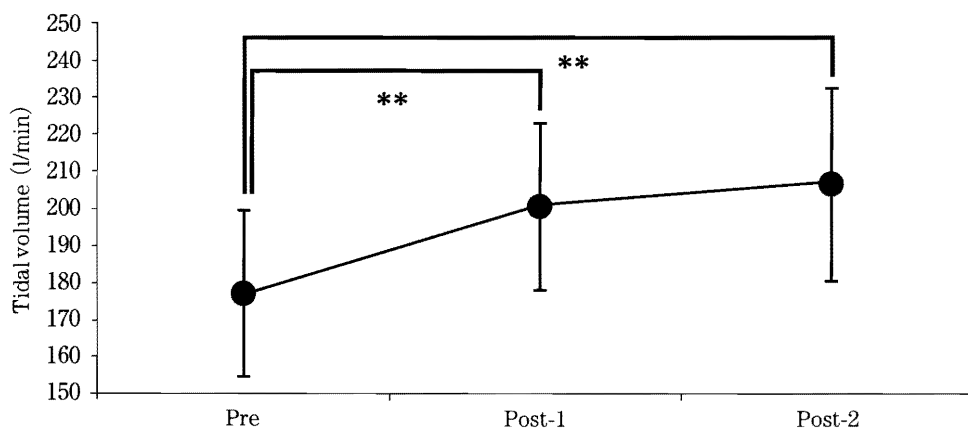
統計量は、平均値±標準偏差で示した。統計処理には、統計処理ソフト Dr SPSS II for windows (Ver. 11.0.1J) を用い、呼吸筋トレーニングが呼吸機能に与えた影響の比較については、反復測定による一元配置分散分析を用い、主効果が認められた場合に Bonferroni の多重比較法を用いた。また、高所トレーニング前後における呼吸機能の変化についての比較には、対応のある t 検定を用いて解析した。なお、有意水準は 5%未満とした。

3. 結 果

(1) 最大換気量

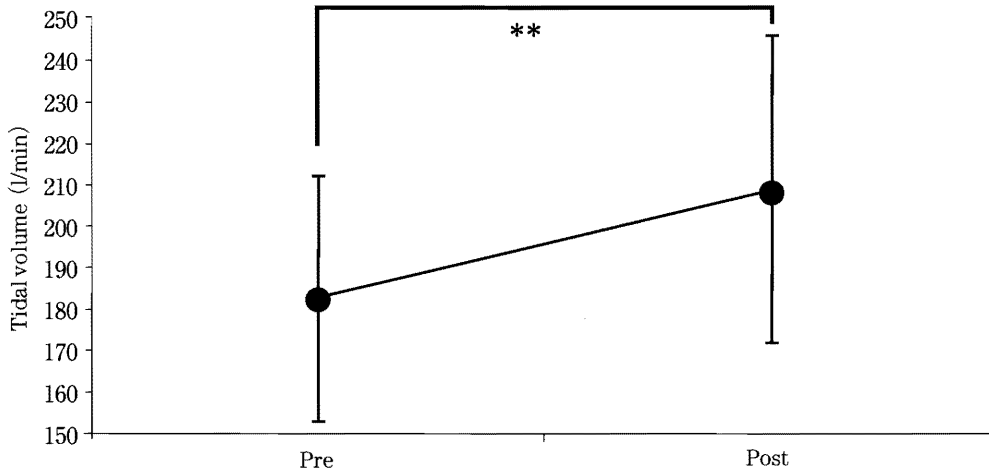
Figure 1 に、呼吸筋トレーニング前、3ヶ月（106日）後及び4ヶ月（147日）後の最大換気量の変化を示した。呼吸筋トレーニング実施前の最大換気量は 177.2 ± 22.7 l/min から実施後で 200.7 ± 22.8 l/min 及び 207.1 ± 26.0 l/min へ変化した（増加率、11.7%及び14.4%）。反復測定による一元配置分散分析の結果、有意な主効果が認められ（ $p < 0.01$, $F = 17.8$ ）、多重比較検定の結果、実施前と比較し有意に高値を示した（実施前 vs. 3ヶ月後 $p < 0.01$, 実施前 vs. 4ヶ月後 $p < 0.01$ ）。

