

東海大学

第20号 **スポーツ医科学雑誌** 2008

The Tokai Journal of Sports Medical Science

東海大学スポーツ医科学研究所



イラスト 東 恵子

人は何処より来り何処に行かんとするか
それはありし日の少年に芽生えたほかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで

それは生ける人々にどつてまきれもなき生の現実である
この現実の上に人々は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ
生命の現実を人生を肯定しよう
不屈の精神と逞しき体軀をつくろう
精神と肉体との調和に生命を開拓しよう

かゝつて希望と勝利の人生の街道を暮進しよう
されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ
見よ人体構造の神秘を
見よこの作品の微妙さを
見よ造られたるものの限りなく人の力に越ゆるを

見よこの偉大なる造物主の力を
人々よ
身体髪膚これ父母に受敷毀傷せざるは孝の始めなり
人の生命は父母の手によつてなれりと言ふ

されどその前に創造の神秘がある
大自然を支配する思想がある
われら肅然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年 初春 松前重義

人は何処より来り何処に行かんとするか
それはありし日の少年に芽生えたほかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで

それは生ける人々にどつてまきれもなき生の現実である
この現実の上に人々は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ
生命の現実を人生を肯定しよう
不屈の精神と逞しき体軀をつくろう
精神と肉体との調和に生命を開拓しよう

かゝつて希望と勝利の人生の街道を暮進しよう
されどありし日の少年の疑問は残る

人々よ
見よ人体構造の神秘を
見よこの作品の微妙さを
見よ造られたるものの限りなく人の力に越ゆるを

見よこの偉大なる造物主の力を
人々よ
身体髪膚これ父母にうく敢て毀傷せざるは孝の始めなり
人の生命は父母の手によつてなれりと言ふ

されどその前に創造の神秘がある
大自然を支配する思想がある
われら肅然として襟を正し現実を正視しよう

昭和四十八年 四月 初春 松前重義

昭和四十八年 四月 初春 松前重義

【研究論文】

ハンドボールの戦術的認知能力に関する評価法

—攻防活動に対する状況認知と戦術的先取りを中心に—

平岡秀雄・栗山雅倫・花岡美智子・田村修治・野口泰博 7

個人戦術的能力評価に関する考察

—ハンドボール競技、防御局面に着目して—

栗山雅倫・平岡秀雄 15

準高地における短期間の競泳トレーニングが血液性状等の生理的応答に及ぼす影響

加藤健志・横山 貴・今村貴幸・春日井亮太

塚田将吾・酒井健介・杉浦克己・寺尾 保 23

女子柔道選手における柔道着懸垂について

有賀誠司・白瀬英春・山田佳奈・生方 謙 33

大学一流球技選手における下肢のパワー発揮特性

小山孟志・積山和明・陸川 章・山田 洋・有賀誠司 43

講習会形式メンタルトレーニングプログラムの効果について（その4）

高妻容一・石井 聡 49

幼児の跳躍動作における「巧みさ」の獲得過程に関する縦断的研究

—二次元映像解析より求めた下肢関節の屈伸の順序性—

山田 洋・加藤達郎・知念嘉史・相澤慎太

三上恭史・植村隆志・塩崎知美・長堂益丈 61

中高年者の減量に対する石鎚山系を利用した高地環境における歩行運動の有効性

寺尾 保・小澤秀樹・三田信孝・内田裕久・坂根浩弥・山崎由紀・竹内照定 69

炭酸泉水と渦流温水による循環促進効果の検討

中村 豊・吉田早織・西村典子・下田吉紀・宮崎誠司 79

振動型トレーニングマシン（ウルトラ・バランス）の運動効果について

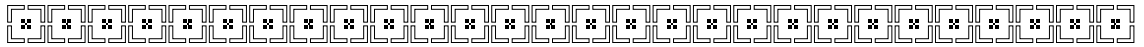
三田信孝・横山 貴・伊藤栄治・寺尾 保 85

スポーツ医科学研究所所報 95

編集後記 101



表紙(画) 東 恵子



ハンドボールの戦術的認知能力 に関する評価法 —攻防活動に対する状況認知と 戦術的先取りを中心に—

平岡秀雄 (体育学部競技スポーツ学科) 栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)
花岡美智子 (体育学部競技スポーツ学科) 田村修治 (体育学部競技スポーツ学科)
野口泰博 (体育学部競技スポーツ学科)

Evaluation about the Ability of Recognition Concerning Tactics of Handball
—Concerning the Recognition of Player's Position and Tactical Anticipation
on Offense and Defense Activities while a Game—

Hideo HIRAOKA, Masamichi KURIYAMA, Michiko HANAOKA, Shuji TAMURA and Yasuhiro NOGUCHI



Abstract

It paid attention to the ability of recognition on player's position, space for attack, and tactical anticipation while a game of Handball.

And it was examined the validity of this appraisal method of the recognizable ability concerning tactics. It took pictures of the offense and defense scene by Video camera, and it was edited so that a screen might disappear just before the shot, and shown to the subjects. It was indicated to draw the position of players and ball, the area by circle where is suitable for attack player. and also the development of attack after the image disappearance were taken in advance. The result was used five ranking to evaluate. When an official approval was given to the appraisal result between the groups constructed by play level, the high group of the play level found that a high score was shown in comparison with the low group in some thought. The way of masking the VTR image carried out by this research and of analyzing it suggests validity as the way of evaluating recognition ability concerning the valuation item, appraisal standard and the tactics as the above result. Only, analysis objects must be increased from now on and verify the validity of the analysis method.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 7-14, 2008)

I. 研究の背景と目的

ハンドボールのようなチームスポーツの指導者は、自己の戦術構想に適した選手を集めて養成しつつ、選手の特徴を把握してチームの戦術を構築する。一方、選手は試合の状況に最適な戦術やプレーを選択し、対応することが要求される。そのため、個人的戦術やグループ戦術を発揮するための共通認識を確立し、他の選手の動きに合ったシステマティックな動きが出来るように、多くの練習時間を費やすことになる。しかし、目標を十分に把握しないまま練習をしても、大きな成果を期待できない。

そこで、指導者は個人またはチームの現状を把握したのちに、目標を設定してその計画を立案し実践することになる。

スポーツ指導に関わる現状を把握する方法に関する報告は、様々な分野から数多くなされていることは誰もが知るところである。ハンドボールの競技力を把握するための研究報告も、数多くなされている。しかし、その大半は体力的^{1,2)}・技術的³⁻⁹⁾な視点に立ったものが多く、戦術的視点に立った報告は多くない。しかも、戦術的視点に立った報告の大半は、試合で発揮された戦術的パターンを分類し報告¹⁰⁻¹²⁾するものが殆どである。ところが、チームの戦術的な行動は、個々の選手の戦術的理解と戦術的発揮能力などを基礎に実施されるので、その詳細を分析し評価出来なければ、確かな練習計画を立案することが難しくなる。

Meinel, K.¹³⁾ は著書 *Bewegungslehre* の中で、運動のメルクマルの一つに運動の先取りを挙げ、個人または対峙した個人との関わりでの運動の先取りに大きく焦点を当てて説明している。しかし、球技などのような集団競技では、複数の選手の位置やその移動状況から、次の展開を先取りして適切に対応する場面をよく見かける。これらの戦術的状況を把握し、その後の展開を先取りできる能力を評価できる方法を見出すことが出来れば、戦術的行動の失敗の原因が「状況の認知不足」によ

るものなのか、「戦術的先取りの失敗」によるものかを判断できる。それにより、失敗の原因を解消できる練習内容に特化して準備でき、より効率的に課題を達成できると考えた。

本研究は、ハンドボールの戦術的状況を認識する能力や攻防の展開を先取りする能力が、運動発揮能力を構成する要素であることを明らかにしようとするものである。また、本研究で実施した評価方法が、戦術的行動能力を評価する方法の一つとして有効であることを検証する。

II. 研究方法

1977年度科学研究補助金を得て、VTR 画像によるハンドボールの攻防場面での視点（アイマーカーレコーダー）を調査した。その際、熟練者はボール付近を見るのではなく、ボールが展開すると思われる先々に着目している点を報告した。また、試合場面を VTR 画像で再生して状況認知能力を調査した際、ハンドボールの熟練者は未熟練者に比べ、瞬時に攻防場面の選手の位置を把握し、紙面に記述できることも報告した¹⁴⁾。ハンドボールの1対1の攻防場面で、攻撃動作の先取りに関わる要因を解明しようとした際には、VTR 画像を編集して攻撃場面の途中で画面を消失（マスクング法）させ、その後の動作を被験者に先取りさせる方法を用いた^{15,16)}。このほか、運動の先取り動作に関する教材として、ハンドボールのシュート場面を例に、マスクング法を用いた。その際、ハンドボールの熟練者などの回答を整理する中で、画像によるマスクング法が戦術的思考能力を評価する方法としての可能性を実感した。

VTR 画像によるマスクング法は、同じ攻防場面を何度でも再現でき、実験条件を一定に出来る利点もあった。

そこで本研究では、ハンドボールの攻防場面を VTR で撮影し、シュート場面をキャプチャーした。次にシュートに至る直前の場面で画像が見えなくなるように編集し、その最終場面の選手やボ

ールの位置、攻撃すべき空間、攻撃が展開すると思われる先取り図を記述させた。そして、分析項目別の評価基準に従って記述内容を評価し、それを数値化して、戦術的認知能力及び先取り能力を客観的に比較検討出来るようにした。

1. 試合場面の撮影と編集

2007年3月にドイツで開催されたハンドボール男子世界選手権大会の決勝場面を、コートの上から攻防の全体を固定カメラで撮影した。撮影に際しては研究用にのみ利用することを条件に、世界ハンドボール連盟の撮影許可を得た。

セットプレー（遅攻）の攻防場面のうち、シュートに至る15試技をキャプチャーし、シュート直前（0.5秒～1秒前）で画面が消えるように編集した。

2. 評価項目と評価基準

戦術的行動能力は、戦術的認知能力と戦術的行動力（体力的・技術的要素を含む）に分けることが出来る。戦術的認知は、コート上の敵味方の位置を確認し、攻撃に適した空間を察知することにより、その後のプレーの展開を先取りするプロセスへと進む。そこで本研究では、この戦術的認知能力に着目し研究を進めた。評価基準の設定に際し、5段階評価法を用いた。

1) 各選手の位置を認知し記述する能力の評価

ハンドボールの熟練者は未熟練者に比べ、瞬時に攻防場面の選手の位置を把握できる¹²⁾ことから、画面消失時の選手とボールの位置を記録用紙に記述した内容を評価した。その評価の基準は、表1に示した通りである。

表1 プレーヤーの位置認知の評価基準
Table 1 Criterion to evaluate the ability of a player that to recognize a position.

評点	評価内容
5	プレーヤーの位置が正しく記入されている。
4	プレーヤーの位置がある程度正しく記入されている。
3	部分的ではあるがプレーヤーの位置を正しく把握できている。
2	部分的な記述がある。
1	ほとんど記述されていない。

2) 攻撃に適した空間を認識する能力の評価

Kern, J.¹⁷⁾ は戦術的行動を実施するうえで、広い空間を攻めることが重要であると指摘している。そこで、画面消失した瞬間の状況から、コートのどこに攻撃に適した空間があるかを記述させた。評価の基準は表2に示した通りである。

表2 攻撃空間の認知度に関する評価基準
Table 2 Criterion to evaluate the ability of a player that to recognize a space where is suitable for attack.

評点	評価内容
5	ディフェンスの弱い空間を正しく認知している。
4	ディフェンスの弱い空間は認知できているが不十分である。
3	ディフェンスの弱い方向（左・右）があっている。
2	ディフェンスの弱い方向（左・右）が逆に記述されている。
1	ほとんど記述されていない。

3) 攻撃の展開を先取りする能力の評価

攻防活動がどのように進展するかを先取りできれば、単に相手の動きに対応するのではなく、事前に準備し対処できる。そのため、より効率的な戦術行動を実施できると考え、画面消失後に考えられるシュート場面を記述させ評価した。評価の基準は表3に示した。

表3 攻撃の展開予測に関する評価基準
Table 3 Criterion to evaluate the ability of a player that to anticipate a development of attack.

評点	評価内容
5	展開を正しく察知し、複数の攻撃例が示されている。
4	展開を正しく察知し、攻撃の正解が示されている。
3	推察される展開の1つを記述しているが、正解ではない。
2	展開を記述しているが、誤っている。
1	ほとんど記述されていない。



図2 攻防展開図
Fig. 2 Offense and defense activities just before the shot.

3. 記述用紙

戦術的認知能力を評価するための3項目を記述できるように、下記のような回答用紙を作成した。

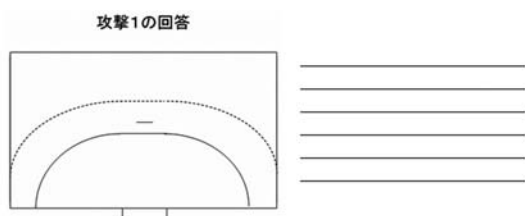


図1 解答用紙
Fig. 1 Answer sheet

4. 実験方法

1) 被験者と実験の同意

被験者は関東大学女子ハンドボール1部リーグに所属するチームの選手とした。被験者群は、試合開始時に常時スタートメンバーとして出場するグループ(7名)、試合登録メンバーではあるが控え選手のグループ(8名)、試合登録されていないグループ(9名)の3グループに分けた。本実験は個々の戦術発揮能力を評価するものであるため、実験に同意しない者は無記名または無回答でよい旨を伝えた。

2) 解答用紙への記入方法

- (1) 攻防場面を約7秒間見せ、画面が消えた場面の攻撃者と防御者及びボールの位置を、回答用紙に描かれたコート図に記入する。
- (2) 画面消失時に攻撃すべき空間として適切と思われる箇所を円で示す。
- (3) 画面消失後に起こりうる状況(シュート場面まで)を先取りし、図示する。このときシュートに至ると思われるケースを、複数回答することが望ましい旨を伝えた。

回答サンプル

サンプル攻撃の正解

* 下記はサンプル攻撃の正解図とその理由例

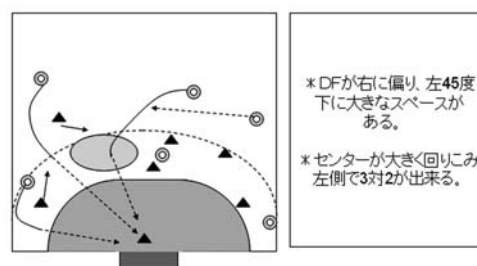


図3 回答例
Fig. 3 Example of answer written in the sheet.

3) 実験例と回答例の提示

実験に先立ち、実験と同様に編集した画像を提示し、その際の回答例を示した。図2は攻防場面の動画から画面消失に至る3画面を抽出し例示したもので、図3はその攻撃場面の回答例である。

5. 統計処理

競技レベルで分類した3グループの被験者の戦術に関わる評価点の平均値を、一元配置の分散分析により比較すると共に、評価点と競技年数に相関があるかを検証した。本研究での有意水準は5%とした。

Ⅲ. 結果と考察

1. 戦術的認知能力の評価について

戦術に関わる認知能力を評価するため、攻防動作の画面が消失した際のコート図を5段階で評価し、グループ別の得点平均値及び検定結果を示したものが図4である。チーム内で競技力が最も高

いと思われる A グループ ($X=3.959 \pm 0.382$) は、B グループ ($X=3.467 \pm 0.477$) 及び C グループ ($X=3.441 \pm 0.513$) に比べ有意 ($p < 0.05$) に高値を示した。

実際の試合場面では、コート上の選手やボールの位置を認知し、即座に対応することを要求される。一方、本研究では、記憶して記述できるかどうかが問われるので、記憶力が評価結果を大きく左右するのではと考えた。しかし、状況を認知し記憶することは、選手間で戦術的な意見交換をする際に共有されるべきものであるため、戦術的思考の基礎として重要であるとした。

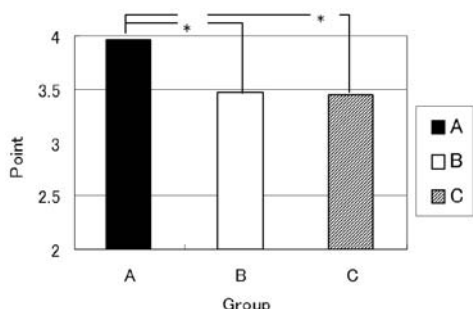


図4 位置を認知し記述する能力の評価結果
Fig. 4 Evaluation point on players position

2. 攻撃に有利と思われる空間の認知能力の評価について

図5に示したように、空間の認知能力の平均得点においても、戦術的認知能力の平均得点と同様に、競技力が優秀な A グループ ($X=3.981 \pm 0.432$) は、B グループ ($X=3.334 \pm 0.265$) 及び C グループ ($X=3.256 \pm 0.487$) に比べ有意 ($p <$

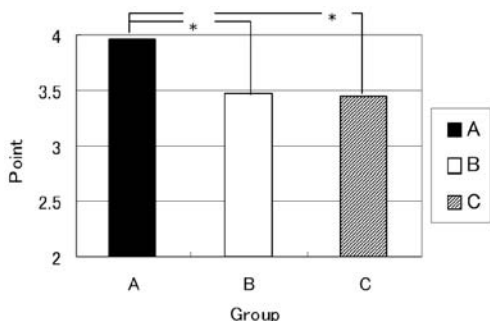


図5 攻撃空間を認識する能力の評価結果
Fig. 5 Evaluation point on space for attack

0.05) に高値を示した。一方、B グループと C グループ間の得点に有意な差は見られなかった。

3. 攻撃の展開を先取りする能力の評価について

図6は攻撃の展開を先取りする能力の評価平均点を、グループ別に示したものである。状況の認知と空間の認知能力を評価した結果と同様、A グループ ($X=3.937 \pm 0.373$) は、B グループ ($X=3.276 \pm 0.219$) 及び C グループ ($X=3.228 \pm 0.400$) に比べ有意に高値を示した。

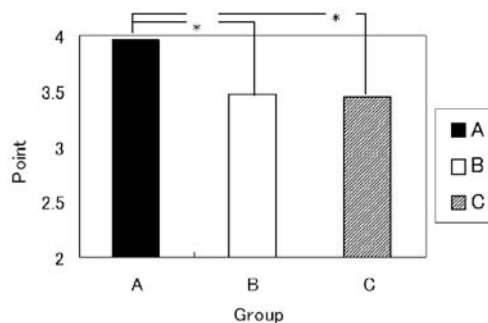


図6 攻撃展開を先取りする能力の評価結果
Fig. 6 Evaluation point on anticipation of attack

4. 戦術的認知能力に関わる総合的評価について

戦術的認知能力を評価するため、その思考過程と考えられる上記3項目について、得点化した総合点の平均値を示したものが図7である。グループ別得点平均値で示したように、ハイレベルな競技を経験し戦術力が高いと評価された A グループ ($X=12 \pm 0.931$) が、B グループ ($X=10.04 \pm$

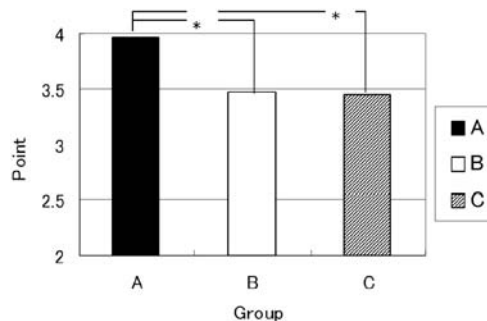


図7 戦術的認知能力に関わる総合的評価結果
Fig. 7 Evaluation point of total ability on recognition

0.777) 及び C グループ ($X=9.767\pm 1.283$) に比べ有意 ($p<0.05$) に高値を示した。競技力の高い A グループが有意に高値 (良い結果) を示したことは、本実験の戦術的認知能力を評価する項目の妥当性を示唆するものと考ええる。本実験の対象としたチームは、B グループと C グループとに分割する際に、持久性を中心とした体力的要素を基準としていたため、B グループと C グループの戦術的認知能力の評価結果に有意な差が見られなかったことも理解できる。

また、戦術的認知能力に関わる総合得点と競技年数には、若干の相関関係 ($r=0.324$ 図 8) はあるものの、戦術的認知能力を左右するまでには至らないと推察できた。一方、図 9 で示したように、戦術的認知能力に関わる総合得点と経験した競技レベルの間に相関関係 ($r=0.429$) が見られた。春秋の学生リーグ戦や全日本学生選手権大会など、高校時代よりハイレベルな大会で得た試合経験や練習経験が、戦術的認知能力の評価点に影響したものと推察できる。

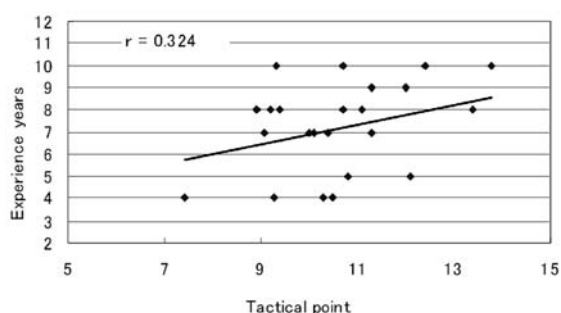


図 8 総合評価得点と競技年数の関係
Fig. 8 Correlation between tactical point & experience years

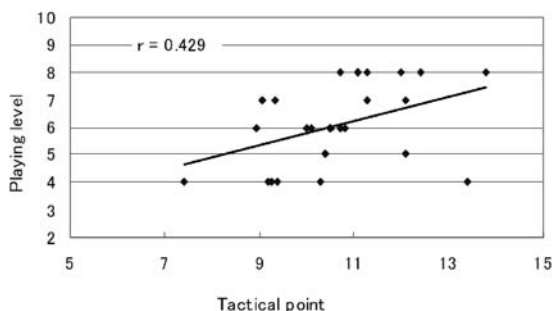


図 9 総合評価得点と競技レベルの相関図
Fig. 9 Correlation between tactical point & playing level

5. 評価基準について

戦術的認知能力が高いと思われる A グループが高値を記録し、その他のグループが低値を示したことから、本実験で採用した評価基準が、妥当なものであることを示唆すると考える。また、本実験の A グループの被験者が、トップリーグの次に位置するカテゴリに属していることから、5段階評価 (5~1) でおおよそ平均 4 点を獲得したことは、評価点の配点の妥当性を推察させる結果を得たと言える。

IV. まとめ

ハンドボールの戦術的状况を認知する能力や攻防の展開を先取りする能力は、競技レベルの高いグループほど評価点が有意に高値を示した。以上のことから、戦術的認知能力は競技力 (運動発揮能力) を構成する要素であり、その評価項目として適切といえる。また、本研究で実施したマスキングによる評価方法が、戦術的行動能力を評価する方法の一つとして有効である可能性を示した。

V. 今後の課題

今後は多くの被験者を対象に本実験を行うことにより、より多くのデータを収集し、評価項目の妥当性・信頼性の向上に努める必要があると考える。また、今回は大学生を対象に本研究の妥当性のある程度検証したが、競技レベルの異なる被験者に対しても、妥当な結果が得られるかを検証する必要があると考える。

参考・引用文献

- 1) 平岡秀雄, 田村修治, 鈴木昭寿, 荒川正一: 運動負荷が血液性状に及ぼす影響について, 東海大学体育学部紀要, 20, 59-66, 1990
- 2) 田中守, 内田美津, 進藤宗洋: ハンドボール競技選手の遠投力とベンチプレスによる筋パワーと

- の関係, スポーツ方法学研究, 17-1, 99~107, 2004.
- 3) 平岡秀雄, 笠井恵雄: ハンドボールのジャンプシュートに関する実験的研究, 東海大学体育学部紀要, 14, 43-48, 1984.
- 4) 大西武三, 水上一, 河村レイ子: ハンドボールにおいて発育段階別に使用される技術に関する研究, 筑波大学運動学研究, 14, 29-41, 1998.
- 5) 松喜美夫, 清水宣雄, 吉田久士: ハンドボールにおけるポストプレイのステップに関する考察, 函館大学論究, 33, 41-52, 2000.
- 6) Tillaar, R. and Ettema, G.: A Force-Velocity Relationship and Coordination Patterns in Overarm Throwing. *Journal of Sport Science*, 3: 211-219, 2004.
- 7) 栗山雅倫, 平岡秀雄, 田村修治: ハンドボールのゴールキーパーにおける動き出しとパフォーマンスの関係, 東海大学体育学部紀要, 35, 135-140, 2006.
- 8) 田村修治: ハンドボールのシュート技術に関する3次元解析, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 18, 36-43, 2006.
- 9) 平岡秀雄, 田村修治, 栗山雅倫, 野口泰博: ハンドボールのシュート技能に関する運動学的考察—フォワードスイング時のボールの軌跡に着目して—, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 19, 23-31, 2007.
- 10) Hiraoka H., Tamura S., Kinoshita M., Kuriyama M. and Mizukami H.: A meeting in sports. *Tokai University Bulletin*, 33, 87-95, 2003.
- 11) Yiannakos A., Sileloglou, Gerodimos, Triantafillou P., Armatas, Kellis M. (2005) Analysis and comparison of fast break in top level handball matches. *International Journal of Performance Analysis in Sport*, 5(3), 62-72.
- 12) 平岡秀雄, 田村修治, 栗山雅倫: ハンドボールの戦術に関する事例研究, 東海大学体育学部紀要, 35, 49-57, 2006.
- 13) 金子明友訳, Meinel, K. 著: スポーツ運動学, 大修館書店, 1999.
- 14) 平岡秀雄, 田村修治, 栗山雅倫: ハンドボールの戦術に関する事例研究, 東海大学体育学部紀要, 35, 49-57, 2006.
- 15) 笠井恵雄, 平岡秀雄: ハンドボールの防御に関する実験的研究, 東海大学体育学部紀要, 7, 139-145, 1977.
- 16) 平岡秀雄: ハンドボールの防禦における対応動作研究, 東海大学体育学部紀要, 10, 95-103, 1980.
- 17) Kern, J. 著 浅岡正雄, 水上一, 中川昭監訳: *Tactics im Sport*. Taishukan, 1998.



ハンドボールの戦術的認知能力 に関する評価基準の検討

—ボールや選手の位置に関する認知

および戦術的先取りに着目して—

平岡秀雄 (スポーツ医科学研究所研究員) 栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)

花岡美智子 (体育学部競技スポーツ学科) 田村修治 (体育学部競技スポーツ学科)

寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

Evaluation of Cognitive Abilities Regarding Handball Tactics
- Cognition of Players Position, Ball Position, and Tactical Anticipation -

Hideo HIRAOKA, Masamichi KURIYAMA, Michiko HANAOKA, Shuji TAMURA and Tamotsu TERAOKA



Abstract

The purpose of this study was to confirm the validity of a scale for evaluating the cognitive abilities of players regarding positioning and tactical anticipation in handball. Participants were 88 athletes (age range: 18-21 years) who were divided into the following five groups according to handball skill: starting players in the student league, substitute players in the student league, un-registered players, players of other group ball games, and players of individual sports.

Videos of tactical activities in a handball game were shown to the subjects after editing to remove any image of the shot. The athletes were asked to draw the position of the players and the ball and circle an area that is suitable for attacking.

A five-item scale was used to evaluate cognitive ability and tactical anticipation. The mean scores in the high-level group were significantly higher than those in the low-level group when considering the athletes skill level in handball.

The present findings confirmed the validity of the five-item scale used in this study to evaluate the cognitive abilities of players. (Tokai J. Sports Med. Sci. No. 21, 15-20, 2009)

I. 研究の背景と目的

ハンドボールのような集団競技で、熟練したプレイヤーは各攻防場面において瞬時に3段階の思考段階を経た後、最適な行動を選択し実践すると

考えられる。まずプレイヤーおよびボールの位置を確認(第1段階=状況の認知)し、攻撃に有利な空間がどこにあるかを判断(第2段階=空間の認知)して、どのような攻撃または防御が展開されうるかを推察(第3段階=状況の先取り)する。そしてその状況に応じた行動が正しく実施さ

れるとともに、他の味方プレイヤーが同様の判断と行動をして初めて、個々の戦術的行動がチームプレーとして機能することになる。ところが多い場合、戦術行動が失敗に終わったとき、どの段階での認知・判断能力の不備が戦術的行動の成果に影響を与えたかを追及せず、トータルの結果としてプレーを評価し、トレーニング（体力的・技術戦術的練習）課題を設定する。プレイヤーがチームにとってより合理的な戦術的行動ができるように指導するためには、プレイヤーの戦術的な思考過程を段階的により詳細に分析し、各プレイヤーに合った課題解決のための方策を見出す必要がある。つまり、戦術的行動が失敗に終わったとき、その原因が“状況や空間認知の失敗”又は“状況の先取りの失敗”など思考過程によるものか、体力的能力に関わる“行動実践の失敗”によるものかを正しく見極め、それぞれの課題に適したトレーニング計画を立案し、実践するべきである。

位置や空間の認知能力に関する研究では、幼児が空間を認知する時機を探る研究^{1, 2)}や、近年ではロボットによる空間認知の研究³⁾などが盛んに行われている。位置や空間に関わる認知能力の重要性は、スポーツ分野においても注目されている。岡本⁴⁾は、ハンドボール競技やラグビー競技を例に、1対1の攻防場面での空間認知能力について言及している。ところが、ハンドボール競技やラグビー競技のような集団競技では、敵味方全員およびボールの位置や空間を正しく認知して初めて、状況に応じた的確な行動を実施できるので、集団的戦術という視点による認知能力を検証することの意義は大きい。西原、生田⁵⁾らは、サッカーの指導者による空間認知状況とその予測に着目して検証し、「奥行きをもって観るワイドビューの図」として捉えられる点を報告しているが、その認知能力を評価するまでには至っていない。

本研究に先がけ、ハンドボールの試合場면을撮影し、その画像を編集することにより、選手の戦術的認知能力を評価できる点を示唆⁶⁾した。この方法を用いて、戦術的認知能力と先取り能力を

5段階で評価する方法を開発し、その有効性についても報告した⁷⁾。これは、VTR画像を編集し、ハンドボールの攻防場面を何度でも再現できるようにすることにより、多くの被験者に対して同一の実験条件下で客観的な評価ができるものであった。その際の評価基準は妥当性を示唆するものではあったが、被験者がハンドボールの経験者のみに限定されていたため、評価基準の妥当性をより詳細に検証する必要がある。

そこで、本研究はさまざまなスポーツ競技者を対象に、ハンドボールにおける戦術的状況の認知能力および先取り能力を調査し、評価基準の妥当性を検証した。

II. 研究方法

本研究はすでに報告⁷⁾した、ハンドボールの熟練者による分析結果と、その他のスポーツ経験者の分析結果を比較するため、以前に採用した画像を用いるとともに、同一の評価基準で被験者の認知能力を評価した。研究の概要は以下に示した通りである。

1. 試合場面の撮影と編集

世界選手権大会の決勝場面を、コートの上から固定カメラで撮影した。撮影に際し、画像は研究のみに使用することを条件に、世界ハンドボール連盟の許可を得た。

撮影した各攻撃場面のうち、シュートに至る数秒前で画像が消失（マスクング）するように編集した。

2. 被験者

被験者は、すでに調査済みの学生1部リーグに所属するハンドボール競技者24名のほか、ハンドボール競技以外の集団球技経験者26名、集団球技以外の競技経験者38名の総計88名とした。

ハンドボール競技の経験者は、最も認知能力が高いと思われるスタート選手、認知能力がやや低

いと思われる試合の控え選手、試合未登録選手の3グループに分けていた。そこで、ハンドボール競技の選手ではないが、選手の位置や攻撃スペースなどの認知能力が要求されると思われる集団球技経験者グループと、集団戦術の認知能力を要求されないと思われる集団競技以外の競技経験者グループを加えた5グループを設定した。

3. 実験の手順

ハンドボールの攻防場面をプロジェクターにより大画面で映写した。被験者は各シュート場面の直前で消失した画像から得た情報をもとに、以下に示す内容について90秒間で記述するように指示された。

- 1) 攻撃者と防御者やボールの位置を瞬時に認知できる能力を検証するため、攻防場面が消失した瞬間の攻撃者（◎印）・防御者（△印）およびボールの位置（・印）を記述させた。
- 2) 攻撃または防御すべき空間を瞬時に認知できるかどうかを検証するため、攻撃で有利な地域（防御態勢に不備があると思われる地域）に大きな楕円を描かせた。
- 3) 画面消失後どのように攻撃が展開するかを推察する能力について検証するため、シュートに至る攻撃展開の可能性を記述させた。記述に際し、シュートに至る攻撃の可能性を複数ケース推察することが重要で、そのうちの1例が正解

であることが望ましい旨を伝えた。

解答用紙にはコート図が描かれており、プレーヤーやボールの位置を記号で示すよう指示した。図1は、実験前に被験者へ提示した解答例である。

4. 分析観点

本研究は、位置や空間の認知能力、攻撃展開の推察能力に関わる評価基準を追検証することにあつた。大学1部のハンドボール競技者を対象にはすでに検証し、その評価基準がハンドボールの競技レベルを評価する上で、有効であることを示唆した。その際、競技レベルに相当する評点を以下の五段階に設定した。

- 評点5…日本のトップレベルプレーヤー
- 評点4…日本リーグ・大学トップレベルプレーヤー
- 評点3…大学レベル・高校トップレベル・他の集団競技トップレベルプレーヤー
- 評点2…他の競技選手
- 評点1…競技スポーツの経験なし

そこで、この評価基準を用いて他競技者を評価し、ハンドボール競技者の評価と比較することにより、評価基準の妥当性を追検証した。

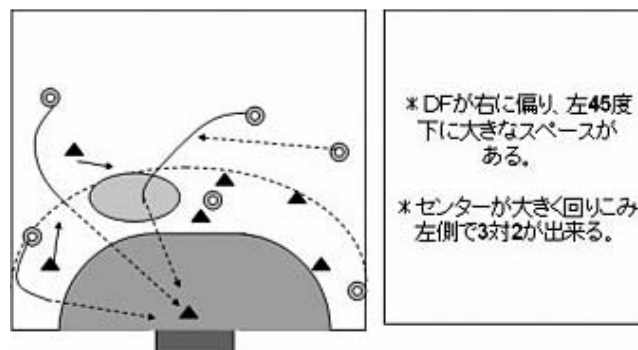


図1 回答例
Fig. 1 Example written responses

5. 評価基準

表1はハンドボール競技におけるプレーヤーやボールの位置を認知する能力に関わる評価基準表(評点と評価内容)、表2は攻撃に有利な空間を認知する能力があるかを評価する際の評価基準表、表3は画面消失後の攻撃展開を推察する能力を評価するための評価基準表である。

6. 統計処理

被験者のうち、ハンドボール競技者を競技レベルで3群に、その他の競技者を集団球技の競技経験者1群、集団球技以外の競技経験者1群の計5群に分け、その評点について一元配置の分散分析を用いて比較した。

Ⅲ. 結果と考察

以下に示す図2、図3、図4は、既に報告したハンドボール競技者の位置および空間の認知能力、戦術の先取りに関する分析結果⁷⁾に、ハンドボール競技以外の競技経験者の分析結果を加えたものである。

1. 位置の認知について

ハンドボール競技の攻防場面で、瞬時に位置を把握できるかどうかは、その後の適切な戦術行動を保障する上で重要である。そこで、シュート直前に画面が消失した際に、プレーヤーやボールが

表1 選手とボールの位置を認知する能力に関する評価基準

Table 1 Criterion for evaluating the ability of a player to recognize player's positions on the court

評点	評価内容
5	選手やボールの位置を正しく認知し記述できる。
4	選手やボールの位置をある程度正しく記述できる。
3	選手やボールの位置を記述している。
2	選手やボールの位置を部分的に記述している。
1	選手やボールの位置がほとんど記述されていない。

表2 攻撃に有利な空間を認知する能力に関する評価基準

Table 2 Criterion for evaluating the ability of a player to recognize a zone in which an attack is suitable

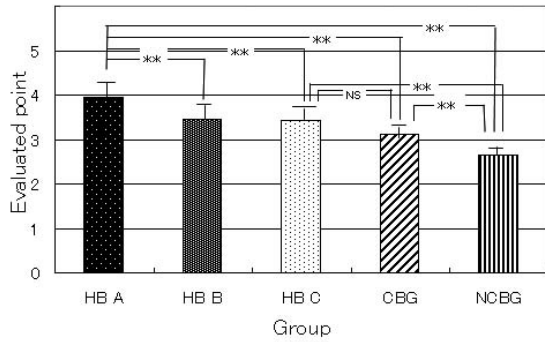
評点	評価内容
5	攻撃に有利な空間を正しく認知できる。
4	攻撃に有利な空間をある程度正しく認知できる。
3	攻撃に有利な空間の方向(コート of 左・右)が合致している。
2	攻撃に有利な空間の方向(コート of 左・右)が逆である。
1	攻撃に有利な空間が記述されていない。

表3 攻撃の展開を推察する能力に関する評価基準

Table 3 Criterion for evaluating the ability of a player to anticipate an attack

評点	評価内容
5	攻撃を正しく推察し、複数の展開例を記述できる。
4	攻撃を正しく先取りできているが、他の展開例がない。
3	推察される複数解答の1つが記述されている。
2	攻撃を推察し記述しているが正解が無い。
1	攻撃展開の記述がない。

ハンドボールの戦術的認知能力に関する評価基準の検討



HB A … Handball starting players group
 HB B … Handball reserve players group
 HB C … Handball 2nd-stringer players group … $P < 0.01$
 CBG … Collective ball game group
 NCBG … N on Collective ball game group

図2 選手とボールの位置を認知する能力に関する評点平均値
 Fig. 2 Mean scores for players' ability to recognize other players and ball position

コートはどこに位置していたかを記述させ、評価した結果が図2である。

ハンドボール大学1部リーグにおける競技者のスタートプレイヤー (HB Aグループ) による位置に関する評点の平均値 (3.96 ± 0.38) は、スタートメンバー以外の選手 (HB Bグループ 3.47 ± 0.48 HB Cグループ 3.44 ± 0.51) に比べて、有意に高値を示した。ただ、ハンドボール競技のスタート選手以外のHB Cグループによる評点平均値が、集団球技以外の競技者による評点平均値 (NCBGグループ 2.64 ± 0.46) に比べ、有意 ($P < 0.01$) に高い数値を示したものの、ハンドボール競技以外の集団球技を専門とする競技者 (CBGグループ) による評点平均値の間に有意な差は見られなかった。これは、敵味方が入り乱れて攻防を展開するような集団競技では、コート上の選手やボールの位置を正しく認知することが要求されるので、ハンドボール競技の場面でも自己の競技経験による技能が生かされているものと思われる。CBGグループの評点平均値は、NCBGグループに比べ有意 ($P < 0.01$) に高値を示した。

