

## 効果的負荷トレーニングによる運動能力の向上

東海大学 寺尾 保  
(共同研究者) 同 伊藤 栄治  
同 堀江 繁  
同 齋藤 勝

### Improvement of Physical Capacities by Effective Training utilizing Weighted Sports-Wear in Baseball Players

by

Tamotsu Terao, Shigeru Horie, Masaru Saito  
*Research Institute of Sports Medical Science,  
Tokai University*

Eiji Ito  
*Department of Physical Education,  
Tokai University*

#### ABSTRACT

The purpose of this study was to elucidate the improvement of physical capacities with effective training utilizing weighted sports wear in baseball players. Nineteen male athletes (aged:  $19 \pm 2$ ) participated in the study. They were divided into two groups : 9 subjects carried out training utilizing weighted sports wear (1.5kg) under their uniforms during routine baseball practice (experimental group, EG), and 10 subjects did not utilize weighted wear during training (control group, CG). Subjects participated in each training session every day for 6 weeks.

Results showed that, heart rates during running with weighted wear showed 20 bpm (17 %) increase a the speed of 8 km/h and 13 bpm (7 %) increase a the speed of 12

km/h, compared with the use of only baseball uniforms. Body weight in EG after the training with the weighted wear for 6 weeks was significantly lower than that before the training. Body composition of body fat in total body, legs, trunk and arms was significantly less after 6 weeks. No significant differences were found in lean body mass, bone mass and bone mineral density of the athletes total body, legs, trunk and arms between prior to and after 6 weeks in both EG and CG. Grip strength, whole body reaction time and sit-ups in EG improved after 6 weeks. Anaerobic threshold also significantly improved after 6 weeks in EG.

These results suggest that training utilizing weighted sports wear during routine (skill) baseball practice sessions was effective for the improvement of physical capacities and had beneficial effects for body fat reduction.

## 要 旨

本研究は、身体に適度な重量負荷が得られるような特殊な生地を用い、素材、形状、動きやすさ等に様々な工夫が施されているスポーツウェア（重量ウェア）の開発を行い、スピード、スタミナ、パワーの要求される硬式野球選手に対する重量ウェア着用によるトレーニングの運動能力および身体組成に及ぼす効果等について検討した。

T大学硬式野球部に所属する19名の選手を被験者とした。重量ウェアを着用してトレーニングを行う実験群（9名）と、このウェアを着用しない対照群（10名）とに分けた。重量負荷ウェアは、上下で約1.5kgの重量になるように試作し、これをアンダーウェアとして、その上にユニフォームを着用させた。重量負荷トレーニングは、通常の野球練習の中で一日30分以上は必ず着用する条件で行わせた。実験期間は、6週間とした。対照群は、実験期間中、普通のユニフォームで通常の野球練習を行わせた。

その結果、重量ウェア着用によるランニング時の心拍数は、普通のユニフォーム時よりも8km/hの速度で毎分約20拍（17%）の増加、12km/hの

速度で毎分約13拍（7%）の増加を示した。6週間重量ウェア着用をした実験群の体重は、実施前に比較して、実施後で有意な減少を示した（ $p<0.01$ ）。これに対して、対照群は、6週間の前後で有意な差がみられなかった。実験群では、全身および身体部位別の体脂肪量が有意な減少を示した（全身： $p<0.01$ 、脚部： $p<0.01$ 、体幹部： $p<0.05$ 、腕部： $p<0.01$ ）。全身、身体部位別の筋量、骨量および骨密度については、実験群、対照群のいずれの群でも6週間の前後で有意な差がみられなかった。体力テストにおいて実験群は、握力、全身反応時間、上体おこしの項目で有意な改善がみられた（ $p<0.01$ 、 $p<0.05$ 、 $p<0.05$ ）。さらに、実験群では、実施前後で換気性閾値が有意な増加を示した（ $p<0.01$ ）。

以上、本研究の成績から、通常の野球のスキル向上を目的とした練習中においても、重量ウェアを着用すれば、運動強度水準を高め、運動能力の向上および身体組成の体脂肪の減少にも、効果的にできる可能性が考えられる。したがって、重量ウェアは、実用性から推察すると高い評価ができる。

## 緒言

競技時におけるスポーツウェアの役割は、単なるファッションだけでなく機能を重視したものを付加価値として開発され、軽量で動きやすさ、保温性、吸湿性、皮膚の保護等の要素が評価されるとともに、特殊な競技においては水や空気抵抗を軽減する効果のあるウェア等も開発されている。

競技スポーツのトレーニング時には、運動能力の向上を目的として、用具、器具、設備などを利用したトレーニングが盛んに行われている。とくに、スポーツ選手のトレーニング方法の一つとして、ウエイトトレーニングがある。従来のウエイトトレーニングは、トレーニング器具や用具を使用しているために、実際のスポーツ時の動きと同じ動作で行うことができないという欠点もある。

実際の競技力向上に関するトレーニングとしては、スキルの向上を目的としたスポーツ現場における練習においても、身体に適度な負荷が加わり、運動強度水準を高め、運動能力に対するトレーニング効果とともにスキルの向上を得ることも必要である。従来、このような目的で使用されてきた重量物としては、上肢や下肢におもり装着するウエイトバンド、腰部の周りのポケットにおもりを入れるチョッキ型のウエイトベスト、鉛繊維を使用しているウエイトジャケットなどがある<sup>3,13)</sup>が、スポーツ現場における複雑なスキル練習になると支障をきたすこともある。

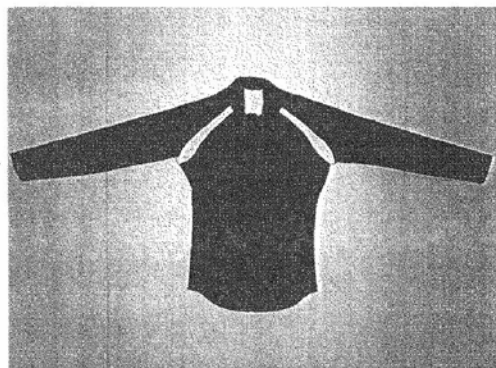
そこで、効果的負荷トレーニングとして、衣料に注目し、前述の競技時におけるスポーツウェアとは異なり、スピード、スタミナ、パワーの要求される野球選手に対する運動能力の向上にも貢献できる身体全体に負荷がかかるようなスポーツウェア（重量ウェア）の開発を行った。すなわち、野球の運動能力の向上には、野球のスキル練習において投げる、打つ、走る、守るという通常の野球の動作に際して、常に身体に適度な重量負荷が加わっていれば、単にスキル練習のみならず運動能力の向上も同時に行えるものと考えられる。重量ウェアが身体機能の向上という視点から考慮すれば、野球の種々の動作時でも擬似的により高い運動負荷を身体全体に与えることができる可能性があり、重量ウェアを利用したトレーニングによって、野球に必要とされる運動能力の向上にも、有用である可能性が考えられる。