Figure 2 に、高所トレーニング前後における最大換気量の変化を示した。高所トレーニング



notes : ** $p < 0.01$
Values are mean \pm SD

Figure 1. Change of tidal volume in before and after respiratory muscle training



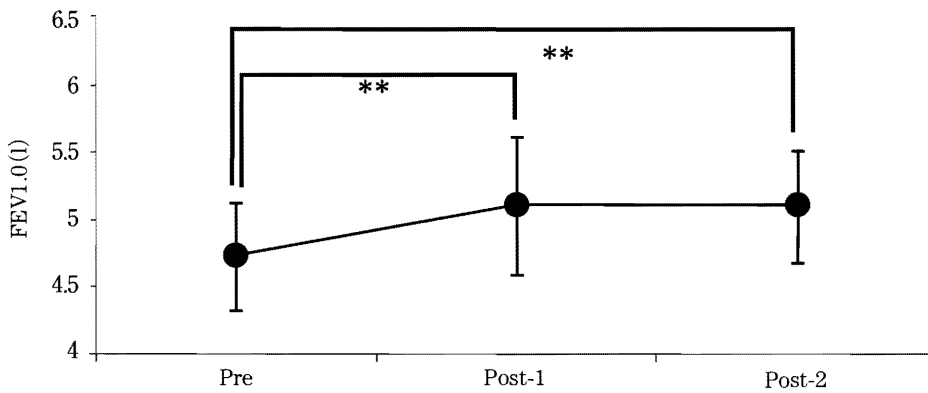
notes : **p<0.01
 Values are mean±SD

Figure 2. Change of tidal volume in before and high altitude training

実施前の最大換気量は183.1±29.7l/min から209.3±37.3l/min へと有意に (p<0.01) 変化した (増加率12.5%)。

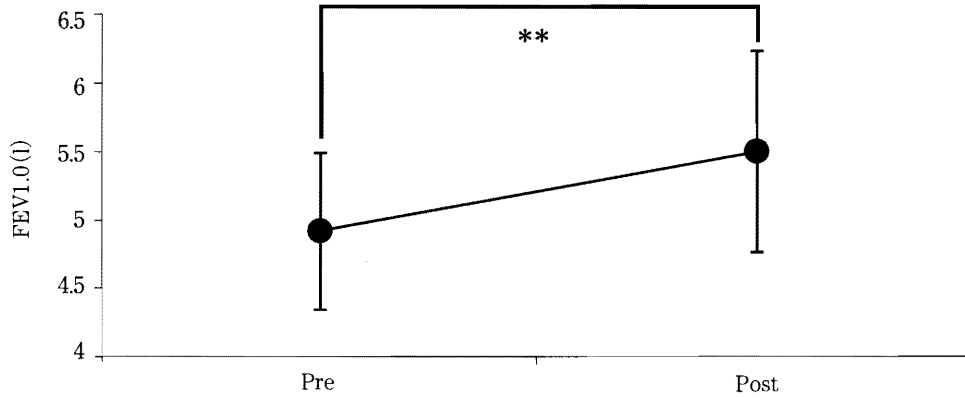
(2) 1 秒 量

Figure 3 に、呼吸筋トレーニング前、3ヶ月後及び4ヶ月後の1秒量の変化を示した。呼吸筋トレーニング実施前の1秒量は4.7±0.4l であり、実施後では5.1±0.5l 及び5.1±0.4l へと変化した (増加率7.44%及び7.44%)。反復測定による一元配置分散分析の結果、有意な主効



notes : **p<0.01
 Values are mean±SD
 FEV1.0: Forced expiratory volume in one second

Figure 3. Change of FEV1.0 in before and after respiratory muscle training



notes : **p<0.01
 Values are mean±SD
 FEV1.0: Forced expiratory volume in one second