位置に関する評点は、ハンドボール競技における大学1部リーグのスタート選手のグループが最も高く、次にハンドボール競技のスタートプレイヤー以外のプレイヤー、ハンドボール競技以外の

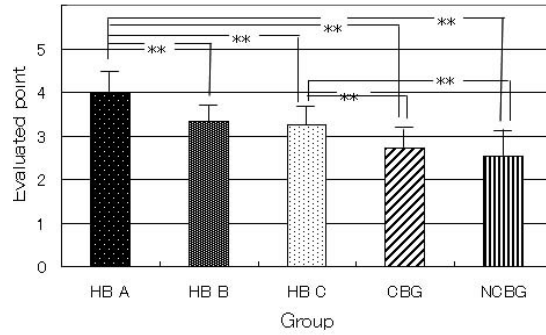


図3 攻撃に有利な空間を認知する能力に関する評点平均値
 Fig. 3 Mean score for players' ability to recognize a zone in which an attack is suitable

集団競技プレイヤー、集団競技以外のプレイヤーの順に低い値を示した。この結果は、5段階評価による評価基準が妥当なものであることを示唆するものである。しかし、集団競技以外のプレイヤーの評点平均値 (2.64 ± 0.46) は、設定した評点2.0よりも大きな数値となったことから、より細かな評価基準の検討をも促すものとなった。

ただ、本研究で位置の認知能力を評価するために設定した評価基準は、以上の評価結果から、ハンドボールの競技レベルを評価する上で妥当であることを示したと言える。

2. 空間の認知について

シュートの直前に消失した瞬間のプレイヤーとボールの移動状況から、攻撃に適した箇所を推察し、解答図上に楕円でマークするように指示した結果を、評価基準に従い5段階評価し図3に示した。

位置の認知に関する結果と同様、ハンドボール競技のスタートプレイヤーによる位置に関する評点平均値 (HB A 3.98 ± 0.43) は、スタートメンバー以外のプレイヤーの評点平均値 (HB B 3.33 ± 0.26 、HBC 3.26 ± 0.49 、CBG 2.72 ± 0.37 、NCBG 2.52 ± 0.50) に比べて、有意 ($P < 0.01$) に高値を示すことが明らかとなった。ハンドボール競技者のうち、空間認知の評点平均値が低値を示したHB Cグループと、ハンドボール競技者以外の競技者 (CBGグループ、NCBGグループ)

の評点平均値の間に有意差 ($P < 0.01$) が見られたが、ハンドボール競技者以外の CBG グループと NCBG グループ間の評点に有意差は見られなかった。

以上の結果から、本研究で採用した空間認知能力を評価するための評価基準は、ハンドボールの競技レベルを評価する上で有効な方法と言える。また、本研究で指摘する空間認知能力は、ハンドボール競技の特性を反映する技能であることを示唆するものとなった。

3. 戦術的先取りについて

敵味方やボールの位置を認知し、攻撃に有利な地域を見抜き、その後の攻撃がどのように展開されるかを推察し、解答用紙に記述するよう指示した結果を集計したものが図4である。

ハンドボール競技者グループ間の戦術的先取り能力は、位置の認知能力および空間の認知能力を評価した結果と同様、競技力の高いグループ (HBA 3.94 ± 0.37) が競技力の低いグループ (HB B 3.28 ± 0.22 、HB C 3.23 ± 0.4) に比べ評点の平均値は有意に高値を示した。

一方、ハンドボール競技者のうち、空間認知の評点が低値を示した HB C グループと、ハンドボール競技者以外の競技者 (CBG 2.65 ± 0.41 、NCBG 2.73 ± 0.76) の評点の平均値間に有意差 ($P < 0.01$) が見られたが、ハンドボール競技者以外の CBG グループと NCBG グループ間の評点の平均値に有意差は見られなかった。

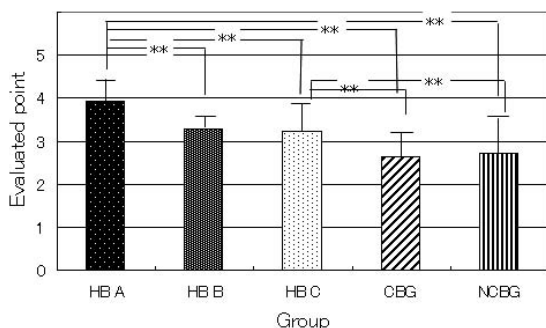


図4 攻撃の展開を推察する能力に関する評点平均値
Fig. 4 Mean scores for players' ability to anticipate an attack

以上の結果から、本研究で採用した戦術的先取り能力は、ハンドボールの競技レベルを評価する上で有意な方法と言える。また、本研究で指摘する戦術的先取り能力は、ハンドボール競技の特性を反映する技能であると推察できることが分かった。

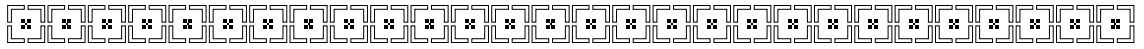
IV. まとめ

ハンドボール競技者やその他の競技者を対象に、位置や空間の認知能力や戦術的先取り能力を評価した結果、ハンドボールの競技レベルが高いグループほど評点平均値が高値を示した。

以上のことから、本研究で採用したハンドボールの戦術的認知能力に関わる5段階評価の評価基準は、競技レベルを正しく評価する基準として妥当であることが明らかとなった。

参考文献

- 1) 杉村伸一郎：幼児の空間定位における知覚的過程と概念的過程，名古屋大学教育学部紀要，43，65-76，1996
- 2) 湯地広樹：幼児のコンピューターゲーム遊びと感覚運動技能および空間認知技術との関係，日本教育工学雑誌，19-3，141-149，1995
- 3) 幸島明男，Steven Phillips，仁木和久，錦見美貴子，和泉 潔，開 一夫，鈴木宏昭：認知発達のダイナミックスの研究，電子技術総合研究所彙報，64-6，2001
- 4) 岡本直輝：「かわす」動作の空間認知とパフォーマンスタイムの関係，体育学研究，37，196-202，1992
- 5) 西原康行，生田幸至：スポーツ指導者の状況認知に関する研究，日本教育工学会論文誌，31-4，425-434，2008
- 6) 平岡秀雄：ハンドボールの戦術に関する運動学的調査，東海大学紀要 体育学部，26，139-146，1996
- 7) 平岡秀雄，栗山雅倫，花岡美智子，田村修治，野口泰博：ハンドボールの戦術的認知能力に関する評価法，東海大学スポーツ医科学雑誌，20，7-13，2008



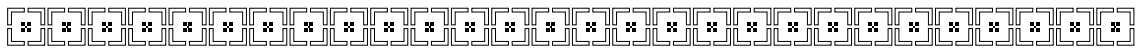
個人戦術的能力評価に関する考察

—ハンドボール競技、防御局面に着目して—

栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科) 平岡秀雄 (体育学部競技スポーツ学科)

A Study on an Ability Test of Individual Tactics —A Case of Defense Phase in Handball—

Masamichi KURIYAMA and Hideo HIRAOKA



Abstract

As for the evaluation of the tactical ability in the handball competition, subjectivity evaluation is taken generally. However, it is clear to help the improvement of the guidance method of the competition if a method of the objectivity evaluation is established.

Therefore, the purpose of this study was to investigate about examining tactical ability of individual tactics of a case of defense phase in Handball.

The findings are follows.

- It can be suggested various reactions against offence players as an index of individual tactics ability.
- It can be suggested, various reaction against various distance between an offense player and himself are effective.
- It can be suggested, various reaction against various speed of offense player are effective.
- There are many factors as individual tactics ability, and they may be different among phases in each sport.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 15-22, 2008)

I. 緒 言

多くの競技スポーツ種目において、戦術の重要性については一般的に認知されている。しかしながら一方では、戦術の定義に関しては、依然として確立されたものが見られない。ハンドボール競技のような球技種目も例外ではなく、戦術の重要性は重視され¹⁻⁶⁾ている。たとえばヨアン・クンスト⁷⁾は、「ハンドボールの戦術は、味方プレイヤーの能力と個性、さらにまた相手チームの準備不足を利用し、最も確かな技術の複合体の競技規

則とスポーツ道徳の限界内での使用によって成功を遂げるためのプレイヤーのプレーの組織化と協調化からなっている。」と戦術を定義し、競技パフォーマンスの決定要因として、極めて高い位置づけをしている。また、平岡^{8,9)}は、戦術的コンセンサスの重要性を示している。

競技パフォーマンスの重要な決定要因とされながら、その定義と同様、戦術的能力に関する客観的指標は、確立されているとはいえず、依然として主観的評価に委ねられるケースが多い。

戦術的能力の適当な評価方法の確立は、スポーツ科学に基づく指導の発展にとって、急務である。

現時点では、種目横断的な、また様々な種目においての客観的評価方法としては、一般的なものとして見られないが、ハンドボール競技を題材としての検討を試みた。

Ⅱ. 研究目的

ハンドボール競技における戦術的能力の評価は、一般に主観評価が施されている。無論、熟練した指導者の経験に基づく主観評価は、信憑性が高く、指導現場で簡便に用いることのできる現実的な方法であることは疑う余地はない。しかしながら、客観評価の方法が見出せれば、選手の理解度の向上などが望めることは明らかであり、競技の指導方法の向上や、競技レベルの向上につながると思われる。

栗山は、『個人戦術能力評価に関する考察：ハンドボール競技「1対1局面に着目して」』¹⁰⁾において、攻撃局面における戦術的能力の客観的評価を、バイオメカニカルな手法を用いて検討した。そこで、「再現性」や、「防御プレイヤーとの至適距離」の戦術的能力との関連性を示唆した。運動学的にも、パフォーマンスの決定要因として、再現性の重要性は示されているが、戦術的能力の決定要因は他にもあると思われる。また、先述の栗山の研究では、攻撃局面に特化して戦術的能力を論じており、一面的な検討であることは否めない。

そこで、本研究では、防御局面を観察の対象とし、ハンドボール競技における戦術的能力を検討することを目的とした。

Ⅲ. 研究方法

分析の方法として、三次元DLT法を用い、バイオメカニカルな解析を行った。解析には、Frame-DIAS（株式会社ディケイエイチ製）を用いた。

ハンドボール競技についての戦術的能力の評価

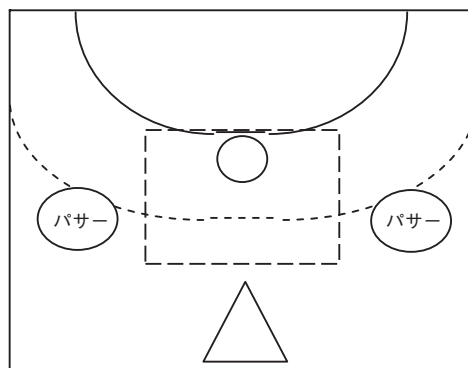


図1 実験設定
Fig. 1 Experiment setting

において、1対1局面が妥当であるとし、図1のような実験的状況をつくり、複数の観点で、比較検討した。

1. 被検者

関東学生リーグ女子一部所属チームの、競技レベルの違う4名の防御プレイヤーを研究対象とし、対戦する攻撃プレイヤーは同じチームの11名とした。

被検者のプロフィールを、表1にまとめた。

表1 被検者プロフィール
Table 1 profiles

	T.T	A.M	K.T	M.I	average
height (cm)	177.0	166.0	162.0	158.0	164.0
weight (kg)	62.0	55.0	52.0	58.8	56.8
age	22.0	19.0	21.0	20.0	20.5

2. 実験の設定

図1に示した実験設定で、1対1状況を防御することを、被検者の課題とし、2方向から撮影した。攻撃プレイヤーは、両側のパスナー（パスをすることのみ許可された補助プレイヤー）を利用し、1対1状況を攻撃した。なお、パスの回数に制限は設けなかった。

防御プレイヤーである各被検者は、11名の攻撃プレイヤーの2回ずつの攻撃に対して防御活動を行い、各被検者22試技、合計88試技を分析の対象とした。

3. データの分析

1) 分析対象区間

攻撃プレイヤーはボールを保持した瞬間から、得点する権利を有していることになる。先行研究⁹⁾において、突破およびシュートを試みた際のボールを保持した瞬間の間合いにおいて、至適距離があることが示唆された。さらに、その間合いの再現性と、競技力の高いプレイヤーとの相関が見られる。このことから、分析の対象として、攻撃プレイヤーが突破やシュートを試みた際の、ボールキャッチした瞬間（以下 Catching Moment として CM と表記）から、シュートを放つまでを分析対象区間とした。

2) 分析項目

(1) 防御プレイヤー、攻撃プレイヤー間の距離

a) CM において

CM における防御プレイヤーと攻撃プレイヤー間の距離について、各被検者間の比較をするために、1 回ごとの試技、および平均値、標準偏差について算出した。

また、防御の成功試技のみにおけるデータも算出した。

b) 分析対象区間を通して

それぞれの被検者間の作り方を比較検討するために、防御プレイヤーと攻撃プレイヤーとの間の距離について、分析対象区間を通して算出し、また平均値の推移についても算出し、各プレイヤー間の特徴の違いを検討した。

(2) CM における防御プレイヤーの動作スピード

CM における、防御プレイヤーの状態を、より詳しく観察するために、動作スピードについて、各試技、平均値、標準偏差について算出した。

同様に、防御の成功試技のみにおけるデータも算出した。

(3) CM における攻撃プレイヤーの動作スピード

CM における、攻撃プレイヤーと防御プレイヤーの関係を、より詳しく観察するために、動作スピードについて、各試技、平均値、標準偏差について算出した。

同様に、防御の成功試技のみにおけるデータも算出した。

4. 統計処理

各パラメータの比較検討のために、Student T-test、および、一元配置の分散分析を用い、統計処理を施した。

IV. 結 果

表 2 に、成功試技数をまとめた。T.T と K.T は、成功試技数からもわかるように、競技レベルが高い。実際に両者ともレギュラー選手である。

表 2 成功試技数

Table 2 The number of success attempts

	T.T	A.M	K.T	M.I
Total	22	22	22	22
Success	13	4	10	3

1. 防御プレイヤー、攻撃プレイヤー間の距離

1) CM において

図 2 は、CM における防御プレイヤー（分析対象被検者）と攻撃プレイヤー間の全試技における距離を示した。

各被検者間において、特徴の違いが見られ、

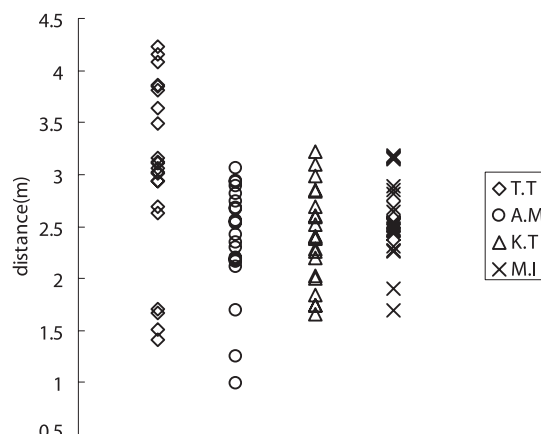


図 2 各被検者のボール保持の瞬間 (CM) における攻撃プレイヤーとの距離

Fig. 2 Distances between defense players and offence players at catching moments in each attempts

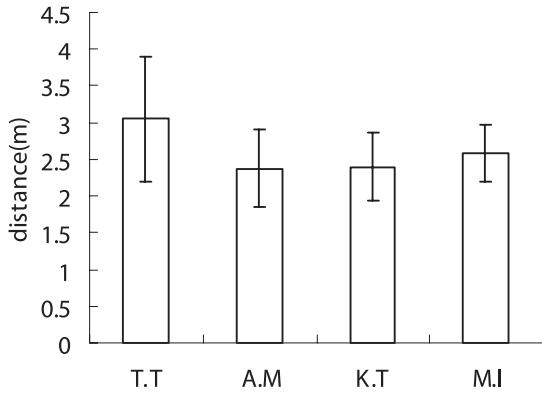


図3 CMにおける攻撃プレイヤーとの平均距離と標準偏差
Fig. 3 Mean distance with the attack player and standard deviation

表3 CMにおける攻撃プレイヤーとの平均距離と標準偏差
Table 3 Mean distance with the attack player and standard deviation.

	T.T	A.M	K.T	M.I
average	3.05	2.37*	2.39*	2.59
S.D	0.85	0.53	0.46	0.39

unit : m
significantly different from T.T*

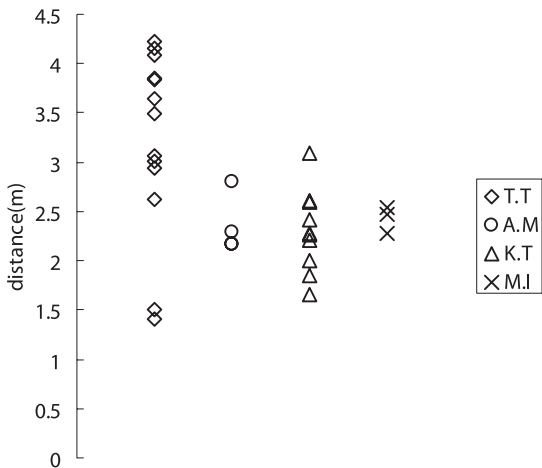


図4 各被検者のCMにおける攻撃プレイヤーとの距離(成功試技)
Fig. 4 Distances between defense players and offence players at catching moments in each defending successful attempts

T.Tと、A.Mに際立った特徴が見られた。図3、および表3に各被検者間の平均値、標準偏差の比較を示した。

図4に、成功試技における、防御プレイヤー(分析対象被検者)と攻撃プレイヤー間の距離を示した。

サンプル数の関係から、統計学的な処理は施していないが、レギュラークラスの競技者であり、成功試技の多いT.TおよびK.Tは、CMにおける防御プレイヤーと攻撃プレイヤー間の距離の標準偏差は、A.MおよびM.Iと比較して高かった。

CMにおける各被検者の成功試技の標準偏差は、T.Tが ± 0.93 m、K.Tが ± 0.41 m、A.Mが ± 0.31 m、M.Iが ± 0.14 mであった。

2) 分析対象区間を通して

図5に、分析対象区間における各被検者の攻撃プレイヤーとの距離の平均値-時間曲線を示した。

各被検者間に緩やかな違いはあるが、際立った特徴の違いは見られなかった。

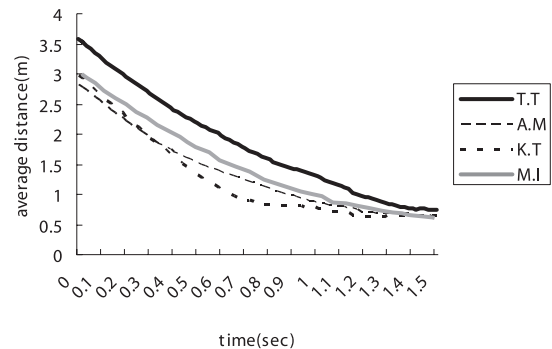


図5 防御プレイヤー-攻撃プレイヤー間の時間平均距離曲線
Fig. 5 Average distance-time curves of each player.

2. CMにおける防御プレイヤーの動作スピード

図6に、CMにおける防御プレイヤーのスピードと、攻撃プレイヤーのスピードを示した。防御プレイヤーは、A.MのCMでのスピードが、他被検者と比べて若干ばらつきが多く見られた。

表4に、CMでの防御プレイヤーのスピードの平均値と標準偏差をまとめた。統計学的有意差は見られなかった。

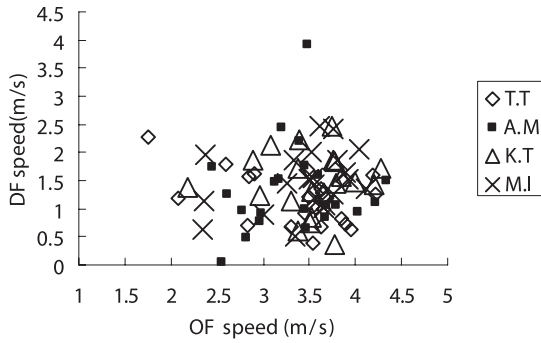


図6 CMにおける防御プレーヤーと攻撃プレーヤーとの動作スピードの関係

Fig. 6 Relationship between movement speeds of defense players and movement speeds of offense players at catching moments

表4 CMにおける防御プレーヤーのスピードの平均値と標準偏差

Table 4 Means and standard deviations of the speeds of the defense players

	T.T	A.M	K.T	M.I
average	1.18	1.33	1.46	1.49
S.D	0.47	0.80	0.53	0.52

unit : m/s

3. CMにおける攻撃プレーヤーの動作スピード

図6に見られるように、全試技を通しては、攻撃プレーヤーの、各防御プレーヤーに対するCMでのスピードの相違も見られなかった。

図7に、成功試技のみの、CMにおける防御プレーヤーのスピードと、攻撃プレーヤーのスピードを示した。A.MとM.Iにおいて、ごく限られ

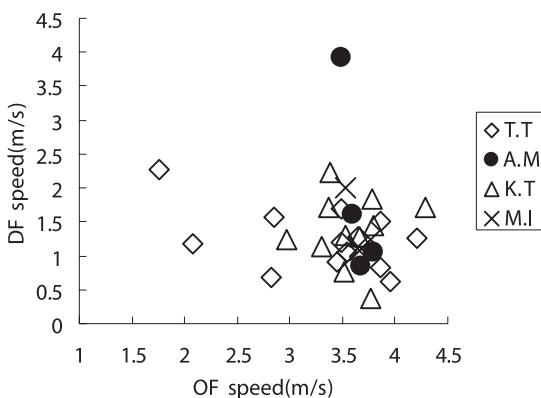


図7 成功試技における防御プレーヤー-攻撃プレーヤー間の動作スピードの関係

Fig. 7 Relationship between movement speeds of defense players and movement speeds of offense players at catching moments in successful attempts for defense

た攻撃プレーヤーの動作スピードの範囲においてのみ、成功の試技に結びついていることが分かる。

V. 考察

1. 距離の調節

クルト・マイネル¹¹⁾は、運動の先取りについて、競技者における非常に高い位置づけをなすとしている。同様の意義として、球技で一般的に見られる状況において、相手との間合いの計り、先取りをすることは、極めて重要視されている。ハンドボール競技においても、攻撃プレーヤーにおける至適な距離を作り出すための先取りの実践が考えられる。また、その再現性についても、戦術的能力との高い相関が示唆されている⁹⁾。

一方、今回の実験結果より、防御プレーヤーにおける、CMにおける距離の調整、また、その再現性についての戦術的能力との関連について、相関が見られなかった。このことは、攻撃プレーヤーのつくりだす、得点を目的とした攻撃活動に対し、相手の意図を防ぐことが、防御プレーヤーの目的であることに関連すると思われる。攻撃活動があつてこそその防御活動は、原則的には受身の活動であり、初期的な距離をつくりだすことについては、攻撃活動に有利であると思われる。攻撃プレーヤーは、自身が優位な状態にない間合いと判断したとき、味方の攻撃プレーヤーにパスをすることで、その状況を回避することが出来る。すなわち、優位な状態の選択に関しては、攻撃が極めて有利な立場にあるといえる。

2. 対応の多様性

今回の分析結果において、距離の調節における再現性が、防御プレーヤーの戦術的能力の決定要因として断定できないが、対応の幅については、戦術的能力との関連性が見出せる。

図2からわかるように、CMにおける攻撃プレーヤーとの距離は、成功試技の多い、レギュラークラスの被検者T.TとK.Tの間にも相違が見られることや、K.Tと成功試技の少ないM.Iの間には

決定的な相違がないことから、距離の調節については、成功への決定的要因でないように見受けられる。しかし、図4の成功試技に特化した、距離をみると、A.Mと、M.Iは、ある限られたCMにての距離でなければ、防御活動が成功していないことが分かる。成功試技のサンプル数が不十分なことから、統計的な処理は施せないものの、対応の多様性と、防御局面における、戦術的能力の関連があることは、十分に考えられる。

3. CMにおける動作スピード

実験開始前、優れた防御活動は、良い準備があってこそ成立するものであり、攻撃相手がボールを持った瞬間には、攻撃プレイヤーを十分に観察できる状態、すなわち、ほぼとまっている状態で準備できているものと仮説を立てた。しかしながら、図6より、プレイヤーのレベルを問わず、少なくともCMにおいては、幅広いスピードにおいて対応していることが分かる。また、攻撃プレイヤーの動作スピードも幅広く、多様な攻撃形態をもって、攻撃活動を成功させていることが考察される。

一方で、図7からは、成功試技の少ないA.MとM.Iでは、攻撃プレイヤーの動作スピードのごく限られた範囲においてのみ、防御活動が成功していることが分かる。このことから、対応の多様性と戦術的能力の関連を見出すことが出来る。

4. 動作に見られる戦術的能力の違い

動作の定量化は、バイオメカニカルな研究手法の発展にともなって、精巧かつ一般的な研究手段となってきた。にもかかわらず、二者間の動作の対応的な関係等について、先述の手法を用いて説明されることは一般的に少ない。戦術的能力は、判断の要素を含む能力であり、認知、判断等のプレイヤーの内在感覚を評価する必要性は否めない。しかしながら、認知、判断のプロセスを経て、行動として表現されたものが、戦術的行為であり、その行為の評価が、内在感覚の間接的評価になることは明確である。

今回の分析結果に見られるように、限られたケースにのみ防御活動が成功している。そしてこのような内容をプレイヤーに提示することは、成功場面の拡大の可能性を示す有効な手段になると思われる。

VI. まとめ

今回の分析結果および考察は以下のようにまとめることが出来る。

- ・ハンドボール競技の防御局面における個人戦術能力の指標として、対応の多様性があげられる。
- ・対応の多様性として、CMにおける様々な距離での対応があげられる。
- ・同様に、CMにおける様々な攻撃プレイヤーの動作スピードへの対応があげられる。
- ・戦術的能力の指標として、再現性、空間定位能力、対応の多様性など、複数の要素を考慮することが出来るが、局面に応じてその決定的な要素の優劣は変化すると考えられる。

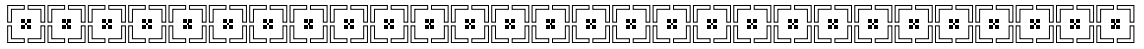
以上のように、戦術的能力の評価に関して考察できるが、防御局面においても、異なる視点からの観察では、再現性が見出せる可能性が高い。また、プレイヤーのプロフィールからも分かるように、実際には形態的な相違があり、定量化された行動形態に影響を及ぼしている可能性も否めない。すなわち、形態的に勝るプレイヤーが、形態的に劣るプレイヤーと同じような行動をしても、最終的に攻撃プレイヤーに及ぼす、心理的、物理的プレッシャーによって、攻撃活動の失敗に結びついている可能性も考えられ、今後の検討課題としてあげられる。

そして、認知、判断のプロセスなどの、プレイヤーの内在感覚の評価は、戦術的能力との明らかな関係が考慮されながらも、あくまで推察としての範疇を越えるものではなく、やはり、現象の違いを証明し、プレイヤーへの状況の改善を訴えかけることは、戦術的な学習場面では必要不可欠と

思われる。いずれにしても、戦術的能力の客観的評価は、ハンドボール競技のみならず、球技種目にとっては特に重要であり、今後の継続した検討が必要である。

参考文献

- 1) ヤーン・ケルン著，朝岡正雄・水上一・中川昭監訳：スポーツの戦術入門，大修館書店，1998.
- 2) 金子明友，朝岡正雄編著：運動学講義，大修館書店，1990，76-87.
- 3) 栗山雅倫：強化指導実技，NTS2000ハンドボール強化指導教本，(財)日本ハンドボール協会，2000，56-60.
- 4) 栗山雅倫：強化指導実技，NTS2002ハンドボール強化指導教本，(財)日本ハンドボール協会，2002，18-40.
- 5) Reita E. Clanton, Mary Phyl Dwight : Team handball, Human Kinetics, 1997.
- 6) Zoltan Marczinka : Playing Handball, Trio Budapest, 1993.
- 7) 木野実，杉山茂監修，ヨアン・クンスト=ゲルマネスク著，中村一夫訳：ハンドボールの技術と戦術，ベースボールマガジン社，1981年，20-25.
- 8) 平岡秀雄，田村修治，木下雅史，栗山雅倫，水上一：A meeting in sports. 東海大学体育学部紀要，第33巻，87-95，2003.
- 9) 平岡秀雄：ハンドボールの戦術に関する運動学的調査，東海大学体育学部紀要，第26巻，139-146，1996.
- 10) 栗山雅倫：個人戦術能力評価に関する考察～ハンドボール競技「1対1局面に着目して」～，ハンドボール研究，第8号，92-95，2006.
- 11) クルト・マイネル著，金子明友訳：スポーツ運動学，大修館書店，1981，228-235.

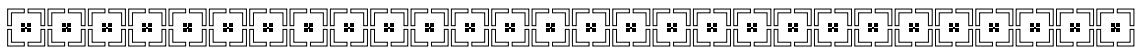


準高地における短期間の 競泳トレーニングが血液性状等の 生理的応答に及ぼす影響

加藤健志 (東海大学体育学部(非常勤講師)) 横山 貴 (東海大学体育学部(非常勤講師))
 今村貴幸 (東海大学体育学部(非常勤講師)) 春日井亮太 (東海大学大学院体育学研究科)
 塚田将吾 (東海大学大学院体育学研究科) 酒井健介 (城西国際大学薬学部)
 杉浦克己 (明治製菓(株)ザバス SN ラボ) 寺尾 保 (東海大学スポーツ医学研究所)

The Effect of Moderate Altitude Training on Physiological Response in Swimmers

Kenji KATO, Takashi YOKOYAMA, Takayuki IMAMURA, Ryota KASUGAI,
 Syogo TSUKADA, Kensuke SAKAI, Katsumi SUGIURA and Tamotsu TERAO



Abstract

The effect of short term training (5 days) at moderate altitude (1280m ; MA) on hematological and physiological changes were studied in eight elite competitive swimmers. Resting HR at MA was significantly higher than that at sea level (SL), and resting SpO₂ at MA was lower, but not significant. In the Day1 at MA, RBC count and hematocrit was decreased, but these variables were recovered in the Day4. On the other hand, blood hemoglobin concentration slightly decreased in the Day1 at MA, but significantly increased in the Day4 at MA, and sustained three days after returned to normobaric condition. Serum erythropoietin concentration was significantly increased at MA ($42.8 \pm 20.7\%$; $p < 0.01$). These results suggested that physiological and hematological change during training at 1280m altitude is similar to that at 2000m altitude or more, and training at 1280m might be improved blood oxygen transport capacity and aerobic performance in safety.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 23-32, 2008)

I. 緒 言

高地トレーニングの歴史は、1960年ローマオリンピックでエチオピアのアベベ選手がマラソンで金メダルをとり、高地民族が持久性に優れているのではということが注目を受けたことに始まる。

さらに1968年、標高2340 m の高地メキシコでのオリンピック開催に際し、高地に適応するためのトレーニングを各国が開始したことに端を発し、これまで約40年以上の歴史を積み重ねて来ている¹⁾。

日本では、1960年代から高地トレーニングの研究が始まり、競泳界では、1980年代に入ってアメ

リカ、フラッグスタッフ（標高2130 m）を中心に高地トレーニングが実施されるようになってきた^{1)~3)}。

近年、オリンピックにおいて金メダルに輝いたスピードスケートの清水宏保選手、マラソンの高橋尚子選手、そして水泳の北島康介選手らは積極的に高地トレーニングを活用していることは周知の事実であり、世界中の一流スポーツ選手達においても同様の流れが確認できる。

競泳界における高地トレーニングのほとんどは標高約2000 m以上の環境で行われている³⁾。しかしながら日本国内では、このようなトレーニング環境は見当たらない。国内では、競泳用プールが設置されているトレーニング環境は、標高が最も高い長野県菅平高原や、群馬県の草津温泉など標高約1300 m前後の地点である。

小林ら¹⁾は2001年に、高地トレーニングに関する1960~80年代の研究成果を総説にし、その中で以下のように記している。

- ・ 3週間程行わなくては効果が得られない。
- ・ 高地トレーニングの効果は平地に戻って2週間で消滅する。
- ・ 高地トレーニングは赤血球やヘモグロビン濃度を上昇させ、このことが持久力の向上を導く。
- ・ 標高2300 m程度が最も適している。

しかし、1990年代以降、高地トレーニングに関する新しい概念が提唱され、以下に示すような研究成果が報告されている。

- ・ 最低3~4日間のトレーニングでも効果は得られる。
- ・ 初日から比較的充実したトレーニングを実施し、疲労が蓄積しないうちに下山すると有効である。
- ・ 短期型の高地トレーニングの運動刺激を繰り返すことにより、広範囲なトレーニング効果が得られる。
- ・ 高地トレーニング刺激は体内に記憶され、繰り返し実施することにより適応能力が高まる。

・ 造血作用等に変化が認められなくても、乳酸蓄積の抑制または乳酸除去能力の改善がみられ、パフォーマンスの向上がみられる。

・ 適する標高は1800~2000 mであるが、1000~1300 mでも初期効果が得られる。特にこれらの標高では、適応後平地とほぼ同じ能力を発揮できる。

この中で注目すべきは、標高2000 m未満の環境における比較的短期間のトレーニングによって、高地トレーニングの効果が獲得できるということである。今なお競泳界で行なわれている高地トレーニングは、海外の標高2200 m付近で、2~4週間のトレーニングを行なうことが主流となっているが、前述のごとく国内においてはこのようなトレーニング環境は存在しない。

そこで本研究は、日本国内において実施可能で、より効果的で漸進的な高地トレーニングを構築するために、準高地（標高1280 m）における短期間（5日間）の競泳トレーニングを実施した。そして血液性状および動脈血酸素飽和度（SpO₂）や心拍数（HR）に及ぼす生理的応答をもとに、短期間の準高地トレーニングの可能性を明らかにすることを目的とした。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、T大学水泳部に所属する、競技歴12年以上、日本選手権優勝者および日本ランキング上位選手を含む競技レベルの高い男子競泳選手8名であった。表1に、被験者の専門種目、身体的特徴および最大酸素摂取量を示した。

本研究の実施に当たっては、被験者に対して研究の目的、方法、危険性、等について十分な説明を口頭で行い、同意を得た。なお、測定上の危険回避のための環境作りを終始徹底した。

表1 被験者の身体的特徴

Table 1 Subject characteristics

Subject	Style	Age(yrs)	Height(cm)	Weight(kg)	Fat%(%)	VO2max (ml/min/kg)
M.M	Breast	23	171.0	64.0	10.6	59.60
G.I	Breast	21	171.7	64.8	11.1	52.09
K.K	Fr Short	22	171.8	66.0	9.6	43.79
H.T	Fr Short	21	176.8	71.1	10.8	54.29
R.K	Fr Short	20	176.5	69.9	17.6	46.81
Y.T	Fr Short	20	172.9	69.2	11.0	52.86
M.S	Fly	22	174.3	80.1	14.4	47.95
T.S	Back	20	180.1	72.0	14.9	53.59
mean		21.13	174.39	69.64	12.50	51.37
± SD		1.13	3.17	5.15	2.79	4.98

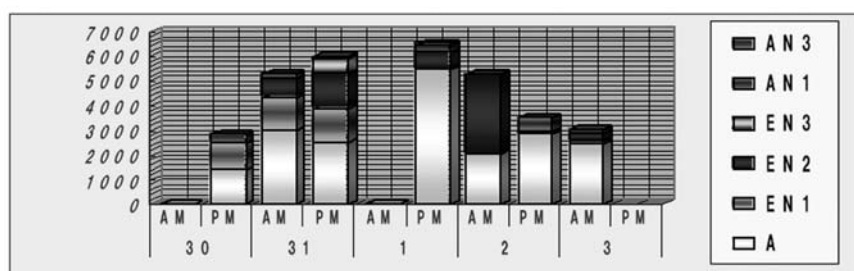


図1 合宿中のトレーニング量 (各カテゴリー別の泳距離)

*5日間で、計7回の水中練習で、総泳距離33,260 mであり、強度は持久力向上重視の一般的なプログラムで行った。

Fig. 1 The amount of training in moderate altitude training

Training was a total of seven practice for five days, it is 33260m of the total distance, and intensity was performed by the general program focused on tenacity improvement.