本研究では、重量ウェアトレーニングのスポーツ現場応用に関する基礎資料を得る目的として、硬式野球選手を対象に、重量ウェア着用によるトレーニングが運動能力および身体組成に及ぼす効果等について検討した。

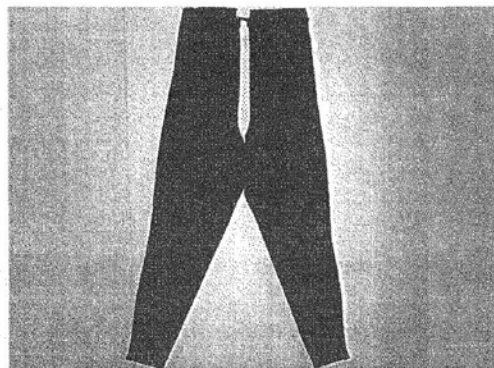
## 1. 研究方法

### 1.1 重量スポーツウェア

重量スポーツウェアは、図1、2に示したように、生地素材がストレッチ性に富み、最適な重量負荷を得るために単位面積あたりの重量で500 g/

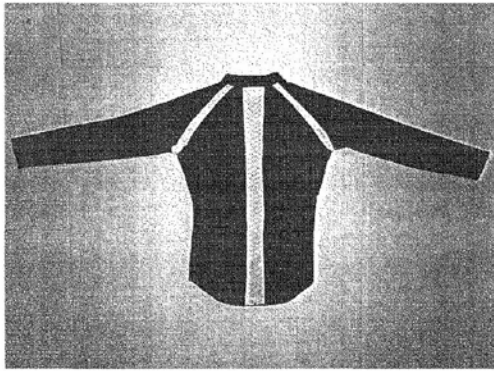


A 長袖シャツ

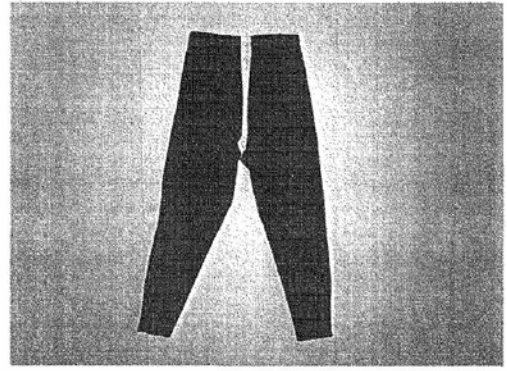


B ロングパンツ

図1 重量ウェア（上下） 前面



A 長袖シャツ



B ロングパンツ

図2 重量ウェア (上下) 背面

m<sup>2</sup>以上の目付けを施し、さらに、発汗作用が著しい部分に吸汗発散機能のある経編エステルメッシュ等のメッシュ素材を使用する等、特殊な生地を用い、素材、形状、動きやすさ等に様々な工夫が施されているのが特徴である。本研究では、この重量ウェア (約1.5kg、サイズによっては重量が多少異なる) を上下のアンダーウェアとして、その上にユニフォームを着用させた。

### 1. 2 対象者

T大学硬式野球部に所属する20名の選手を被験者とした。重量ウェアを着用してトレーニングを行う実験群 (10名) と、このウェアを着用しないでトレーニングを行う対照群 (10名) に分けた。各群とも投手5名と野手5名とした。しかし、実験群の1名は、プログラム実施中、持病の腰痛を理由に参加を辞退した。したがって、本研究は、実験群9名、対照群10名となった。被験者の身体特性は、実験群が年齢19.1 ± 0.8yrs、身長173.9 ± 5.6cm、体重70.9 ± 5.3kg、体脂肪率12.0 ± 1.8%であり、対照群は年齢18.8 ± 1.0yrs、身長179.9 ± 4.9cm、体重75.2 ± 4.7kg、体脂肪率13.1 ± 2.4%であった。

被験者にはあらかじめ、研究の目的、内容等を十分に説明し、実験参加の同意書を得た。本研究は、東海大学スポーツ医科学研究所倫理委員会の承認を受けて実施した。

### 1. 3 重量ウェア着用時の運動テスト

重量ウェアトレーニング実施前に、重量ウェア着用による運動に対する生理的負荷強度を把握するため、実験群の中から無作為に5名を選び、室温20℃、相対湿度60%の環境下で、トレッドミル (傾斜2%) を用い、2種類の速度 (8km/h、12km/h) を選び、低速度からそれぞれ10分間のランニングを行わせ、その際の心拍数変動を測定した。各運動の間には、10分間の休息時間を入れた。ランニング中の心拍数は、ハートレートモニター (Polar社製、VantexXL型) で測定した。さらに、運動中の主観的運動強度を測定するため、Borgのスケールを用いて、各テスト終了直後に、選手に対して口答で求めた。同様なテストをユニフォームのみ着用時でも行った。

### 1. 4 重量負荷トレーニング

重量負荷トレーニングは、通常の野球練習の中で一日最低30分間は必ず着用する条件で、投手群が投球 (遠投を含む)、ポール間のランニング (ダッシュを含む)、また、野手群は守備練習、素振り (ティーバッティングを含む)、ベースランニング (50m走を含む) などを行わせた。実験期間は、6週間とした。対照群は、実験期間中、普通のユニフォームで通常の野球練習を行わせた。

重量負荷トレーニングの運動効果の判定は、6週間におけるウェア着用の実施前と実施後に形態計測 (身長、体重、体脂肪率、身体組成および骨

量, 骨密度), 体力テスト (握力, 背筋力, 垂直とび, 反復横とび, 全身反応時間, 閉眼片足立ち, 立位体前屈, 伏臥上体そらし, 上体おこし), 最大無酸素パワー, 最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2\max}$ ), 換気性閾値等の項目を測定した。

### 1. 5 測定方法

体力テストは, 体力測定システム CLIC 体力診断 (ITEM S-97074-1, 竹井機器株式会社) を用いて測定した。なお, 握力については, 左右手の握力を測定し, その平均握力を算出した。