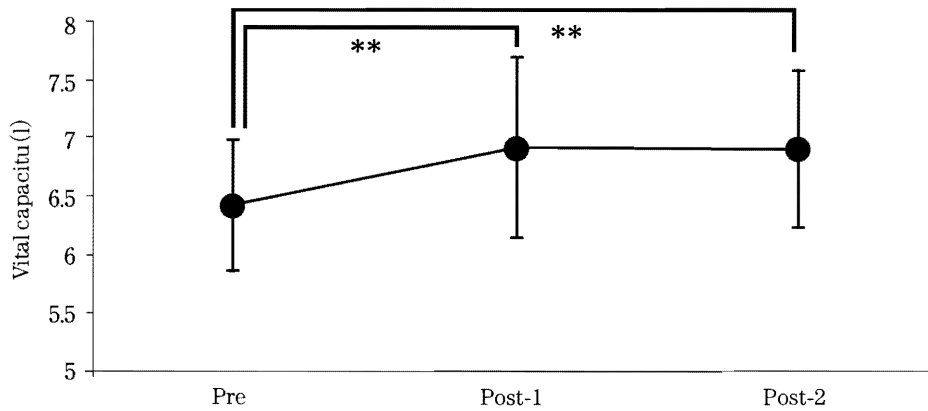
Figure 4. Change of VFE1.0 in before and after high altitude training

果が認められ ($p < 0.01, F = 21.0$), 多重比較検定の結果, 実施前と比較し有意に高値を示した (実施前 vs. 3ヶ月後 $p < 0.01$, 実施前 vs. 4ヶ月後 $p < 0.01$).

Figure 4 に, 高所トレーニング前後における1秒量の変化を示した. 高所トレーニング実施によって1秒量は実施前の 4.9 ± 0.61 から 5.5 ± 0.71 へと有意に ($p < 0.01$) 変化した (増加率 10.7%).

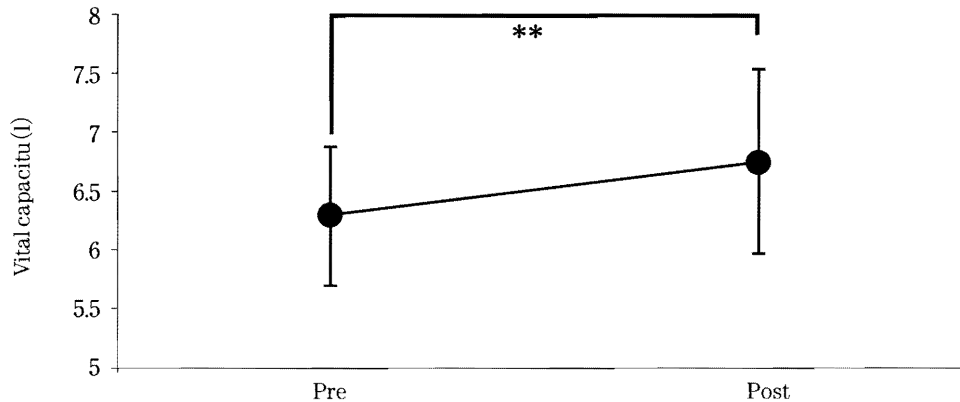
(3) 肺活量

Figure 5 に, 呼吸筋トレーニング前, 3ヶ月後及び4ヶ月後における肺活量の変化を示した. 呼吸筋トレーニング実施後の肺活量は (6.9 ± 0.81 及び 6.9 ± 0.71), 実施前 (6.4 ± 0.61)



notes : **p<0.01
 Values are mean±SD

Figure 5. Change of vital capacity in before and after respiratory muscle training



notes : ** $p < 0.01$

Values are mean \pm SD

Figure 6. Change of vital capacity in before and after high altitude training

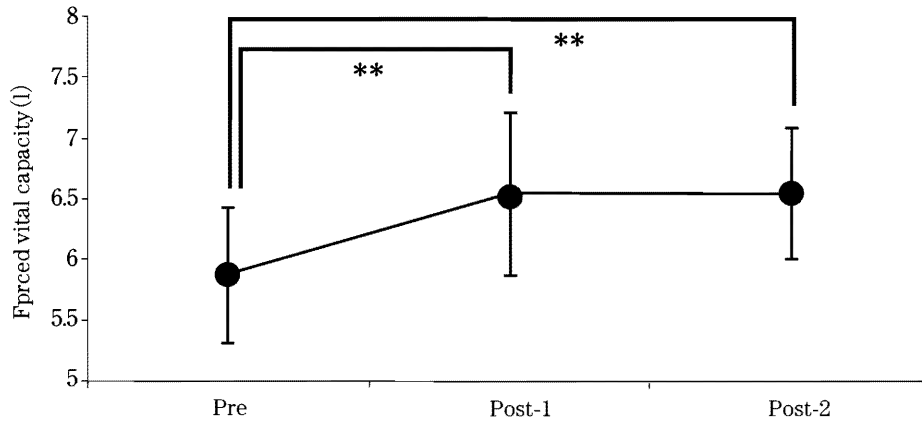
と比較し7.2%及び6.9%の増加が認められた。反復測定による一元配置分散分析の結果、有意な主効果が認められ ($p < 0.01$, $F = 43.2$)、多重比較検定を行ったところ、実施前と比較し有意に高値を示した (実施前 vs. 3ヶ月後 $p < 0.01$, 実施前 vs. 4ヶ月後 $p < 0.01$)。