2. 高地トレーニング適性検査

高地トレーニング適正として、低圧・低酸素状態に如何に適応できるかを、東海大学スポーツ医学研究所内にある低圧（高地トレーニング）室にて実施した。全ての被験者に対して高地トレーニング開始2週間前までに、海拔0 mから標高3500 m相当の気圧になるまで2時間かけて徐々に気圧を低下させ、その時の心拍数（HR:b/min）および動脈血酸素飽和度（SpO₂:%）の測定、不整脈の出現の有無、意識の明暗、顔色等を調査し、何か1項目でも異常が確認された場合には、高地トレーニング環境において危険性が生じると判断する。

検査の結果、全ての被験者において異常反応は確認されなかった。

3. トレーニング内容

本研究は、長野県菅平高原（標高1280 m）にあるプールを利用して行った。準高地滞在期間は5日間であった。滞在期間中は、陸上トレーニングおよび水中トレーニングを実施した。

(1) 陸上トレーニング

水中練習前に、毎回約30分間のストレッチを行い、さらにボディコアトレーニングを中心に、バランスボール、チューブトレーニング（インナーマッスル）、スタビライゼーション等のトレーニングプログラムを約1時間程度行った。

(2) 水中トレーニング

5日間で、計7回の水中練習で、1回あたりの平均時間は約2時間、平均距離は4700 mで、総

泳距離は33,260 mであった。強度は、持久力向上重視の一般的なプログラムで行った。なお、強度別のトレーニング量を図1に示した。

4. 測定方法

(1) 安静時動脈血酸素飽和度 (SpO₂) および心拍数 (HR)

SpO₂およびHRの測定は、フクダ電子社製マイクロ2パルスオキシメータを用いた。準高地トレーニングを行う約2週間前から平地におけるデータを測定し、準高地では毎日、そして平地に戻ってから3日後まで、起床時および就寝時に測定を行った。

(2) 血液検査

準高地トレーニング実施の3日前に、平地環境(ベースラインデータ)にて1回目の採血を行った。準高地環境では、初日(到着6時間後)および滞在4日目に、また平地環境では、トレーニング終了3日後に計4回の採血を行った。対象者は、採血実施の前日の夜10時以降の飲食を避け、8時間以上の絶食をし、翌朝6時に採血を行った。ただし、準高地環境での初期反応(エリスロポエチン応答)をみるため、準高地到着初日のみ午後9時に採血を行った。抗凝固剤を含むベノジェクト管に採取された血液は、血液一般検査として臨床検査機関(三菱化学BML)に委託し、電気抵抗法により白血球数(WBC:/mL)、赤血球数(RBC:*10⁴/μL)およびヘマトクリット値(HCT:%)、SLSヘモグロビン法によりヘモグロビン濃度(HGB:g/dL)、フローサイトメリー法により血小板(PLT:*10⁴/μL)、計算法により平均赤血球容積(MCV:fl)、平均赤血球ヘモグロビン濃度(MCHC:%)および平均赤血球ヘモグロビン量(MCH:pg)を測定した。また血液の一部は、4℃にて3000 rpmの遠心分離を10分間施し、血清分離後、RIA法によるエリスロポエチン濃度(EPO:mU/mL)の分析を依頼した。

5. 統計処理

測定値は、平均値±標準偏差で示した。得られた結果は、反復一元配置分散分析を施し、主成分に有意差が認められた場合、それぞれの測定時において対応のあるt検定を実施した。なお危険率5%未満をもって有意と判定した。

Ⅲ. 結 果

1. 準高地トレーニングにともなう動脈血中酸素飽和度及び心拍数の変化について

(1) 動脈血中酸素飽和度 (SpO₂)

図2にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、

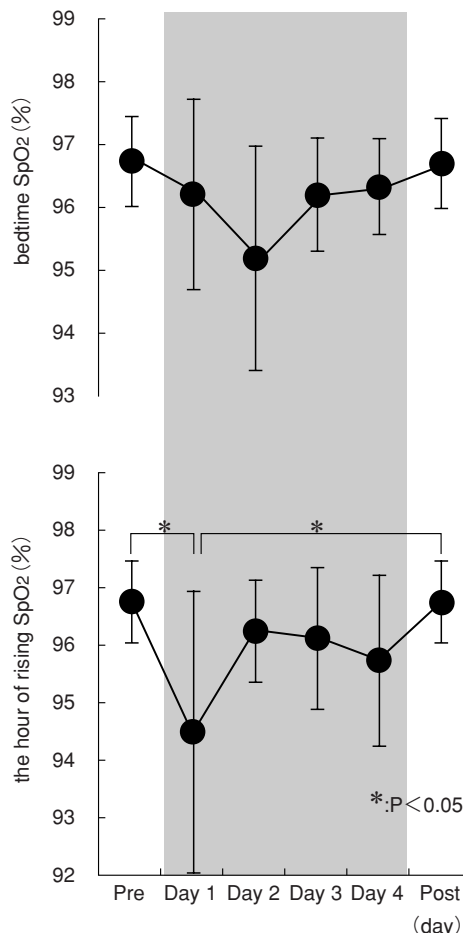


図2 平地、準高地滞在1日目から4日目および平地帰還後のSpO₂の変化

Fig. 1 Change of SpO₂ before, the 1st day to 4th day of stay, and after in moderate altitude trainings

滞在2日目、3日目、4日目およびトレーニング後（平地）における起床時・就寝時の動脈血酸素飽和度の変化を示した。起床時では、 96.8 ± 0.7 、 94.5 ± 2.5 、 96.3 ± 0.9 、 96.1 ± 1.3 、 95.8 ± 1.5 及び $96.8 \pm 0.7\%$ であった。就寝時は、 96.8 ± 0.7 、 96.3 ± 1.5 、 95.3 ± 1.8 、 96.3 ± 0.9 、 96.4 ± 0.7 及び $96.8 \pm 0.7\%$ であった。反復一元配置分散分析の結果、起床時 SpO_2 で有意差が確認され、準高地滞在初日の値は、トレーニング前の値と比較して $2.3 \pm 2.3\%$ 低値を示しており、有意に低い値であった ($p < 0.05$)。またトレーニング後では、ほぼトレーニング前と同様の水準に戻り、滞在初日と比較し有意に高値を示した。次に、睡眠時 SpO_2 では、準高地トレーニング前に比べ、滞在2日目で $1.5 \pm 2.3\%$ ほど低値を示したが、有意な差は認められなかった。

(2) 心拍数 (HR)

図3にトレーニング前（平地）、準高地滞在初日、滞在2日目、3日目、4日目およびトレーニング後（平地）における起床時・就寝時のHRの変化を示した。いずれも反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。起床時HRは 59.6 ± 4.7 、 66.6 ± 9.7 、 71.3 ± 11.7 、 61.9 ± 9.7 、 70.4 ± 8.3 及び 59.6 ± 4.7 であった。トレーニング前と比較し滞在2日目で $14.2 \pm 0.2\%$ 高い値を示した。トレーニング前に対し、滞在2日目と4日目で有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。また、滞在2日目はトレーニング後の値に対し、滞在4日目は滞在3日目及びトレーニング後の値に対して有意に高い値を示していた ($p < 0.05$)。

就寝時は、 58.5 ± 3.3 、 67.8 ± 9.9 、 64.9 ± 11.4 、 58.5 ± 9.3 、 56.0 ± 9.1 および 58.5 ± 3.3 であった。トレーニング前の値に対して、滞在初日は有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。また、滞在初日は、滞在3日目、滞在4日目及びトレーニング後に対し有意に高い値であった ($p < 0.01$ 、 $p < 0.01$ 及び $p < 0.05$)。さらに、滞在2日目は滞在3日目に対して、滞在3日目は滞在4日目に対して、それぞれ有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。滞在2日目

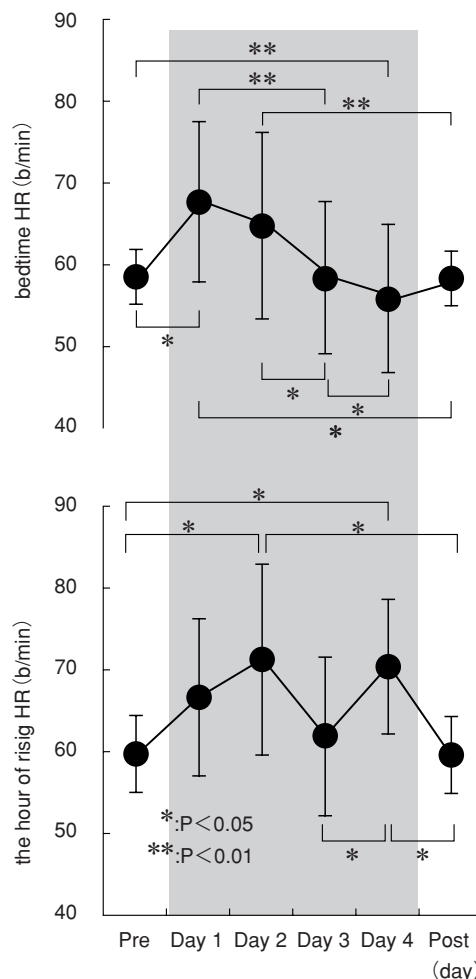


図3 平地、準高地滞在1日目から4日目および平地帰還後のHRの変化

Fig. 3 Change of HR before, the 1st day to 4th day of stay, and after in moderate altitude training

は滞在4日目に対して、有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。

2. 準高地トレーニングにともなう血液性状の変化を示す。

(1) 赤血球数 (RBC)

図4にトレーニング前（平地）、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後（平地）におけるRBCの変化を示した。トレーニング前、滞在初日、滞在4日目および準高地トレーニング後のRBCは、 499.6 ± 21.8 、 468.9 ± 25.3 、 507.4 ± 31.7 、 $500.4 \pm 22.4 \times 10^4 \cdot \mu l^{-1}$ であり、反復一元配置分

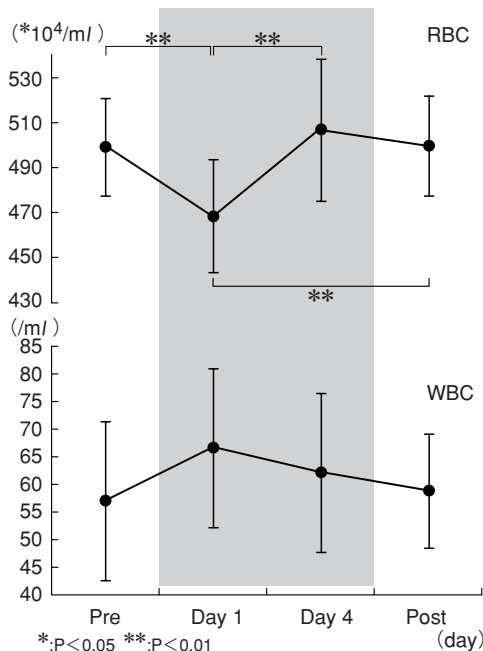


図4 平地、準高地滞在1日目、4日目および平地帰還時のRBCとWBCの変化
Fig. 4 Change of RBC and WBC before, the 1st day and 4th day of stay, and after in moderate altitude training

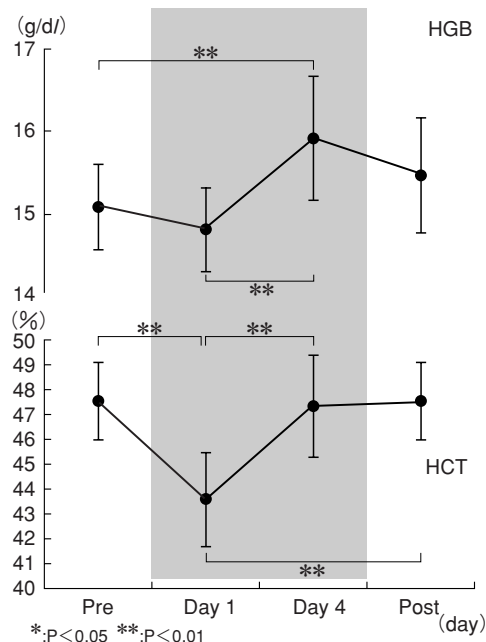


図5 平地、準高地滞在1日目、4日目および平地帰還時のHGBとHCTの変化
Fig. 5 Change of HGB and HCT before, the 1st day and 4th day of stay, and after in moderate altitude training

散分析で有意差が確認された。滞在初日はトレーニング前と比較し、 $6.2 \pm 2.7\%$ 減少し、有意な低値を示した ($p < 0.01$)。滞在4日目およびトレーニング後では、トレーニング前の値との間に有意差は認められず、ほぼ同等の値を示していた。滞在初日と比較すると滞在4日目およびトレーニング後とも有意に高い値であった ($p < 0.05$)。

(2) 白血球数 (WBC)

図4にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後(平地)におけるWBCの変化を示した。各測定値は、 57.0 ± 14.4 、 66.5 ± 14.4 、 62.1 ± 14.5 及び $58.9 \pm 10.3 \text{ dl}/\mu\text{l}$ であった。WBCは滞在初日において、トレーニング前と比較すると $16.7 \pm 31.7\%$ の増加が認められたが統計的有意差は確認されなかった。

(3) ヘマトクリット値 (HCT)

図5にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後(平地)にお

けるHCTの変化を示した。各測定日のHCTは、 47.5 ± 1.5 、 43.6 ± 1.9 、 47.3 ± 2.1 および $47.5 \pm 1.6\%$ であり反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。トレーニング前と比較すると、滞在初日で $8.3 \pm 2.3\%$ 低下し ($p < 0.01$)、滞在4日目ではほぼ同程度までに回復した。また、滞在初日の値は、滞在4日目およびトレーニング後に対しても有意に低値であった ($p < 0.01$)。

(4) ヘモグロビン濃度 (HGB)

図5にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後(平地)におけるHGBの変化を示した。各測定日におけるHGB濃度は、 15.1 ± 0.5 、 14.8 ± 0.5 、 15.9 ± 0.7 及び $15.5 \pm 0.7 \text{ g} \cdot \text{dl}^{-1}$ であり、反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。トレーニング前と比較し、滞在初日では有意な変化は認められなかったが、滞在4日目において $5.4 \pm 2.6\%$ の増加が認められ、トレーニング前および滞在初日に対して有意に高値であった ($p < 0.05$)。

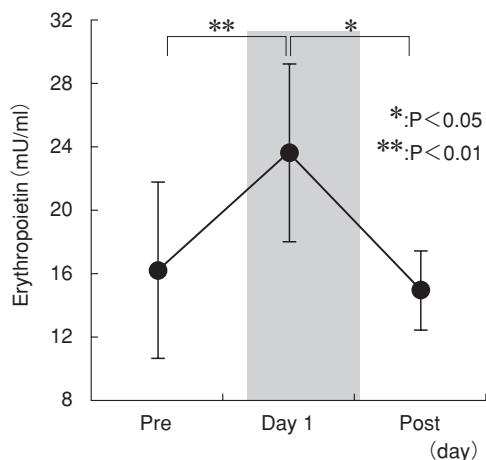


図6 平地、準高地滞在1日目および平地帰還後のEPOの変化
Fig. 6 Change of EPO before, the 1st day of stay, and after in moderate altitude training

(5) エリスロポエチン濃度 (EPO)

図6にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日およびトレーニング後(平地)におけるEPO濃度の変化を示した。トレーニング前、滞在初日およびトレーニング後のエリスロポエチン濃度は、それぞれ 17.0 ± 5.4 、 23.7 ± 5.6 及び $15.4 \pm 2.3 \text{mU} \cdot \text{ml}^{-1}$ であり、反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。準高地滞在初日のEPO濃度はトレーニング前と比較し $42.8 \pm 20.7\%$ の増加が示され、有意に高値であった ($p < 0.01$)。また、トレーニング後の値と比較しても有意に高い値を示していた ($p < 0.05$)。

(6) 平均赤血球容積 (MCV)

図7にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後(平地)におけるMCVの変化を示した。それぞれ、 95.4 ± 3.0 、 93.1 ± 2.9 、 93.3 ± 3.3 及び $94.9 \pm 2.3 \text{fl}$ であり、反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。トレーニング前と比較し、滞在初日と4日目でそれぞれ $2.4 \pm 1.2\%$ 、 $2.2 \pm 1.2\%$ 減少し有意な低値を示した ($p < 0.01$)。また、トレーニング後では、ほぼトレーニング前の値にまで戻り、滞在初日と4日目と比較して有意に高い値であった ($p <$

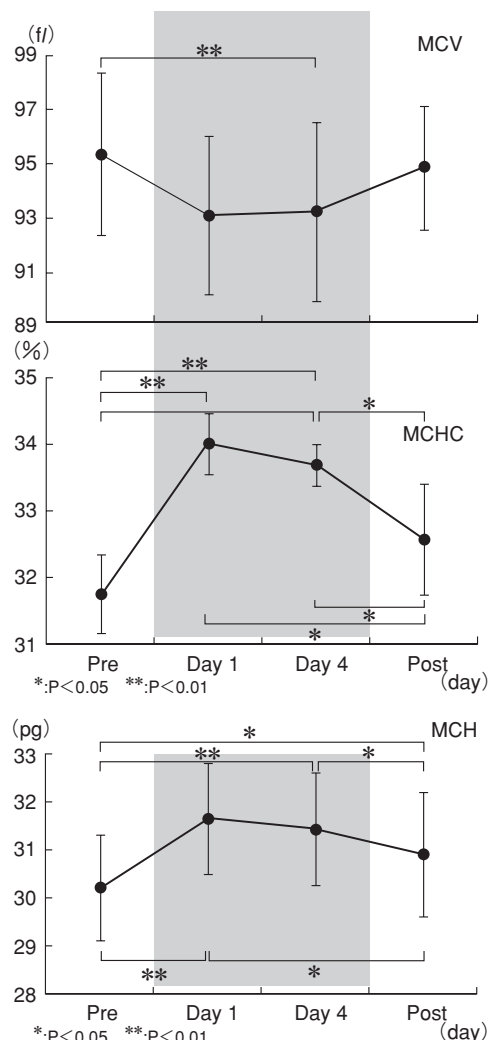


図7 平地、準高地滞在1日目、4日目および平地帰還後のMCVとMCHCおよびMCHの変化
Fig. 7 Change of MCV, MCHC and MCH before, the 1st day and 4th day of stay, and after in moderate altitude training

0.05)。

(7) 平均赤血球ヘモグロビン濃度 (MCHC)

図7にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後(平地)におけるMCHCの変化を示した。各測定値は、 31.8 ± 0.6 、 34.0 ± 0.5 、 33.7 ± 0.3 および $32.6 \pm 0.8\%$ であり、反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。MCHCは、滞在初日に最も高い値を示し、その後徐々に減少する傾向が認められた。トレー

ニング前と比較し、滞在初日、4日目、準高地トレーニング後がそれぞれ 7.1 ± 2.1 、 6.1 ± 1.9 および $2.6 \pm 2.5\%$ の変化が認められ、有意な高値であった ($p < 0.01$ 、 $p < 0.01$ 及び $p < 0.05$)。また、滞在初日は、4日目とトレーニング後の値に対して有意に高値であった ($p < 0.01$)。

(8) 平均赤血球ヘモグロビン量 (MCH)

図7にトレーニング前(平地)、準高地滞在初日、滞在4日目およびトレーニング後(平地)におけるMCHの変化を示した。各測定値は 30.2 ± 1.1 、 31.6 ± 1.2 、 31.4 ± 1.9 、 30.9 ± 1.3 pgであり、反復一元配置分散分析の結果、有意差が確認された。MCHは、滞在初日に最も高い値を示し、その後徐々に減少する傾向が認められた。トレーニング前と比較し、滞在初日、滞在4日目、トレーニング後がそれぞれ 7.1 ± 2.1 、 6.1 ± 1.9 、 $2.6 \pm 2.5\%$ の変化が認められ、有意に高値であった ($p < 0.01$ 、 $p < 0.01$ 及び $p < 0.05$)。また、滞在初日はトレーニング後に対して、滞在4日目はトレーニング後に対して、それぞれ有意な高値を示した ($p < 0.05$)。

IV. 考 察

本研究では競技経験が長く、非常に競技力の高い男子大学生水泳選手を対象として、5日間という比較的短期間の準高地(標高1280 m)トレーニングを実施し、 SpO_2 、HRおよび血液性状等の生理的応答について検討した。

準高地トレーニングに入る前段階で、選手たちには3ヶ月間の持久的トレーニングを積ませた。高地トレーニングは、高地という低圧・低酸素環境による受動的影響と、トレーニングそのものによる積極的トレーニング効果の複合によって生理的応答が起きるため、今回はできる限り準高地の影響を捉え、トレーニング効果が出にくいよう設定した。

まず、安静状態でのHRは準高地到着直後から、

有意に高い値を示した。準高地滞在2日目の起床時には平地に比べて $14.2 \pm 0.2\%$ も高い値を示した。標高1280 mとはいえ、気圧は約650 mmHgに低下し、酸素分圧は138 mmHg、大気中の酸素濃度は約18.9%にまで低下をしているため、低圧・低酸素環境による生理的応答が明らかに確認できる。

この反応はこれまで多くの高地トレーニングに関する研究⁴⁾⁻¹⁴⁾の報告と同様に高地では酸素摂取量を維持するために、換気量の増大、心拍数の増加、心拍出量の増大などの反応を起こすという結果を示した。

SpO_2 に関しては、準高地初日は2~3%低値を示した。しかし、2日目以降は高所適応を示し徐々に回復傾向がみられ、3日目にはほぼ平地と同様の値を示した。

HRおよび SpO_2 に関しては、どちらも準高地トレーニング開始後、早い段階からの回復が確認できた。これまで研究の中で、準高地における短期間のトレーニング中におけるHRと SpO_2 の経時的变化を追った報告はみられないが、今回の結果から、準高地でも早期から低圧・低酸素環境による呼吸循環器系への刺激による反応が起きることがわかった。しかし、その反面、高すぎない標高によって、生体の適応も早期に生じることが示唆された。

Robinsonら¹⁵⁾は2000 mの標高でインターバルトレーニングを行うと、平地に比べてトレーニング強度は約15%低下せざるを得ない、さらに、高地での疲労を回復するために平地の4倍の期間が必要であるとしている。

以上の内容を考えると、今回のような準高地におけるトレーニングを行うことで、標高2000 m以上で行う高地トレーニングに対して、その欠点となるトレーニング強度の確保、また、トレーニングによる過度の疲労状態を回避できる可能性が伺える。

RBC、HGBおよびHCTは準高所到着初日では、約5~8%の減少傾向を示し、2日目以降から4日目にかけて回復傾向を示した。

EPOは到着後6時間で約 $42.8 \pm 20.7\%$ もの上昇

反応を示し、2000 m 前後で行われる高所トレーニングと同様の応答がみられた。

これらの反応から、増血作用を促す反応が準高地でも起こりうる可能性が示唆された。

藤原らは¹⁶⁾、本研究と同様に準高地における水泳選手のトレーニングを実施しているが、個人差は大きいとしながらも、同じく EPO が増加し増血反応が認められたとしている。

MCV に関しては、準高地滞在期間中約 2% の低下を示し、MCHC および MCH に関しては準高地滞在期間中有意に高い値を示した。これらの反応は RBC の縮小化および RBC 内の Hb 濃度が上昇したことを示し、高色素性適応 (Hyperchronic) により酸素運搬効率を高める働きが生じることが示唆された。

浅野ら⁴⁾は、このような傾向は毛細血管内の血流を促進させ、同時に赤血球の組織への酸素運搬能の効率化をもたらすものとしている。

近年の高地トレーニングに関する研究報告^{1, 2, 13, 16-19)}の中で、標高1000 m 前後の準高地トレーニングは標高2000 m 付近で行われるトレーニングと比べて、呼吸循環器、血液性状などにみられる生理的初期応答は、ほぼ同様の反応を示すと報告されている。さらに、トレーニングが数日経過すると高所適応が進み、短期間でより高い強度でのトレーニングが実現できるとしている。

また、高地トレーニングは、しばしば高山病などによる体調低下、あるいはオーバートレーニング等のリスクを背負っているが、準高地ではそれらの可能性が軽減されるとしている。

V. 総 括

今回、全国大会優勝者を含む全日本学生選手権出場という、非常に競技力の高い大学生男子競泳選手 8 名に対して、標高1280 m の準高地において 5 日間のトレーニングを行った。

その結果、以下のことが明らかになった。

1) 登山直後に、標高1280 m という準高地にも

関わらず、標高2000 m 付近の高地と同様 SpO₂ の低下、安静時心拍数の上昇、血清エリスロポエチンの上昇、MCV の低下および MCH, MCHC の増加等による高色素性適応による酸素運搬能の上昇などの生理的応答が確認された。

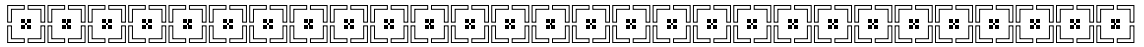
2) 登山後、早期 (2~3日後) から高地への生理的適応が見られ、早い段階で高強度のトレーニングが実現可能であった。また、体調および心理的な状態を大きく崩すことなく、トレーニングを行えた。このことは、2000 m を超える標高における高地トレーニングの問題点である、過度の低圧・低酸素負荷によるトレーニング強度の低下、高山病などにみられる頭痛、脱水症状および消化不良等を起こさないことを示している。準高地トレーニングでは、呼吸循環器系への適応を促進するためのトレーニングとしての可能性が示された。

3) 5日間という比較的短い期間での準高地トレーニングであったが、高地トレーニングに求められる生理応答が明らかに確認できた。したがって、短期間であっても定期的に繰り返し行うこと、平地での高強度トレーニングとの組み合わせること、あるいは平地における人工的高地トレーニング環境を利用したトレーニングと併用することで、日本国内における、新たな高地トレーニングの可能性が明らかになった。

参考文献

- 1) 小林寛道：高地トレーニングと低酸素トレーニングの発展，*体育の科学*，51(4)，260-265，2001
- 2) 青木純一郎，小倉裕司：低酸素トレーニングの歴史，*臨床スポーツ医学*，21(1)，1-11，2004
- 3) 武藤芳照，宮下充正，渡部厚一：水連での取り組み，*臨床スポーツ医学*，8(6)，610-615，1991
- 4) 浅野勝己：高地トレーニングの基礎—その生理学的効果について—，*臨床スポーツ医学*，8(6)，585-597，1991
- 5) Benjamin D. Levine and James Stray-Gunders-

- en : "Living high-training low" : effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *J. Appl. Physiol.* 83 : 102-112, 1997.
- 6) J.A.L.Calbet, G.Radegran, R.Boushel, H.Sondergaard, B.Saltin and P.D.Wagner : Effect of blood haemoglobin concentration on Vo_2 , max and cardiovascular function in lowlanders acclimatised to 5260m. *J. Physiol.* (2002), 545.2, pp.715-728. 2002.
- 7) 山地啓司 : 高地・低酸素環境トレーニングに関するレビュー ; 一高地トレーニングの是非論について一, *体育の科学*, 51(4), 266-271, 2001
- 8) Mitsumasa Miyashita, Yoshiteru Mutoh and Yoshiharu Yamamoto : Altitude Training For Improving Swimming Performance At Sea Level. *Jpn. J. Phys. Fitness Sports Med.* 37 : 111-116, 1988.
- 9) 酒井秋男, 小林俊夫 : 高地順応のメカニズム, *J.J.SPORTS SCI*, 6-2 ; 94-105, 1987
- 10) Terrados, N., Mizuno, M. and Anderson, H. Reduction in maximal oxygen uptake at low altitudes ; role of training status and lung function. *Clin. Physiol.* 5 : S75-79. 1985
- 11) 川原貴 : 医学的視点からみた低酸素トレーニング, *臨床スポーツ医学*, 21(1), 49-54, 2004
- 12) Tatjana V.Serebrovskaya and Alexandra A.Ivashkevich : Effects of a 1-yr stay at altitude on ventilation, metabolism, and work capacity. *J. Appl. Physiol.* 73(5) : 1749-1755, 1992.
- 13) 襦屋光男 : 高地・低酸素トレーニングの効果, *臨床スポーツ医学*, 21(1), 39-47, 2004
- 14) Futoshi Ogita : Oxygen uptake during swimming in a hypobaric a hypobaric hypoxic environment. *Eur. J. Appl. Physiol.* 65 : 192-19, 1992
- 15) Robinson PM, et al : Training intensity of elite male distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 23 : 1078-1082, 1991
- 16) 藤原寛康, 加藤健志, 高橋雄介, 森谷暢, 今村貴幸 : 低酸素刺激に対する動脈血酸素飽和度の反応における個人差と準高所トレーニング効果との関連性, *中央大学保健体育研究所紀要*, 22 : 2004.
- 17) 後藤真二, 野村孝路 : 準高地トレーニングが水泳中の生理的応答に及ぼす影響, *水泳水中運動科学*, 4 : 25-29, 2001.
- 18) 今村貴幸, 森谷暢, 加藤健志 : 短期間準高所トレーニングが呼吸循環応答に及ぼす影響, *中央大学保健体育研究所紀要*, 24 : 2006.
- 19) 森谷暢, 加藤健志, 高橋雄介, 藤原寛康, 今村貴幸 : 競泳選手における準高所トレーニングの可能性, *中央大学保健体育研究所紀要*, 23 : 2005.



女子柔道選手における 柔道着懸垂について

有賀誠司 (スポーツ医科学研究所) 白瀬英春 (体育学部武道学科)
山田佳奈 (立命館大学) 生方 謙 (九州東海大学)

A Study of the Training Method for Improving Women Judoists' Athletic Ability in KUMITE and Judogi Chin-ups

Seiji ARUGA, Hideharu SHIRASE, Kana YAMADA and Ken UBUKATA



Abstract

The purpose of this study is to obtain some basic data on the judogi chin-up training method for improving women judoists' KUMITE strength and the testing method for determining its effectiveness. The subjects in this study are women collegiate judoists, concerning whom the number of chin-ups from a suspended judogi was measured. Also examined was the relationship between those results and the practitioners' body shape, weight class and other physical strength measurement results along with the technical characteristics of their judo skills. The findings are as follows :

- 1) The average measurement value of their judogi chin-ups was 5.0 ± 3.0 times which was 31 % of men's reported in the past.
- 2) There was a significant negative correlation between the measurements of their judogi chin-ups and their weight, but there was no significant correlation between the measurements of their judogi chin-ups and their body fat percentage.
- 3) Regarding the average measurement value of judogi chin-ups by rankings, the average for light weight class was significantly higher than that for middle weight class, and the average for middle weight class was significantly higher than that for heavy weight class.
- 4) There was a significant positive correlation between the measurements of their judogi chin-ups and their number of chin-ups from a regular bar. But there was a significant negative correlation between the measurement's of their judogi chin-ups and their strength of grip.
- 5) There was a significant negative correlation between the measurement of their judogi chin-ups and their 1RM of power clean, but there was a significant positive correlation between the measurement of their judogi chin-ups and their 1RM weight ratio for bench press.
- 6) The measurements of the group of right-hand KUMITE chin-ups tended to show greater values than those of left-hand KUMITE chin-ups. It implied that there was a positive correlation between features of KUMITE and judogi chin-ups.
- 7) There was no significant correlation between the measurements of their judogi chin-ups and their rankings and records in judo.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 33-42, 2008)

I. 緒 言

柔道の立ち技において、有利な体勢で技を掛けるためには、相手の柔道着の適切な部位を手で掴む「組み手」が重要である。実際の競技において、技を掛けやすい有利な組み手になった場合、相手は技を阻止するために、掴まれた手を離そうとして抵抗する。これに対して技を掛けるためには、柔道着を掴んだ手が、相手の抵抗に屈することなく離れないようにするために、しっかりと掴む必要がある。

柔道選手が掴んだ柔道着を離さない能力については、一般に「把持力」または「受動的握力」と呼ばれている。古谷ら^{1,2)}は、柔道選手の握る動作の把持力（伸張性収縮局面の筋力）を測定し、他のスポーツ競技の選手と比べて有意に高い値を示したことを報告し、柔道選手特有の体力特性として広く知られてきた。このような、柔道選手特有の把持力を高めるための専門的トレーニング法としては、従来、天井からつり下げられたロープを手で握って登る「ロープ・クライミング」、バーベルやダンベルを握って手首の屈曲動作を行う「リスト・カール」、負荷の付いたロープをバーに巻きつける動作を行う「リストローラー・エクササイズ」などが主流であった。これに対し、有賀³⁾は、鉄棒に掛けた柔道着の襟を両手で保持した状態で懸垂腕屈伸運動を行う「柔道着懸垂」を考案し、国内の一流柔道選手に実践させ、現在では柔道選手の間で広く普及するようになっている。

一方、柔道競技の特性を考慮した専門的トレーニングに関する研究としては、引き動作の改善を目的としたもの⁴⁾、下肢の運動能力改善を目的と

したもの⁵⁻⁸⁾などがみられるが、柔道選手の組み手改善のための専門的トレーニングに関する研究は少ない。

これらの背景から、有賀ら⁹⁾は、「柔道着懸垂」に関する基礎資料を得ることを目的として、大学男子柔道選手を対象に、「柔道着懸垂」の反復回数を測定し、柔道着懸垂の反復回数と体重や体脂肪率、引く動作の筋力、組み手の特性との関連が認められたことを報告しているが、現在のところ女子選手を対象とした報告はなされていない。

そこで本研究では、女子柔道選手の組み手改善のための専門的トレーニング法や、その効果を得るためのテスト法に関する基礎資料を得ることを目的に、女子柔道選手を対象として「柔道着懸垂」の反復回数を測定し、形態や階級、他の体力測定項目の測定値、柔道の競技レベルや技術特性などの関連について検討を行った。

II. 方 法

1. 被験者

本研究の被験者は、T大学柔道部に所属する女子選手26名であった。対象となった選手の所属階級の内訳は、48 kg級1名、52 kg級3名、57 kg級7名、63 kg級5名、70 kg級7名、78 kg級2名、78 kg 超級1名であり、各階級の身体的特徴は表1の通りである。対象には測定の内容および危険性について説明し、測定参加の同意を得た。

2. 柔道着懸垂の測定

215 cmの高さに床と平行に設置された鉄製の角柱に、柔道着の背部を縦方向に掛け、柔道着の

表1 被験者の身体的特徴
Table 1 Physical characteristics of the subjects

階級	人数 (名)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)
軽量級 (48kg・52kg 級)	4	156.1±4.0	52.9±1.0	20.6±3.9
中量級 (57kg・63kg・70kg 級)	19	163.6±3.2	64.3±4.8	20.8±2.1
重量級 (78kg・78kg 超級)	3	165.5±2.8	88.3±16.7	23.2±0.3
全体	26	162.7±4.3	65.3±11.3	21.0±2.2



写真1 柔道着懸垂の動作
Photo 1 Motion of Judoji Chin-up

左側の襟を左手、右側の襟を右手で握り、肘を完全に伸ばしてぶら下がった姿勢をとる（写真1左）。この姿勢から、肘の屈曲と肩の伸展を同時に行い、肩（肩峰点）が肘（肘頭点）よりも高い位置にくるところまで身体を引き上げる動作（写真1右）を反復させ、その最大反復回数を記録した。身体を下ろした時に肘が完全に伸展しなかった場合、身体を上げた時に肩（肩峰点）が肘（肘頭点）よりも高い位置に到達しなかった場合、下肢や体幹の動きによってはずみをつけた場合には、その反復を無効とした。

3. その他の測定項目

1) 鉄棒による懸垂腕屈伸

高鉄棒に肩幅の手幅で肘を完全に伸ばしてぶら下がり、あごが鉄棒の上端線より高い位置にくるところまで身体を引き上げる動作を反復させ、その最大反復回数を記録した。身体を下ろした時に肘が完全に伸展しなかった場合、身体を上げた時にあごが鉄棒よりも高い位置に到達しなかった場合、下肢や体幹の動きによってはずみをつけた場合には、その反復を無効とした。

2) 握力

スメドレー式握力計を用いて、文部科学省新体力テストの実施要項に従って測定を実施した。左右交互に2回ずつ測定し、良い方の数値を測定値として採用した。

3) パワークリーンの1RM

プラットフォームの中央に置いたバーベルの前に両足を腰幅に開いて立ち、しゃがんだ姿勢でバーベルを肩幅の広さで握り、床をキックして上半身を起こしながらバーベルを勢いよく挙上し、手首を返して肩の高さでバーベルを保持し、膝と股関節を完全に伸展させ、直立して静止する動作を行わせた。これらの一連の動作が完全に遂行することが可能なバーベルの最大挙上重量（1RM）を測定値とした。

犯罪者

4) ダンベルスナッチの1RM

片手に1個のダンベルを保持してダンベルのシャフトが膝蓋骨下端より低い位置にくるようにしてしゃがんだ姿勢をとり、床をキックして上半身を起こしながら、ダンベルを頭上まで全力スピードで挙上し、直立して静止する動作を行わせ、一連の動作が完全に遂行することが可能なダンベルの最大挙上重量（1RM）を測定値とした。頭上にダンベルを挙上した時に、肘が曲がった状態で静止してから肘を伸ばしたり、頭上でダンベルを静止せずに下ろした場合には失敗とした。

5) ベンチプレスの1RM

ベンチに仰向けになり、バーベルを肩幅より広い手幅で握り、胸の上に肘を伸ばして静止した開始姿勢から、バーベルが胸に触れるところまで下ろし、次いでバーベルを開始姿勢まで押し上げる動作を行わせた。これらの一連の動作が完全に遂行することが可能なバーベルの最大挙上重量（1RM）を測定値とした。バーベルを挙上した時に肘を完全に伸ばさなかった場合、バーベルが胸に触れなかった場合には失敗とした。

4. 統計処理

測定値相互の関係は、ピアソンの相関係数を用いて求めた。また、階級間の平均値の差の検定には unpaired t-test を用いた。統計処理の有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

1. 柔道着懸垂の測定値

図1に柔道着懸垂の所属階級別の平均値を示した。各階級の柔道着懸垂の平均値は、軽量級(48 kg 級と52 kg 級)は 9.0 ± 3.7 回、中量級(57 kg 級、63 kg 級、70 kg 級)は 4.6 ± 2.3 回、重量級(78 kg 級と78 kg 超級)は 2.3 ± 1.5 回であった。軽量級の平均値は、中量級及び重量級の平均値と比べて有意に高い値であった ($p < 0.05$)。また、重量級の平均値は、軽量級及び中量級の平均値と比べて有意に低い値であった ($p < 0.05$)。

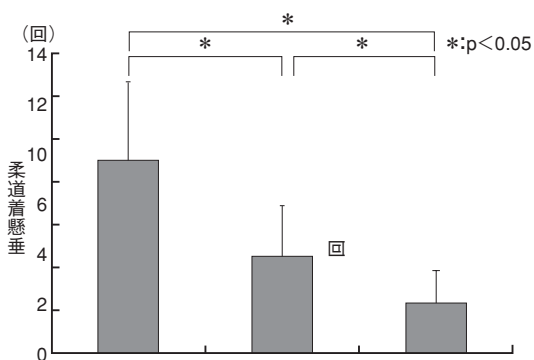


図1 柔道着懸垂の階級別平均値
Fig. 1 Repts of Judogi Chin-up in each weight category

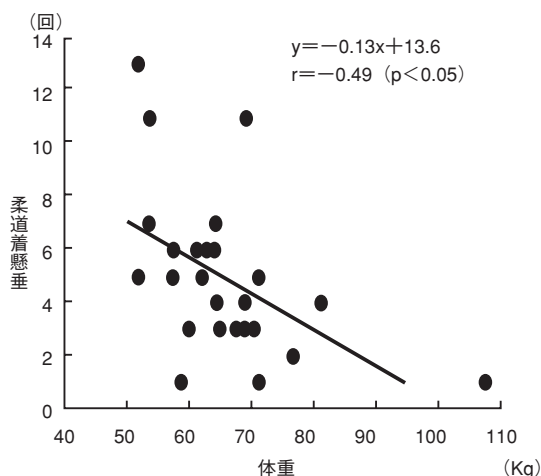


図2 柔道着懸垂の測定値と体重及び体脂肪率の関係

Fig. 2 Relationship between Judogi Chin-up and body weight, and between Judogi Chin-up and %body fat

2. 柔道着懸垂の測定値と体重及び体脂肪率との関係

図2に、柔道着懸垂の測定値と体重及び体脂肪率との関係を示した。柔道着懸垂の測定値と体重との相関係数は、 $r = -0.49$ であり有意な負の相関関係が認められた ($p < 0.05$)。一方、柔道着懸垂の測定値と体脂肪率の間には有意な相関が認められなかった。