最大酸素摂取量の測定は, 無作為に8名 (実験群4名, 対照群4名) を選び, 8km/h の速度で4分間の走行を行い, その後1分毎に1km/h ずつ速度を漸増させて疲労困憊に至らせた。ランニング中の呼気ガス分析は, 30秒毎にテレメトリー式呼吸代謝計測装置 K4 (Cosmed 社, イタリア) を用いて行った。最大酸素摂取量の判定基準は, leveling off, 呼吸交換比, 血中乳酸濃度および最高心拍数などが報告されている。本研究では, これらの判定基準から, 1) 酸素摂取量の leveling off ( $\Delta \dot{V}O_2 < 150 \text{ ml/min}$ ), 2) 呼吸交換比  $\geq 1.0$ , 3) 運動時心拍数の最大値  $\geq$  予測最高心拍数 (220 - 年齢) の95%, の3項目のうち2項目以上を満たした場合を最大酸素摂取量とした。なお, 真の最大酸素摂取量の値は, 一つしかないと定義されているが, 各種条件によって得られた値が判定基準を満たしたものをすべてを最大酸素摂取量の表現に統一した。さらに, 乳酸性閾値 (lactate threshold, LT) の非観血的測定法である換気性閾値 (ventilatory threshold) も測定した。この測定は, Modified V-Slop 方式<sup>18)</sup> による VT ポイントの酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2VT}$ ) を K4win ソフトウェアにより, 自動的に算出した。

最大無酸素パワーの測定は, パワーマックス V (コンビ株式会社) を用い, 各人のパワーレベルに合わせて適正に負荷調整された3ステップの全

力ペダリングにより算出した。

なお, 本実験期間中は, 夏期強化練習および秋季首都リーグ戦の期間であり, 暑熱障害の予防, 発汗により失われた水分を補うために, 両群ともビタミン・ミネラルを含んだクエン酸飲料 (明治製菓株式会社) を積極的に補給させた。

### 1. 6 身体組成および骨量, 骨密度の測定

二重エネルギー X 線吸収装置 (DXA 法, Hologic 社製, QDR-4500A) を用いて, 全身および体幹部, 腕, 脚の各部位の筋量, 体脂肪量, 骨量, 骨密度を測定した。

### 1. 7 統計処理

各変数の測定結果は, 平均値  $\pm$  標準偏差で示した。重量ウェア着用時の運動テストにおける RPE については, Wilcoxon の符号付順位検査を用いた。6週間の重量負荷ウェアを着用したトレーニングの効果を検討するために, 実施前および実施後の平均値について, 対応のある t-test を用い有意差検定を行った。なお, 統計的有意水準は, すべての検定において5%未満とした。

## 2. 結果

### 2. 1 運動テスト時における心拍数および主観的運動強度の変化

図3および4に重量ウェア着用による10分間ランニング時の平均心拍数の変動を示した。重量ウェア着用によるランニング時の心拍数は, 普通のユニフォーム時に比較して, 8km/h の速度で毎分約20拍 (17%) の増加, 12km/h の速度で毎分約13拍 (7%) の増加を示した。

重量ウェア着用時における RPE の変動を図5に示した。RPE は, 8km/h の速度では重量ウェア時とユニフォーム時で有意な差がみられなかったが, 12km/h の速度では重量ウェア時がユニフォーム時に比較して, 有意な増加を示した ( $p < 0.05$ )。

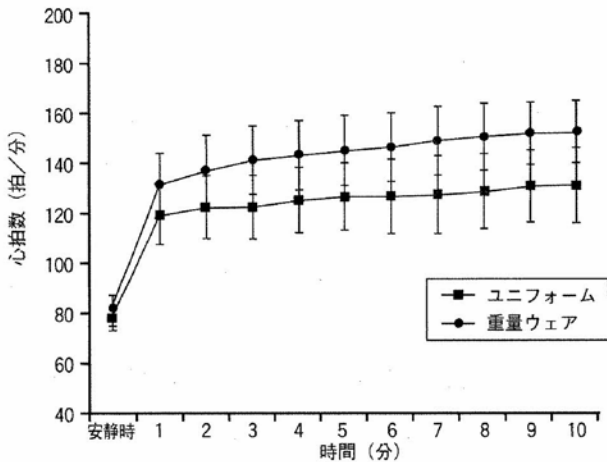


図3 重量ウェア着用によるランニング時の平均心拍数の変動 (速度: 8km/h)  
値は平均±標準偏差

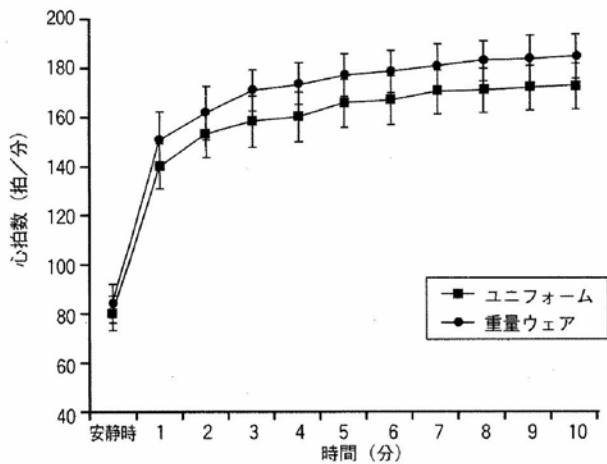


図4 重量ウェア着用によるランニング時の平均心拍数の変動 (速度: 12km/h)  
値は平均±標準偏差

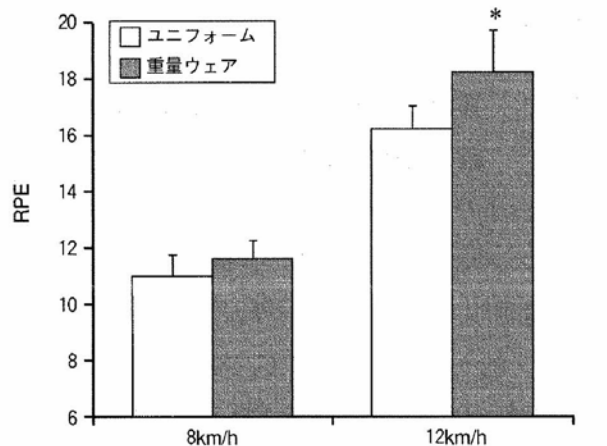


図5 重量ウェア着用によるランニング時のRPEの変化  
値は平均±標準偏差 \* : p<0.05 (ユニフォーム時との有意差)