Figure 6に、高所トレーニング前後における肺活量の変化を示した。高所トレーニング実施後の肺活量は、実施前の 6.3 ± 0.61 から 6.8 ± 0.81 と変化し、その増加率は7.0%であった。一元配置分散分析の結果、有意な主効果が認められ ($p < 0.01$)、多重比較検定を行ったところ、高所トレーニング実施前と比較し実施後で有意に高値であった ($p < 0.01$)。

(4) 努力肺活量

Figure 7に、呼吸筋トレーニング前、3ヶ月後及び4ヶ月後の努力肺活量の変化を示した。呼吸筋トレーニング実施前における努力肺活量は、 5.8 ± 0.61 であったのに対し、呼吸筋トレーニング実施後では、 6.6 ± 0.71 及び 6.5 ± 0.61 であった (増加率、10.7%及び10.6%)。一元配置分散分析の結果、有意な主効果が認められ ($p < 0.01$, $F = 63.7$)、多重比較検定の結果、実施前と比較し有意に高値を示した (実施前 vs. 3ヶ月後 $p < 0.01$, 実施前 vs. 4ヶ月後 $p < 0.01$)。

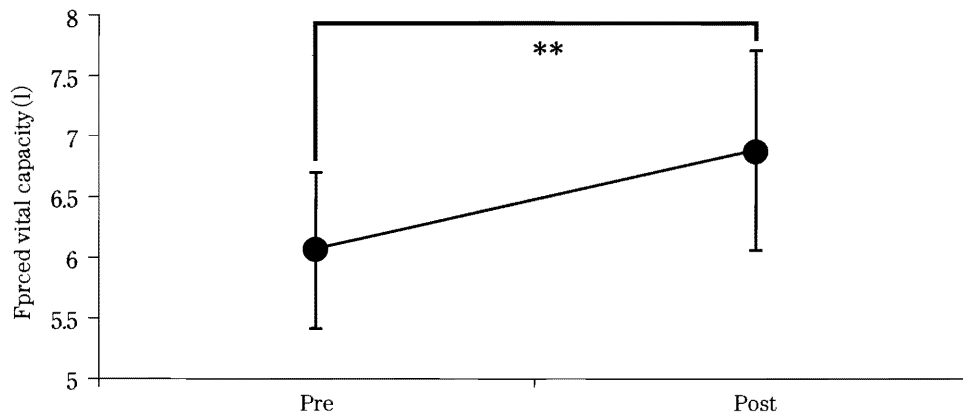
Figure 8に、高所トレーニング前後における努力肺活量の変化を示した。高所トレーニング実施前の努力肺活量は、 6.1 ± 0.71 であり、実施後では 6.9 ± 0.81 へと有意に ($p < 0.01$) 変化した (増加率12.1%)。



notes : **p<0.01

Values are mean \pm SD

Figure 7. Change of forced vital capacity in before and after respiratory muscle training



notes : **p<0.01

Values are mean \pm SD

Figure 8. Change of forced vital capacity in before and after high altitude training

4. 考 察

(1) 呼吸筋トレーニング及び高所トレーニングによる最大換気量への影響

本研究は、競技レベルの非常に高い大学生男子競泳選手を対象として、3ヶ月間の呼吸筋トレーニングを行い呼吸機能に与える影響について検討した。また、1ヶ月間の高所トレーニングにおける呼吸機能への影響と、平地で行った呼吸筋トレーニングとの比較検討を行った。トレーニング期間に差があるが、高所環境ではトレーニング時及び生活時における24時間の生態的な負荷が与えられているが、平地における呼吸筋トレーニングでは、装具を用いた時のみの