3. 柔道着懸垂と鉄棒による懸垂腕屈伸の測定値の関係

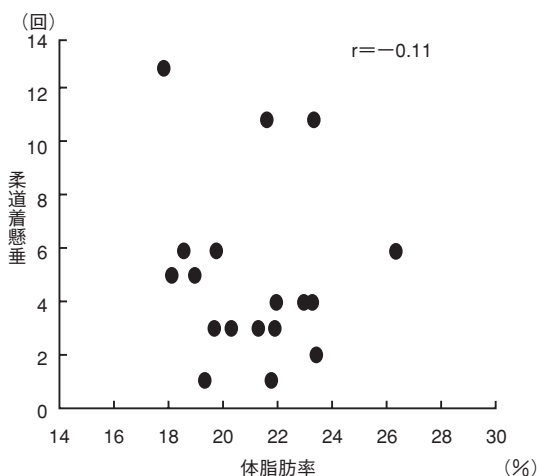
図3に、柔道着懸垂と鉄棒による懸垂腕屈伸の測定値との関係を示した。柔道着懸垂と鉄棒による懸垂腕屈伸の測定値との相関係数は $r = 0.77$ であり、有意な正の相関が認められた ($p < 0.01$)。

4. 柔道着懸垂と握力の測定値の関係

図4に、柔道着懸垂と左手の握力の測定値の関係を示した。柔道着懸垂と左手の握力の測定値との相関係数は $r = -0.42$ であり、有意な負の相関が認められた ($p < 0.05$)。一方、柔道着懸垂の測定値と右手の握力の間には有意な相関は認められなかった。

5. 柔道着懸垂とパワークリーン1RMの測定値の関係

図5に、柔道着懸垂とパワークリーンの1RM



女子柔道選手における柔道着懸垂について

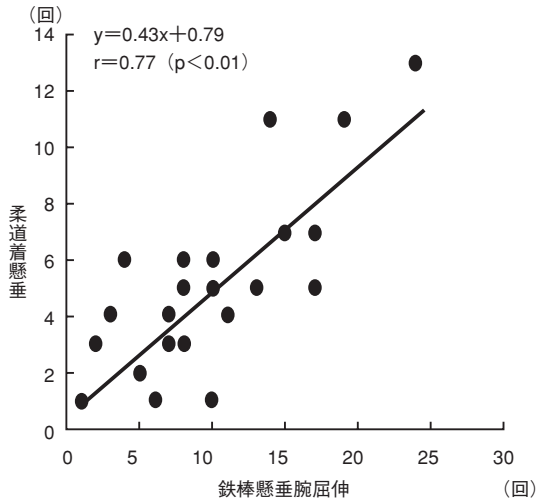


図3 柔道着懸垂の測定値と鉄棒による懸垂腕屈伸反復回数の関係

Fig. 3 Relationship between Judogi Chin-up and bar chining

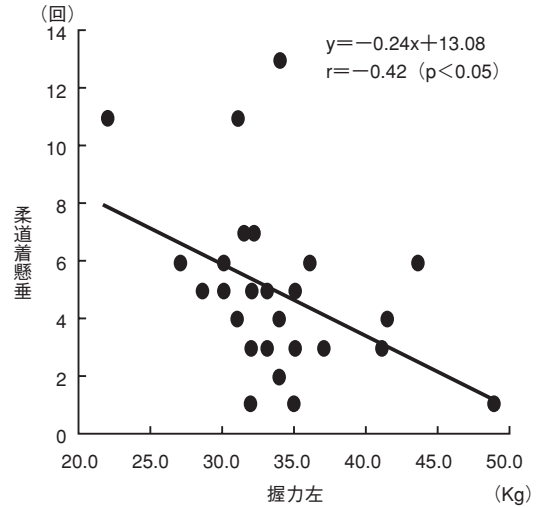


図4 柔道着懸垂の測定値と握力の関係

Fig. 4 Relationship between Judogi Chin-up and grip strength

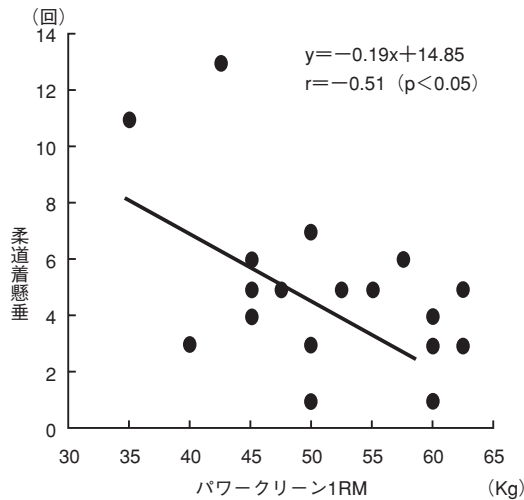
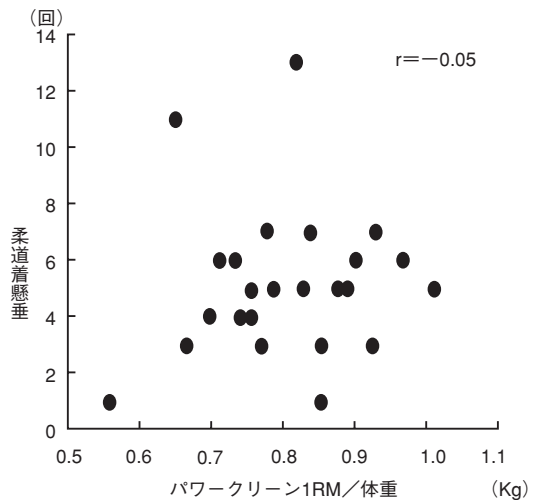


図5 柔道着懸垂の測定値とパワークリーン1RM及び1RM体重比の関係

Fig. 5 Relationship between Judogi Chin-up and power clean 1RM, 1RM/body weight



及び1RM 体重比との測定値の関係を示した。柔道着懸垂とパワークリーンの1RM との相関係数は $r=-0.51$ であり、有意な負の相関が認められた ($p<0.05$)。一方、柔道着懸垂とパワークリーンの1RM 体重比との間には有意な相関は認められなかった。

6. 柔道着懸垂とダンベルスナッチ1RMの測定値の関係

柔道着懸垂とダンベルスナッチの1RM及び

1RM 体重比の測定値との間には有意な相関は認められなかった。

7. 柔道着懸垂とベンチプレス1RMの測定値の関係

図6に、柔道着懸垂とベンチプレスの1RM及び1RM 体重比の測定値との関係を示した。柔道着懸垂とベンチプレスの1RM との間には有意な相関は認められなかった。一方、柔道着懸垂とベンチプレスの1RM 体重比との相関係数は $r=$

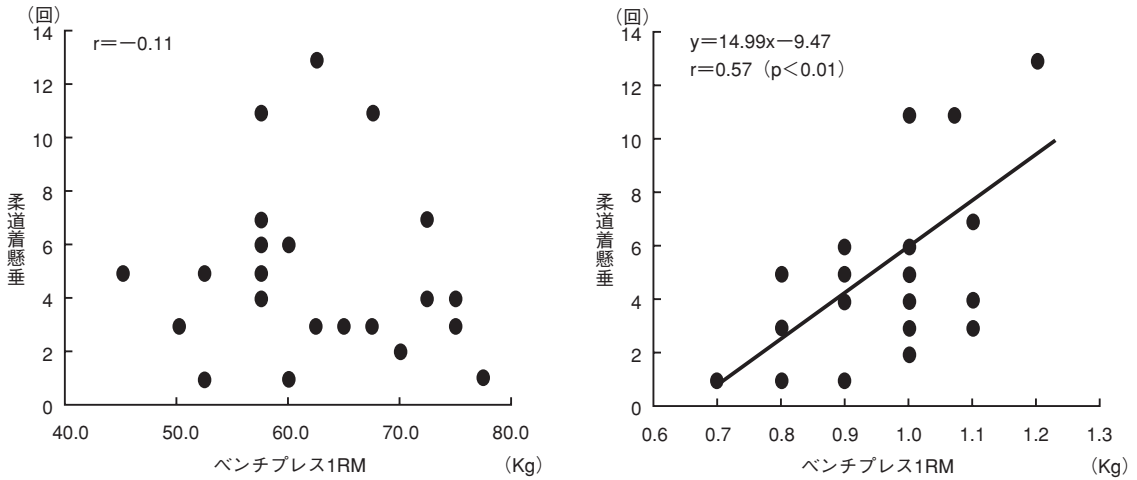


図6 柔道着懸垂の測定値とベンチプレス1RM及び1RM体重比との関係
 Fig. 6 Relationship between Judogi Chin-up and bench press 1RM, 1RM/body weight

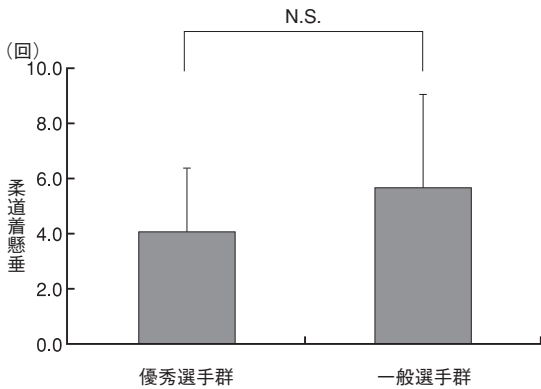


図7 柔道着懸垂の測定値と柔道の競技成績との関係
 Fig. 7 Relationship between Judogi Chin-up and level of competition

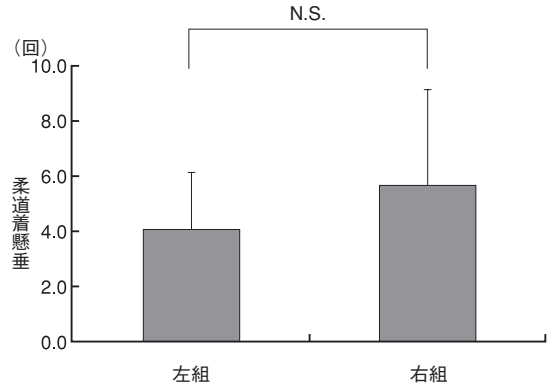


図8 柔道着懸垂の測定値と柔道の組み手との関係
 Fig. 8 Relationship between Judogi Chin-up and Judo-KUMITE

0.57であり、有意な正の相関が認められた ($p < 0.01$)。

8. 柔道着懸垂の測定値と柔道の競技成績との関係

図7は、大学柔道選手を対象とした主要な全国大会に出場経験のある被験者(優秀選手群: $n = 8$)と、それ以外の被験者(一般選手群: $n = 18$)における、柔道着懸垂測定値の平均値を比較したものである。両群の平均値及び標準偏差は、優秀選手群が 3.87 ± 2.3 、一般選手群が 5.5 ± 3.2 であり、両群の平均値間には有意な差は認められなかった。

9. 柔道着懸垂の測定値と組み手との関係

図8は、各被験者の最も得意とする技の組み手が「左組」の群 ($n = 11$)と「右組」の群 ($n = 15$)の柔道着懸垂測定値の平均値を比較したものである。両群の平均値及び標準偏差は、左組群が 4.1 ± 2.1 、右組群が 5.7 ± 3.5 であり、両群の平均値間には有意な差は認められなかったが、右組群の方が高い値を示す傾向がみられた。

IV. 考 察

本研究における女子選手を対象とした柔道着懸

垂の反復回数の平均値は、 5.0 ± 3.0 回であった。有賀ら⁹⁾の大学男子柔道選手51名を対象とした柔道着懸垂の反復回数の測定では、 16.0 ± 7.5 回であったことが報告されており、今回の女子柔道選手を対象とした測定値は、男子選手の31%の値にとどまった。上述した男子の報告をもとにして、階級ごとに男女の測定値を比較してみると、女子軽量級(48 kg級と52 kg級)の 9.0 ± 3.7 回に対して、男子軽量級(60 kg級と66 kg級)は 18.2 ± 4.7 回であり、女子は男子の48%の数値を示した。また、女子中量級(57 kg級、63 kg級、70 kg級)の 4.6 ± 2.3 回に対して、男子中量級(73 kg級、81 kg級、90 kg級)は 18.7 ± 7.3 回、女子重量級(78 kg級と78 kg超級)の 2.3 ± 1.5 回に対して、男子重量級(100 kg級、100 kg超級)は 8.9 ± 5.3 回であり、いずれも女子は男子の25%程度の数値であった。一方、女子及び男子の階級間の測定値の相違に着目すると、男子の場合、軽量級と中量級の測定値が同程度であり、重量級がこれらの50%程度であったのに対し、女子の場合には、中量級の数値は軽量級の51%、重量級の数値は中量級の50%であり、3つの階級間に有意な差がみられた。これらのことから、男子選手の場合、軽量級及び中量級の選手間には測定値に差がみられないが、重量級の選手では、上記の階級と比べて測定値が低下する傾向があるのに対し、女子選手の場合には、測定値が軽量級、中量級、重量級の順に低くなる傾向があることが明らかとなった。

本研究では、柔道着懸垂の測定値と、体重との間には有意な負の相関が認められたが、体脂肪率との間には有意な相関は認められなかった。上述した男子選手を対象とした報告では、柔道着懸垂の測定値と体重及び体脂肪率との間にいずれも有意な負の相関が認められ、本研究における女子選手の結果とは異なるものであった。柔道着懸垂の動作中には、体重が負荷として作用しているため、男女ともに体重が重い者ほど負荷は大きくなり、これが反復回数の減少につながったと考えられる。一方、柔道着懸垂の測定値と体脂肪率との関連については、男子の場合には、体脂肪率が測定値に

影響を与える因子となったが、女子の場合には、体脂肪率が高くても大きな測定値を示す選手がおり、柔道着懸垂の測定値と体脂肪率との間には一定の関係を見いだすことができないことがわかった。

女子選手を対象とした柔道着懸垂の測定値は 5.0 ± 3.0 回であり、最大は13回(1名)、最小は1回(3名)であった。筋力トレーニングの負荷と効果の関連^{10,11)}の観点から、柔道着懸垂の測定値が、1~5回であった者については最大筋力向上の効果が、6~12回であった者は筋肥大、13回以上反復できた者は筋持久力の向上がそれぞれ期待される。男子選手を対象とした報告⁹⁾では、最大で30回の反復を行った被験者がおり、筋力向上のためには、腰にウエイトを装着するなど、負荷を増加する必要性が指摘されたが、女子選手の場合には、最大でも13回であり、実際のトレーニングにおいて負荷を加える必要はほとんどないといえよう。一方、測定値が5回以下の対象が、筋肥大を目的として6回以上の反復を実施したい場合には、床に足を付けて行う方法や補助者のアシストを用いる方法などを採用する必要があると考えられる。

柔道着懸垂の測定値と鉄棒による懸垂腕屈伸の測定値との間には有意な正の相関が認められた。柔道着懸垂は、柔道競技にみられる代表的な動作である「釣り手」及び「引き手」に類似した引く動作を行うことや、柔道着を掴んで行うことの2点において、柔道競技の特異性を配慮した専門的筋力トレーニング¹²⁾として位置づけられるものである。本研究では、引く動作の一般的な筋力強化の手段として広く実施されている鉄棒による懸垂腕屈伸の反復回数と柔道着懸垂との間には、関連があることが示され、男子を対象とした報告⁹⁾と同様の結果となった。一方、柔道着懸垂と握力との間には有意な負の相関が認められたが、両者の間に有意な相関はみられなかったとする男子を対象とした報告とは異なる結果となった。鉄棒による懸垂腕屈伸の結果と併せて検討すると、女子を対象とした柔道着懸垂の測定値には、引く動作

の筋力との関連はみられるものの、能動的に握る筋力との関連はみられないことが明らかとなった。古谷¹⁾は、大学柔道選手を対象として、手で握ったバーを外力によって牽引し、バーが手から離れた時の牽引力の最大値（受動的握力）を測定したところ、一般的な握力計による握力（能動的握力）の300%程度の数値が得られ、テニス選手や一般人に比べて有意な差が認められたことを報告している。女子を対象とした柔道着懸垂の測定値と（能動的）握力との間に負の相関が認められた背景として、受動的握力がより大きく関与している可能性があることから、今後は、受動的握力の測定を行い、柔道着懸垂の測定値との関連について調べることが必要であろう。

上方へ引く動作の筋力強化手段として広く実践されているトレーニング種目として、両手でバーベルを上方へ引く動作を行うパワークリーンと、片手でダンベルを上方へ引く動作を行うダンベルスナッチの1RMを測定し、柔道着懸垂との関連について検討した結果、柔道着懸垂の測定値とパワークリーンの1RMとの間には有意な負の相関が認められ、1RM体重比との間には有意な相関は認められなかった。また、ダンベルスナッチについては、1RM、1RM体重比ともに有意な相関は認められなかった。男子を対象とした報告⁹⁾では、柔道着懸垂とパワークリーン及びダンベルスナッチの1RM体重比との間にいずれも有意な正の相関が認められており、男子とは異なる結果が得られた。一方、上半身の筋群のみを用いて押す動作を行うベンチプレスの1RM体重比と柔道着懸垂の測定値との間には有意な正の相関が認められた。これらのことから、女子選手の場合、男子選手と比べて、柔道着懸垂の測定値と上方へ引く動作で発揮される筋力との関連は低いが、上半身の筋群のみで発揮される筋力との関連は高いことが示唆された。

柔道の組み手と柔道着懸垂の測定値との関連について調べてみると、右組群と左組群の間には有意差は認められなかったが、右組群の測定値の方が高い傾向がみられ、男子の報告と同様の結果と

なった。今回の被験者のほとんどが右利きであり、右組の選手は、通常左手が「引き手」となり、練習において左手で引く動作の反復練習を行っている。右組の選手は、利き手として使用頻度が高く引く力が強い右手に加え、左手の引く力が柔道の練習の中で強化され、左右ともに引く力が強化される機会を得ているが、左組の選手は、利き手である右手が「引き手」となるため、左手の引く動作を強化する機会が少ない。これらのことが、右組群の測定値が左組群に比べて高かったことの要因として関与しているのではないかと推測された。

優秀選手群と一般選手群の柔道着懸垂の測定値間には有意な差は認められず、男子を対象とした報告と同様の結果となった。競技成績が高くて、体重の重い階級に所属する選手では、柔道着懸垂の測定値は低い傾向が見られた。今後、柔道選手を対象とした柔道着懸垂の意義についてさらに明らかにするためには、柔道着懸垂の実施による柔道のパフォーマンスの変化や、他の項目の測定値の変化について検討することが必要であろう。

V. 要 約

本研究では、女子柔道選手の「組み手」改善のためのトレーニング法や、その効果を把握するためのテスト法に関する基礎資料を得ることを目的として、大学女子柔道選手を対象に、「柔道着懸垂」の反復回数を測定し、形態や所属階級、他の体力測定項目の結果、柔道の競技成績や技術特性などとの関連について検討を行い、次のような知見を得た。

- 1) 柔道着懸垂の測定値の平均値は 5.0 ± 3.0 回であり、過去に報告された男子選手の測定値の31%の値であった。
- 2) 柔道着懸垂の測定値と体重の間には有意な負の相関が認められたが、体脂肪率の間には有意な相関は認められなかった。
- 3) 柔道着懸垂の階級別の平均値は、軽量級の平均値は中量級よりも有意に高く、中量級の平均

値は重量級の平均値よりも有意に高かった。

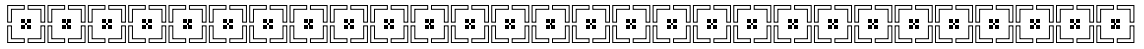
- 4) 柔道着懸垂の測定値と鉄棒による懸垂腕屈伸の反復回数との間には有意な正の相関が認められたが、握力との間には有意な負の相関が認められた。
- 5) 柔道着懸垂の測定値と、パワークリーンの1RMとの間には有意な負の相関が認められたが、ベンチプレスの1RM体重比との間には有意な正の相関が認められた。
- 6) 柔道着懸垂の測定値は、右組群の方が左組群よりも大きな値を示す傾向があり、柔道の「組み手」の特性との関連が示唆された。
- 7) 柔道着懸垂の測定値と競技成績との間には有意な相関は認められなかった。

謝 辞

本稿を終えるにあたり、ご協力いただいた東海大学サポートスタッフの飯塚ひとみ氏に深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 古谷嘉邦：能動的筋力と受動的筋力に関する実験的研究，東京医科大学雑誌，第38巻，第6号，839-847，1980.
- 2) 佐藤宣践，古谷嘉邦，白瀬英春：柔道選手の握りに関する研究，東海大学紀要体育学部，7，179-189，1977.
- 3) 有賀誠司：柔道選手の専門的筋力トレーニング，月刊トレーニング・ジャーナル，23 (6)，69-75，2001.
- 4) 有賀誠司，寺尾保，恩田哲也，中村豊，山下泰裕，中西英敏，生方謙：柔道選手におけるダンベルを用いたクイックリフト・エクササイズについて，東海大学スポーツ医科学雑誌，第14号，23-33，2002.
- 5) 有賀誠司，芝本幸司，中西英敏，山下泰裕，白瀬英春，恩田哲也，麻生敬，生方謙：柔道選手における片脚スクワットについて，東海大学スポーツ医科学雑誌，第16号，34-44，2004.
- 6) 有賀誠司，宮崎誠司，岡泉茂，恩田哲也：柔道選手の下肢運動能力を把握するための専門的テストの検討，柔道科学研究，6，13-18，2000.
- 7) 有賀誠司，中西英敏，山下泰裕，恩田哲也，生方謙：柔道選手の下肢運動能力改善のためのトレーニングに関する研究～片脚4方向ジャンプについて～，東海大学スポーツ医科学雑誌，第17号，7-15，2005.
- 8) 有賀誠司，山田佳奈，白瀬英春，生方謙：女子柔道選手における片脚4方向ジャンプについて，東海大学スポーツ医科学雑誌，第19号，8-15，2007.
- 9) 有賀誠司，中西英敏，山下泰裕，恩田哲也，生方謙：柔道選手の組み手改善のためのトレーニングに関する研究～柔道着懸垂について～，東海大学スポーツ医科学雑誌，第18号，44-53，2006.
- 10) 有賀誠司：自分でつくる筋力トレーニングプログラム，山海堂，2004.
- 11) 有賀誠司：競技スポーツのためのウエイトトレーニング，体育とスポーツ出版社，2001.
- 12) 有賀誠司：筋力トレーニングのスポーツ選手への適用，Japanese Journal of Biomechanics in Sports & Exercise，6，227-239，2002.



大学一流球技選手における 下肢のパワー発揮特性

小山孟志 (体育学部非常勤助手) 積山和明 (体育学部競技スポーツ学科)
陸川 章 (体育学部競技スポーツ学科) 山田 洋 (体育学部体育学科)
有賀誠司 (スポーツ医科学研究所)

Characteristics of Lower-body Power Exertion in College Elite Ball Game Players

Takeshi KOYAMA, Masaaki TSUMIYAMA, Akira RIKUKAWA, Hiroshi YAMADA and Seiji ARUGA



Abstract

The purpose of this study was to examine the characteristics of lower-body power exertion in volleyball players (volleyball group) and basketball players (basketball group) which won the championship in an all-Japan university championship. The amount of jump during various jumps was measured, and a power during a squat jump was measured. The results obtained are as follows.

- 1) The height of right leg running jump (RJ-R) and the height of left leg running jump (RJ-L) of basketball group were significantly high in comparison with volleyball group. On the other hand, volleyball group was significantly high in the height of both legs running jump (RJ-B).
- 2) A difference was absent in the power during a squat jump in volleyball group and basketball group. The max power of both groups was seen at 60% of 1 repetition maximum in the squat exercise.
- 3) Between the height of both legs running jump and the power during a squat jump with loads of 40 % and 60% of 1 repetition maximum in the squat exercise, correlation was accepted each.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 43-48, 2008)

I. 緒 言

多くの球技スポーツ選手にとって、垂直方向への下肢のパワー発揮能力はパフォーマンスを決定する重要な要素である。そのため、トレーニングによって垂直跳びやランニングジャンプの跳躍高を伸ばすことが求められる。ジャンプ力を向上させるためのトレーニングの一つとしては、スクワットジャンプが有効であると言われている^{1, 2, 3)}。

スクワットジャンプ時のパワーをいくつかの異なる負荷を用いて測定すると、パワーはそれぞれの負荷によって異なる可能性がある。パワーは力と速度の積であり、負荷が変化するとそれに伴って速度も変化する⁴⁾ということはよく知られているが、トレーニングの現場においては、いくつかの異なる負荷の中から最大パワーを発揮する負荷を同定し、その負荷を用いてトレーニングを行うことが理想的である。

Baker⁵⁾ は、ラグビー選手を被験者として40、

60、80、100 kg におけるスクワットジャンプの
 パワー測定をしたところ、スクワットの最大挙上
 重量 (1 repetition maximum : 1RM) の55~59%
 において最大パワーが出現し、47~63%の広範囲
 においても同様の結果であったと報告している。
 また、Attila⁶⁾ は、トレーニング経験豊富なボデ
 ィビルダーやパワーリフター、フットボール選手、
 サッカー選手を被験者として、スクワットについ
 て20~90% 1RM の範囲で10%刻みごとにパワー
 測定をしたところ、負荷を変えても有意な差は見
 られなかったと報告している。その中でも最大パ
 ワーを発揮した負荷は40~60%であったが、90%
 においても40~60%と同レベルのパワーを発揮し
 たと報告している。このように最大パワーが出現
 する負荷の範囲は広く存在し、同レベルのパワー
 値の中にも低負荷条件で高速度の動作が実施でき
 るタイプ (低負荷高速タイプ) と、低負荷条件で
 は高速度の動作が実施出来ないが高負荷条件にお
 いて比較的高速度の動作が実施できるタイプ (高
 負荷高速タイプ) が存在することが示唆されてい
 る。

最大パワーが出現する範囲の中で、どの負荷で
 トレーニングすべきかという問題については競技
 によって異なる可能性がある。しかしながら、こ
 れまでに競技別のスクワットジャンプにおけるパ
 ワー発揮特性を考察した研究は見られない。そこ
 で、本研究では全日本大学選手権において優勝し
 た実績を持つバレーボールチームとバスケットボ
 ールチームの選手を被験者として、各種ジャンプ
 の跳躍高と、スクワットジャンプのパワーを測定

することにより、垂直方向への下肢のパワー発揮
 特性を明らかにすることを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 被験者

本研究の被験者は、T 大学バレーボール部に所
 属する男子選手22名 (バレーボール群)、および
 バスケットボール部に所属する男子選手24名 (バ
 スケットボール群) であり、ともに2006年全日本
 大学選手権において優勝した実績を持つチームで
 あった。被験者となった選手の身体的特徴は表 1
 の通りである。被験者には測定の内容および危険
 性について説明を十分に行い、測定参加の同意を
 得た。

2. ジャンプの跳躍高

ジャンプの跳躍高の測定には移動型ジャンプ・
 パフォーマンス測定装置 (Yard Stick、エスアン
 ドシー企画社製) を用いた。装置の横に直立し、
 真上に伸ばした指先の位置と最高跳躍点の指先の
 位置との差から跳躍高を算出した。ジャンプの種
 類は以下に示す通りである。

- 1) 垂直跳び (vertical jump : VJ)
- 2) ランニングジャンプ (running jump : RJ)
 - (1) 右足踏み切り (right leg running jump : RJ-R)
 - (2) 左足踏み切り (left leg running jump : RJ-L)

表 1 被験者の身体的特徴
 Table 1 A physical characteristic of subjects

	バレーボール群			バスケットボール群		
	平均値	±	標準偏差	平均値	±	標準偏差
年齢 (歳)	19.82	±	1.30	20.46	±	1.06
身長 (cm)	180.59	±	10.13	183.64	±	8.52
体重 (kg)	72.59	±	6.67	78.05	±	8.67
体脂肪率 (%)	10.95	±	1.55	10.82	±	1.91
スクワット1RM (kg)	115.80	±	16.14	125.63	±	14.79

*1RM = 1 repetition maximum

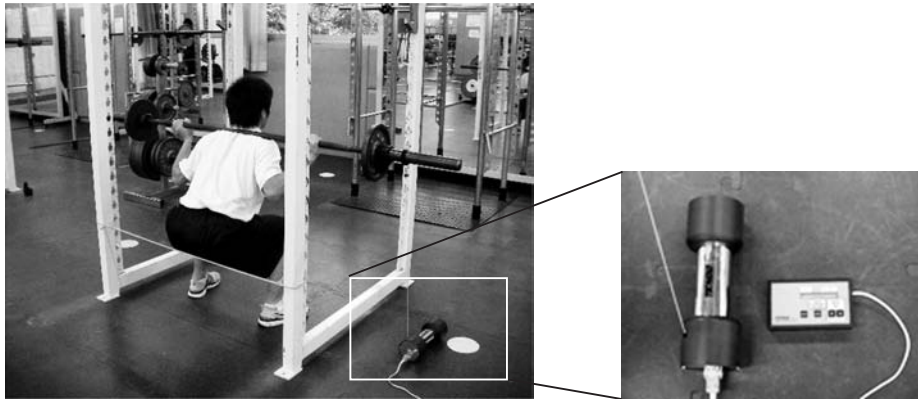


図1 スクワットジャンプ時のパワー測定
Fig.1 The power measurement during a squat jump

- (3) 両足踏み切り (both legs running jump : RJ-B)

3. スクワットジャンプ時のパワー

スクワットジャンプ (squat jump : SJ) のしゃがみこみの深さについては、あらかじめ膝関節が90度になるまでしゃがんだポジションの臀部部分の高さにゴム紐を設置し、試技は臀部にゴム紐が触れる深さまでしゃがんでから爆発的に立ち上がることにした。使用する負荷は、スクワットの最大挙上重量 (1 repetition maximum : 1RM) の20%、40%、60% (SJ20、SJ40、SJ60) とし、それぞれの負荷について3試技ずつを行いその中で出現する最大パワーを記録とした。

パワー測定には、筋力トレーニング動作速度・パワー測定&モニター装置 (FITRO Dyne BASIC VERSION、エスアンドシー企画社製) を用いた (図1)。コード先端のマジックテープをバーベルに取り付けて、コードが地面と垂直になるように装置本体をバーベルの真下に設置した。あらかじめ使用する重量を入力し、試技を行う度に速度とパワーを計測した。速度 (m/sec) は、1回の試技で引き出されるコードの長さ (m) つまり直線的な Range of motion に相当する距離をその移動に要した時間 (sec) で割ることで算出した。またパワー (watt) はその平均速度にあらかじめ設定した使用重量と重力加速度 (9.8 m/sec^2) を乗じて算出した。

4. 統計処理

競技別の平均値の差の検定には unpaired t-test を用いた。また、測定値相互の関係は、ピアソンの積率相関係数を用いた。統計処理の有意水準は5%未満とした。

III. 結 果

1. ジャンプの跳躍高

図2にバレーボール群とバスケットボール群のジャンプの跳躍高を示した。VJの跳躍高はバレーボール群が $67.8 \pm 7.8 \text{ cm}$ 、バスケットボール群が $65.0 \pm 6.9 \text{ cm}$ であり、有意な差は認められなかった。RJ-Rの跳躍高はバレーボール群が $65.8 \pm 10.9 \text{ cm}$ 、バスケットボール群が $71.6 \text{ cm} \pm 7.0 \text{ cm}$ であり、バスケットボール群が有意に高い値であった ($p < 0.05$)。またRJ-Lの跳躍高はバレーボール群が $66.9 \pm 8.0 \text{ cm}$ 、バスケットボール群が $74.1 \pm 7.8 \text{ cm}$ であり、バスケットボール群が有意に高い値であった ($p < 0.01$)。RJ-Bの跳躍高はバレーボール群が $82.5 \pm 9.1 \text{ cm}$ 、バスケットボール群が $78.4 \pm 8.9 \text{ cm}$ であり、バレーボール群が有意に高い値であった ($p < 0.01$)。

2. スクワットジャンプ時のパワー

SJ20、SJ40、SJ60におけるスクワットジャンプ時のパワー (体重比) (watt/kg) を図3に示す。

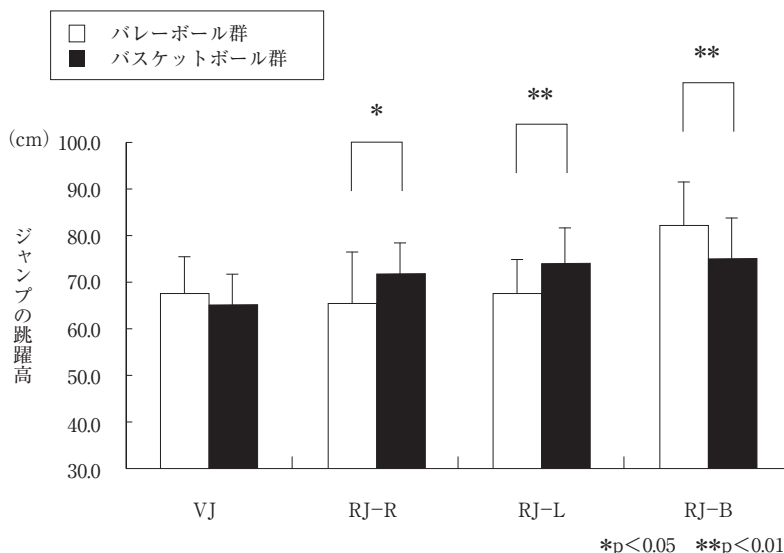


図2 バレーボール群とバスケットボール群のジャンプの跳躍高
 Fig.2 Comparison of jumping height between volleyball group and basketball group
 VJ=vertical jump, RJ-R=right leg running jump, RJ-L=left leg running jump, RJ-B=both legs running jump

バレーボール群とバスケットボール群を比較すると、群間に有意な差は認められなかった。また、今回行った三つの異なる負荷の中では、両群ともSJ60において最大パワーを示した。

3. ジャンプの跳躍高とスクワットジャンプ時のパワーの関係

ジャンプの跳躍高とスクワットジャンプのパワー値の相関関係についてバレーボール群とバスケットボール群それぞれについて検討した。バレーボール群における相関係数は、RJ-Bの跳躍高とSJ40のパワーの間で $r=0.45$ ($p<0.05$)、RJ-Bの跳躍高とSJ60のパワーの間で $r=0.43$ ($p<0.05$)であり、それぞれ有意な正の相関が認められた。一方、バスケットボール群は、RJ-Bの跳躍高とSJ40のパワーの間で、 $r=0.57$ ($p<0.01$)であり、有意な正の相関が認められた。このようにRJ-Bの跳躍高とSJ40のパワーについてはバレーボール群とバスケットボール群の両群に共通して有意な正の相関が認められた (図4)。

IV. 考察

VJの跳躍高は、バレーボール群とバスケットボール群に有意な差は認められなかった。しかしながら、RJ-RとRJ-Lの跳躍高は、バスケットボール群が有意に高く、RJ-Bの跳躍高はバレーボール群が有意に高い値であった (図2)。実際の競技場面を考えると、バレーボールはスパイクジャンプのように助走つきの両足踏み切りジャンプが頻出し、その能力がバスケットボールに比べて長けていることからRJ-Bが高かったと考えられる。一方、バスケットボールはレイアップシュートのように片足踏み切りによるランニングジャンプが多いことから、RJ-RやRJ-Lが高かったと考えられる。このようにバレーボール群とバスケットボール群のランニングジャンプの跳躍高を比較することで競技特性が明らかとなったと言える。

また、本研究では、スクワットジャンプ時のパワーについてバレーボール群とバスケットボール群を比較することで、競技特性を明らかにしようとした。しかしながら、SJ20、SJ40、SJ60のどの負荷のスクワットジャンプにおいてもバレーボール群とバスケットボール群の競技特性を検出する

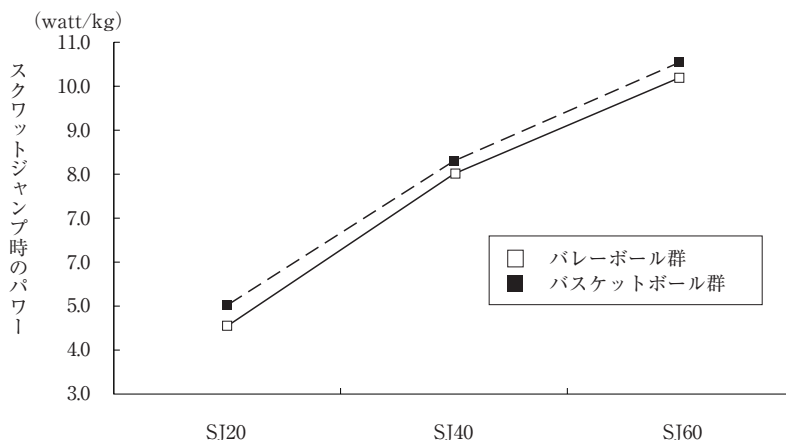


図3 スクワットジャンプ時のパワー (体重比)

Fig.3 A power during a squat jump calculated as a ratio for weight

SJ20, SJ40, SJ60 = Squat jump with loads of 20%, 40%, 60% of 1 repetition maximum in the squat exercise.

には至らなかった (図3)。スクワットジャンプにおける最大パワーが出現する負荷に関しては、両群とも SJ60において最大パワーを示し、Baker⁵⁾ の47~63%という報告や、Attila⁶⁾ の40~60%という報告と同様の結果となった (図3)。

さらに、ジャンプの跳躍高とスクワットジャンプ時のパワーの相関関係について検討した結果、バレーボール群は RJ-B の跳躍高と SJ40および SJ60のパワーの間で、バスケットボール群は、RJ-B の跳躍高と SJ40のパワーの間で、それぞれ有意な正の相関が認められた。このことから、スクワットの最大挙上重量の40~60%負荷を用いたス

クワットジャンプは RJ-B の跳躍高を向上させる可能性が示唆された。

以上のことから、スクワットジャンプにおけるパワーを意識したトレーニングは、競技特性を考慮して負荷設定をすることで、より専門的なジャンプ力向上の一助になり得ると考えられた。

V. 要 約

本研究では、全日本大学選手権において優勝した実績を持つバレーボールチームとバスケットボ

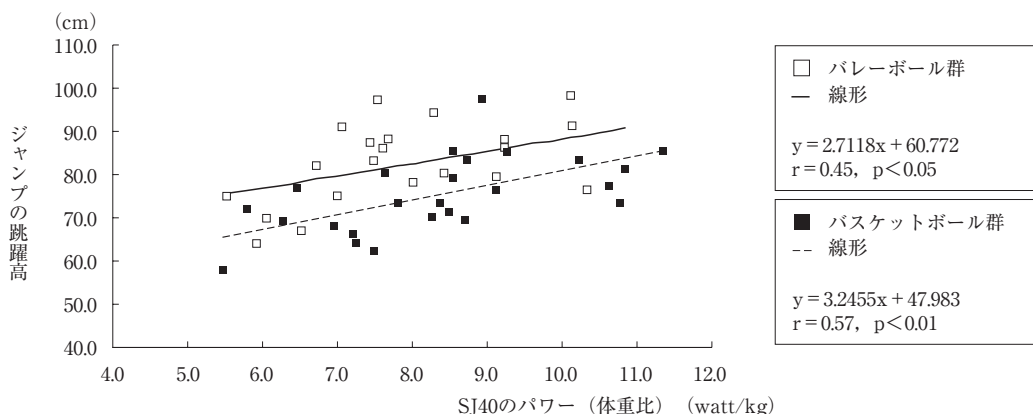


図4 RJ-Bの跳躍高と SJ40のパワーの関係

Fig.4 A correlation between jumping height in RJ-B and powers in SJ40

RJ-B = Both legs running jump

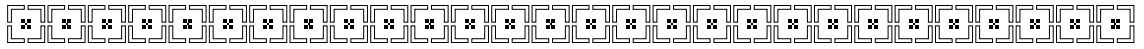
SJ40 = Squat jump with load 40% of 1 repetition maximum in the squat exercise.