## 2. 2 重量ウェアトレーニング前後における体重の変化

図6に6週間の重量ウェアトレーニング前後における体重の変化を示した。重量ウェアを着用し

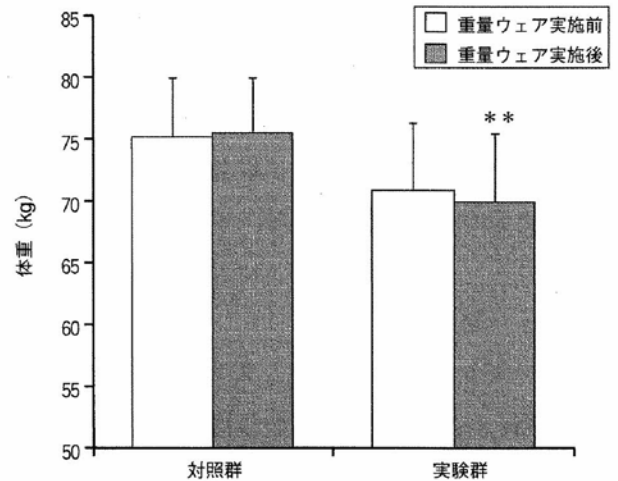


図6 6週間の重量ウェアトレーニング前後における体重の変化  
値は平均±標準偏差 \*\* : p<0.01 (実施前との有意差)

た実験群は、実施前後で有意な減少を示した (p<0.01)。これに対して、重量ウェアトレーニングを実施しなかった対照群では、6週間の前後で有意な差がみられなかった。

## 2. 3 重量ウェアトレーニング前後における筋量、体脂肪量、骨量および骨密度の変化

6週間の重量ウェアトレーニング前後における筋量の変化を図7に示した。実験群、対照群のいずれの群でも全身および身体部位別の筋量については、6週間の前後で有意な差がみられなかった。

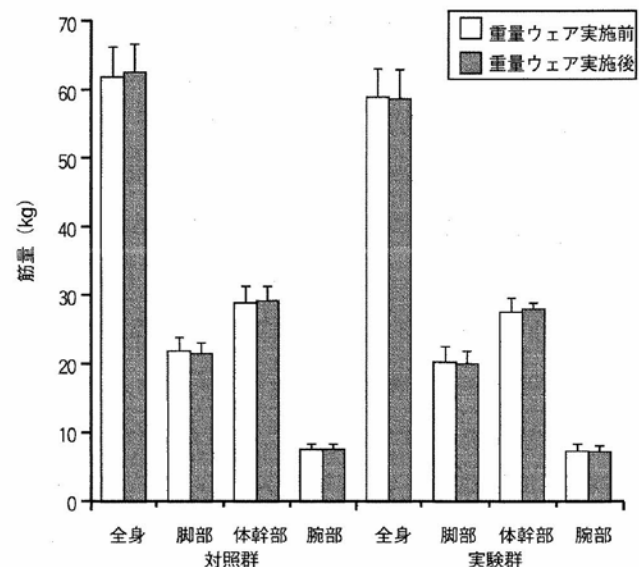


図7 6週間の重量ウェアトレーニング前後における筋量の変化  
値は平均±標準偏差



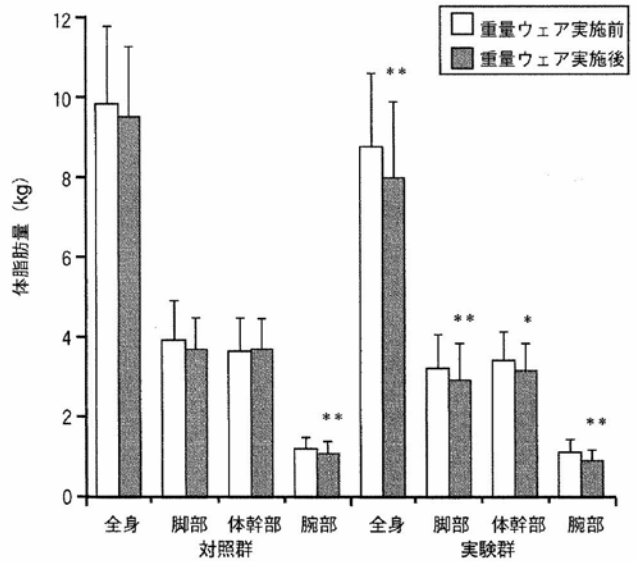


図8 6週間の重量ウェアトレーニング前後における体脂肪量の変化  
 値は平均±標準偏差 \*: $p<0.05$ , \*\*:  $p<0.01$  (実施前との有意差)

図8に6週間の重量ウェアトレーニング前後における体脂肪量の変化を示した。実験群では、全身および身体部位別の体脂肪量が有意な減少を示した(全身: $p<0.01$ , 脚部: $p<0.01$ , 体幹部: $p<0.05$ , 腕部 $p<0.01$ )。これに対して、対照群は、6週間の前後で腕部においてのみ有意な減少を示した( $p<0.01$ )。

6週間の重量ウェアトレーニング前後における骨量および骨密度の変化を図9, 10に示した。実験群, 対照群のいずれの群でも全身, 身体部位別の骨量および骨密度については、6週間の前後で有意な差がみられなかった。

#### 2.4 重量ウェアトレーニング前後における体力テストの変化

表1に6週間の重量ウェアトレーニング前後における体力テストの変化を示した。実験群は、握

表1 重量ウェアトレーニング実施前後における体力テストの結果

群	トレーニング	握力 (kg)	背筋力 (kg)	垂直とび (cm)	反復横とび (点)	全身反応時間 (秒)	閉眼片足立ち (秒)	体前屈 (cm)	伏臥状態そらし (cm)	上体おこし (cm)
対照群	実施前	62.5 ± 8.1	209.0 ± 17.9	67.7 ± 6.9	46.6 ± 3.2	0.285 ± 0.022	176.3 ± 77.4	12.0 ± 5.5	65.1 ± 9.5	34.8 ± 6.1
	実施後	66.0 ± 8.6	198.7 ± 18.0	65.7 ± 6.2	44.6 ± 2.3	0.289 ± 0.036	120.3 ± 70.5*	14.3 ± 6.2	61.7 ± 12.0	39.0 ± 4.8*
実験群	実施前	56.2 ± 5.7	186.9 ± 36.6	67.6 ± 8.1	45.8 ± 3.2	0.291 ± 0.010	160.2 ± 81.4	14.9 ± 3.2	66.4 ± 4.4	38.1 ± 3.8
	実施後	60.3 ± 7.0**	190.6 ± 30.5	64.6 ± 6.6	46.5 ± 1.2	0.276 ± 0.013*	162.4 ± 77.4	16.2 ± 3.8	66.2 ± 4.5	41.6 ± 2.9*