トレーニングとなるため、両者におけるトレーニング効果に対する期間に差が生じる可能性を考慮し、トレーニング期間に差を設けた。

呼吸筋トレーニングを行うことによって、最大換気量は有意 ($p < 0.01$) に改善をした。その増加率はトレーニング実施前と比較して11.7~14.4% ($177.2 \pm 22.7 \text{ l/min} \rightarrow 200.7 \pm 22.8 \text{ l/min}$ 及び $207.1 \pm 26.0 \text{ l/min}$) であった。

水泳中の呼吸は、一般的に1動作中に1呼吸が行われる。つまり1秒前後で1回の呼吸が行われることになる。また、競技動作中はほとんどの時間で顔面が水中に入った状態であるため、非常に限られた時間内で呼吸を行う必要がある。このように競泳競技では普段から呼吸の制限を受けながらトレーニングを行っているため、一般健常者よりも換気量は著しく高いことが知られている¹⁷⁾。本研究の対象者は普段から高いレベルのトレーニングを行っているにもかかわらず、最大換気量に増加が認められたのは、呼吸動作に負荷抵抗を与えることによって呼吸筋を鍛えることの出来る器具であるPOWERbreathを用いた定期的なトレーニングが、呼吸筋の機能改善を促したことに起因するものと推察される。また、高所トレーニング後における最大換気量の増加率は12.5% ($183.1 \pm 29.7 \text{ l/min} \rightarrow 209.3 \pm 37.3 \text{ l/min}$) であった。高所環境下では吸気酸素分圧の低下が起これ、肺胞及び動脈血中の酸素分圧も低下するが、末梢化学受容器(頸動脈小体、大動脈体)が刺激され換気が増大し始める¹⁸⁾。高所環境下でのトレーニングでは、低圧低酸素の影響による動脈血中酸素飽和度(SpO_2)の低下と、水中での止息を伴う中等度から高強度のトレーニングによる影響を複合的に受けると考えられ、トレーニング中に低下する酸素摂取量を補償するため、より一層の努力呼吸を強いられることとなり、主にトレーニング中における呼吸筋に対する影響が考えられ、その事が平地での最大換気量の増加に影響を及ぼしたとも考えられる¹⁹⁾。

本研究では、平地での呼吸筋トレーニングにおける最大換気量の増加率が11.7~14.4%であったのに対し、高所環境下でトレーニングを行ったことによる増加率は12.5%であり、ほぼ同様の改善率が得ることができた。このことは、平地においても呼吸筋トレーニングを併用することによって、高所で得られるトレーニング効果とほぼ同様の効果が期待できることが示唆される。

(2) 呼吸筋トレーニング及び高所トレーニングによる1秒量への影響

次に、1秒量への影響をみてみると、呼吸筋トレーニング後において、トレーニング前と比較し1秒量が有意 ($p < 0.01$) に高値を示した。その増加率は7.44% ($4.7 \pm 0.4 \text{ l} \rightarrow 5.1 \pm 0.5 \text{ l}$ 及び $5.1 \pm 0.4 \text{ l}$) であった。Wellsらは呼吸筋トレーニングを競泳選手に12週間実施した結

果、1秒量の増加を認めており²⁰⁾、本研究も同様の結果を得ることができた。1秒量は最大努力呼出の開始から最初の1秒間に呼び出した空気量であり、最大換気量との関連性もある¹⁹⁾。そのため、呼吸筋への負荷トレーニングによって、呼吸筋力が向上した結果、最大努力呼出量へ強く影響を及ぼした可能性が考えられる。また、高所トレーニング前後においても、1秒量が有意に ($p < 0.01$) 改善 (10.7%) された ($6.1 \pm 0.71 \rightarrow 6.9 \pm 0.81$)。高所環境下における SpO₂ の低下に伴い、トレーニング中の酸素不足を補うためのより一層の努力呼吸が必要となり、呼吸筋の強化につながった結果、1秒量の増加が認められたと推察される。