ールチームを対象に、下肢のパワーの発揮特性を明らかにすることを目的とし、各種ジャンプの跳躍高と、スクワットジャンプ時のパワー測定を行い、次のような知見を得た。

- 1) 右足踏み切りのランニングジャンプ (RJ-R) の跳躍高と左足踏み切りのランニングジャンプ (RJ-L) の跳躍高はバスケットボール群が有意に高く、両足踏み切りのランニングジャンプ (RJ-B) の跳躍高はバレーボール群が有意に高い値であった。
- 2) スクワットジャンプ時のパワーは、バレーボール群とバスケットボール群の競技特性を検出するには至らなかったが、両群ともにスクワットの最大挙上重量 (1 repetition maximum : 1RM) の60%負荷において最大パワーが出現することが明らかとなった。
- 3) 両足踏み切りのランニングジャンプ (RJ-B) の跳躍高と、スクワットの最大挙上重量の40%および60%負荷を用いたスクワットジャンプ時のパワーの間で、それぞれ有意な正の相関が認められた。

参考文献

- 1) Lyttle, A.D., G.J. Wilson, and K.J. Ostrowski : Enhancing performance : Maximal power versus combined weights and plyometrics training. *J. Strength Cond. Res.* 10 : 173-179. 1996.
- 2) Newton, R.U., W.J. Kraemer, and K. Häkkinen : Effects of ballistic training on preseason preparation of elite volleyball players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 31 : 323-330. 1999.
- 3) Wilson, G.J., R.U. Newton, A.J. Murphy, and B.J. Humphries : The optimal training load for the development of dynamic athletic performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 25 : 1279-1286. 1993.
- 4) Baker, D. : Acute and long-term power response to power training : Observations on the training of an elite power athlete. *Strength Cond. J.* 23 : (1) 47-56. 2001
- 5) Baker, D. : The load that maximizes the average mechanical power output during jump squats in power-trained athletes. *J. Strength Cond. Res.* 15 : 92-97. 2001.
- 6) Attila, J. : Peak power, ground reaction forces, and velocity during the squat exercise performed at different loads. *J. Strength Cond. Res.* 20 : 658-664. 2006

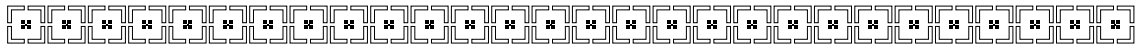


講習会形式メンタルトレーニング プログラムの効果について（その4）

高妻容一（東海大学体育学部） 石井 聡（長崎県体育協会）

The Effect of Seminar Style Mental Training Program No.4

Yoichi KOZUMA and Satoshi ISHII



Abstract

The purpose of this study was to verify the hypothesis that there would be a positive change on a group of athletes after participating in two different mental training seminars conducted by a sport psychologist. The group received two rounds of mental training consisting of twelve 90-minute sessions conducted by the same sport psychologist for a period of 4 months. The participants did not participate in any other mental training seminars between the two rounds of mental training sessions. The mental training sessions for 57 athletes included an introduction seminar which consisted of the basic ideas of sport psychology and mental training, such as motivation, anxiety, pressure, and psychological skills. After the initial 12 sessions, the athletes did not participate in any mental training seminar for nine months. Afterwards, the same 57 athletes from the introduction group participated in a practical seminar which included self-analysis, goal setting, relaxation, psyching-up, imagery, self-talk, concentration, and positive thinking. The group was tested four times with the Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes for evaluation: Pretest/Post test for both the introduction and practical seminars. This standardized psychological test was used as a pretest at the start of the seminar, and as a posttest at the end of the sessions. For statistical analysis, one way ANOVA (Analysis of Variance) was utilized to measure for positive influences received by the participants between the two seminars. Significant differences were found in 7 items out of 18 items for the introduction seminar and in all 18 items out of 18 items for the practical seminar for the pretests. However, there were no significant differences between the post test of the introduction seminar and pretest of practical seminar. These results support the hypothesis that a seminar style mental training program has a positive effect on the psychological skills and abilities of the participants.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 49-60, 2008)

I. はじめに

2006年に開催されたサッカードイツワールドカップでは、日本代表は3戦0勝2敗1分けで予選を突破することもできなかった。特に、中田英寿選手の「日本チームは、実力発揮の方法を知らなかった」というTVインタビューのコメントが示

すように、心理面での要因が今回の結果に影響を及ぼしていたことが想像できる。2002年に日韓合同開催であったワールドカップでは、予選突破のベスト16という結果を残したが、ここでは地元開催という追い風のある状態での大会であった。この地元開催の追い風とは、心理的な安心感や国民の声援などの多くのポジティブな要因であり、これらのことが選手の心理面に影響を及ぼしていた

と考えられる。

2004年のアテネオリンピックでは、文部科学省の取り組みや国立スポーツ科学センター（JISS：Japan Institute of Sport Science）を中心としたスポーツ科学によるサポートの影響があったと報告されている。このスポーツ科学のサポートは、1970年代初期から1980年のモスクワオリンピックまでの期間に、旧ソビエト連邦が「複雑な科学的グループ」とか「科学的サポートユニット」と呼んだ、心理的側面からのサポートという新しい方法が注目されたことから始まる¹⁾。そのサポートでは、選手がプレッシャーなどの心理的問題を「準備」、「強化」、そして「トレーニング」という試みに対して、心理的なサポートをするという概念が生まれた。Griffith (1925)²⁾ は、スポーツ心理学者が行う重要なことは、「コーチや選手が直面する心理的な問題を科学的な方法を使いサポートすること」であると述べている。また彼は、「スポーツ心理学者がコーチや選手の経験をもっと研究すべきだ」と述べ、「より効果的な心理学的な原理を系統的に記録すべきだ」とも述べている。最近のスポーツ心理学の研究の多くは、これらの2つの重要な点を留意して展開されている。

スポーツ心理学の分野では、「スポーツ選手や指導者が競技力向上のために必要な心理的スキルを獲得し、実際に活用できるようになることを目的とする」という方法がある。これは、一般的に「メンタルトレーニング」という言葉が使われ、心理学やスポーツ心理学の理論と技法に基づく計画的で教育的な活動であると定義されている（吉川、2005³⁾）。

米国のSuinn (1985)⁴⁾ は、1982年から実施されたエリートアスリートプロジェクトの中で、1984年のロスアンジェルスオリンピックの出場選手に実施されたスポーツ心理学のサポートについて調査をした。その結果、集中力、リラクゼーション、イメージ、セルフコントロール、目標設定、コーチと選手のコミュニケーション、ストレスマネジメント、セルフトーク、重大局面でのマネジメント、サイキングアップ、思考マネジメント（プ

ラス思考）などの心理的スキルが使用されたことを報告している。またOrlick & Partington (1988)⁵⁾ は、ロサンジェルスとサラエボオリンピックに参加した235名の選手に調査を実施した結果、メンタルトレーニングなどの心理的準備は選手のプレーに影響を及ぼす大きな要因であることを報告している。さらにGould & Dieffenbach (2002)⁶⁾ は、32名のオリンピック金メダリスト、10名のコーチ、そして10名の選手の両親、保護者、その他の関係者に対して質的研究を実施した。その結果、チャンピオンになれる特徴を、不安の処理やコントロール、自信、メンタルタフネス、スポーツに対するインテリジェンス、集中力、闘争心、ハードワーク、目標設定とそれを達成する能力、コーチ受容、プラス思考、最適水準、完璧主義の適応などの特徴があると報告している。またこのことから選手の成功は、これらの特徴が選手の両親やコーチ教育にも関係していたとしている。このような研究を背景に、多くのスポーツ心理学者たちがパッケージ化したメンタルトレーニングのプログラムを作成し、現場での効果をあげたことが報告⁶⁻¹²⁾ されるようになった。

一方、日本体育協会スポーツ医科学委員会では、ロサンジェルスオリンピックにおける日本代表の実力発揮の問題や海外からのメンタル面強化の情報などにより、1985年より「スポーツ選手のメンタルマネジメントに関する研究」プロジェクトをスタートさせた。その後、2002年までの18年間にわたりこの研究プロジェクトは継続され、150以上の報告がされた¹³⁾。この研究プロジェクトでは、多くの競技団体に対して調査・研究・実践を実施し、その過程のなかで、スポーツ現場でもメンタル面強化に対する注目がされるようになった。このプロジェクトの中心にいた猪俣 (2003) は、スポーツ心理学における心理的サポートの内容は、広範囲にわたり、選手に対する心理的診断、メンタルトレーニングの指導、試合や大会に向けての心理的コンディショニング、大会中の心理相談、大会後や引退後のアフターケア、またさまざまな心理的不適応に対するカウンセリング、選手を取

り巻く環境要因の最適化などがあると述べている。このような多岐にわたる心理的サポートを実施するには、スポーツ心理学を背景とした研修や教育が必要だという観点から、2000年には日本スポーツ心理学会が、「スポーツメンタルトレーニング指導士・指導士補」の資格認定制度を発足させ、年に2回の研修を実施し、メンタルトレーニングの専門家育成を始めた¹⁴⁾。一方、このようなスポーツ心理学の現場での応用や実践は、実験室での研究とは違い、研究として実施するには、あまりにもコントロールしなければならないことが多く、日本スポーツ心理学会や日本体育学会などにおいてもメンタルトレーニングの研究報告は、少ない現状である。土屋（2005）¹⁵⁾は、「研究を目的にメンタルトレーニングが実践されることは稀である。しかし、だからといって研究が不要ということではない」、「実践には常に評価が必要とされるので、メンタルトレーニングの指導の現場では、実践と研究が一体となっていると考えたほうがよい」とも述べている。一方、中込（1994）¹⁶⁾は筑波大学スポーツクリニックのメンタル部門において、メンタルトレーニングのプログラムを作成し、講習会を実践するという試みをしている。このような現状から見た場合、選手のメンタル面の向上をさせるには、講習会形式の心理的サポートの方法が一般的に多く使われている。

このような背景から本研究では、一般的に多く使われる講習会形式のメンタルトレーニングプログラムを取り上げることとした。またこのピークパフォーマンスを向上させる選手の心理的要因を数字やデータで科学的に分析・評価する必要もあると考え、心理的競技能力診断検査という標準化されたスポーツ心理テスト（徳永、1996）¹⁷⁾を用いて、講習会が及ぼす選手への心理面の影響を分析することにした。本研究では、高妻（2002）¹⁸⁾が作成したメンタルトレーニングプログラムの選手への影響を検証することをひとつの目的とした。またそのプログラムを実践する上で、一般的に多く行われている講習会形式の指導を日本スポーツ心理学会認定資格スポーツメンタルトレーニング

指導士の資格保持者である専門家により実施するという条件をつけた。その上で、この講習会形式のメンタルトレーニングプログラムが選手たちにポジティブな影響を及ぼすであろうという仮説も立てた。しかしこの仮説を検証するには、いくつかの段階的な研究の必要性を感じ、下記のような4段階の研究を積み重ねることとした。

仮説の検証その1として、高妻（2002）¹⁸⁾が作成したプログラムを講習会形式で実施し、単純に講習会前に心理的競技能力診断検査を実施しプリテストとした。その後、毎週1回（90分）の講習会を約4ヶ月（12回）実施し、講習会最終日にポストテストとして同じ心理テストを行い、その効果を比較検討した。加えて、そのプログラムの有効性（繰り返しの効果）を深く確かめるために同じ講習会形式のプログラムを他のグループにも実施した。その結果、心理的競技能力診断検査で分析できる18項目（5因子・12尺度・総合得点）の全てで有意な向上が認められ2つのグループに対する講習会形式のプログラムの有効性を検証できた¹⁹⁾。

また仮説の検証その2では、先行研究と同様に高妻（2002）¹⁸⁾が作成したプログラムを講習会形式で実施した講習群と非実施群の比較検討をし、講習会形式でのメンタルトレーニングプログラム実施の有効性を検証した¹⁹⁾。この研究でも心理的競技能力検査を使用し、2群のプリ・ポストテストでのデータ収集をした。統計処理の結果、講習群のプリ・ポストテストでは分析できる18項目（5因子・12尺度・総合得点）のすべてにおいて有意差が認められた。一方、非実施群のプリ・ポストテストにおいては、1項目しか有意差が認められず、講習会形式のメンタルトレーニングの有効性が示唆された（石井、2006）²⁰⁾。

さらに仮説の検証その3では、メンタルトレーニングの紹介やスポーツ心理学の基礎的な内容とした入門編の講習を受講した入門群、および仮説1や2同様に本格的なメンタルトレーニングの内容である実践編とした講習会を実施した実践群、さらに講習会を全く実施しなかったコントロール

群の3群を比較分析した。この研究でも先行研究で使用した心理的競技能力診断検査を実施し、各群の心理的側面および心理的競技能力の評価をした。その結果、講習を実施しなかったコントロール群と比較して、入門編（入門群）および実践編（実践群）の両プログラムを受講した群の心理的競技能力の有効性を検証できた。加えて、講習会形式の内容の違いによる分析では、入門群より実践群の方が、有意な効果が認められた。このことから、メンタルトレーニングの入門的内容より、本格的に心理的スキルを実践する内容の講習会の方が選手の心理的競技能力の向上に貢献することが示唆された（高妻、2006）²¹⁾。

そこで本研究では、仮説の検証その4として、同じ参加者が入門編を受講し、その後に何もしない時期を設け、さらに実践編の講習を受講することで、(1)心理的側面にポジティブな影響、(2)ネガティブな影響、(3)さらに再びポジティブな影響が認められるであろうという仮説を検証することであった。このことで同じ参加者が内容の違う講習会形式のメンタルトレーニングプログラムを受講すると同時に講習会（メンタル面強化のトレーニング）を実施しない期間を設けることで講習会形式によるメンタル面強化のトレーニング効果の有効性を検証することにした。

Ⅱ. 方 法

本研究への参加者は、大学生スポーツ選手（18歳から21歳までの男女）57名であった。本研究では、先行研究と同様に心理的競技能力診断検査を使用し、選手の心理的側面および心理的競技能力を分析・評価した。この検査の実施時期は、(1)スポーツメンタルトレーニング入門編の講習会を受講する前、(2)スポーツメンタルトレーニング入門編の講習を12回（4ヶ月）受講した後、(3)講習等を9ヶ月間受講しなかった後のスポーツメンタルトレーニング実践編の講習を受講する前、(4)スポーツメンタルトレーニング実践編の講習を12回

（4ヶ月）受講した後であった。本研究では、この4回実施した心理的競技能力診断検査から、選手の心理的側面の影響を分析した。この検査は、選手が52の質問に対して5段階で回答したものを数値化して心理的競技能力の評価をし、5つの因子：競技意欲、精神の安定集中、自信、作戦能力、協調性、および12尺度：忍耐力、闘争心、自己実現意欲、勝利意欲、自己コントロール能力、リラックス能力、集中力、自信、決断力、予測力、判断力、協調性、さらに全項目を総合して評価する総合得点という18の項目に対して分析をすることができる²⁰⁾。

また講習会参加者に対しては、この講習会に対する評価を「(1)非常に良い、(2)良い、(3)普通、(4)悪い、(5)非常に悪い」という5段階で回答するアンケート調査を実施した。さらに毎講習会で自由記述形式の感想やいくつかの質問にも回答をさせた。

1. 講習会の内容

本研究では、ひとつのグループ（57名）に対して、入門編の講習会を毎週1回のペースで12回（約4ヶ月）実施した。また入門編講習の後に9ヶ月の何も実施しない期間を設けた後、内容の違う実践編の講習を再開し、毎週1回のペースで12回（約4ヶ月）実施した。

1) 入門編の講習会では、メンタルトレーニングというスポーツ心理学のプログラムに対しての知識がほとんどない大学生スポーツ選手を対象に、スポーツにおける心理的側面の重要性を認識させると同時に、不安やプレッシャーなどの心理面の問題を提起するメンタルトレーニングの入門編という内容であった。ここでは、メンタルトレーニングの知識を紹介するという観点を中心課題であった。その具体的な内容は下記のとおりである。

(1) 最初に、心理的競技能力診断検査を使用し、メンタルトレーニングを開始する前の講習会参加者の心理的側面をプリテストとして実施し、この講習会の内容を説明した。

(2) スポーツ選手における心理面の重要性につ

いて解説をした。特に、選手に強気と弱気によるパフォーマンスへの影響を取り上げた。

(3) スポーツにおける学問的・科学的な背景について説明し、特にスポーツ心理学におけるプレッシャーについての解説をした。

(4) スポーツにおける不安についての理論的説明をし、不安がパフォーマンスにどのような影響を及ぼすのかを解説した。

(5) ストレスやプレッシャーがスポーツに対してどのような影響を及ぼすのかを理論的背景から説明した。

(6) 心理面を強化するには、メンタルトレーニングというプログラムがあり、実際にどのようにして現場で応用しているのかの例を紹介した。

(7) 試合に対する心理的準備の重要性を説明した。特に、タイムマネジメントの難しさやプレー前に突然起こるリズムを狂わす間の使い方の解説をした。

(8) 運動学習における選手の進歩の変化やスランプに対する理論的背景や対処法について説明した。特に、スランプ、バーンアウト（燃え尽き症候群）、オーバートレーニング症候群等の解説をした。

(9) 動機づけ理論から理想的なやる気を持ち方ややる気を高めるための方法を紹介した。

(10) スポーツにおけるフィードバックの重要性についての説明をした。

(11) ケガをして復帰するまでのリハビリテーションの過程を取り上げ、逆境における心理面の重要性やその対処法について説明した。

(12) オリンピック金メダリストのコメントやインタビューから、その選手を分析し、自分と比較する内容の自己分析を実施した。また講習終了後には、第1回目の講習で実施した（プリテスト）と同じ心理的競技能力診断検査2回目（ポストテスト1）の実施をした。しかし、この群に対しては、検査のフィードバックは実施しなかった。

2) 2回目の検査（ポストテスト1）を実施した後、9ヶ月間は、スポーツメンタルトレーニング

に関する講習等は、全く実施しない期間をおいた。

3) 9ヶ月の何もしない時期を経て、実践編の講習を再開した。ここで実施した実践群の講習は、先行研究で実施した高妻（2002）⁸⁾ が作成したプログラムである「今すぐ使えるメンタルトレーニング：選手用（ベースボールマガジン社）を教科書とし、毎日の練習や試合ですぐに活用できる内容であった。またこの教科書に沿って自己学習ができる用紙（122ページの冊子）を使用し、この自己学習用紙は講習会を受講しながら専門家の指示に従って書き、書ききれなかった残りを課題として自己学習をさせた。実践群で実施した講習会形式プログラム1回90分の合計12回の具体的な内容は、下記の通りである。

(1) 実践編の講習会開始前にポストテスト3として、心理的競技能力診断検査を使用して講習会参加者の心理的側面を分析した。また分析したデータをすぐに選手にフィードバックし、これから実施するメンタル面強化の必要性を認識させ、今後どのような強化が必要なのかを「自己分析」させた。

(2) このプログラムを実施する目的や理論的背景を紹介し、オリンピックというプレッシャーのかかる場面を例にして、メンタル面強化の重要性を解説した。

(3) メンタルトレーニングを実施しているチームの成功例をビデオ等で紹介し、このプログラムの理解を深めた。

(4) ここでは、実際に毎日の練習や試合で実践する心理的スキルを紹介し、それを体験するというプログラムを実施した。特に、練習や試合に対する心理的準備としての「リラクゼーション」や「サイキングアップ」というトレーニング方法を体験し、その目的やそれに含まれるテクニックや活用方法を解説した。

(5) 「フロー・ゾーン・火事場の馬鹿力」と言われる理想的心理状態を紹介し、選手が最高能力を発揮する理想的な心理状態を作るための具体的

な方法を紹介した。

(6) 選手の動機づけを目的とした目標設定（結果目標・プロセス目標）用紙、目標を達成させるためのプラン作成、さらに引退までのスポーツ人生を自由記述で書かせた。また今年1年、今月、今週、今日の目標とやるべきことのプラン作成も実施した。加えて、練習日誌の必要性や日誌を活用してその目標達成度を確認する方法があることなどを紹介した。

(7) ここでは、選手が最も多く活用しているイメージをいかにトレーニングとして実施するかなど実技体験を通して説明した。

(8) 集中に関する心理的スキルでは、集中力を高める具体的な方法、試合で活用する集中力の高め方、毎日の練習でいかにして集中するかなどを紹介した。特にイチロー選手の活用するバット回しを、「ブリ・パフォーマンスルーティーン」というテクニックであることを説明し、実際に自分が応用できる方法を見つけるところまで実施した。

(9) 自信を高める方法、厳しい練習を乗り越える目的で行う「プラス思考」や「内発的動機づけ」を具体的に紹介し、毎日の生活や練習においてどのようにトレーニングし、これを試合で応用するかという点に焦点を絞り説明した。特に、コーチと選手の間関係、選手同士のコミュニケーション、試合における審判のミス、試合場のコンディションや天候の問題など、自分自身がコントロールできない物事に対して、どのような考え方をすればプレーにいい影響を及ぼすのかなどの方法を説明した。さらにセルフトーク（自己会話、内言、自己暗示）と言われる心理的スキルを紹介・実践した。

(10) この講習で学んできた心理的スキルを応用して、試合に対して勝つ可能性を高める徹底した心理的準備の方法を紹介した。たとえば、試合前日、試合当日の朝、食事、試合場への移動、試合場にて、試合前のウォーミングアップ、試合の間（ハーフタイム・タイムアウト・1回戦と2回戦の間など）の使い方、個人やチームとしての雰囲気作り方など勝つ可能性を高めるための準備

の方法を説明した。またあるオリンピック選手が心理的準備をして、オリンピックで満足の行く結果を残したというインタビューのビデオを見せ、心理的準備の重要性を解説した。

(11) メンタルトレーニングの利点は、24時間が活用できる点であり、毎日の練習に加えて、日常生活でも強化や準備としてのレーニングができることを紹介した。次に、朝起きてから寝るまでの1日のメンタルトレーニング実施のプラン作成をし、これを1週間実施しての感想を書いてくるという課題を出し、実践後の感想を提出させた。

(12) まとめとポストテスト：12回の講習会のまとめを実施し、最後に心理的競技能力診断検査を実施した。ここでは、この講習会の1回目に実施した心理テスト（プリテスト）と2回目に実施した心理テスト（ポストテスト）のデータを比較分析（評価）した。つまり、この講習会の受講が自分の心理面に対してどのような影響を与えているのかを自己分析することを実施した。同時に、指導者になったときに、このような方法でデータのフィードバックをさせる方法の紹介もした。さらに、この講習会の感想等も自由記述で書き、まとめとした。最後に、122ページに及ぶ「自己学習プログラム」実施の課題提出をした。これは、教科書を読みながら、質問に回答するという形式のもので、選手が自分でメンタル面強化ができる内容のものであった。

Ⅲ. 結 果

本研究は、講習会形式のメンタルトレーニングプログラムの有効性の検討するために、3段階の先行研究を実施した。今回は、仮説の検証その4として、同じ参加者に対して、講習会入門編を受講してもらい、その後何もしない時期を設け、さらに実践編の講習を受講することで、(1)心理的側面にポジティブな影響、(2)ネガティブな影響、(3)さらに再びポジティブな影響が認められるであろうという仮説を検証することであった。

そこで、入門編と実践編の講習の実施前と実施後に心理的競技能力診断検査を合計4回実施した。この4回実施した検査の12尺度と5因子に総合得点を含めた18項目の平均値において一元配置分散分析を実施した。その結果、18項目の全てにおいて主効果が認められた。その後の検定としてScheffeの手法を用いて多重比較を実施した結果、入門編の講習会前後（プリテストとポストテスト1）では、「自信」、「決断力」、「予測力」、「判断力」、「自信」、「作戦能力」、「総合得点」の7項目において有意な得点の向上が見られた。また、入門編の終了後と実践編の講習前（ポストテスト1とポストテスト2）、つまりメンタル面の強化を目的とした講習会が実施されていない期間（9ヶ月）では、「決断力」、「予測力」、「判断力」、「自信」、「作戦能力」、の5項目に有意な得点の低下が認められた。つまり、入門編の講習会前後で有意差がみとめられた7項目のうち5項目が、メンタル面強化が実施されない期間において有意な低下が認められた。次に、実践編の講習会前後（ポストテスト3とポストテスト4）においては、18

項目の全てにおいて有意な向上が認められた。さらに、入門編の講習前と実践編の講習後（プリテストとポストテスト3）においても18項目すべてにおいて有意な得点の向上が見られた。

特に、5因子及び12尺度を総合して評価する総合得点においては、入門編の講習会前後では、174.51点が186.33点に有意な向上を示し、入門編の講習後と実践編の講習前では、186.33点が177.63点と有意差は認められないものの得点が低下した。さらに実践編の講習前後においては、177.63点から211.70点に有意な向上が認められた。加えて、入門編講習会実施前と実践編講習会実施後では、174.51点から211.70点へと有意な向上を示した。

表1は、この4回の心理的競技能力診断検査のデータを示すものである。

また、この講習に対する5段階評価による内省報告では、入門編講習会受講後に「(1)非常に良かった71%、(2)良かった23%、(3)普通5%、(4)悪かった1%、(5)非常に悪かった0%」という結果で

表1 入門編と実践編の心理的競技能力診断検査の分析結果

Table 1 Result of Diagnostical Inventory of Psychological Ability for athletes among introduction and practical seminar

	Pre①	Post.1②	Post.2③	Post.3④	有意差	多重比較
1. 忍耐力	14.82±2.88	15.74±2.89	14.70±3.04	17.77±2.10	**	①<④, ②<④, ③<④
2. 闘争心	17.28±2.82	17.00±2.76	17.19±3.11	19.16±1.36	**	①<④, ②<④, ③<④
3. 自己実現意欲	16.54±2.54	17.42±2.51	16.93±2.27	19.32±1.21	**	①<④, ②<④, ③<④
4. 勝利意欲	16.02±2.62	14.51±3.87	16.60±2.59	16.60±2.59	**	①<④, ②<④, ③<④
5. 自己コントロール能力	14.65±3.45	15.35±3.17	15.07±3.63	17.47±2.36	**	①<④, ②<④, ③<④
6. リラックス能力	13.11±3.92	14.61±3.43	13.54±4.24	16.68±2.88	**	①<④, ②<④, ③<④
7. 集中力	15.88±2.75	16.25±3.34	15.93±3.34	18.30±1.92	**	①<④, ②<④, ③<④
8. 自信	11.75±3.47	14.11±3.43	12.72±3.90	16.98±2.59	**	①<②, ①<③, ②<④, ③<④
9. 決断力	12.44±3.62	14.49±3.05	12.61±3.36	16.91±2.79	**	①<②, ①<④, ②<③, ②<④, ③<④
10. 予測力	12.44±3.11	14.65±3.25	12.84±3.08	16.51±2.92	**	①<②, ①<④, ②<③, ②<④, ③<④
11. 判断力	12.54±3.37	14.79±3.38	12.86±3.54	16.37±3.06	**	①<②, ①<④, ②<③, ②<④, ③<④
12. 協調性	17.04±3.17	17.42±3.17	18.07±2.38	19.63±0.99	**	①<④, ②<④, ③<④
競技意欲	64.67±8.22	64.67±8.29	63.98±9.04	72.84±4.81	**	①<④, ②<④, ③<④
精神の安定・集中	43.63±8.89	46.21±8.73	44.54±10.16	52.46±6.18	**	①<④, ②<④, ③<④
自信	24.19±6.65	28.60±6.34	25.33±6.97	33.89±4.97	**	①<②, ①<④, ②<③, ②<④, ③<④
作戦能力	24.98±6.05	29.44±6.32	25.70±6.33	32.88±5.65	**	①<②, ①<④, ②<③, ②<④, ③<④
協調性	17.04±3.17	17.42±3.08	18.07±2.38	19.63±0.99	**	①<④, ②<④, ③<④
総合点	174.51±24.66	186.33±25.24	177.63±28.01	211.70±17.22	**	①<②, ①<④, ②<④, ③<④

mean±SD n=57

**p<.01

あった。一方、実践編講習会受講後の内省報告では、76%が「(1)非常に良かった」、21%が「(2)良かった」、3%が「(3)普通」、0%が「(4)悪かった」、0%が「(5)非常に悪かった」という結果であった。

IV. 考 察

本研究では、スポーツ選手のメンタル面強化に対して、一般的に多く使われる講習会形式のメンタルトレーニングプログラムを取り上げ、講習会が及ぼす選手への心理面の影響を分析することにした。特に、現場での実践研究を目的とし、研究における限界等を考慮した上で、高妻 (2002)¹⁷⁾ が作成したメンタルトレーニングプログラムの選手への影響を検証することをひとつの仮説とした。またそのプログラムを実践する上で、一般的に多く行われている講習会形式の指導を日本スポーツ心理学会認定資格スポーツメンタルトレーニング指導士の資格保持者である専門家により実施するという条件をつけた。しかしこの仮説を検証するには、いくつかの段階的な研究の必要性を感じ、4段階の研究を積み重ね、今回は4段階目の検証を実施した。

- 1) 表1で示した多重比較の結果から、「決断力」、「予測力」、「判断力」の4尺度、および「自信」と「作戦能力」の2因子では、4回実施した心理的競技能力診断検査のすべてで有意差が認められた。このことから、講習会で紹介したプラス思考のトレーニングにより、気持ちの切り替えや自信を持つというテクニックが身に付いたのではないかと考える。また予測力や判断力というイメージトレーニングに関する尺度が向上したことは、試合に対する心理的準備としてのイメージ能力や作戦能力へのポジティブな影響が考えられる。つまり、これらの4尺度および2因子に関しては、メンタル面強化のポジティブな影響が示唆されたと考察できる。
- 2) 表1で示す8尺度および3因子においては、入門編開始前 (pretest) と入門編終了後 (post

test 1) また入門編終了後 (post test 1) と実践編開始前 (post test 2) の9ヶ月何もしなかった期間において、有意差が認められなかった。このことから入門編というメンタル面強化の紹介や知識だけの講習では、選手に対するポジティブな影響が与えられなかったと考える。つまり、モチベーションを高めるという競技意欲の観点、またプレッシャーに関する精神の安定・集中の観点では、メンタル面強化のポジティブな影響はなかったと示唆された。さらに、入門編の講習会終了から実践編の講習会開始までの9ヶ月間も有意差は認められなかったと同時に平均得点が入門編講習会開始前と同じ程度まで低下している。このことからメンタル面強化は、継続的に実施しなければ効果がなくなる「トレーニング」の必要性を示唆したと考える。

- 3) 本研究で使用した心理的競技能力診断検査の12尺度と5要因を総合して評価する総合得点に関して考察すると、図1のようになる。この総合得点のデータから、入門編講習会開始前 (pretest) と入門編講習会終了後 (post test) では、5%水準で有意差が認められことから、結果としては、入門編講習会の内容でもメンタル面強化にポジティブな影響があったと考える。このことは、先に述べた各尺度・各因子の分析から、自信と作戦能力という観点の有意な向上から、総合的にメンタル面強化の影響が示唆されたと考える。

また実践編講習会開始前 (post test 3) と実践編講習会終了後 (post test 4) では、1%水準で有意差が認められたことから、心理的スキルの紹介だけでなく、練習や試合での応用例や実技としての体験、また各テクニックの実践、および自己学習用紙を使用した各選手のトレーニングの効果が認められたと考える。このことは、先行研究と同じ結果が得られ、高妻 (2002) のメンタルトレーニングプログラムのポジティブな影響が示唆されたと考える。

さらに、入門編講習会終了後 (post test 2) と実践編講習会終了後 (post test 4) の間にも、

1%水準で有意な向上が認められた。このことから、入門編での知識の紹介や基礎的な内容の講習より、現場での応用や実践を目的とし、自己学習まで実施させたより本格的な実践編講習会の方が選手の心理的側面に対して、よりポジティブな影響を与えることができたと考察できる。

加えて、入門編講習会前（pretest）と実践編講習会后（post test 3）において、1%水準で有意な向上が認められたことから、合計17ヶ月（4ヶ月の入門・9ヶ月の非実施・4ヶ月の実践編）にも及ぶ試みからは、講習会形式のメンタルトレーニングプログラムの選手に及ぼす心理的影響が大きかったことを示したと考える。

しかし、入門編講習会終了後（post test 1）と実践編講習会前（post test 3）の間に有意差が認められなかった。このことは、入門編の講習会終了から実践編の講習会開始までの9ヶ月間は、講習会形式などの本格的なメンタル面強化はしなかったものの、選手みずからが心理的スキル等を練習や試合の現場で応用していたの

ではないかと考えられる。また入門編講習会前（pretest）と実践編講習会前（post test 2）の間にも有意差は認められなかったことから、入門編はそれなりの効果は認められるものの9ヶ月という期間メンタル面強化をしなければ、もともどるといことが示唆されたと考える。つまり、先行研究等からも言われているトレーニングとして「継続」することの重要性が、本研究で示唆されたと考察できる。

一方、本研究の分析より、入門編よりは、実践編の講習を最初から実施した方がいいのではないかとこの観点も見えてきたと考える。

4) 本研究のひとつの目的であった4段階の仮説を検証するという観点からは、一般的に行われている講習会形式のメンタルトレーニングプログラムの有効性が示唆されたと考える。また高妻（2002）のプログラムの有効性も、心理的競技能力検査を使用して分析したという範疇ではあるが認められたと考える。仮説の検証2および3では、何もしないコントロール群と比較したことで、何もしないよりも講習会形式であっ

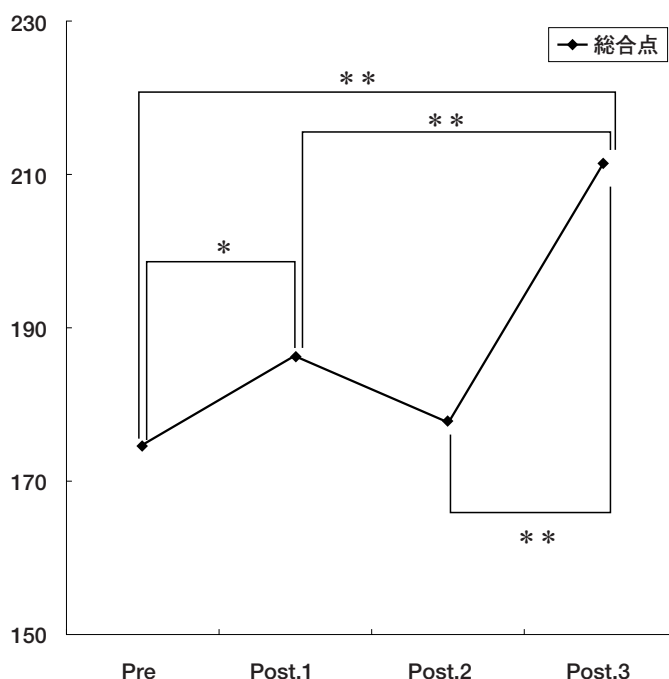


図1 心理的競技能力診断検査の入門編と実践編における総合点の変化
Fig. 1 The total score of diagnostic of psychological competitive ability for introduction and practical seminar

てメンタル面強化をしたほうが、選手の心理的側面によい影響を与えること検証できた。さらに仮説の検証その3および4の内容の違う講習会の実施からは、より実践的な内容の講習会の方が、選手に良い影響を与えたことが検証できた。

5) さらに、この講習に対する5段階評価の内省報告では、入門編講習後に「(1)非常に良かった71%、(2)良かった23%、(3)普通5%、(4)悪かった1%、(5)非常に悪かった0%」という分析ができた。このことから講習会形式メンタルトレーニングプログラムの入門編という内容に対して、94%の講習会参加者からポジティブな回答を得ることができた。一方、実践編講習後は、76%が「(1)非常に良かった」、21%が「(2)良かった」、3%が「(3)普通」、0%が「(4)悪かった」、0%が「(5)非常に悪かった」という結果であり、97%の選手が講習会の受講に対してポジティブな回答している。このことは、講習会形式のメンタルトレーニングプログラムの有効性を示すひとつの材料になったと考えるし、この講習会形式の方法が肯定されたのではないかと考える。

6) 加えて、122ページにも及ぶ課題であった自己学習プログラムの最後に、この課題を書き終えた全体の感想を書かせた。その中で、日本代表クラスのある選手の感想例では、「すごく質問が多くて大変だったけど、普段考えないようなことを考えさせられて、自分がどんな考えを持っているのか、そして自分のメンタルの強さの現状というのがわかり、少しはメンタル強化ができたのではないかと感じます。」「そして、試合で自分の実力を発揮する可能性を高める為にも心理的準備を大切に、しっかり行って行きたいと思う。」「私は、試合で実力を出したいから引退するまでやって行きたいと思う。」「この質問用紙を書いたことという達成感だけでなく、しっかりと自己分析をし、自分のオリジナルのプログラムを作成できるようになり、ルーティンを見つけて、これからの

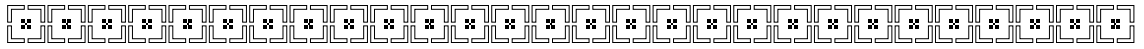
選手生活に役立てて生きたいと思う。目指すは世界一。」と述べている。また、ほとんどの選手が課題について否定的な考えや不安を持ったが、このメンタル面強化を体験したことで、メンタルトレーニングの重要性を認識すると同時に、心理的競技能力診断検査のプリテストとポストテストを比較し、自己分析をしたことで自分の向上を認識できたことが選手にポジティブな影響を与えたと考える。

最後に、本研究の結果から、講習会形式のスポーツメンタルトレーニングプログラムの有効性および専門家による内容の異なる講習会プログラムがスポーツ選手に対して心理的によい影響を与えるであろうという仮説を検証できたと考える。現在は、この研究を発展させて、選手やチームのパフォーマンスへの影響に対しての検証を実施している。今後は、スポーツ生理学の専門家と協力して、生理的指標も含めた研究の必要性が考えられる。加えて、海外で主流となっている質的研究への試みも必要であろう。

参考文献

- 1) Stambulova, B.N., Wrisberg, A.C., & Ryba, V. T. : A tale of two traditions in applied sport psychology : The heyday of sport and wake-up calls for north America. *Journal of Applied Sport Psychology*, 3, 173-184, 2006.
- 2) Griffith, C.R. : Psychology and its relation to athletic competition. *American Psychological Education Review*, 30, 193-199, 1925.
- 3) 吉川政夫：トレーニング可能な心理的スキル スポーツメンタルトレーニング教本，大修館書店15-19，2005.
- 4) Suinn, R. : The 1984 Olympic and sport psychology. *Journal of Sport Psychology*, 7, 321-329, 1985.
- 5) Orlick, T. & Partington, J. : Mental links to excellence. *The Sport Psychologist*, 2, 105-130, 1988.
- 6) Gould, D., & Dieffenbach, K. : Psychological

- characteristics and their development in Olympic champions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 14, 172-204, 2002.
- 6) Tutco, T., & Tosi, U. : Sport Psyching. Los Angeles, CA : Teacher, 1976.
- 7) Nideffer, R., & Sharpe, R. : Attention Control Training NY : Wyden, 1978.
- 8) Unestahl, L. : Sport psychology in theory and practice. VEJE Publ. Inc. Orebro Sweden, 1986.
- 9) Kraus, D. : Peak Performance. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall, 1980.
- 10) Loehr, J. : Athletic Excellence. Denver, CO : Forum, 1982.
- 11) Orlick, T. : Psyching for Sport : Mental training for athletes. Champaign, IL : Leisure Press, 1986.
- 12) Ravizza, K. & Hanson, T. : Heads-up Baseball Lincolnwood, IL : Master Press, 2008.1.31 1995.
- 13) 高妻容一：今すぐ使えるメンタルトレーニング：コーチ用，ベースボールマガジン社，p20, 2002.
- 14) 猪俣公宏：メンタルトレーニングと心理的サポート：オリンピック選手に対する心理的サポート 臨床スポーツ医科学，第17巻第3号293, 2003.
- 15) 土屋裕睦：メンタルトレーニング実施後の振り返り，スポーツメンタルトレーニング教本，大修館書店，52, 2005.
- 16) 中込四郎：メンタルトレーニングワークブック，道徳書院，1994.
- 17) 徳永幹雄：ベストプレイへのメンタルトレーニング，大修館書店，26-48, 1996.
- 18) 高妻容一：今すぐ使えるメンタルトレーニング：選手用，ベースボールマガジン社，2002.
- 19) 高妻容一 石井 聡：講習会形式メンタルトレーニングプログラムの効果について（その1）東海大学紀要 33-39, 2006
- 20) 石井 聡 高妻容一：講習会形式メンタルトレーニングプログラムの効果について（その2）東海大学スポーツ医科学研究所雑誌第18号 69-78, 2006.
- 21) 高妻容一 石井 聡：講習会形式メンタルトレーニングプログラムの効果について（その3）東海大学スポーツ医科学研究所雑誌 第18号 79-88, 2006.