平均値±標準偏差, \* $p<0.05$ , \*\* $p<0.01$ ; 実施前との有意差

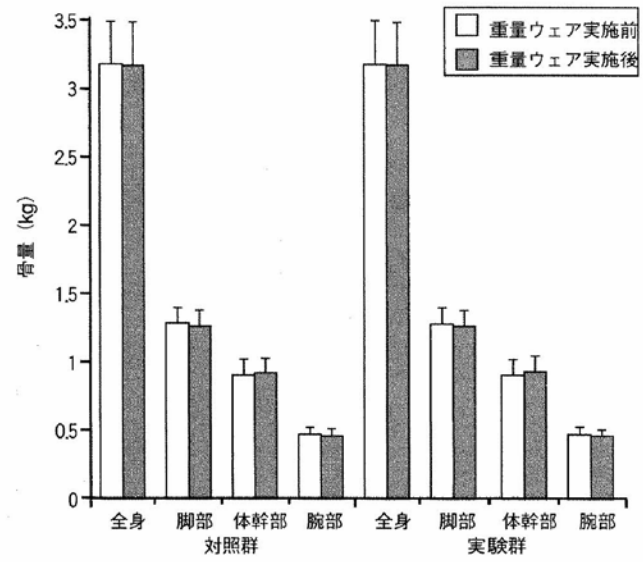


図9 6週間の重量ウェアトレーニング前後における骨量の変化  
 値は平均±標準偏差

力, 全身反応時間, 上体おこしの項目で有意な改善がみられた ( $p<0.01$ ,  $p<0.05$ ,  $p<0.05$ )。これに対して、対照群では、上体おこしのみ有意な改善を示した ( $p<0.05$ )。

#### 2.5 重量ウェアトレーニング前後における最大無酸素パワーの変化

6週間の重量ウェアトレーニング前後における最大無酸素パワーの変化を図11に示した。実験群は、6週間の前後で有意な差がみられなかった。しかし、対照群では、6週間の前後で有意な減少を示した ( $p<0.01$ )。

#### 2.6 重量ウェアトレーニング前後における最大酸素摂取量および換気性閾値の変化

6週間の重量ウェアトレーニング前後における最大酸素摂取量および換気性閾値の変化を図12,

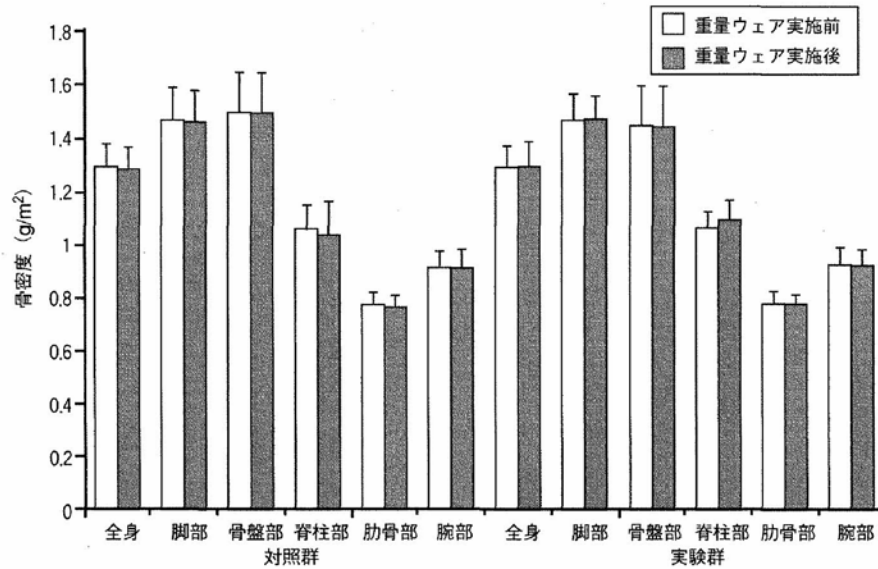


図10 6週間の重量ウェアトレーニング前後における骨密度の変化  
値は平均±標準偏差

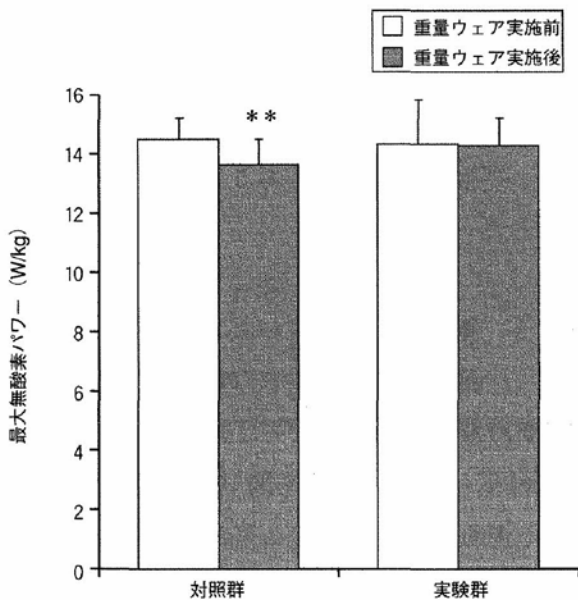


図11 6週間の重量ウェアトレーニング前後における最大無酸素パワーの変化  
値は平均±標準偏差 \*\* :  $p < 0.01$  (実施前との有意差)

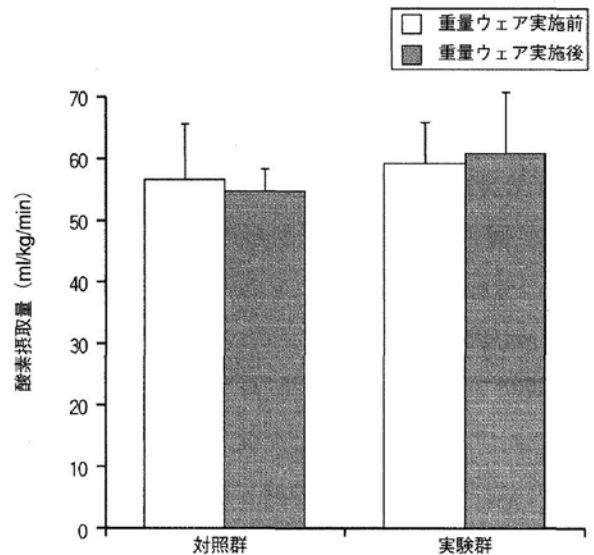


図12 6週間の重量ウェアトレーニング前後における最大酸素摂取量の変化  
値は平均±標準偏差

13に示した。最大酸素摂取量は、実験群、対照群のいずれの群でも、6週間の前後で有意な差がみられなかったが、換気性閾値(体重1kgあたりの酸素摂取量として表記)は実験群において実施前後で有意な増加を示した( $p < 0.01$ )。