(3) 呼吸筋トレーニング及び高所トレーニングによる肺活量への影響

呼吸筋トレーニング後における肺活量は 6.9 ± 0.81 及び 6.9 ± 0.71 であり、実施前 (6.4 ± 0.61) と比較しそれぞれ7.2%及び6.9%の増加が認められた。呼吸筋トレーニングを実施することによって、呼吸筋力を特異的に増加させることが健常者を対象とした研究によって明らかになっている²¹⁾。肺活量に影響を及ぼす横隔膜は呼吸筋のひとつであり、呼吸筋トレーニングを実施することによって、その横隔膜に影響を及ぼした可能性も考えられる。さらに、高所トレーニング実施後の肺活量は、実施前の 6.29 ± 0.591 から 6.76 ± 0.781 と有意に変化し、その増加率は7.0%であった。高所環境では、トレーニング中のみならず生活そのものも低圧・低酸素状態であるため、常に努力呼吸が必要となる。準高所競泳トレーニングが分時換気量を改善することが報告されているが²²⁾、分時換気量は、1回換気量と呼吸数が影響を及ぼしたことが肺活量を増加させ、その結果改善につながったものと推察される。平地での呼吸筋トレーニングによって増加した肺活量は高所トレーニングによって増加した肺活量とはほぼ同様の増加率を示しており、高所トレーニングと同様の効果が期待される。

(4) 呼吸筋トレーニング及び高所トレーニングによる努力肺活量への影響

呼吸筋トレーニング実施前における努力肺活量は、 5.8 ± 0.61 であったのに対し、呼吸筋トレーニング実施後では、 6.5 ± 0.71 及び 6.5 ± 0.61 であった (増加率、10.7%及び10.6%)。健常者に呼吸筋トレーニングを1回30分、週5回、5週間実施した研究によると、最大吸気圧 (P_{Imax}) 及び最大呼気圧 (P_{E_{max}}) とともに増大させることが証明されている²¹⁾。努力肺活量は、最大に吸気した後一気に空気を吐き出す動作を行うが、呼吸筋トレーニングによって最大呼気圧が改善されたことによって、努力肺活量の向上がみられたものと推察される。また、高所トレーニング実施前の努力肺活量は、 6.1 ± 0.71 であり、実施後では 6.9 ± 0.81 へと有意に ($p < 0.01$) 変化した (増加率12.1%)。準高所環境において最高酸素摂取量を測定した研究で

は、平地で測定した最高酸素摂取量よりも低値を示すとされており²³⁾、トレーニング中では特に一層の努力呼吸が必要となり、呼吸筋に対して影響を及ぼしたものと推察される。

5. ま と め

本研究は、競泳競技歴が10年以上と長く、大学水泳部に所属し日頃から十分なトレーニングを実施している日本選手権出場レベルの非常に競技力の高い大学生男子競泳選手を対象として、(実験1) 3ヶ月間にわたり通常の競泳トレーニングに呼吸筋トレーニングを加えることによる影響について検討をすることを目的とし、呼吸筋トレーニング前後における肺活量、努力肺活量、最大換気量及び1秒量を測定し、検討することとした。また、(実験2) 高所トレーニングが呼吸機能に及ぼした影響と、平地での呼吸筋トレーニングの効果を比較検討することとした。その結果、呼吸筋トレーニングを実施することによって、肺活量、努力肺活量、最大換気量及び1秒量の全ての項目について、有意に増加した ($P < 0.01$)。また、高所トレーニングによる影響については、肺活量、努力肺活量、最大換気量及び1秒量の全ての項目について、有意に増加した ($p < 0.01$)。平地における呼吸筋トレーニング実施によって得られた増加率と高所トレーニングによって得られた増加率は、ほぼ同様の結果であった。以上のことから、通常のトレーニングに加え、呼吸筋を特別にトレーニングすることによって、高所トレーニングによって得られる呼吸機能の改善とほぼ同様の効果を得られる可能性が示唆された。

本研究には幾つかの限界がある。呼吸筋トレーニングが通常のトレーニングスケジュールに合わせて行われたため、トレーニング条件について十分なコントロールが出来なかったこと。また、対照群を設けていないことなどが挙げられる。今後、さらに詳細な研究結果を得るために問題点を解消し、継続的な研究の実施が必要であると考えられる。