幼児の跳躍動作における「巧みさ」の 獲得過程に関する縦断的研究 —二次元映像解析より求めた 下肢関節の屈伸の順序性—

山田 洋 (東海大学体育学部) 加藤達郎 (東海大学体育学部) 知念嘉史 (東海大学体育学部)
相澤慎太 (東海大学スポーツ医科学研究所) 三上恭史 (東海大学大学院)
植村隆志 (東海大学非常勤助手) 塩崎知美 (筑波スポーツ科学研究所)
長堂益丈 (株式会社クリアサイト)

Longitudinal Study about an Acquisition Process of “Skill”
in Jump Movement of Infant
—The Order of Extension and Flexion Characteristics of a Lower Leg Joint
Calculated Using by Two-dimensional Picture Analysis—

Hiroshi YAMADA, Tatsuro KATO, Yoshifumi CHINEN, Shinta AIZAWA, Yasufumi MIKAMI,
Takashi UEMURA, Tomomi SHIOZAKI and Masutomu NAGADOU



Abstract

The purpose of this study was to evaluate an acquisition process of vertical jump movement of infant. Using two-dimensional picture analysis, the order of flexion/extensions of a lower leg joint was examined. 39 kindergarteners in Yokohama-shi, Kanagawa participated in this study. The measurement was performed in February 2005 and 2006 the one year later. Similar measurement was performed for ten healthy university students as a control group. In comparison with 2005 time, the order of lower leg joint flexion and extension at the time of vertical jump movement of infant in 2006 approached it by adult it. These results suggested that “skill” of jump movement acquired with a growth development of infant was able to be evaluated using two-dimensional picture analysis.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 61-68 , 2008)

I. はじめに

スキヤモンの発育発達曲線にみられるように、幼児期には神経系の発達が著しく¹⁾、動作の「巧みさ」が獲得される時期であると考えられる。しかしながら、これまで幼児期における動作の「巧みさ」を評価する研究はほとんど行われていない。この「巧みさ」の評価に関してマイネル²⁾は、「巧みな運動では、それぞれの四肢や関節に明らかな順次性が認められる」と述べ、これを「運動伝導」と定義している。

我々はこの運動伝導の考えに基づいて、ヒトの基本的な動作のひとつである“跳躍”をとりあげ、幼児における動作の「巧みさ」の獲得過程を縦断的に評価することを試みた。幼児に跳躍動作を行わせ、矢状面からの二次元映像解析を行い、しゃがみ始めから踏み切りまでの下肢関節が動く順序を、同一幼児における1年間の時間経過の前後で比較した。本研究では、垂直跳び動作の中で、幼児が能動的に下肢関節の屈伸を行う「しゃがみ始め」と「伸び上がり」に着目し、その際に、成人における下肢関節が動く順序を「巧みさ」の指標として変化の程度を判断した。

II. 方 法

1. 被験者

対象者は神奈川県横浜市の幼稚園児（3歳10ヶ月～5歳8ヶ月）であり、在園児60名中、39名について追跡して測定を行った。1回目の測定は、2005年1月26日に行い（以下、2005年時とする）、同一幼児を対象に2回目の測定を2006年2月22日、28日に行った（以下、2006年時とする）。幼稚園および保護者には、予め実験の趣旨を十分に説明し、文書にて同意を得た。

幼児との比較のための指標となるデータが必要なために、成人による垂直跳びの測定を行った。対象者は15名（20～24歳）の男性であった。被験

者には、予め実験の趣旨を十分に説明して同意を得た。被験者には、最高跳躍高に到達するように指示し、最も跳躍高の大きい試技を検討対象とした。後述の各測定項目については15名の平均値を成人の値とした。尚、跳躍の際には上肢の動作には特別な指示をしなかった。

2. 形態および基礎運動能力の測定

幼児の形態の経年変化を検討するために、生年月日、身長、および体重を聴取した。この際には当該幼稚園の公式記録を転用した。また、跳躍動作の測定に先立ち、25 m 走、立ち幅跳びを行い、基礎運動能力の指標とした。25 m 走については2005年時、2006年時に行い、立ち幅跳びは2006年時のみに行った。

25 m 走は、スタンディングスタートで2名ずつ2回試技を行った。立ち幅跳びは、平坦な土の上で助走をつけずに2回行った。25 m 走、立ち幅跳びともに、最もよい記録を採用した。

3. 幼児の跳躍動作の測定および分析方法

測定に先立ち、幼稚園教諭から測定についての説明がなされた。その後、各被験児にデジタイズ用の標点を貼付した。標点に用いるマーカーは発泡スチロールの半円で、直径は3 cm と1.5 cm であった。マーカーの色は黒および黄色とし、それぞれの被験者の各部位の背景の色を考慮し、最も目立つ色を選択した。これらのマーカーは、被験者の頭頂と胸骨上縁、左右の耳珠点、肩、肋骨下端、肘、大転子、手首、手先、膝、外果、母指球、踵、爪先に貼付した。測定時には、被験児に対し出来るだけ高くジャンプするように丁寧に説明をして、練習を数回行わせた。本番の試技は3回行わせた。

1台のカラービデオカメラ（SSC-DC690, SONY）を用いて、垂直跳び動作を側方から毎秒30コマで撮影し、ビデオデッキ（SR-DVM70, Victor）に収録した。得られた映像データをオフラインで処理・解析した。毎秒30コマで画像取り込みシステム（Ultra EDIT, Canopus）を用いて

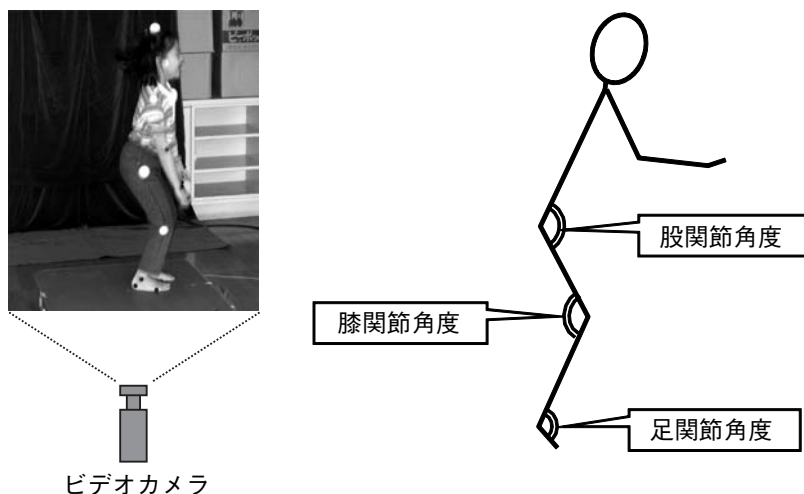


図1 測定概略図および関節角度定義
Fig. 1 Measurement schematic representation and a definition of joint angle

コンピュータ (Dimension 3000, Dell) に取り込んだ。3回の跳躍で一番高かった記録を検討資料とし、しゃがみ込み開始から離地までの時期を分析対象とした。動作解析ソフト (Frame DIAS, DKH) を用いて二次元映像解析を行い、身体合成重心の変位から跳躍高を算出するとともに、股関節・膝関節・足関節の角度・角速度を算出した (図1)。

動作局面と下肢関節が動く順序は以下の用に定義した。「しゃがみ始め」は、股関節・膝関節・足関節のいずれかが屈曲し始める時機から、三つの関節角度全てが減少し始めるまでとした。「伸び上がり」は、三つの関節のいずれかが伸展し始める時機から、三つの関節の角度全てが増加し始める時までとした。その際における股関節・膝関節・足関節の屈伸速度を求め、それらの値について、正值と負値の切り替わる時機が生起する順序を求めた (図2)。

4. 統計処理

身長および体重、25 m 走、立ち幅跳びの値の全国値との比較には対応のない2群のT検定を用いた。これらの値の、2005年時と2006年時の比較には、対応のあるT検定を用いた。

股関節・膝関節・足関節の屈伸の順序を『1』、『2』、『3』という順序変数で置き換え、全被験

者の平均値および標準偏差を算出した。これらの順序変数に対し、フリードマンの順位検定を実施し、有意差が認められた場合はSheffeの方法を用いて多重比較を行った。統計学的な有意差がない場合は順序性がないと判断し、有意差が生じた場合には順序性があると判断した。有意水準は5%未満とした。この屈伸順序を「巧みさ」の指標として、成人に近づいたか否かを検討した。

Ⅲ. 結 果

1. 形態および基礎運動能力

表1に、幼児の形態および基礎運動能力の経年変化を示す。幼児の身長および体重は、2005年時と比較して2006年時において有意に大きく、1年間で体が大きくなったことを示していた。

25 m 走のタイムは、2005年時と比較して2006年時において有意に短縮し、1年間で走能力が高まったことを示していた。立ち幅跳びの値は、平均でおよそ101 cmであった。

本研究における身長、体重、25 m 走、立ち幅跳びの値と、全国平均値³⁾を比較したところ、統計的有意差は認められなかった。

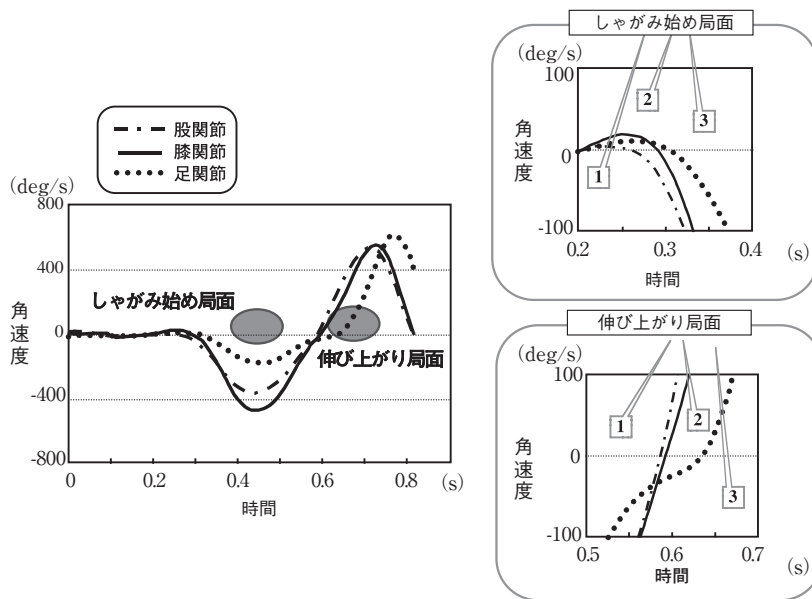


図2 動作局面の区分と下肢関節が動く順序の定義
Fig. 2 A definition of the order that a lower leg joint moves

表1 幼児の形態および基礎運動能力の経年変化
Table 1 Height, weight and exercise capacity in infant

	2005年時 n=39 (3歳10ヶ月～ 5歳8ヶ月)	2006年時 n=39 (4歳11ヶ月～ 6歳9ヶ月)
身長	105.5±5.1	113.1±5.0**
体重	18.1±2.2	19.9±2.8**
25 m 走	7.6±0.8	6.5±0.4**
立ち幅跳び	—	100.9±12.6

**p<0.01

2. 垂直跳び時の跳躍高

図3は、二次元映像解析により算出した身体の合成重心の変位からみた垂直跳び時の跳躍高を示している。幼児の跳躍高は、2005年時で14.9±4.2 cm、2006年時で21.1±4.0 cmであった。成人の跳躍高は59.7±8.6 cmであった。幼児の跳躍高は、2005年時と比較して2006年時で有意に大きく、1年間で跳躍能力が高まったことを示していた。

3. 「しゃがみ始め」における順序

図4は、「しゃがみ始め」において下肢関節が動く順序と検定結果を示している。ここでは、股関節・膝関節・足関節が動く順序の平均値を、幼児の2005年時、2006年時、および成人に対して示

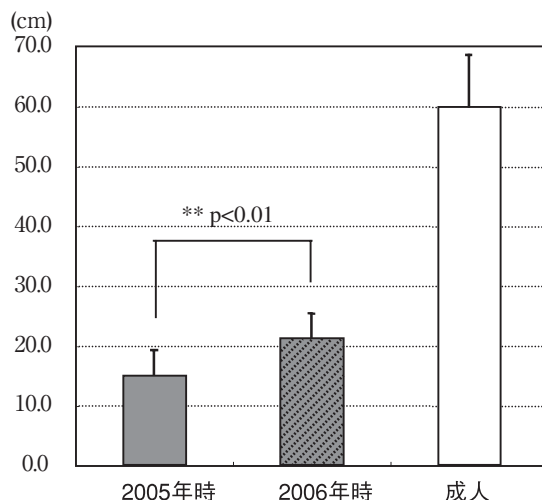
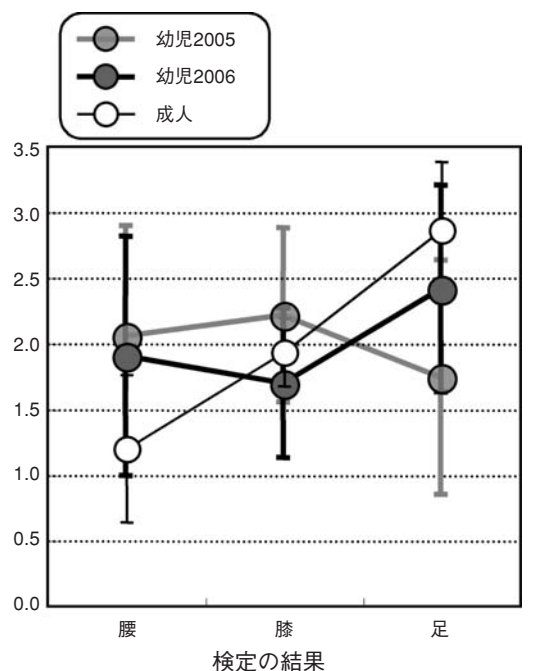


図3 合成重心の変位からみた垂直跳び時の跳躍高
Fig. 3 The height of vertical jump calculated from displacement of center of gravity

している。対照群である成人においては、股関節、膝関節、足関節いずれの間にも有意差が認められた。これは、成人の下肢関節の動く順序が、股関節→膝関節→足関節であることを意味していた。

2005年時の幼児では、膝関節と足関節の間に有意差が認められた。これは、幼児の下肢関節の動く順序が、足関節→膝関節であることを意味して



	検定の結果		
	股・膝関節間	股・足関節間	膝・足関節間
2005年時	—	—	—
2006年時	N.S.	N.S.	p<0.01
成人	N.S.	p<0.01	p<0.05

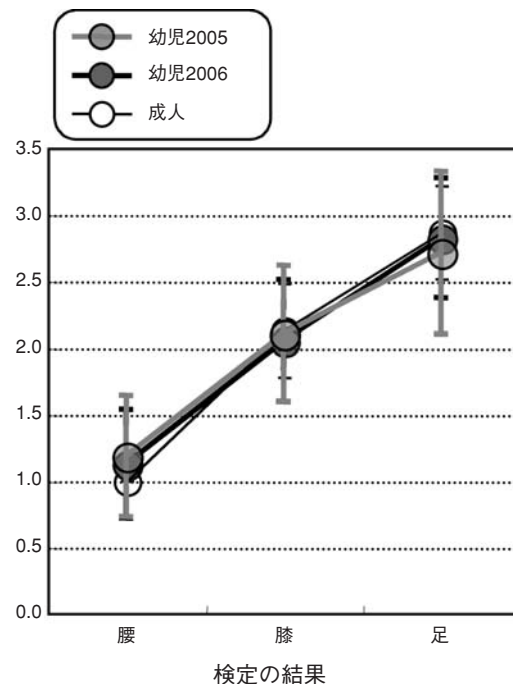
図4 「しゃがみ始め」における下肢関節が動く順序 (幼児全体の経年変化)

Fig. 4 “Squat down; the order that a lower leg joint in the beginning” moves

いた。1年後の2006年時の幼児では、股関節と足関節の間、および膝関節と足関節の間に有意差が認められ、幼児の下肢の動く順序が股→足、あるいは膝→足であることを意味していた。

4. 「伸び上がり」における順序

図5は、「伸び上がり」において下肢関節が動く順序と検定結果を示している。成人においては、股関節、膝関節、足関節いずれの間にも有意差が認められた。これは、成人の下肢関節の動く順序が、股関節→膝関節→足関節であることを意味していた。同様に、2005年時および2006年時の幼児においても、股関節、膝関節、足関節いずれの間にも有意差が認められ、下肢関節の動く順序が、股関節→膝関節→足関節であることを意味していた。



	検定の結果		
	股・膝関節間	股・足関節間	膝・足関節間
2005年時	p<0.01	p<0.01	p<0.05
2006年時	p<0.01	p<0.01	p<0.01
成人	p<0.01	p<0.01	N.S.

図5 「伸び上がり」における下肢関節が動く順序 (幼児全体の経年変化)

Fig. 5 The order that a lower leg joint in “growth rise” moves

IV. 考 察

1. 形態および基礎運動能力

本研究のひとつの大きな特徴は、「縦断的検討」である。その前提として、幼児の形態および基礎運動能力の発育発達過程を確認する必要がある。本研究で対象とした幼児の身長及び体重は、1年間で有意に大きくなり、その値は2005年時および2006年時ともに、全国平均値との間に有意な差は認められなかった(表1)。このことから、本研究の被験者である幼児の形態は、平均的であったといえる。

本研究で対象とした幼児の25 m 走のタイムは、1年間で有意に短縮し、その値は2005年時および2006年時ともに、全国平均値との間に有意な差が認められなかった(表1)。また、2006年時の立

ち幅跳びの値に関しても、全国平均値との間に有意な差が認められなかった。これらのことから、本研究の被験者である幼児の基礎運動能力は、平均的であったといえる。したがって本研究に参加した幼児は、全国的にみて平均的な形態・体力を持ち、平均的な発育発達をしているといえることから、これらの幼児に対して動作の「巧みさ」を評価することには十分な妥当性・信頼性があると考えられる。

2. 垂直跳びの跳躍高の経年変化について

宮丸⁴⁾は年少の子どもでは、動作が未熟なために一般的に採用されているリーチングテストによって跳躍高を計測することが困難であることを指摘している。これらの報告をふまえ、本研究の主たる動作課題である垂直跳び動作における跳躍高には、二次元映像解析により算出した身体の合成重心の変位からみた跳躍高を用い、これをもって跳躍動作のパフォーマンスとした。

幼児の跳躍高は、2005年時と比較して、2006年時で有意に大きく、1年間で跳躍能力が高まったことを示していた(図3)。幼児の運動能力の評価に関して、松浦⁵⁾は、「成人と異なり、いかに上手に、安定した状態で安全に成就できるかであり、力強さや素早さではない」と述べている。これらの考えをふまえ、本研究ではパフォーマンスとしての跳躍高の発育発達を確認した上で、「力強さ」や「素早さ」という観点ではなく、「巧みさ」に焦点をあてて詳細に検討を行った。

3. 発育発達に伴う「運動伝導」の獲得過程について

垂直跳び動作時の成人の下肢関節の動く順序は、「しゃがみ始め」、「伸び上がり」ともに、股関節→膝関節→足関節であった。この下肢関節の動く順序、すなわち「運動伝導」に関してマイネル²⁾は「胴体から四肢への運動伝導」と「四肢から胴体への運動伝導」をあげ、歩行や走行時の規則的な胴体の沈みの運動は、胴体から脚に向かって常に伝導されると述べている。同時に、跳躍動作に

おける跳躍脚にみられる順次性の特徴抽出の難しさも指摘している。しかしながら本研究では、角度変化ではなく角速度変化を検討することにより、順次性を見いだすことができた。本研究における成人の跳躍時の「運動伝導」は、「胴体から四肢への運動伝導」に合致しており、対照群として適切な動きをしていたといえる。

「しゃがみ始め」における幼児の下肢関節の動く順序は、2005年時には「足→膝」、つまり成人と逆の順序であったが、2006年時には「股→足」あるいは「膝→足」の順序に変化した(図4)。成人の順序が「股→膝→足」の順であることを考えると、これらは発育発達に伴って獲得された動きであると考えられる。これに対し、「伸び上がり」における幼児の下肢関節の動く順序は、2005年時および2006年時において股関節→膝関節→足関節であった(図5)。したがって、これらの動きは成人と同様であり、幼児期からある程度備わっている動きであったと考えられる。これらは、2005年時および2006年時に同じ幼児を対象として、同じ条件で測定を行っているために得られた知見であり、幼児の跳躍動作の獲得過程の特徴のひとつであると考えられる。

4. 幼児の動きの特徴について

本研究で得られた幼児の動きの特徴として、「しゃがみ始め」における幼児の下肢関節の動く順序が、成人と異なっていたことがあげられる。跳躍時の幼児の下肢にみられる、大人と異なる屈伸の順序性についての報告はこれまでみられない。跳躍からの着地に関して、先のマイネル²⁾は「3～5歳までは高いところから飛び下りられるようになって、弾力的にはずみをつけて着地することは出来ない」と述べている。同じく、着地動作において宮崎ら⁶⁾は、幼児と大学生を対象として、各自の身長30%あるいは60%という一定の身長比による台高から飛び降り動作を行い、画像、筋電図および地面反力記録から分析し、幼児は大学生よりも有意に着地時の体重当たり最大衝撃力が大きく、最大力出現時間や衝撃吸収時間が短いこ

とを示している。彼らは、幼児が成人と比較して着地動作中における足関節、膝関節、あるいは股関節等の屈曲度が小さく、また膝関節や足関節伸筋群の筋活動が少ないために、これらの結果が生じたと考察している。これら先行研究の結果もふまえ、本研究でみられた「しゃがみ始め」における成人との動きの違いは、運動制御、それを司る神経系の発育が未発達であることに起因していると推察される。今後は、「しゃがみ始め」に着目して、運動伝導の観点から幼児の「巧みさ」について検討していく必要があると考える。

V. まとめ

本研究では幼児の垂直跳び動作を対象に二次元映像解析を用い、股関節・膝関節・足関節の屈伸の順序性からみた運動伝導を指標として、跳躍動作における「巧みさ」の獲得過程を縦断的に検討した。被験者は神奈川県内の幼稚園児39名であった。測定は2005年2月（2005年時）と、その1年後の2006年2月（2006年時）に行った。対照群として健康な大学生15名に対しても同様の測定を行った。得られた結果は以下の通りである。

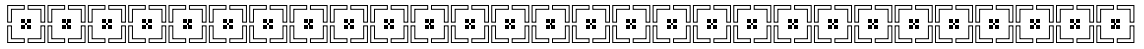
1) 幼児の身長および体重は全国平均レベルであり、その値は2005年時と比較して2006年時（1年後）に有意に増大した。一方、幼児の基本的運動能力の指標である25 m走の値もまた全国平均レベルであり、その値は1年後に有意に短縮した。

- 2) 二次元映像解析から算出した幼児の垂直跳び時の跳躍高は、1年後に有意に増大した。
- 3) 幼児の垂直跳び動作時の「しゃがみ込み」における下肢関節伸展の順序性は、発育発達に伴い、成人の「股→膝→足」により近づいた。
- 4) 「伸び上がり」における下肢関節伸展の順序性に成人との違いはみられなかった。

これらの結果から、幼児における跳躍動作の特徴は「しゃがみ込み」における大人と異なる屈伸の順序性にみられ、運動制御機能が未発達であることに起因する可能性があることが推察された。また二次元映像解析を用いて、幼児の発育発達に伴って獲得される跳躍動作の「巧さ」を定量化できる可能性が示唆された。

引用文献

- 1) 高石昌弘：発育発達と子どものからだ，子どもと発育発達，1，9-12，2003.
- 2) クルト・マイネル：スポーツ運動学，第13版，190-212，大修館，2002.
- 3) 杉原 隆，森 司朗，吉田伊津美：幼児の運動能力発達の年次推移と運動能力発達に関与する環境要因の構造的分析，平成14～15年文部科学省科学研究費補助金研究成果報告.
- 4) 宮丸凱史：幼児の垂直跳動作の発達に関する運動形態学的考察，体育科学，25，89-96，1997.
- 5) 松浦義行：子供の運動発達，子供の発育発達，104-107，杏林書院，2003.
- 6) 宮崎義憲，関 和彦，王 緯，矢野博巳，蒲田俊司：幼児の着地衝撃緩衝能について，体育科学，18，140-148，1990.



中高年者の減量に対する石鎚山系を利用した高地環境における歩行運動の有効性

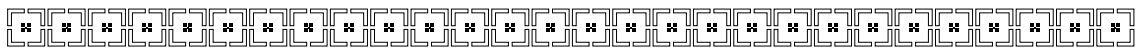
寺尾 保 (スポーツ医科学研究所) 小澤秀樹 (医学部内科学系総合内科)

三田信孝 (体育学部生涯スポーツ学科) 内田裕久 (工学部エネルギー工学科)

坂根浩弥 (西条市医師会) 山崎由紀 (西条市役所健康増進課) 竹内照定 (西条市役所健康増進課)

The Effects of Walking Exercise in High Altitude Environment Using the System of Mt. Ishizuchi for Weight Reduction in Middle-aged and Elderly Persons

Tamotsu TERAOKA, Hideki OZAWA, Nobutaka MITA, Hirohisa UCHIDA, Hiroya SAKANE,
Yuki YAMASAKI and Nobusada TAKEUCHI



Abstract

The purpose of this study is to elucidate the effects of walking exercise in high altitude environment using the system of Mt. Ishizuchi for weight reduction in middle-aged and elderly persons. In experiment 1 (Exp.1), fifteen obese adults walked one day under a hypobaric environment (1500m) and one day under a normobaric environment for two days per week during 12 weeks of walking exercise. All the subjects walked for 60 minutes. In experiment 2 (Exp.2), five male subjects exercised 60 minutes on a treadmill at 1500m simulated altitude for one day per week for 12 weeks. Before and after 12 weeks of EG and CG, the following parameters were measured body weight (BW), body composition and arterial stiffness index (baPWV) at 09:30-10:00 a.m. BW after the training for 12 weeks was significantly lower than that before the training. The composition of body fat after the training for 12 weeks was significantly lower than that before the training. LBM did not differ between before and after training for 12 weeks. The arterial stiffness index (baPWV) after the training for 12 weeks was significantly lower than that before the training. These results suggest that the combination of walking exercise in hypobaric and normobaric environments may be a useful method for body weight reduction and exercise treatment in middle and elderly persons.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 69-78, 2008)

I. 緒 言

競技スポーツに対するトレーニングの分野では、高地トレーニングが平地におけるパフォーマンス向上の手段として、数多くのアスリートに用いられてきている。一方では、日常生活のレクリエー

ションにおいても登山やハイキング、トレッキングなどで高地環境に触れ合う機会も増加している。近年では、高地トレーニングが一部のエリートスポーツ選手の競技力向上のみならず、幅広い年齢層の人々に対しても、健康増進および体力向上に貢献する可能性のあること¹⁾が指摘されている。高地トレーニングには、従来から行われている自



写真1 石鎚山系を利用した高地運動教室

Photo.1 Walking exercise in high altitude environment using the system of Mt.Ishizuchi

然環境を利用した高地トレーニングと、最近、著しい普及をみせている人工的環境を利用した高地トレーニング（低圧室、低酸素室）とがある。

これまで、私たちは、人工的高地環境システム（低圧室）を用い、「中高年肥満者に対する高地環境の運動効果」について検討を行ってきた²⁻⁸⁾。これらの結果、標高1500 mに相当する低圧環境下で週3回の歩行運動は、肥満者の減量に対して身体的にも安全で安静時代謝の亢進および脂質代謝の改善が行われ、より効果的な減量ができる可能性のあることを認めている。しかし現実には、これらの効果を自然の高地環境で得ようとする場合は、高地地域への移動や気象条件を考えると、高地トレーニングとして週3回の頻度で継続的に行うことは、非常に困難であろうと考えられる。この実情を踏まえ、肥満者を対象に行うトレーニング頻度を週3回とした場合、1回の低圧低酸素環境下（高地）と残り2回に常圧常酸素環境下（平地）の併用による歩行運動の研究結果では、単に、常圧常酸素環境下の歩行運動（週3回の頻度）に比較して、長期間にわたって継続することで安静時代謝の亢進および脂質代謝の改善が行われ、より効果的な減量ができる可能性のあることも報告している。したがって、私たちは、実際に、女性や中高年者が週末を利用して高地登山（標高1000 m～2000 m）やトレッキングをすることは、運動能力の改善は基より、登山後の長時間にわた

るエネルギー代謝の亢進がみられ、肥満の予防および健康増進、さらには、疾病の予防などの観点から推奨されるであろうと考えている。

従来、生活習慣病と環境条件との関連から、標高1000～3000 mの高地住民には、冠心疾患や高血圧症などの発生率が低く、また、長寿者の多いこと¹⁾や、生活習慣病、とくに虚血性心疾患および脳血管疾患などの循環器系疾患に対する身体運動の有効性も多く報告されている。循環器系疾患の原因の1つに動脈ステイフネスの増加による動脈硬化⁹⁾があげられる。

東海大学は、愛媛県西条市と教育・研究交流事業を2006年2月18日に締結している。西条市は、この交流事業の1つに地域資源である石鎚山系を活用した「石鎚山系高地トレーニング事業」により、スポーツ選手の競技力向上や一般市民の健康増進を図る構想である。これまでに得られた低圧室を用いた「肥満者の運動療法、一般人の健康維持増進」に関する高地環境での適切なトレーニング方法やトレーニングの成果等を基に、現在、市民を対象（肥満の所見がある人）に高地運動教室が開催されている。

本研究では、その研究の一環として、これまでの成績を踏まえ、減量・ウエイトコントロールを必要とする中高年肥満者を対象に、高地運動教室について、自然環境を利用した高地および平地の併用による歩行運動がどのような効果を及ぼすか、

さらには、同様な環境および運動負荷条件で人工の高地環境システム（低圧室）を用い、低圧低酸素環境下における定期的な歩行運動が、動脈の機能（動脈スティフネス）にどのような効果を及ぼすかなどについて検討した。

II. 研究方法

1. 実験1

高地運動教室の目的は、減量を必要とする中高年者を対象に、自然環境の高地での歩行、平地での歩行などを行い、運動の仕方を習得するほか、身体組成測定や血液検査などで、身体状況や食生活の改善状況を評価することである。

1) 対象者

研究対象は、西条市主催・平成19年度高地運動教室（前期）に参加した男性2名、女性13名の計15名（平均年齢 63.1 ± 4.5 歳、平均身長 156.8 ± 4.8 cm、平均体重 59.0 ± 9.3 kg）とした。なお、運動教室では、事前に高地運動教室の目的および測定内容を参加者全員に文章および口頭で十分な説明を行い、自主的な参加の同意を得た。今回の高地運動教室では、対照群を設定していなかったため、西条市主催のメタボリックシンドローム予防・改善教室（平地運動のみ、週2回の頻度）に参加した中で、高地運動教室の参加者と体重がほぼ同値の被験者10名（年齢 60.2 ± 6.9 歳、身長 153.2 ± 6.5 cm、体重 60.2 ± 6.9 kg）のデータを分析に用い、参考資料とした。

2) 環境および運動負荷条件

自然環境を利用した高地運動は、旧寒風山隊道から土小屋までの瓶ヶ森林道（標高1500 m～1600 m）で、4 km～6 kmのコースを設定した。1回のトレーニングにおける高地（低圧低酸素）環境への曝露（滞在）時間は約3～4時間程度であった（昼食時間を含む）。高地への送迎は、マイクロバスを用いた。

持久的トレーニングは、12週間にわたり、週2回の頻度で1回が高地での歩行運動、残り1回が平地での歩行運動（ストレッチ；10分間、歩行；50分間、ストレッチ；10分間）、またはトレーニングルームでの運動（ストレッチ；10分間、マシンでの筋力トレーニング；40分間、有酸素運動；30分間、ストレッチ；10分間）とした。高地における歩行距離は、最高5～6 kmとし、歩行速度は運動教室開始時は時速4 kmで行い、その後、個人差もあることから2～3グループに分け、各グループの運動能力に合わせて徐々に速度を上げ、最終的に時速6 km、運動時間は1回45～60分間とした。運動中は、脈拍数、動脈血酸素飽和度、自覚的運動強度などを計測しながら歩行運動を行った。なお、雨天時は、平地での水中歩行運動を実施した（運動時間60分間）。

運動教室の実施中は、参加者の腰部にライフコーダ（スズケン）を装着して、1日の総歩行数（消費カロリー）を計測した。

その他、高地運動教室では、医師による病態講座（1回）、栄養士・保健師による食生活・生活習慣に関する講座（3回）も開催した。トレーニング期間中は、摂取エネルギーの制限など強制的な栄養指導は行わず、本人の自主性に任せた。なお、メタボリックシンドローム予防・改善教室も病態講座、食生活講座、さらには個別指導を実施した。

3) 測定方法

動脈血酸素飽和度および脈拍数は、フィンガーパルスオキシメータ（Model9500、スタープロダクト）、体脂肪率は体組成計（Model BC-118、タニタ）をそれぞれ用いて測定した。腹囲径は、臍中央部で計測した。

血液検査は、総コレステロール（TC）、高比重リポ蛋白コレステロール（HDL-C）、中性脂肪（TG）を測定した。血液分析については、愛媛県厚生連検診センター（愛媛県厚生農業協同組合連合会）に委託して行った。

2. 実験2

実験2では、中高年者を対象に、人工的高地環境システムの低圧室を用い、実験1と同様に、トレーニング頻度を週2回とした場合、1回の低圧低酸素環境下（高地）と残り1回の常圧常酸素環境下（平地）の併用による歩行運動を中心とした12週間のトレーニングが、生活習慣病、とくに虚血性心疾患および脳血管疾患などの循環器系疾患の原因の1つである動脈機能（動脈スティフネス）にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

1) 対象者

実験対象は、中高年の男性5名（年齢 51.8 ± 12.6 歳、身長 165.6 ± 5.3 cm、体重 66.9 ± 7.4 kg）を被験者とした。なお、本研究は、ヘルシンキ宣言の精神に則り、被験者には事前に研究の目的、内容について十分な説明を行い、自主的な参加の同意を得た。

2) 環境条件

低圧低酸素環境下の実験は、東海大学スポーツ医科学研究所に設置されている低圧（高地トレーニング）室を使用した。

本研究では、標高1500 mに相当する低圧環境（気圧、634 mmHg）に調整して行った（室温20℃、相対湿度55%）。

3) 運動負荷テストおよび運動強度の判定

低圧環境下（1500 mの環境）における運動負荷テストの測定には、トレッドミルを用い、目標心拍数（ $(220 - \text{年齢}) \times 0.75$ ）、動脈血酸素飽和度（90～94%）および主観的運動強度RPE（11～13）の3つの指標からそれぞれの示してある範囲内になるよう歩行速度とトレッドミル傾斜角を求めた。

4) 持久的トレーニング

持久的トレーニングは、12週間にわたり、週2回の頻度で1回が高地での歩行運動、残り1回が平地での歩行運動とした。1回の運動時間は、60分間とした。運動後、被験者は、低圧低酸素環境下で60分間の安静状態を保持した。

高地トレーニングを行わない日は、日常生活の中で1日だけは最低10,000歩（他の日は7,000程度）を実施するという条件で、被験者の腰部にライフコーダ（スズケン）を装着して1日の総歩行数（消費カロリー）を計測した。トレーニング期間中は、摂取エネルギーの制限など強制的な栄養指導は行わず、本人の自主性に任せた。

5) 動脈スティフネスの指標である脈波伝播速度（baPWV）の測定

トレーニング前後のbaPWVの測定は、常圧環境下（気圧760 mmHg、室温25℃、相対湿度55%）で、被験者を仰臥位にて安静状態に保持した後、両足首および両腕に血圧脈波検査装置のカフを装着し、上腕収縮期血圧、拡張期血圧、脈圧および上腕動脈から足首動脈間のbaPWVの測定を行った。トレーニング後のbaPWVの測定は、歩行運動終了の2日後に行った。

6) 測定方法

baPWVは、血圧脈波検査装置（form PWV/ABI、日本コーリンメディカル社）を用いて測定した。動脈血酸素飽和度は、パルスオキシメータ（PULSOX-3i、ミノルタ）、心拍数がハートレートモニター（RS800、ポラール）をそれぞれ用いて測定した。

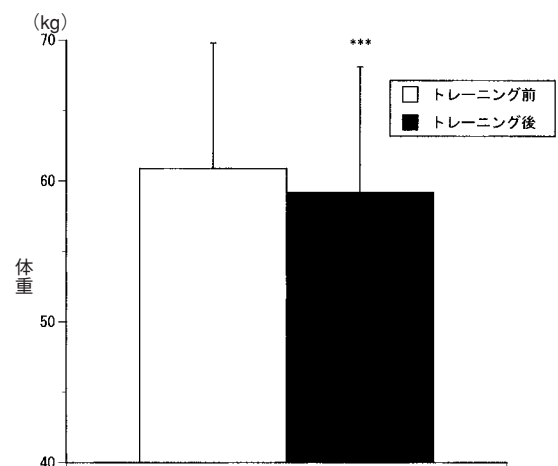


図1 12週間のトレーニング前後における体重の変化
Fig. 1 changes in body weight before and after the training for 12 weeks.
Values are expressed as means \pm SD. ** $p < 0.005$

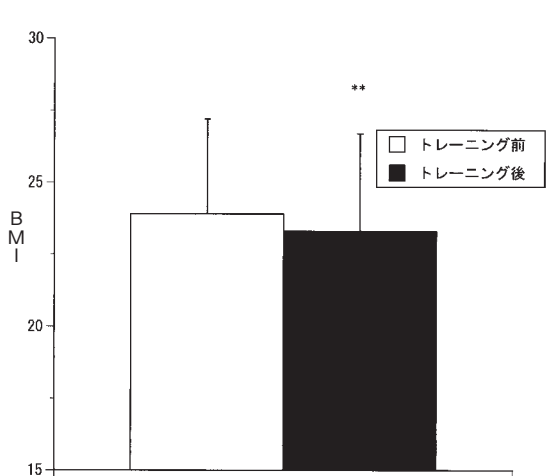


図2 12週間のトレーニング前後における体格指数 (BMI) の変化

Fig. 2 Changes in body weight before and after the training for 12 weeks.