### 3. 考察

重量負荷ウェアを利用したトレーニングの特徴は、身体の一部に負荷がかかりすぎることがなく、

身体全体に負荷がかかるようになっているとともに、実際のスキル練習時の投げる、打つ、走る、守るといった通常の野球の動作に際して、単にスキル練習のみならず運動能力の向上も同時に行えることである。

そこで、本研究では、一定重量の負荷が身体全体に加わるように特殊な生地を用い、素材、形状、動きやすさ等に様々な工夫が施されている上下のアンダーウェアとして特別に試作し、硬式野球選



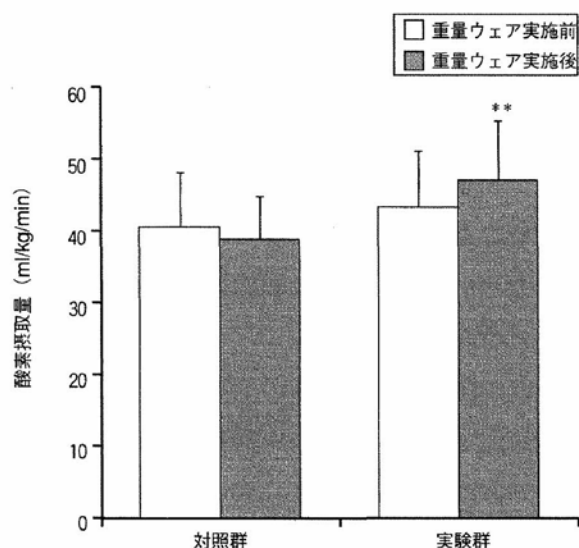


図13 6週間の重量ウェアトレーニング前後における換気性閾値の変化 (体重あたりの酸素摂取量で表記)  
 値は平均±標準偏差 \*\* : p<0.01 (実施前との有意差)

手を対象に、重量ウェア着用によるトレーニングの運動能力および身体組成に及ぼす効果等について検討した。

運動テストにおける重量ウェア着用によるランニング時の心拍数は、普通のユニフォーム時に比較して、8km/hの速度で毎分約20拍の増加、12km/hの速度で毎分約13拍の増加を示した。重量ウェア着用時における心拍数の増加率では、普通のユニフォームに約1.5kgの重量負荷が全身にかかることによって運動強度が8km/hの速度で17%、12km/hの速度で7%にそれぞれ増加したことになる。さらに、重量ウェア着用時の運動強度は、最大酸素摂取量の測定時における酸素摂取量と心拍数の関係から推定すると、8km/hの速度で最大酸素摂取量の平均70% (ユニフォーム時：56%)、12km/hの速度で平均90% (ユニフォーム時：84%) 強度レベルに相当した。また、体育科学センターの指標<sup>12)</sup>から推定してもほぼ同等の運動強度レベルであった。重量ウェア着用時におけるRPEは、8km/hの速度で心拍数の増加率が大きかったにもかかわらず、ユニフォーム時に比して有意な差がみられず、「11：楽である」の感じ方であったのに対して、12km/hの速度で

は心拍数が8km/h時の増加率よりも小さかったがユニフォーム時に比較して、有意な増加を示し、「19：非常にきつい」の感覚で運動が遂行された。重量負荷の運動に対する被験者個々の生理的負担度と主観的運動強度は、重量物の装着部位の差異によって、負荷のかかり方も異なり、評価も違ってくると考えられる。本研究のように、全身にバランスのとれた重量負荷は、中等度の運動までユニフォーム時とほぼ同じ感覚で運動が遂行できることや、運動の種類、運動の質や量によっては、最大運動に近い運動強度にまで簡単に追い込むことができるものと推察される。実際の競技では、競技者の競技レベルが高くなればなるほど、高い運動強度レベルで発揮されるスキルが要求される。通常の練習においても、その運動強度レベルを高め、スキルの向上を図ることも必要であろう。したがって、野球のスキル向上を目的とした多様な動作で強弱な動きの練習においても、重量ウェアは全身的な運動負荷強度を高めることができると推測される。

6週間における技術練習の中で重量ウェア着用によるトレーニングを実施した実験群の体重は、実施前後で有意な減少を示したのに対して、重量ウェアトレーニングを実施しなかった対照群では、6週間の前後で著明な変化がみられなかった。実験群における体重の減少の内訳を身体組成の変化からみると、全身および身体部位別 (脚部、体幹部、腕部) の体脂肪量が有意な減少を示したのに対して、全身、身体部位別の筋量、骨量および骨密度については6週間の前後で有意な差がみられなかった。対照群の体脂肪量 (腕部を除く)、筋肉量および骨量は、いずれの項目でも6週間の前後で著明な変化が認められなかった。競技スポーツでは、柔道、レスリング、ウエイトリフティングおよびボクシングなどの体重階級制スポーツ選手のみならず、多くのスポーツ選手にとって、減量・ウエイトコントロールは重要課題の一つであ

り、それに伴う身体組成の改善が競技成績の一翼を担うのみだけでなく、その成否が身体組成の恒常性の破綻から、体力や運動能力を低下させ、さらには、健康を障害させる危険性もある。現実的には、体重減少の増減によって除脂肪体重（筋肉量）の減少<sup>14,16,19</sup>も伴って、運動能力の低下がみられることが報告されている。重量ウェア着用によるトレーニングは、体脂肪量の変化にも好影響を与え、急激な体重の減少を防ぎ、筋肉量を減少させず、体脂肪量を選択的に減少させ、効果的な減量のできる可能性が推察される。したがって、スポーツ選手の減量・ウエイトコントロールや肥満の予防・改善においてもプラスの効果が期待できるものと推測される。

本研究における体力テストの結果について、6週間の期間、週7日の頻度、30分以上の着用条件下でトレーニングを行った実験群では筋力に関する握力、筋持久力に関する上体おこし、敏捷性に関する全身反応時間に有意な向上がみられた。重量ウェア着用トレーニングの際、強さ、時間、期間、頻度によりその効果も変わってくることが考えられる。