文 献 資 料

- 1) 浅野克己 (1999) 高所トレーニングの生理的意義と最近の動向, 臨床スポーツ医学16 505-516
- 2) 浅野克己 (1989) 高地トレーニング, スポーツ医学 103-110
- 3) Adams, W.C., E.M. Bernauer, D.V. Dill, J. Bomar, Jr. (1975) Effect of equivalent sea-level and altitude training on Vo_{2max} and running performance. *J. Appl. Physiol.* 39: 262-266
- 4) Robert F. Chapman, James Stray-Gundersen, and Benjamin D. Levine (1998) Individual variation in response to altitude training. *J. Appl. Physiol.* 85: 1448-1456
- 5) Mizuno M., Juel C., Bro-Rasmussen T., Mygind E., Schibey B., Rasmussen B., Saltin B. (1990)

- Limb skeletal muscle adaptation in athletes after training at altitude. *J. Appl. Physiol.* 68 : 496-502
- 6) 重堂智之, 山西哲郎 (2000) ジュニア期の長距離ランナーにおける高地トレーニングの効果, 群馬大学教育学部紀要 芸術・技術・体育・生活科学編 第35巻 127-137
 - 7) 襦屋光男, 杉田正明, 川本竜史, 渡曾公治, 川原貢 (1999) 標高1300mにおける水泳トレーニングが生理機能に及ぼす影響 体力科学 48 (3) 393-402
 - 8) 秋吉史博, 高橋仁美, 菅原慶勇, 佐竹将宏, 塩谷隆信 (2001) 呼気筋強化が呼吸筋力に及ぼす影響 理学療法学 第8巻 47-51
 - 9) 中田敏一郎, 坪井永保, 成井浩司 (1997) COPDにおける理学療法 呼吸 第16巻 502-516
 - 10) 宮川哲夫 (1988) 慢性閉塞性肺疾患の呼吸筋トレーニング 理学療法 第5巻 195-203
 - 11) 佐々木誠 (2008) 呼吸リハビリテーションにおける呼気筋トレーニングの効果 秋田大学医学部保健学科紀要 16 (1) 22-27
 - 12) Sasaki M.(2007) The effect of expiratory muscle training on pulmonary function in normal subjects. *J Phys Ther Sxi* 19 : 197-203
 - 13) Daubenspeck JA(1995) Mechanical aspects of unloaded breathing. In : *The Thorax(lung Biology in Health and Disease Vol.85)*, Roussos C, Marcel Dekker eds., New York : 953-985
 - 14) Eastwood PR, Hillman DR, Finucane KE(1995) Ventilatory responses to inspiratory threshold-loading and role of muscle fatigue in task failure. *J Appl Physiol.* 76(1) : 185-195
 - 15) 解良武士 (2003) 呼吸筋力と増強 理学療法学 第18巻 1-6
 - 16) 解良武士, 古泉一久 (2009) 呼吸筋トレーニングによる持久性能力の向上の可能性 理学療法科学 第24巻 767-775
 - 17) 柴田義晴 (1979) 泳者の呼吸機能の特性について 東京学芸大学紀要 第31巻 219-228
 - 18) 宮村晴夫 (2001) 低酸素環境における換気応答 体育の科学 51 281-285
 - 19) 解良武士, 小椋一也, 猪股高志 (2004) ウェイトリフティング選手の呼吸機能特性について—呼吸筋力に着目して— 日本生理学雑誌 Vol.9 No.4 151-156
 - 20) Gregory D. Wells, Michael Plyley, Scott Thomas, Len Goodman and James Duffin(2005) Effects of concurrent inspiratory and expiratory muscle training on respiratory and exercise performance in competitive swimmers. *Eur J Appl Physiol.* 94 : 527-540
 - 21) Leith DE, Bradley M.(1978) Ventilatory muscle strength and endurance training. *J Appl Physiol* 41 : 508-516
 - 22) 今村貴幸, 加藤健志, 森谷暢 (2009) 準高所競泳トレーニングにおける呼吸循環応答の変化 中央大学保健体育研究所紀要 第27号 19-31
 - 23) 高橋雄介, 吉村豊 (1995) 男子大学競泳選手のトレーニングプログラム—最近3年間の比較検討— 中央大学保健体育研究所紀要 第24号 55-88