Values are expressed as means ± SD. **p<0.005

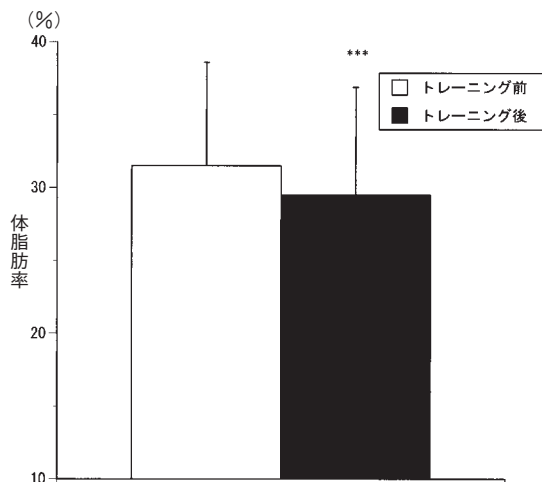


図3 12週間のトレーニング前後における体脂肪率の変化

Fig. 3 Changes in % body fat before and after the training for 12 weeks.

Values are expressed as means ± SD.

***p<0.001

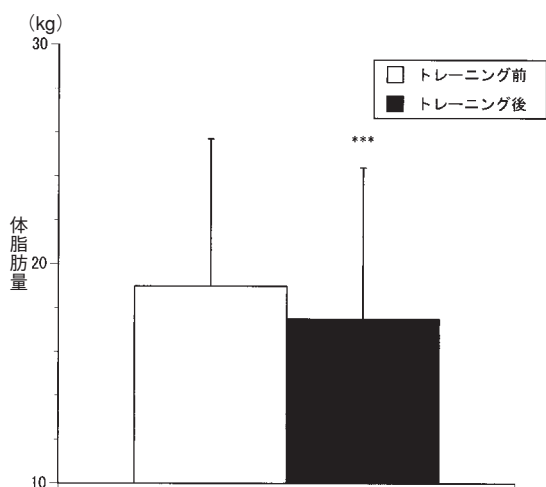
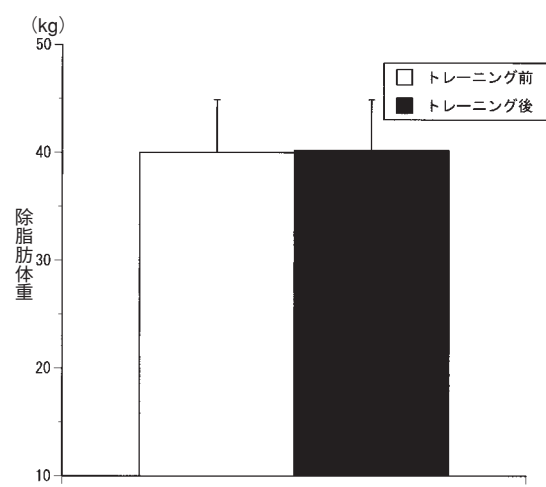


図4 12週間のトレーニング前後における身体組成の変化

Fig. 4 Changes in body composition before and after the training for 12 weeks.

Values are expressed as means ± SD.

***p<0.001



3. 統計解析

結果は、平均値±標準偏差で表し、統計学的分析にはトレーニング前後における有意差の検定に paired t-test を用いた。統計的有意水準は、すべての検定において5%未満とした。

Ⅲ. 研究結果

1. 実験1

1) 12週間のトレーニング期間中の平均歩数

12週間のトレーニング期間中における1日当たりの平均歩数は、高地歩行実施日で12,987±2,898

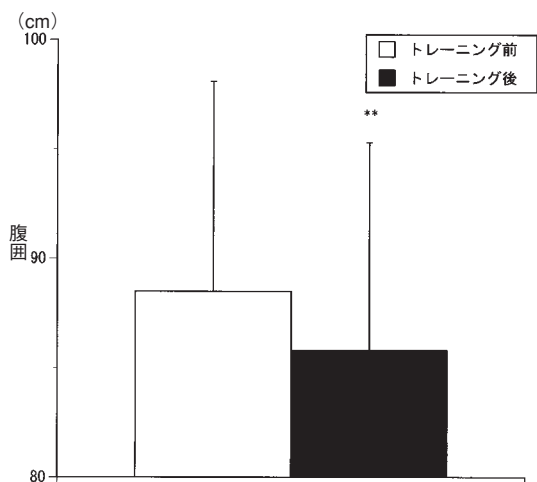


図5 12週間のトレーニング前後における腹囲の変化
 Fig. 5 Changes in abdominal region before and after the training for 12 weeks.
 Values are expressed as means \pm SD.
 *** $p < 0.001$

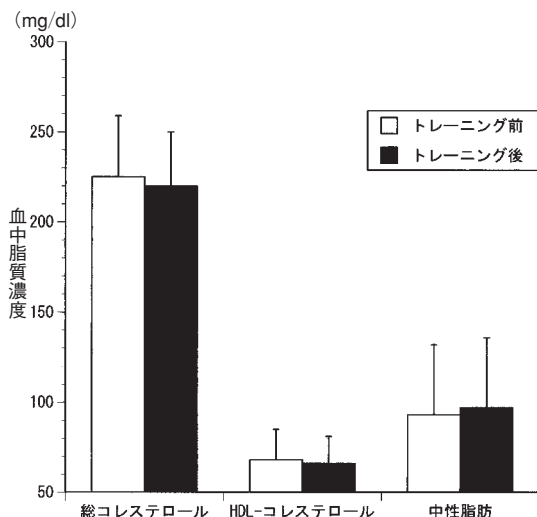


図6 12週間のトレーニング前後における血中脂質濃度の変化
 Fig. 6 Changes in concentration of blood lipid before and after the training for 12 weeks.
 Values are expressed as means \pm SD.

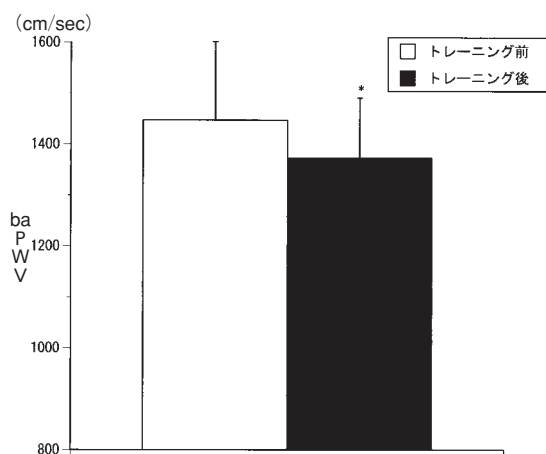


図7 12週間のトレーニング前後における動脈ステイフネスの変化
 Fig. 7 Changes in baPWV before and after the training for 12 weeks. Values are expressed as means \pm SD.
 $p < 0.05$

歩、平地歩行実施日で7,974 \pm 2,227歩、運動教室を行わない普段日で7,073 \pm 2,876歩となり、高地歩行実施日が最も大きな値を示した。

2) 12週間のトレーニング前後における体重およびBMIの変化

図1および図2に12週間のトレーニング前後における体重およびBMIの変化を示した。トレーニング後(体重: 57.7 \pm 9.4 kg, BMI: 23.3 \pm

3.4)の値は、トレーニング前(体重: 59.0 \pm 9.2 kg, BMI: 24.0 \pm 3.3)に比較して、有意な低下を示した(いずれも $p < 0.005$)。なお、参考資料としてのメタボリックシンドローム予防・改善教室(平地運動のみ、週2回の頻度)においても同様にトレーニング前後で有意な低下を示した($p < 0.001$)。

3) 12週間のトレーニング前後における体脂肪率の変化

図3に12週間のトレーニング前後における体脂肪率の変化を示した。トレーニング後(31.5 \pm 7.2%)の値は、トレーニング前(29.5 \pm 7.5%)に比較して、有意な低下を示した($p < 0.001$)。なお、メタボリックシンドローム予防・改善教室(平地運動のみ、週2回の頻度)においても同様にトレーニング前後で有意な低下を示した($p < 0.001$)。

4) 12週間のトレーニング前後における身体組成の変化

図4に12週間のトレーニング前後における身体組成の変化を示した。トレーニング後の体脂肪量(17.5 \pm 6.9 kg)は、トレーニング前(19.0 \pm

6.7 kg) に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.001$)。除脂肪体重 (LBM) は、トレーニング前後で有意な差がみられなかった。なお、メタボリックシンドローム予防・改善教室では、体脂肪量および LBM のいずれもトレーニング前後で有意な低下を示した ($p < 0.001$)。

5) 12週間のトレーニング前後における腹囲の変化

図 5 に12週間のトレーニング前後における腹囲の変化を示した。トレーニング後 (85.8 ± 9.5 cm) の値は、トレーニング前 (88.5 ± 9.6 cm) に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.005$)。なお、メタボリックシンドローム予防・改善教室 (平地運動のみ、週 2 回の頻度) においても同様にトレーニング前後で有意な低下を示した ($p < 0.001$)。

6) 12週間のトレーニング前後における血中脂質濃度の変化

図 6 に12週間のトレーニング前後における血中 TC、HDL-C および TG 濃度の変化を示した。いずれの項目でもトレーニング前後で有意の差がみられなかった。

なお、メタボリックシンドローム予防・改善教室においても同様な結果であった。

2. 実験 2

1) 12週間のトレーニング前後における動脈ステイフネスの変化

図 7 に12週間のトレーニング前後における baPWV の変化を示した。トレーニング後 (1373 ± 118 cm/sec) の値は、トレーニング前 (1447 ± 154 cm/sec) に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.05$)。

IV. 考 察

本研究では、減量・ウエイトコントロールを必要とする中高年肥満者を対象に、自然環境を利用

した高地および平地の併用による歩行運動が身体組成にどのような効果を及ぼすか、さらには、人工的環境を利用した低圧低酸素環境下における定期的な歩行運動が動脈の機能(動脈ステイフネス)にどのような効果を及ぼすか検討した。

当初、高地運動教室では、現地(瓶ヶ森林道)で高地歩行運動を12~13回程度予定していたが、天候不良のため7回の実施となった。12週間のトレーニング期間中における1日当たりの平均歩数は、高地歩行実施日が平均で約13,000歩、平地歩行実施日で約8,000歩、運動教室を行わない普段日で約7,000歩となり、高地歩行実施日が最も大きな値を示した。このような運動条件下での結果、12週間のトレーニング後は、トレーニング前に比較して、体重、BMI、体脂肪率、体脂肪量および腹囲で、いずれも有意な低下を示した。メタボリックシンドローム予防・改善教室(平地運動のみ、週2回の頻度)では、体脂肪量およびLBMのいずれもトレーニング前後で有意な低下を示した。肥満者に対して減量を行う場合には、LBMを減少させず体脂肪を減少させることが重要となる。LBMの減少には、極度のダイエットが関連する。メタボリックシンドローム予防・改善教室におけるLBMの減少は、ダイエットの良否が影響していたと推察される。

現在までに、スポーツ選手および肥満者の減量に対する標高1500 mに相当する低圧環境下で週3回の歩行運動は、身体的にも安全で安静時代謝の亢進および脂質代謝の改善が行われ、より効果的な減量ができる可能性のあること²⁾を認めている。さらに、肥満者を対象に、トレーニング頻度を週3回とした場合、1回の低圧低酸素環境下(高地)と残り2回に常圧常酸素環境下(平地)の併用による歩行運動は、4週間のトレーニング期間で著明な変化がみられなかったが、12週間では体重、体脂肪量などに有意な低下がみられ、安静時代謝量および脂肪からのエネルギー消費量に有意な増加が認められたこと^{4,10)}を報告している。したがって、先行研究および本研究の結果から推察すると、高地(週に1回)および平地の併用によ

る歩行運動を一定期間トレーニングを継続すると、低圧低酸素刺激とトレーニング刺激の相乗作用によって、単に、平地の歩行運動に比較して、安静時代謝の亢進および脂質代謝の改善が行われ、より効果的な減量ができることが考えられる。

12週間のトレーニング前後における血中TC、HDL-CおよびTG濃度は、いずれの項目でもトレーニング前後で有意の差がみられなかった。なお、メタボリックシンドローム予防・改善教室においても同様な結果であった。血中脂質に対する運動効果は、トレーニング前のHDL-C値が低い者ほど上昇が期待でき、逆にTG値については高い者ほど減少が期待できること¹¹⁾が報告されている。今回のように、有意な変化が認められなかった理由の1つとしては、運動教室参加者のHDL-C値をみても平均で67 mg/dl程度もあり、メタボリックシンドロームの診断基準(40 mg/dl未満)よりも明らかに高く、逆に、TG値は平均93 mg/dlで診断基準値(150 mg/dl以上)よりも明らかに低いため、運動の効果が顕著にみられにくかったと考えられる。

その他、自然環境を利用した高地運動では、自然の中で運動することで心身ともにリフレッシュでき、日頃のストレス解消にもつながり、癒しの効果を得られることが考えられる。

実験2では、人工的高地環境システムの低圧室を用い、実験1と同様に、トレーニング頻度を週2回とした場合、1回の低圧低酸素環境下(高地)と残り1回の平地の併用による歩行運動を中心とした12週間のトレーニングが動脈機能(動脈ステイフネス)にどのような影響を及ぼすかについて検討した。その結果、トレーニング後のbaPWVは、トレーニング前に比較して、有意な低下を示した。先行研究では、低圧低酸素環境下における歩行運動を中心とした6週間のトレーニング(週2~3回の頻度で、1日60分間)は、有意な低下を示したが、対照群(平地において1日平均7,000歩程度)では有意な変化が認められなかったこと⁸⁾を報告している。動脈ステイフネスは、加齢とともに増加するが日常生活の改善、特に運

動の習慣化によって予防・改善が期待できる。高強度のレジスタンストレーニングは、動脈ステイフネスを上昇させること¹²⁾が報告されている。成人女性を対象に低強度の抵抗性運動で構成されるサーキットトレーニング(1回の運動が40分間、週3回の頻度で2ヶ月間)では、トレーニング後がトレーニング前に比較して、baPWVが有意に低下したこと¹³⁾が報告されている。サーキットトレーニングプログラムを用いて高齢者の動脈ステイフネスの改善を期待するためには、週2回以上の運動を定期的実施する必要があること¹⁴⁾も報告されている。これらの結果から、動脈の機能は、運動様式、特に運動強度、持続時間、運動頻度に影響を及ぼすことが考えられる。さらに、高地環境における安静時およびトレーニング時の生理応答が平地と高地の違いによっても効果の出現時期が異なっていたことも推察される。したがって、平地および本研究の結果を基に考えると、標高1500 mに相当する低圧低酸素環境下で歩行運動を継続的に実施した場合、平地での運動よりも低圧低酸素環境である高地での歩行運動の方が動脈ステイフネスの面でも比較的早期にこれらの効果をもたらすことが考えられる。定期的な持続的トレーニングで得られる効果には、機能的因子と器質的変化が関与していることが考えられる。そこで、本研究のような運動環境、運動負荷条件および運動時間で得られた効果は、動脈の機能的因子によるものであり、おそらく血管平滑筋の緊張度などを介するものが主体であると考えられる。血管平滑筋の緊張度は、血管内皮細胞由来の血管作動物質や自律神経に影響される。若年者^{15, 16)}、または中高年者⁹⁾を対象にした持久トレーニングでは、大動脈脈波速度の有意な低下とともに、血管弛緩物質である一酸化窒素(NO)濃度の増加および血管収縮物質であるエンソセリン-1の低下などが報告されている。さらに、持続的トレーニングでは、交感神経活動の低下と副交感神経活動の亢進が血管平滑筋の緊張度を低下させることもbaPWVの低下に関与していたことも考えられる。したがって、先行研究および本研究

の結果から推察すると、標高1500 mに相当する低圧低酸素環境下における歩行運動は、心拍出量および血流量などの増加を伴い、血管内皮細胞からNOを放出する直接的な効果が関与して、動脈の機能的因子に変化が生じた可能性が考えられる。

以上、本研究の成績から、高地（週に1回）および平地の併用による歩行運動のトレーニングを一定期間継続すると、低圧低酸素刺激とトレーニング刺激の相乗作用によって脂質代謝の亢進、体脂肪量の減少がみられ、より効果的な減量ができると考えられる。肥満者や中高年者では、低圧低酸素環境条件が比較的低い標高1500 mでも十分に効果が得られること、さらに、定期的な歩行運動は、動脈硬化の予防や改善に期待できることなどが示唆された。

そこで、実際に、女性や中年者が週末を利用して高地登山（標高1000 m～2000 m）やトレッキングを行うことは、運動能力の改善は基より、肥満の予防および健康増進、さらには、疾病の予防などの観点から推奨できると考えている。

V. まとめ

本研究では、減量・ウエイトコントロールを必要とする中高年肥満者を対象に、自然環境を利用した高地および平地の併用による歩行運動が身体組成にどのような効果を及ぼすか、さらには、人工的環境を利用した低圧低酸素環境下における定期的な歩行運動が動脈の機能（動脈スティフネス）にどのような効果を及ぼすか検討した。

これらの成績を示すと次のごとくである。

- 1) 12週間のトレーニング期間中における1日当たりの平均歩数は、高地歩行実施日で $12,987 \pm 2,898$ 歩、平地歩行実施日で $7,974 \pm 2,227$ 歩、運動教室を行わない普段日で $7,073 \pm 2,876$ 歩となり、高地歩行実施日が最も大きな値を示した。
- 2) 12週間のトレーニング後における体重およびBMIは、トレーニング前に比較して、有意な低下を示した（いずれも $p < 0.005$ ）。

3) 12週間のトレーニング後における体脂肪率は、トレーニング前に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.001$)。

4) 12週間のトレーニング後における体脂肪量は、トレーニング前に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.001$)。LBMは、トレーニング前後で有意な差がみられなかった。

5) 12週間のトレーニング後における腹囲径は、トレーニング前に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.005$)。

6) 12週間のトレーニング後のbaPWVは、トレーニング前に比較して、有意な低下を示した ($p < 0.05$)。

以上、本研究の成績から、高地（週に1回）および平地の併用による歩行運動のトレーニングを一定期間継続すると、低圧低酸素刺激とトレーニング刺激の相乗作用によって脂質代謝の亢進、体脂肪量の減少がみられ、より効果的な減量ができると考えられる。肥満者や中高年者では、低圧低酸素環境条件が比較的低い標高1500 mでも十分に効果が得られること、さらに、定期的な歩行運動は、動脈硬化の予防や改善に期待できることなどが示唆された。

追伸

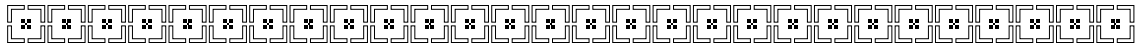
<高地運動教室における参加者の感想>

- ・自然のすばらしい景色・空気がよく、自然の変化を楽しみ、リフレッシュできた。
- ・高地で運動ができ、息切れしなくなった。体力がついた。ウォーキングの基本を知り、参考になった。
- ・食生活・運動を含め、生活全体に気をつけるようになった。

参考文献

- 1) 浅野勝己：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（5）：505-516，1999
- 2) 寺尾保，木村季由，恩田哲也，有賀誠司，中村豊，サンドゥー・アダルシュ，山並義孝，齋藤勝：肥

- 満者およびスポーツ選手の減量に対する低圧環境下における歩行運動の有効性, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 13:15-23, 2001
- 3) 寺尾保, 桑平一郎, 恩田哲也, 有賀誠司, 中村豊, サンドゥー・アダルシュ, 宮川千秋, 山並義孝, 齋藤勝: 肥満者に対する低圧環境下の歩行運動が運動終了後のエネルギー消費量に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 14:14-22, 2002
 - 4) 寺尾保, 桑平一郎, 宮川千秋, 恩田哲也, 中村豊, 三田信孝, 山並義孝, 齋藤勝: 肥満者に対する低圧環境下および常圧環境下における歩行運動の有効性, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 15:32-38, 2003
 - 5) 寺尾保, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 恩田哲也, 中村豊, 山並義孝, 堀江繁: 肥満者に対する低圧低酸素環境下の歩行運動が運動終了後の末梢血液循環に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 16:61-68, 2004
 - 6) 寺尾保, 伊藤栄治, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 山並義孝, 堀江繁: 中高年者に対する低圧低酸素環境下の歩行運動が末梢循環に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 17:16-22, 2005
 - 7) 寺尾保, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 山並義孝, 伊藤栄治: 肥満者に対する低圧低酸素環境下における安静時および歩行運動運動終了後の末梢血液循環に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 18:54-61, 2006
 - 8) 寺尾保, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 伊藤栄治, 山並義孝: 高齢化社会における中高年者の健康と疾病に対する高地トレーニング処方の有効性, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 19:39-46, 2007
 - 9) 松田光生: 4. 脈波速度の臨床治療への応用
非薬物治療: 運動, 食事, 食塩制限, 禁煙など, 脈波速度, 小澤利男, 増田善昭編集, メジカルビュー社, 128-135, 2002
 - 10) Terao, T., Miyakawa, C., Yamanami, Y., Saito, M.: The effects of walking exercise in hypobaric and normobaric environments on resting metabolic rate and body composition in obese adults. *Osterreichisches Journal fur Sportmedizin*, 33 (2): 26-31, 2003
 - 11) 山本直史, 萩裕美子, 吉武裕: 中年女性における冠危険因子に対する1日1万歩歩行の有効性, *体力科学*, 56:257-268, 2007
 - 12) Miyachi, M., Kawano, H., Sugawara, J., Takahashi, K., Hayashi, K., Yazaki, K., Tabata, I. and Tanaka, H.: Unfavorable effects of resistance training on central arterial compliance a randomized intervention study. *Circ.*, 110:2858-2863, 2004
 - 13) 三浦哉, 青木さくら: 低強度のサーキットトレーニングが成人女性の動脈スティフネスに及ぼす影響, *体力科学*, 54 (3):205-210, 2005
 - 14) 三浦哉: 運動頻度の違いが高齢者の動脈スティフネスに及ぼす影響, *体力科学*, 55 (6):653, 2006
 - 15) Kakiyama, T., Sugawara, J., Yokoyama, N., Murakami, H., Yazawa, K., Maeda, S., Kuno, S., Takaishi, M., Matsuda, M.: Effects of a 8-week exercise training and detraining in young males on aortic distensibility and VO₂ max. *Proceedings of the 4th annual congress of the European College of Sport Science*, 510, 1999
 - 16) Maeda, S., Miyauchi, T., Kakiyama, T., Sugawara, J., Iemitsu, M., Irukayama-Tomobe, Y., Murakami, H., Kumagai, Y., Kuno, S., Matsuda, M.: Effects of exercise training of 8 weeks and detraining on plasma levels of endothelium derived factors, endothelin-1 and nitrite/nitrate, in healthy young humans. *Life Sci.*, 69:1005-1016, 2001



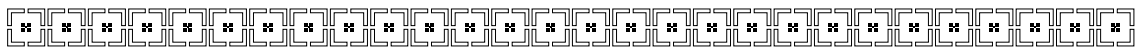
炭酸泉水と渦流温水による 循環促進効果の検討

中村 豊 (スポーツ医科学研究所) 吉田早織 (スポーツ医科学研究所)

西村典子 (スポーツ医科学研究所) 下田吉紀 (スポーツ医科学研究所) 宮崎誠司 (体育学部武道学科)

Effect of Carbon Dioxide-rich Water and Whirlpool Warm Water Bathing on Cutaneous Blood Flow, Thermal Sensation

Yutaka NAKAMURA, Saori YOSHIDA, Noriko NISHIMURA, Yoshinori SHIMODA and Seiji MIYAZAKI



Abstract

Ten healthy men and women were chosen as subject, and the acceleration effect of circulation was verified using 38 degrees Centigrade warm water. Three conditions of warm water ,Carbon dioxide-rich water, Whirlpool warm water and Natural warm water were prepared. and the effect of circulation was estimated from the recovery grade to usual temperature after warming for 15 minutes. As other observation items, the temperature before warming comparison with after warming at the time of an end of recovery and a subject's feeling of temperature were also analyzed. From the thermography temperature was analyzed with the comparison by the side of having been made dipped from a lower leg to a tip of a foot and being un-dipped. From an average of change of temperature in the analysis from a thermography , the difference of the effect of circulation by warm water conditions was not able to be found out statistically. As a contrast of natural warm water, when the effect of blood circulation was considered individually, it was suggested that the effect of circulation was excellent in carbon dioxide-rich water.

From investigation of feeling of temperature, 40% of the subject thought that carbon dioxide-rich water was warmest. Moreover, 30 % of the subject was thought during dipping to be warm in whirlpool warm water and during measurement to be warm in a carbon dioxide hot spring . We thought that it was necessary to accumulate the more cases on future.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 79-84, 2008)

I. はじめに

スポーツ現場においては、選手のコンディショニングやスポーツ障害からのアスレチックリハビリテーションの領域でさまざまな温熱療法が応用され実践されている。しかしながら、さまざまな温熱療法の手段の選択はその有効性の程度で選択

されるというよりは、現場にあるという存在理由からや医療スタッフの経験や勘などによって選択されている場合が少なからずあり、実際の効果の程度から選択されることは少ないように感じられる。また同じ目的の機器が複数ある場合にはその選択に苦慮する場合が少なくないように思われる。

炭酸ガスを溶存させた温水には循環促進効果があり、特に1000 ppm 以上の高濃度の炭酸泉水に

は循環促進効果が顕著にみられることが報告されている^{1,2)}。しかしながらその効果の程度について検証された報告は少なく、今後の炭酸泉水の活用方法を探る上でも循環促進効果の程度を検証することは必要な事柄であると考えられる。

一方、リハビリテーション分野においては、温熱療法の一環としてさまざまな方法が用いられている。温熱療法に関連した水治療法のなかで、渦流を用いるのは代表的な方法であり、循環促進効果が期待されている。渦流がもたらす皮膚へのマッサージ効果と水圧による循環促進効果によって患部の循環促進を図るものである^{3,4)}。

アスレチックリハビリテーションの現場では、実際に循環促進のためのリハビリプログラムを作成する場合でも、効果の程度に明確な基準のないままに機器の選択がなされ、循環促進効の適正判断に苦慮しているのが現状と思われる。

今回我々は循環促進効果の観点から、炭酸泉水と渦流温水の両者における皮膚血行の促進効果について検証し、アスレチックリハビリテーションやコンディショニングにおける活用意義について検討した。

II. 調査対象及び方法

研究対象は、健康上に特別な問題がなく、下肢の血行障害に影響する因子をもたない大学生の男女10名を選出した。年齢分布は19歳～23歳で、平均年齢は20.7歳である。男女比は男性5名、女性5名である。

研究方法は、室温21℃の一定の環境下で3条件の温水を作成し、それぞれの条件下で右下腿から足部全体を温水に浸水させ、15分後に非浸水側の下腿を対照として、浸水による皮膚温度上昇から平常温度へ回復する過程を分析検討した(図1)。

温水の条件は炭酸泉水、渦流温水、単純温水の3条件で、水温を38℃に設定し、①炭酸泉水は、浴槽に1000 ppm以上の濃度の炭酸泉水を作成した。②渦流浴温水は、専用の渦流浴装置を用いて渦流を作成し、浸水中は常に下腿から足に渦流が流れるように設定した。③単純温水は、特別な操作を加えない38℃の温水を作成した(図2)。

皮膚温度測定及び評価は赤外線サーモグラフィで行い、アビオニクス社製のハンディーサーモ



図1 浸水条件
a. 渦流浴、b. 炭酸泉水 c. 炭酸泉浸水時の境界線

Fig. 1 Warm water condition
a. whirlpool warm water b. carbon dioxide hot spring c. boundary line at the time of carbon dioxide hot spring dipping

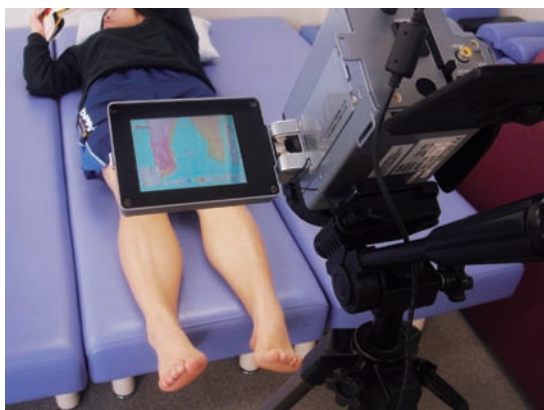


図2 サーモグラフィー
Fig. 2 Thermography

TVS200を用いて下腿から足の定点の皮膚温度を測定した。定点の設定は下腿の下3分の1中央と足関節部の内外果を結ぶ中点及び第2・3中足骨中央間部の3点とした。浸水側(右)と非浸水側(左)の両側に対して定点測定を行い室温条件での床温度を測定に加え、合計7箇所の皮膚温度測定を行った(図3)。

温度測定間隔は、浸水前と浸水後は5分間隔で40分間測定した。浸水前は5分程度の安静時間を取り、十分に安静が得えられた時点で、サーモグラフィー画像を撮像し温度評価した。浸水直後は水滴の影響を取り除くために迅速に水滴を拭き取りサーモグラフィー画像の撮像を行った。

測定項目は5分毎の測定ポイントの温度変化から、①浸水加温直後と40分経過後の皮膚温度比較、②加温前と浸水加温40分経過後の皮膚温度比較、③循環促進効果の男女比較、④被験者による浸水後の下腿の温感について検討した。

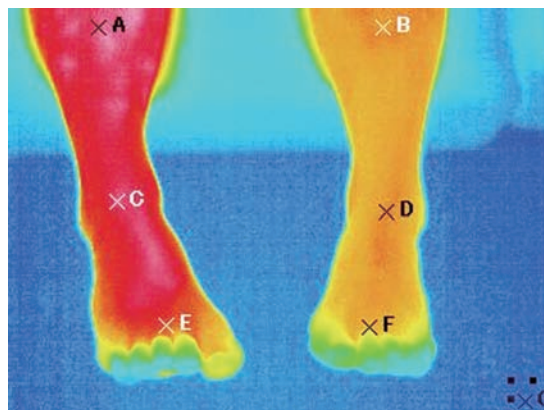


図3 皮膚温度測定ポイント
Fig. 3 Point of measurement for a skin temperature

測定結果の処理は paired t-test を用い、有意水準は5%に設定し分析した。

Ⅲ. 結 果

炭酸泉水、渦流浴、単純温水の3条件による15分間の浸水では、測定部位により温度変化に違いがあり、下腿部分では3~4℃程度の上昇を示し、前足部では7~8℃程度の上昇で、足関節部はその中間で4~5℃程度の変動を示した。温度上昇の最高値は下腿部の34.87℃であり、部位別の加温幅の違いは主に事前の各部位の温度差と同様のものであった。

3つの温水条件による加温皮膚温度からの平常皮膚温度への回復過程の違いの検討では、定点想定部位の中から観察部位を1つに絞って行った。観察部位は環境温度の影響が前足部より少ない足関節部分で行い、測定項目①の浸水加温直後の皮膚温度と40分後の終了時の皮膚温度との差で評価した。温度差が少ない場合を加温効果が保たれている判断して、10名の温度変化の平均で評価すると、炭酸泉水の浸水側2.62℃、非浸水側1.58℃、渦流浴では浸水側2.45℃、非浸水側1.46℃、単純温水では浸水側3.13℃、非浸水側1.74℃であり、渦流浴の変動幅が最も少ない結果であった。しかし、単純温水との比較では統計学的な有意差はなく、変動幅の傾向は浸水側と非浸水側と同様であ

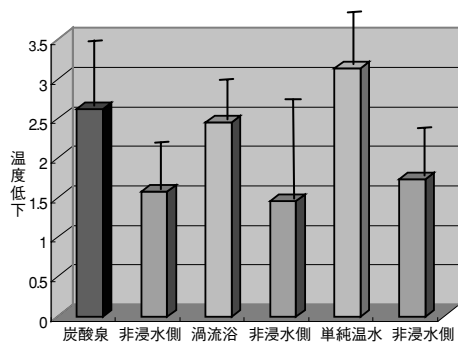


図4 加温時からの温度変化
Fig. 4 The change of temperature after warming

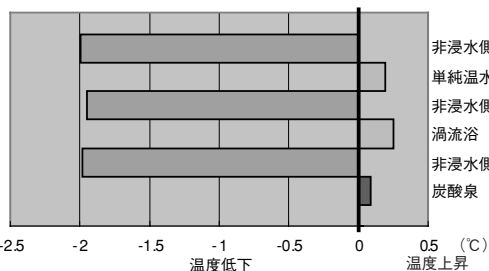


図5 加温前と終了時との温度変化
Fig. 5 The change of temperature between before and after warming

った(図4)。

温水の3条件で加温前と浸水加温後40分の皮膚温度を比較すると、炭酸泉水で0.09℃の上昇、渦流浴0.26℃、単純温水で0.19℃の上昇であった。非浸水側は環境温度の影響で低下を示し、それぞれ1.98℃、1.95℃、2.0℃の低下を示した(図5)。

下腿の温度変化は、時間経過とともに室温の影響を受けるため、非浸水側を対照として3条件の加温効果を検討した。加温直後から40分経過後との比較で炭酸泉水は1.05℃、渦流浴は1.00℃、単純温水は1.40℃の低下を示し、低下程度の少ないのは渦流浴であった(図6)。しかしながら、統計的には有意ではなかった。

加温前の皮膚温度と40分経過後の皮膚温度の比較に関して、非浸水側を対象として検討した。炭酸泉水で2.01℃、渦流浴で2.20℃、単純温水で2.19℃の上昇を示し、渦流浴での上昇程度が多い傾向であったが、やはり統計学的な有意な変化ではなかった(図7)。

炭酸泉水と渦流浴による循環促進効果を比較す

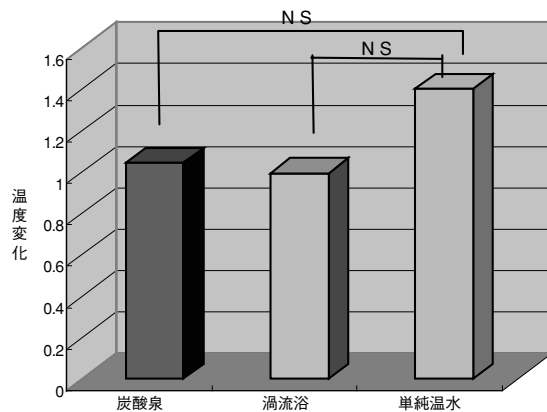


図6 加温直後からの非浸水側に対する温度変化
Fig. 6 The change of temperature compares the side which has not been dipped after warming

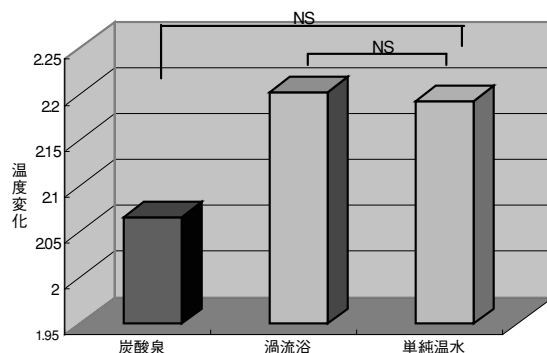


図7 加温前と終了時との非浸水側に対する温度変化
Fig. 7 The change of temperature compares the side which has not been dipped between before and after warming

るために、温度低下の値から単純温浴の場合の低下温度を対照として最終温度低下が単純温水の低下度より多いか少ないかを被験者毎で見ると、温度計測をした下腿、足関節と前足部の3箇所ですべて炭酸泉が半数以上の割合を示し、渦流浴の場合より高頻度であった(表1)。

また自覚的な温感では、炭酸泉が最も温かい40%、渦流浴20%、単純温浴0%であった。しかし浸水中は、渦流浴が温かく、測定中は炭酸泉が温かいと答えたものが30%みられた。また男女5名間における検討では、統計的に有意な結果は見出せなかった。