握力は、主に前腕屈曲群と手筋が収縮したときの筋力である。手に用具を持って行う野球やテニスなどの競技では、手関節を屈曲・伸展する動作の強化も重要な要素の一つである。重量ウェアの特徴はウエイトベストやウエイトバンドのように身体の一部に負荷がかかる重量物とは異なり、前腕部を含めた上肢全体にも負荷がかかることであり、6週間の重量ウェア着用によるトレーニングにおいて、投球やバッティングの動作時に前腕や手の筋力が強化され、その結果、握力の改善がみられたものと考えられる。

筋力の増加は、二つの要因から成り立っている。第一は運動単位の動員数の増加やインパルスの発火頻度の増加などを含めた神経-筋の機能的変化（神経的要因）であり、第二は筋線維の肥大を含

む筋の形態変化（筋肥大）である<sup>2,8</sup>。本研究では、全身および身体部位別の筋量については、6週間の前後で有意な差がみられなかったことから、重量ウェア着用トレーニングにみられた筋力増加には少なくとも運動単位の動員やインパルスの発火頻度などを含めた神経的要因の改善が関与していたことが推察される。

敏捷性に関しては、身体の位置や動作の方向を変える速度であり、スキルを構成する重要な要素の一つであると考えられる。スポーツの場面では、ほとんどが音や光の刺激を合図に、目的に応じた運動をすばやく行う能力が必要とされる。敏捷性のトレーニングでは、負荷重量が重過ぎると全身の敏捷性が損なわれることも考えられる。上肢や体幹の動きを伴った全身運動において重量負荷4~6kg程度までは、全身的な敏捷性が損なわれることなく運動強度を高め、スキル練習を実施できること<sup>3</sup>が報告されている。したがって、本研究で用いた重量ウェアは、上下で約1.5kg、ユニフォーム、スパイク、スライディングパンツ等を含めても3kg前後の重量であり、全身的にバランスのとれた重量負荷がかかっており、種々の動きの練習においても動作を制限されることなく、スキル練習ができ、その結果、全身反応時間も向上したものと考えられる。全身反応時間は、動作開始時間（神経的要因）と筋収縮時間（筋的要因）からなり<sup>6</sup>、重量ウェア着用トレーニングの反復練習により、知覚系の認知過程および筋収縮過程の両方か、またはそのいずれかが改善した可能性が推測される。

実験群の最大無酸素パワーは、6週間の前後で有意な差がみられなかったが、対照群では、実験前の値を維持できず、6週間の前後で有意な減少を示した。対照群のパワー減少に関して、トレーニングの質や量の減少は、それまで得られていた効果が比較的速やかに消失してしまうことから、実験期間の練習がスキル中心であったため、ハ

イ・パワー系のトレーニングが減少していたことによるものと考えられる。重量ウェア着用による多様な動作で強弱な動きの練習は、最大無酸素パワー低下の防止にも有効であることが示唆される。野球における個々のパフォーマンスには、最大無酸素パワーも重要な要素であり、一流（全日本選手権大会参加レベル）の野球選手は平均15.3w/kgの値を示していたこと<sup>7)</sup>が報告されている。野球における運動能力の向上を考える上で、この値を目標に重量ウェア着用による最大無酸素パワーを高めるトレーニングについてポジション別に検討することも必要となろう。

有酸素能力（全身持久性能力）に関して、重量ウェア着用によるトレーニング前後における最大酸素摂取量では、実施前後で有意な差が認められなかった。スポーツ選手では、とくに持久的競技者で明らかに大きく、またトレーニングによって増加すること<sup>20)</sup>が認められている。一方、一流の持久的競技者では、強度、頻度、持続時間ともに多く増やしてトレーニングを実施しても、それほど改善されないこと<sup>7)</sup>も報告されている。そこで、実験群における最大酸素摂取量の値は、実施前で平均59ml/kg/分であり、他の報告<sup>5)</sup>と比較すると、一般の成人男性が40~50ml/kg/分、一流の持久的競技者では75~85ml/kg/分にも達する。したがって、実験群の値は、トレーニングの質や量が確保でき、トレーニングを重ねることで改善する可能性が推測される。しかし、本研究の結果は、前述のように、6週間で有意差がみられなかった。この理由としては、練習日程、オープン戦の関係で被験者数（実験群4名、対照群4名）が少なかつたことや、トレーニング効果には個人差が大きく、実験群の選手個々では増加傾向を示した者（2名）もみられたことなどを考えると、トレーニング期間が短い可能性が推察され、被験者数を増やし、長期間継続すれば有酸素能力への効果も期待できるものと考えられる。

有酸素能力のもう1つの指標である換気性閾値（乳酸性閾値）は、実験群において実施前後で有意な増加が認められ、増加率は平均9%であった。運動を長時間持続させる競技では、最大酸素摂取量の大きさに加えて、乳酸性閾値や換気性閾値の高さも重要である。これらの閾値は、酸素運搬系よりも筋の酸化能力に高く依存するパラメーターで競技成績との関連性で最大酸素摂取量よりも高いこと<sup>1,12)</sup>が報告されている。この閾値は、最大酸素摂取量よりもトレーニングによる増加率が大きく、効果をより明確に反映するといわれている<sup>10)</sup>。スポーツ選手でも高地環境<sup>15)</sup>や適切なトレーニングの量と質などが確保できれば、比較的短期間でもこの閾値を増加<sup>17)</sup>させ、有酸素能力が向上することも報告されている。実験群の換気性閾値は、平均43ml/kg/分（実施前）であり、文献資料（体重あたりの酸素摂取量として表記）のデータ<sup>9)</sup>によると、一般の成人男性が23.2ml/kg/分、持久的競技者で49ml/kg/分の値であった。換気性閾値の改善には、最も重要な条件が運動強度であり、最大酸素摂取量の70~80%以上のトレーニング強度が必要であること<sup>4,11)</sup>が報告されている。本研究では、通常の練習においても、重量ウェアを着用により全身に負荷がかかり、運動強度レベルも高まり、換気性閾値を向上させることができたものと示唆される。この閾値は、実施後の値が47ml/kg/分であり、今後、多少なりとも改善する可能性が考えられる。また、換気性閾値の増加は、脂肪燃焼を促すことから、体脂肪量の減少に関連していたことも推察される。したがって、実際のスキル練習時の投げる、打つ、走る、守るといった通常の野球の動作に際して、重量ウェアを着用すると、単にスキル練習のみならず有酸素能力の向上も同時に行えることが示唆される。

以上、本研究の成績から、通常、野球のスキル向上を目的とした練習中においても、重量ウェアを着用したトレーニングは、運動強度水準を高め、

運動能力の向上および身体組成の体脂肪量の減少にも、効果的にできる可能性が考えられる。したがって、重量ウェアは、実用性から推察すると高い評価ができる。

重量負荷ウェアの研究成果は、野球選手のみならず、種々のスポーツ選手にも運動能力の向上およびウエイトコントロールが期待でき、健康維持・増進を目指すヒトに対しても使用することも可能であると考えられる。

現在、重量ウェアに関する研究は、継続中であり、被験者数を増加させ、長期的な効果について詳細な検討を行っているとともに、ポジション別に重量ウェアと野球に関するパフォーマンスについても検討中である。

#### 4. 結 語

本研究では、重量ウェアトレーニングのスポーツ現場応用に関する基礎資料を得る目的として、硬式野球選手を対象に、重量ウェア着用によるトレーニングが運動能力および身体組成に及ぼす効果等について検討した。重量ウェアを着用してトレーニングを行う実験群と、このウェアを着用しない対照群とに分けた。重量負荷ウェアは、上下で約1.5kgの重量になるように試作し、これをアンダーウェアとして、その上にユニフォームを着用させた。重量負荷トレーニングは、通常の野球練習の中で一日30分間以上は必ず着用する条件で行わせた。実験期間は、6週間とした。対照群は、実験期間中、普通のユニフォームで通常の野球練習を行わせた。

その結果、重量ウェア着用によるランニング時の心拍数は、普通のユニフォーム時よりも8km/hの速度で毎分約20拍の増加、12km/hの速度で毎分約13拍の増加を示した。6週間の重量ウェア着用した実験群の体重は、実施前に比較して、実施後で有意な減少を示した。これに対して、対照群は、6週間の前後で有意な差がみられなかった。

実験群は、全身および身体部位別の体脂肪量が有意な減少を示した。全身、身体部位別の筋量、骨量および骨密度は、実験群、対照群とも6週間の前後で有意な差がみられなかった。実験群の体力テストは、握力、全身反応時間、上体おこしの項目で有意な改善がみられた。さらに、実験群では、実施前後で換気性閾値が有意な増加を示した。

以上、本研究の成績から、通常の野球のスキル向上を目的とした練習中においても、重量ウェアを着用すれば、運動強度水準を高め、運動能力の向上および身体組成の体脂肪の減少にも、効果的にできる可能性が考えられる。したがって、重量ウェアは、実用性から推察すると高い評価ができる。

#### 謝 辞

稿を終えるにあたり、本研究に対し助成を賜りました(財)石本記念デサントスポーツ科学振興財団に深甚の謝意を表します。また、本研究実施にあたり多大なご協力をいただきました東海大学硬式野球部員の方々に深く感謝申し上げます。

#### 文 献

- 1) Farrell, P.A., Wilmore, J.H., Coyle, E.F., Billing, J.E., Costill, D.L. : Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med. Sci. Sports.*, 11, 338-344 (1978)
- 2) Higbie, E.J., Cureton, K.J., Warren, G.L. 3rd., and Prior, B.M. : Effects of concentric and eccentric training on muscle strength, cross-sectional area, and neural activation. *J. Appl. Physiol.*, 81, 2173-2181 (1996)
- 3) 蛭田秀一, 島岡みどり, 鶴原清志, 小林寛道 : 新しい「おもりウェア」の開発, デサントスポーツ科学, 7, 138-148 (1986)
- 4) Holloszy, P.O. and Coyle, E. : Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. *J. Appl. Physiol.*, 56, 831-838 (1984)

- 5) 加賀谷淳子：13章 無酸素性運動と有酸素性運動，スポーツ医科学（中野昭一編），杏林書院，241-265（1999）
- 6) 清田寛：運動能力に及ぼす運動の功と罪，第2版 図説・運動・スポーツの功と罪（中野昭一編），医歯薬出版（株），210-236（2001）
- 7) 宮下充正：トレーニングの科学的基礎，ブックスハウスHD（1993）
- 8) Moritani, T., & deVries, H.A. : Neural factors versus hypertrophy in the time course of muscle strength gain. *Am. J. Phys. Med.*, 58, 115-130（1979）
- 9) 中村好男：体力の評価指標としてのいわゆるATの意味，臨床スポーツ医学，9（7），751-756（1992）
- 10) 大宮一人，田辺一彦：スポーツマンにおけるATの応用，臨床スポーツ医学，9（7），769-773（1992）
- 11) Sady, S., Katch, V., Freedson, P. and Weltman, A. : Changes in metabolic acidosis : evidence for an intensity threshold. *J. Sports Med. Phys. Fitness*, 20, 41-46（1980）
- 12) 体育科学センター編：体育科学センター方式 健康づくり運動カルテ，講談社，33-48（1976）
- 13) 田村和子，刈谷三郎，田中道一：ウェイトジャケットの荷重位置が身体のバランスに与える影響，デサントスポーツ科学，12, 120-129（1991）
- 14) 寺尾 保，山下泰裕，張楠，並木和彦，内藤堅志，中西英敏，白瀬英春，佐藤宣践，小村渡麻呂，中野昭一：糖質摂取を主体とした減量法の検討—柔道選手の身体組成および最大無酸素パワーに及ぼす効果，東海大学スポーツ医科学雑誌，6，21-27（1994）
- 15) 寺尾 保：5. 低圧（高地）トレーニング，東京箱根間往復大学駅伝競走に関する総合的研究，東海大学スポーツ医科学研究所プロジェクト研究報告書，34-35（2000）
- 16) 山下泰裕，寺尾保，張楠，三田信孝，内藤佳津子，中西英敏，白瀬英春，佐藤宣践，小村渡麻呂，中野昭一：柔道選手のトレーニング期および減量期における栄養補給が身体組成と最大無酸素パワーに及ぼす影響，東海大学スポーツ医科学雑誌，6，11-20（1994）
- 17) 脇元幸一，伊東春樹：スポーツ選手と Anaerobic Threshold（AT）—運動処方としてのAT—，理学療法，6，417-430（1989）
- 18) Wasserman, K., Hansen, J.E., Sue, D.Y., Whipp, B.J., Csaburi, R. : Principles of exercise testing and interpretation. Second edition, Lea & Febiger（1994）
- 19) Wideman, P.M., and Hagan, R.D. : Body weight loss in a wrestler preparing for competition. *Med. Sci. Sports Exerc.*, 14, 413-418（1982）
- 20) 山地啓司：最大酸素摂取量の科学，杏林書院（1992）