表1 単純温水に対する加温効果
Table 1 Effect of circuration to natural warm water

	炭酸泉	渦流浴
下腿	50%	30%
足関節	70%	50%
足	70%	40%

IV. 考 察

高濃度の炭酸泉水が循環促進の効果をもつことは知られている事実であるが、循環促進の程度についての詳細は不明であり、この循環促進効果を活用するには効果程度を知ることは必要な事柄と思われる。今回の研究では、単純温水を対照として炭酸泉水と渦流温水のもつ循環促進効果の違いについて検討した。統計学的な有意差は見られないうえに炭酸泉水は、渦流浴や単純温水に比べ温感に優れた手段と考えられ、他の温熱療法の機材と同様に使い分けが可能と考えられた。

炭酸泉水は1000 ppmの高濃度になると循環促進効果は顕著にみられると言われており、医療分野においても徐々に幅広く実用化されつつある現状がある。小動脈閉塞疾患や高血圧症に対して応用されている。スポーツ障害においても野球選手の捕球側示指の血行障害に対して、コンディショニングを含めた治療的適応が試みられている⁵⁾。

一方、渦流浴は理学療法分野で用いられている手法であり、渦流のもたらす物理的な刺激により血流促進、清浄作用、マッサージ効果などを期待するものである³⁾。腹部などでは対表面が刺激されるために皮下脂肪にフラッター現象が起こり、この刺激下ホルモン分泌が促進されて脂肪分解が促されるとも言われている。また、温感効果も高く蒸気が汗の蒸気を抑制することや、湿った空気は乾いた空気より多くの熱を貯留するため、深部体温は渦流浴、蒸気浴、サウナの順に上昇しやすいと言われている⁴⁾。

循環促進効果を最も期待できる温熱療法としての位置づけは、統計的解析では有意差を生じなかったため、優劣を論ずることは適当ではないと考

えられた。しかしながら、炭酸泉水、渦流浴および単純温水の3条件による浸水直後の皮膚温度と40分後の皮膚温度の低下度からみた循環促進効果の検討では渦流浴が最も温度低下が少なく、また浸水前の皮膚温度から40分後の皮膚温度上昇の比較においても渦流浴で上昇程度が高い結果であり、単純温水より優れた結果を示している。

また単純温水を対照とした最終温度比較では、浸水直後と最終皮膚温度の低下程度および浸水前と最終皮膚温度比較の温度変化から被験者平均で見た場合と異なり、炭酸泉が浸水側3箇所の中で半数以上に温度上昇が観測され、循環促進効果が示唆される結果となった。

自覚的な温感評価では、浸水時に渦流浴に温感が高く、浸水後の温感は炭酸泉が優れていた結果を考えれば、渦流の物理的な刺激が続く間は温感が優れており、局所の炭酸ガス濃度上昇による刺激が残る間は炭酸泉水の温感が優れていると考えられる。

男女の間では、有意な傾向は見られず、温度計測データからは有意差を得ることができなかったが、単純温水よりは炭酸泉や渦流浴温水の方が、循環促進効果が高いことが示唆されたと考えられる。今後にはデータの蓄積を図り、さらなる検討が必要であると考えられた。

V. まとめ

1. 炭酸泉水と渦流浴による循環促進効果および程度を検証するために、下腿に血行障害のない健康な被験者10名に対して炭酸泉水、渦流浴、単純温水の3条件下で皮膚温度の加温状態から平常温度への回復状況から循環促進効果を検討した。
2. 浸水加温直後と40分経過後の皮膚温度比較では渦流浴が最も温度低下が少ない結果で循環促進効果が示唆されたが、統計的有意差は見出せなかった。
3. 加温前と浸水加温40分経過後の皮膚温度比較

では、渦流浴で上昇程度が高く、循環促進が示唆されたが、統計的有意差は見出せなかった。

4. 単純温水を対照とした最終温度比較では、炭酸泉が浸水側 3 箇所の中で半数以上に温度上昇が観測され、最も循環促進効果が示唆された。
5. 被験者による浸水及び浸水後の下腿の温感の評価では、浸水時に渦流浴に温感が高く、浸水後の温感は炭酸泉に優れた結果を得た。

参考文献

- 1) 入来正躬：環境と自律神経—炭酸泉の作用—，自律神経，41巻1号，15～22，2004.
- 2) B.Hartmann, M.Pittler and B.Drews：CO2Baloneotherapy for Aerial Occlusion Diseases

*：Physiology and Clinical Practice，人工炭酸泉，1(1)，010～016，1998

- 3) 嶋田智明，高見正利，田口順子，濱出茂治，深町秀彦，藤原孝之，柳澤健，山崎節子：物理療法マニュアル，第1版，医歯薬出版，2000，140～141.
- 4) 森井和枝，嶋田智明，矢野幸彦，篠原英記，木山喬博，松澤正，坂本雅昭，濱出茂治，伊藤光二，齋藤昭彦，杉本雅晴，大淵恵理，浦辺幸夫，青木一治，川村博文：物理療法学，医学書院，第1版，2003，32～47.
- 5) 西村典子，中村豊，恩田哲也，伊藤栄治，甲斐堯介：野球選手の手指血行障害改善に対する試み，東海大学スポーツ医科学雑誌，第19号，63～68，2007



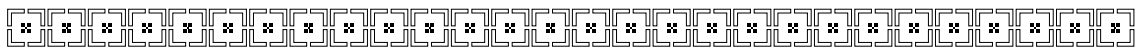
振動型トレーニングマシン（ウルトラ・バランス）の運動効果について

三田信孝 (体育学部生涯スポーツ学科) 横山 貴 (体育学部)

伊藤栄治 (体育学部スポーツ・レジャーマネジメント学科) 寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

About Exercise Effect of a Vibration Type Training Machine (Ultra-Balance)

Nobutaka MITA, Takashi YOKOYAMA, Eiji ITOH and Tamotsu TERAO



Abstract

This study analyzed about exercise effect of a vibration type training machine (Ultra - Balance). We examined muscle activity, heart rate, rating of perceived exertion (RPE), skin temperature, a consumption calorie during exercise in made posture of basis, squat exercise and tube traction exercise. A subject is a male of 21 years old. Height of subject was 169 cm, and the weight was 57.0kg. As a result we got the following grades.

1. It was recognized, and there was hardly the electromyogram discharge of each part in basic posture exercise. The quadriceps femoris muscle and the gastrocnemius muscles showed the line electric discharge which was obvious fact in squat exercise.

2. The heart rate increased in about 96 bpm by basic posture exercise. The heart rate increased until about 130 bpm in squat exercise. The maximal heart rate of tube exercise were 90 bpm. The maximal heart rate of tube exercise with U-balance exercise were 101 bpm.

2. The rating of perceived exertion (RPE) of basic posture exercise was 14 levels (strong-minded). The rating of perceived exertion when U-balance exercise operated with squat exercise was 15 levels (strong-minded).

The rating of perceived exertion when U-balance operated with tube exercise was 11 levels (comfortable).

4. Abdominal skin temperature increased by basic posture exercise. As for the squat exercise, skin temperature of a quadriceps femoral muscle increased in the exercise latter half. The skin temperature increased after exercise more. As for the tube exercise, skin temperature of the arms increased in exercise.

5. The consumption calorie of basic posture exercise had 26.0 kcal in 10 minutes. The consumption calorie of squat exercise had 30.8 kcal in 10 minutes.

The consumption calorie when U-balance exercise operated with squat exercise had 56.1 kcal in 10 minutes. The consumption calorie of tube exercise had 22.3 kcal in 10 minutes. The consumption calorie when U-balance exercise operated with tube exercise had 30.9 kcal in 10 minutes.

(Tokai J. Sports Med.Sci.No.20, 85-94, 2008)

I. 緒 言

バイブレーションを利用したフィットネスマシンは、1970年代に開発された。ホール・ボディ・バイブレーションと呼ばれ、全身を振動させるトレーニングマシンは、骨密度や筋機能の改善を目的に開発された物である。近年、その理論を応用した種々の運動機器が開発されている¹⁻³⁾。これらのマシンの中には、コンビニフィットネスと称されて、会社帰りなどにトレーニングウェアに着替えることなく、そのまま私服で運動機器の振動板に乗っているだけで運動ができるとしている。振動板の上下動の動きが全身を振動させる事により、受動型の運動を行うものである。受動型であっても、姿勢を変えることにより、能動的に運動ができ、それぞれの機器で運動時のポーズが紹介されている。

振動板も1枚の振動板に乗るタイプと2枚の振動板に左右の足を乗せて行うものがある。振動板1枚ものは、両足で振動を同時に受けるのもので、全身が同じ振動を同時に受けるが、2枚型は、左右の足に交互に振動が伝わる。ゆっくりとした振動では、左右交互にステップを踏むような動きである。

本研究は、この振動板2枚の左右対称垂直高速振動マシンの運動効果について、検討しようとするものである。

II. 実験方法

1. 被験者

被験者は、健康な21歳の男子学生である。身長は169.0 cm、体重は57.0 kgであり、日常激しい運動は特に行っていない者である。

2. 期日、測定条件

2006年12月20、26日、2007年1月25日、30日に実施した。室温は約24.0℃、湿度が27～45%であ

った。

3. 使用運動機器について

ウルトラ・バランス（株式会社ユニットコム；旧アロシステム株式会社製 Ultra-Balance、；以後、Uバランスとする）を使用した。左右対称垂直高速振動によるトレーニングマシンである。（写真1）振動はレベル1が1秒間に左右各2回（4歩）、レベル2が1秒間に左右各4回（8歩）、レベル3が左右各6回（12歩）の振動である。順にレベル4は、1秒間に左右各8回（16歩）、レベル5が1秒間に左右各10回（20歩）、レベル5 maxが1秒間に左右各13回（26歩）の振動である。

マシンはスタート後10分間で自動的に終了する様にプログラムされている。さらに5タイプのプログラムがあり、運動時に振動レベルが山なりに増加減少をするもの、インタバールで振動レベルが定期的に増加する運動ができるものである。

4. 測定方法

安静時は30分間以上、座位にて待機させた後、10分間の測定を行った。運動時間は、10分間である。運動後は20分まで測定した。呼気ガス分析については運動後30分まで測定した。

運動は左右の振動板上に両足を乗せて直立し、両手でハンドルを持った姿勢（以後、基本姿勢運動とする。写真2）、膝を屈曲した姿勢でハンドルを持つ姿勢（以後、スクワット運動とする。写真2）及び基本姿勢でハンドルは持たずに振動マシンの台座に固定されたゴムチューブを持ち、引っ張った運動を繰り返し行う（以後、チューブ運動とする）の3つの姿勢で行った。

基本姿勢は、下半身引き締め（レベル2～4）と紹介されているポーズである。

スクワット姿勢は、肩幅よりやや足幅を広くした立位から、ほぼフルスクワットに近い姿勢まで膝を曲げて、10秒間保持した後、立位に戻り、20秒間休憩する反復動作とした。左右の足先は、ほぼ並行にした。上肢は軽く手すりを握り、動かない様にバランスを取らせた。スクワット運動にお



写真1 ウルトラ・バランス
Photo 1 Ultra-Balances



基本姿勢の運動 Basic posture exercise
スクワット運動 Squat exercise

写真2 基本姿勢運動とスクワット運動
Photo 2 Basic posture exercise and Squat exercise



チューブ運動①
Tube exercise①

チューブ運動②
Tube exercise②

チューブ運動③
Tube exercise③

写真3 チューブ運動
Photo 3 Tube exercise

いては、振動が無く、単にスクワット運動を繰り返すのみの場合と、Uバランスが稼働中で振動がある状態でスクワット運動を繰り返す（以後、スクワット+Uバランスとする）運動の2種類を行った。

チューブ運動は、単にチューブを引く運動を繰り返し行うものと、それに加えてUバランスの振動が加わるもの（以後、チューブ運動+Uバランスとする）の2種類を測定した。チューブ運動は、スクワット姿勢と同じく、10秒間チューブを引っ張った状態で保持した後、20秒間休憩する反復動作とした。保持姿勢は以下の3種類の姿勢（図3）で行った。

姿勢①：チューブを持った両手を上方へ伸ばした姿勢

姿勢②：チューブを持った両手を前方へ挙げした姿勢

姿勢③：チューブを持った両手を後ろ下方へ引いた姿勢

チューブは弱い弾力性の物を使用した。

5. 測定項目

1) 筋電図

(イ) 基本姿勢運動（下半身引き締め：レベル2～4）は大腿四頭筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋上に電極を貼付し、測定を行った。

(ロ) スクワット運動（レベル1～3）は、大腿直筋、大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋について、測定した。

(ハ) チューブ運動（レベル1～3）は、大腿直筋、

大腿二頭筋、前脛骨筋、腓腹筋、三角筋、上腕二頭筋、上腕三頭筋、脊柱起立筋について、測定を行った。

2) 心拍数

心拍数は、ハートレートモニター（Polar 社製、S610i）により、胸部誘導で安静時、運動時、運動後に継続して測定した。

3) 皮膚温

皮膚温計（日本光電工業株式会社製、MGA-III type219）により、安静時、運動時、運動後に1分毎に測定した。

測定場所は、腹部、大腿部、臀部の皮膚温を測定した。

4) 運動時の消費カロリー測定

運動時の消費カロリーは、呼気ガスモニター（ミナト医科学株式会社製、AE-300S）を用い、安静時、運動時、運動後の呼気ガス測定を行い、その酸素消費量から求めた。

5) 自覚的運動強度 (Rate of Perceived Exertion⁴⁾；以後、RPE とする)

運動中の RPE（自覚的運動強度）について、被験者に RPE 表を提示して、指示させた。

は腹直筋、外腹斜筋にやや著明な放電が認められた。足幅を狭くすると、殆ど筋放電が認められなかった。足幅を広くすると振動板の振動が腹部をよく刺激しているものと考えられる。

2) スクワット運動

測定は、振動なしとレベル 1~3 で実施した。また、レベル 3 以上では、筋電図の誘導コードなどの揺れが筋電図上に現われ、筋電図のみを記録できない状況であったためである。念のためレベル 4 でも記録したが、結果はレベル 3 までで考察する。

スクワット運動において、大腿部前面、腓腹筋の筋放電が著明に認められた。他の部位は殆ど筋放電が認められなかった。スクワット運動は、大腿四頭筋を主に使用するので、当然の結果である。腓腹筋は U バランスのレベルが上がるに従って筋放電量が増加した。スクワット姿勢をとると、既に放電が認められているが、レベル 3、4 と振動数が増えると、徐々に放電量が増えた。これは、振動数が増加すると足先が不安定になるため、足底部を安定させようと踵を浮き上がらせて、振動を直接受けないようにしているためであると考えられる。レベル 3 以上では、前脛骨筋の筋放電も著明に認められた。前脛骨筋の放電量は、つま先を広くした方がより、著明に認められ、レベル 1 から既に放電が認められ、レベルを上げるに従い放電量が増加を示した。

3) チューブ運動

チューブ運動は、チューブを引っ張る運動であるので、当然、振動が無いときも、振動がある時においても、上肢の筋放電が著明に認められた。下肢の筋放電は、振動が無い場合はほとんど認められないが、振動が加わると、大腿部がわずかに増え、下腿部の腓腹筋、前脛骨筋の筋放電量が著明な増加を示した。チューブを前方に引き上げた運動では、脊柱起立筋の筋放電が増加した。立位状態でチューブを引いた際のバランスを取るために活動量が増えているものと考えられる。

このポーズを実施する際は、バランスを崩し転倒などしないよう、十分にフォームに留意し、チ

Ⅲ. 結果及び考察

1. 筋電図結果

全般にレベル 4 以上では、U バランスの振動が筋電図の誘導コードに振れとして現れてしまい、正確な筋電図波形の測定ができなかった。測定はレベル 1~3 で実施した。また、レベル 3 以上では、被験者が腹部や頭部の振動からくる不快感を我慢できない状況で、立位姿勢では、膝をやや曲げて振動をダイレクトに腹部、頭部に伝えないようにして、測定する必要があった。

1) 基本姿勢運動

基本姿勢運動中の筋電図は、いずれの部位においても殆ど筋放電が認められなかった。膝を軽く曲げた状態では、大腿四頭筋に筋放電が少し認められた。但し、足幅を広くして行くとレベル 3 で

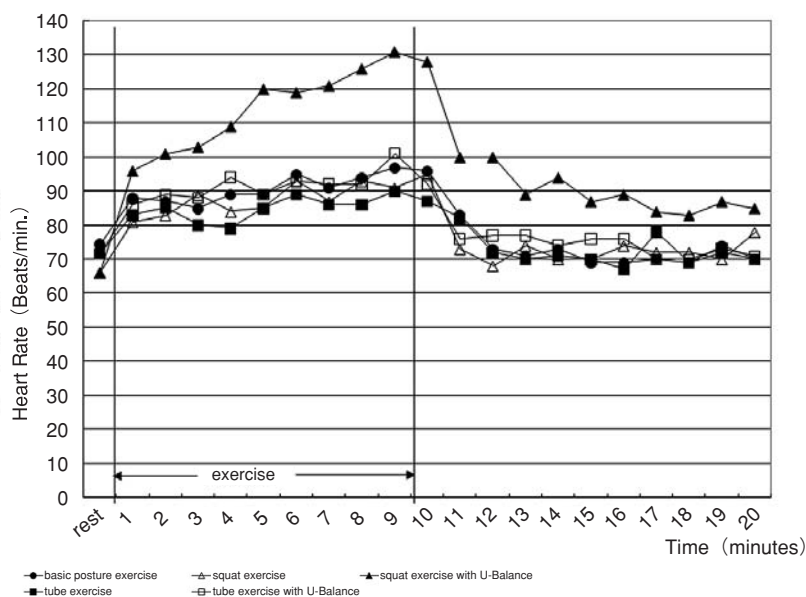


図1 心拍数の変化
Fig. 1 Changes of Heart Rate

ューブの張力、レベルの調節に配慮が必要であるといえる。

また、スポーツ選手や運動に慣れている人などが、体バランス感覚の向上のための意識付けなどに応用できる可能性も考えられる。肯定的にとらえれば、姿勢を保持するための筋群を活動させることができるとも言えよう。

2. 心拍数と主観的運動強度

1) 基本姿勢運動

心拍数は、基本姿勢運動（ウエスト引き締め姿勢：レベル3）で10分間実施した。この姿勢では膝を伸ばしていると、振動による腹部、頭部の不快感が強く、RPEは、14と「きつい」と感じるレベルであった。そのため、被験者はやや膝を曲げて振動を和らげる姿勢をとっていた。

1) 心拍数の変化（図1）

安静時に対して、約20拍/分の上昇を示し、運動後は速やかに安静時へ回復している。運動中の心拍数は、最大96拍/分であり、予測最大心拍数の48%と運動強度としてはかなり低い水準である。

2) スクワット運動

スクワット運動のみの場合は、10秒間の負荷後

の20秒間の休憩で筋運動の疲労が回復しているが、Uバランス稼働時は、運動後の20秒間も振動によって動かされているために、十分に回復する事が無く、徐々に増加していくものと考えられる。

心拍数は、Uバランスが稼働した状態でスクワット運動を繰り返し行くと、開始直後から心拍数が他の運動時より高い値を示し、その後時間経過とともに徐々に心拍数が上昇を示し、約130拍/分まで増加した。予測心拍数の約66%と中等度の運動強度である。運動中の心拍数増加に関して検定の結果、基本姿勢運動と比較して、有意に高い（T検定、有意水準0.1%）事が確認された。スクワット運動+Uバランス稼働時のRPEは15（きつい）であった。被験者は疲労を訴え、翌日は筋肉痛になった。つまり、運動の強度を示すことにもなり、筋肉痛になるということは、しっかりとしたエクササイズとして確立している証でもある。ただし、スクワットの膝屈曲角度は疲労度に合わせ調節する必要があるといえる。

3) チューブ運動

チューブ運動のみとチューブ運動+Uバランス稼働では、Uバランス稼働の方がやや高い増加を示していた。チューブ運動のみの最高脈拍は90拍

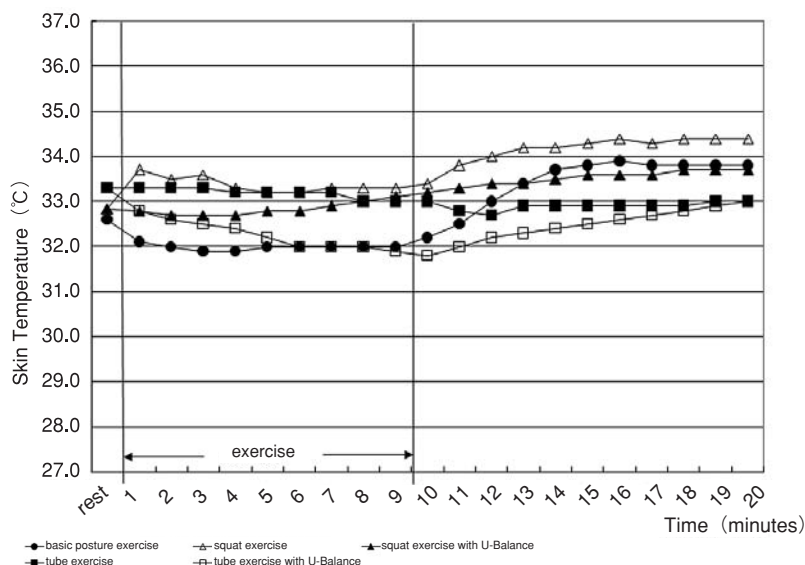


図2 大腿部前面皮膚温の変化
Fig. 2 Changes of skin temperature of a quadriceps femoris muscle

/分、チューブ運動+Uランスは101拍/分であった。チューブ運動+Uバランスの自覚的運動強度のRPEは11(楽である)であった。被験者は楽であったと感想を述べていた。

スクワット運動のみの場合は、10秒間の負荷後の20秒間の休憩で筋運動の疲労が回復しているが、Uバランス稼働時は、運動後の20秒間も振動によって動かされているために、十分に回復する事が無く、徐々に増加していくものと考えられる。スクワット運動もチューブを使った運動もUバランスが稼働すると活動量が増えて、その結果、無稼働時と比較して心拍数の増加が認められるものと考えられる。

3. 皮膚温

1) 基本姿勢運動

運動時に腹部皮膚温は上昇を示しており、運動時には腹部の血行が良くなっていることが考えられる。臀部は安静時より低下傾向を示し、運動後も低下した状態で推移していた。大腿部前面(図2)は、運動時に約0.5°Cの低下を示したが、運動後は上昇を示し、運動時より約2°Cの上昇していた。臀部、大腿部は運動時にUバランスの振

動によって、筋肉が短い間隔で緊張するため、筋肉のミルキングアクションによる血流の促進ができず、血流が一時的に低下を示したのと考えられる。しかし、運動後は皮膚温の著明な上昇を示し、運動時の低下量以上に上昇していることから、血流は安静時より良くなったことが考えられる。ホール・ボディ・バイブレーションは、急性の血流量増大を示唆する事から、それが動脈のステイフネス(頸動脈や大動脈などの大型の弾性動脈の硬化度)改善を示唆する報告⁵⁾もある。Uバランス運動は、有酸素運動を行うことが困難な場合の動脈ステイフネス改善の1つの手段としても有用であると考えられる。

2) スクワット運動

皮膚温については、スクワット運動で主に働く大腿部前面の膝関節伸展筋である大腿四頭筋部の増加が運動後半に認められた(図2)。運動後はさらに増加を示した。スクワット運動のみよりもUバランス稼働時の方が、より増加の程度が大きく認められた。

3) チューブ運動

チューブ使用時では、当然のことであるが、運動時に上肢の皮膚温の上昇が認められた。下肢の

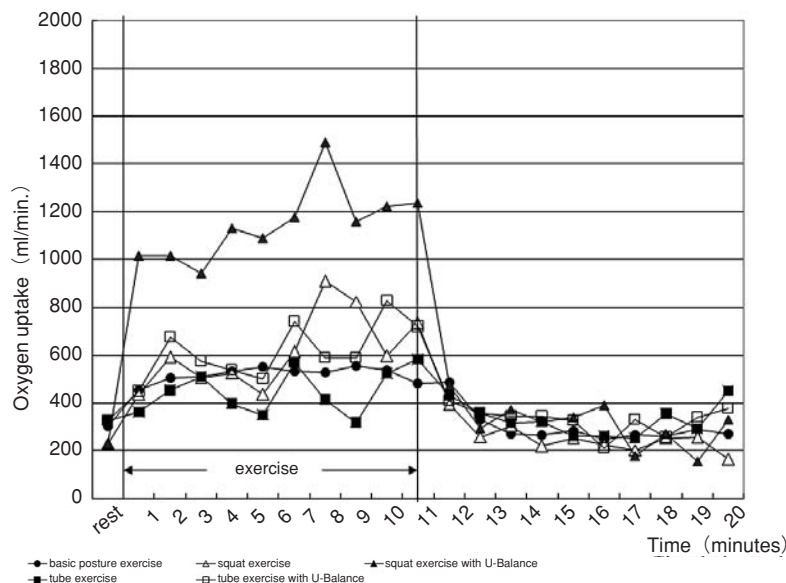


図3 酸素摂取量の変化
Fig. 3 Changes of Oxygen uptake

皮膚温は殆ど変化が認められなかった。運動後も殆ど変化が認められなかった。

チューブ運動+Uバランス稼働時は、運動時にやや低下傾向を示し、運動後は、徐々に増加を示し、元に戻っていた。スクワット運動でも述べた事と同様な状態を示しているものと考えられる。

以上のことと前述の筋電図、心拍数変化からも、スクワット運動などの負荷を加えた状態でのUバランスの振動と筋活動は、筋肉とそれに続く腱、骨や靭帯などにも良い刺激を与えているものと推察される。特に他の1枚型振動板タイプと異なり、左右の脚部に交互に上下動の振動が加わるので、骨に対する刺激も大きいものと推察される。運動による力学的な骨への刺激は、骨粗鬆症予防のための重要な機械的刺激であることが知られている^{6,7)}ので、スクワット運動など負荷を伴ったUバランス運動は、骨密度の増加にもつながることが示唆される。さらに、高齢者においては、関節の柔軟性や平衡感覚などの運動能力を賦活することで、転倒予防の意義も大きいものと考えられる。

4. 消費カロリー

1) 基本姿勢運動

運動時10分間と比較するために安静時の10分間

の消費カロリーを測定した。酸素消費（摂取）量1ℓは約5kcalに相当するので、安静時10分間の酸素摂取量に5kcalをかけると、この被験者の場合3回の安静時測定において約11~15kcalを消費していた。Uバランス基本姿勢の運動時10分間の酸素摂取量（図3）から消費カロリーを求めると26kcalであった。これは安静時の約1.7~2.3倍の消費カロリーになる。この消費カロリーを一般的な運動^{8,9)}と比較すると、毎分60mの歩行よりやや低く、散歩と同程度の消費カロリーである。自転車エルゴメーターでは、20ワット程度であり、消費カロリーは少ない事が認められた。

2) スクワット運動

スクワット運動のみは10分間で30.8kcal、スクワット+Uバランスでは56.1kcalであった。チューブ運動では22.3kcal、チューブ運動+Uバランスでは30.9kcalであった。

スクワット運動のみは安静時の2.1~2.7倍、スクワット+Uバランスは3.7~4.8倍の消費カロリーであった。チューブ運動は、安静時の1.5~2.0倍、チューブ運動+Uバランスは2.1~2.8倍の消費カロリーであった。

各運動において、基本姿勢のみでなく、何らかの方法で負荷を与えることで、消費カロリーが増

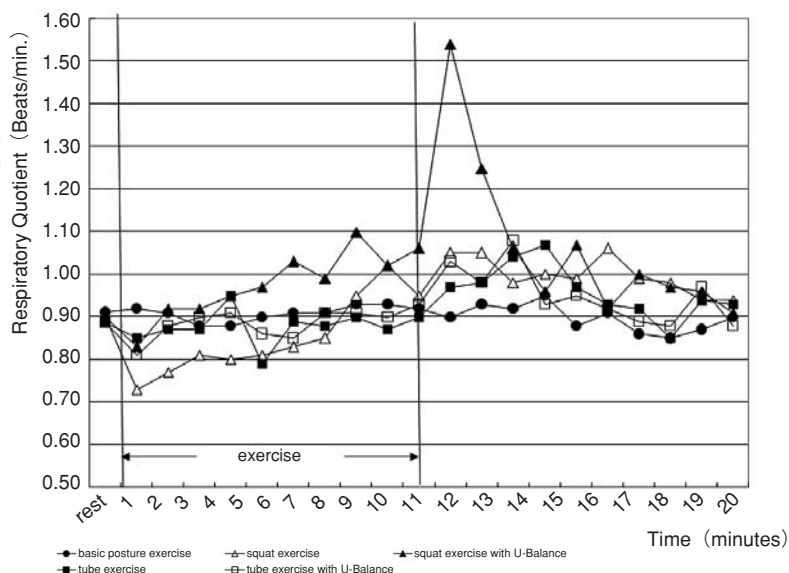


図4 呼吸商の変化
Fig. 4 Changes of Respiratory Quotient

加することが確認された。しかし、いずれも軽い負荷であり、最も消費カロリーが増えたスクワット+Uバランス運動で毎分90~100 mの速歩程度の消費カロリー⁹⁾に相当していた。

3) チューブ運動

チューブ運動では22.3 kcal、チューブ運動+Uバランスでは30.9 kcalであった。チューブ運動は安静時の1.5~2.0倍、チューブ運動+Uバランスは2.1~2.8倍の消費カロリーであった。

運動時の脂肪消費について、呼吸商(酸素と二酸化炭素の比)では、一般的に1.0に近づくと炭水化物が主なるエネルギー源で、脂肪は0.7と言われているが、Uバランス運動時の呼吸商は0.9で安静時と殆ど変化が見られなかった(図4)。エネルギー源として主に脂肪が燃焼しているとは言えない結果である。エネルギー代謝では、有酸素的な運動開始後12分頃から脂肪が中心に消費される事が知られているので、この結果は当然の結果であると考えられる。

Uバランスは受動的な運動であるが、じっと乗っているだけでも消費カロリーは増えて運動していることになり、さらに、ただ乗っているだけではなく、何らかの形で筋活動を同時に行うことによって、酸素消費量が増加して、エネルギー消費

量がより増えている事がわかった。

以上のことから、Uバランスの運動は、受動的な筋活動であるが、確かに運動をしており、消費カロリーも増えていることがわかる。

基本姿勢で立っているのみの状態ではエネルギー消費量が少ないので、姿勢を変えて筋肉に負荷を与えたり、チューブを引っ張ったりして積極的に筋活動を行いながら実施することが望ましいと考えられる。その点から、Uバランス上でのスクワット運動は、より効果的に運動ができる種目の1つであると考えられる。但し、被験者が疲労を訴え、翌日に筋肉痛になっているが、運動中の呼吸商(図4)から見ると、脂肪は殆ど燃焼されていないという結果であった。スクワットの膝を曲げる角度を浅くするなどして、疲労を少なくしなければ継続が難しく、さらに運動時間は、現在の10分間運動ではなく、脂肪燃焼のためにも20~30分程度継続できる運動にしなければ脂肪燃焼を謳うことは難しいものと考えられる。

なお、Uバランス+スクワットなど筋肉に負荷を与えるなど積極的に筋活動を行いながら20~30分の継続運動ができれば、脂肪燃焼につながる可能性を秘めているとも考えられる。

スクワット運動やチューブ運動後に、Uバラン

スを稼働した方が皮膚温の上昇が著明に認められた。これは、その部位の血行が良くなった事が推察され、運動後の疲労回復や肩こり等に対するリラクゼーションやマッサージ効果・むくみの解消は期待できると考える。

尚、今回は若い男性1名の結果のみであるため、個人差等の問題もあり、さらに被験者を増やすことや女性、年齢別などの違いによるものも検討していく必要があるものと考えられる。

IV. まとめ

本研究は、基本姿勢運動、スクワット運動、チューブ運動中における筋活動、心拍数、RPE、皮膚温、消費カロリーについて検討した。その結果、以下のような成績を得た。

1. 基本姿勢運動においては、各部位の筋放電は殆ど認められなかった。スクワット運動において、大腿部前面、腓腹筋の筋放電が著明に認められた。チューブ運動では、上肢の筋放電が著明に認められた。下肢の筋放電は、振動が無い場合はほとんど認められないが、振動が加わると、大腿部がわずかに増え、下腿部の腓腹筋、前脛骨筋の筋放電量が著明な増加を示した。
2. 心拍数は、基本姿勢運動で約96拍/分に増加した。心拍数はスクワット運動において約130拍/分まで増加した。チューブ運動の最高心拍数は90拍/分、チューブ運動及びUバランス運動の最高心拍数は101拍/分であった。
3. 基本姿勢運動時に腹部皮膚温は上昇を示していた大腿部（前面）は、運動時に約0.5℃の低下を示した。運動後は上昇を示し、運動時より約2℃の上昇を示した。スクワット運動では、運動後半に大腿四頭筋部の皮膚温増加が認められた。運動後はさらに増加した。チューブ運動では、運動時に上肢の皮膚温の上昇が認められた。下肢の皮膚温は殆ど変化は認められなかった。
4. 基本姿勢運動の自覚的運動強度は、14（きつ

い）であった。スクワット運動に加えてUバランス稼働時の自覚的運動強度は15（きつい）であった。チューブ運動に加えてUバランス稼働時の自覚的運動強度は11（楽である）であった。

5. 基本姿勢運動の消費カロリーは、10分間で26 kcal、スクワット運動は30.8 kcal、スクワット+Uバランスは56.1 kcalであった。チューブ運動は22.3 kcal、チューブ運動+Uバランスは30.9 kcalであった。

本研究は、2006年度外部委託研究費によるものである。

参考文献

- 1) パワープレートの歴史,
<http://power-plate.co.jp/company/index.html>
- 2) V-BALANCE とは,
<http://w.w.w.jpnc.co.jp/vbalance/index.html>
- 3) Ultra-Balance, <http://w.w.w.s-map.co.jp/ultrabalance/>
- 4) Borg, G. and H. Linderholm : Perceived exertion and pulse rate during graded exercise in various age groups. Acta. Med. Scand. Suppl. 472, 196~206, 1967
- 5) 大槻 毅, 高波嘉一, 青井渉, 川合ゆかり, 吉川敏一: ホール・ボディ・バイプレーションが動脈ステイフネスに及ぼす急性効果—アイソメトリックを単独で行った場合とバイプレーションを加えた場合との比較—: 体力科学, Vol.56, No.6, 656, 2007
- 6) 中野昭一, 大和眞, 鈴木政登, 桑平一郎, 田辺晃久, 栗原敏, 戸松泰介, 清田寛, 寺尾保, 岡哲雄, 樋口満: 図説・運動・スポーツの功と罪, 第2版, 医歯薬出版, 2001, 185~209
- 7) 折茂肇: 骨粗鬆症, からだの科学, 195, 45~55, 61~69, 1997
- 8) 北川薫: 肥満の運動メニュー, からだの科学, 137, 63~68, 1987
- 9) 伊賀六一, 波多野義郎, 野矢久美子: 図解 成人病の運動処方・運動療法—基礎・実技編—, 第1版, 医歯薬出版, 1990, 61~64

スポーツ医科学研究所 所報

スポーツ医科学研究所要覧

1. 研究機関名

和文名：東海大学スポーツ医科学研究所

英文名：Sport Medical Science Research Institute,
Tokai University

2. 所在地

東海大学湘南校舎

3. 設置年月日

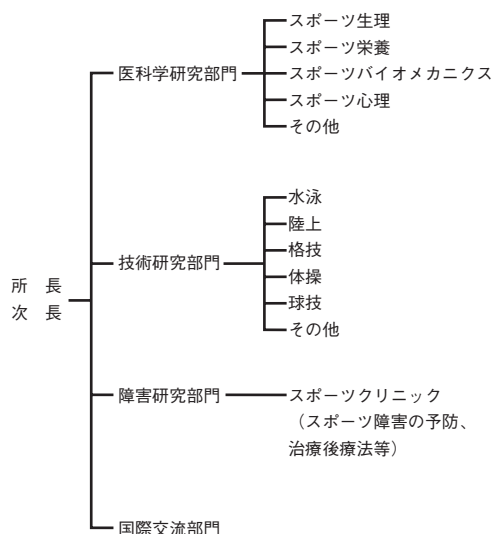
昭和62年10月1日

4. 設置目的

本研究所の設置の目的は、スポーツ・運動および、それに関連する健康の維持向上等に関する基礎的、応用的研究を行うとともに、競技力の向上、スポーツ障害の予防、対策等の新手法、新技術の開発とその応用の具体化、発展を期するところにある。

このために総合大学としての特性を生かし、学際的知識を結集、総合的視野の上に立った研究を推進する。

5. 研究所組織



東海大学スポーツ医科学研究所規程

1987年10月1日 制定

2004年4月1日 改訂

第1章 総則

(定義)

第1条 この規程は、東海大学研究所規程第3条に基づき、東海大学（以下「本学」という。）付置研究所である、スポーツ医科学研究所（以下「本研究so」という。）の適正な運営と組織について定めるものとする。

(目的)

第2条 本研究所は、本学の総合大学としての特性を活かし、研究活動は広く学際的な視点からスポーツの実践と科学を融合させることを重要な基盤とし、スポーツにおける心身の効果的な育成と競技力向上のための基礎的・応用的研究及び、スポーツ障害の予防・治療技術の開発等、実践的研究を中心に推進する。また、その研究による成果は、単に本学の発展のみに留まらず、広く社会に還元し、人類の福祉と繁栄に貢献していくことを目的とする。

(事業)

第3条 本研究所は、前条の目的を達成するために次の事業を行う。

- (1)調査及び研究
- (2)調査及び研究の結果の発表
- (3)研究資料の収集、整理及び保管
- (4)研究会、講演会及び講習会等の開催
- (5)調査、研究の受託または指導
- (6)大学院レベルの学外機関研究者・研修員の教育及び研究指導
- (7)外部研究資金によるプロジェクト研究チームの公募及び支援
- (8)プロジェクト研究の支援
- (9)学内スポーツ振興のためのスポーツ医科学にか

かわる支援

(10)地域住民を対象としたスポーツ医学にかかわる支援

(11)その他、本研究の目的を達成するために必要な事項

(調査研究)

第4条 本研究所における調査研究の分野を次のとおり定める。

(1)医学研究分野

運動の効用、健康の維持と向上、運動生理学、栄養学、メディカルチェックと運動処方、その他

(2)技術・体力研究分野

バイオメカニクス、心理学、運動技術の向上と指導法、トレーニング方法、その他

(3)障害研究分野

スポーツ・運動障害の予防、治療、競技復帰の指導、理学及び作業療法、その他

(4)その他の分野

国際交流及び各分野を統合した学際的研究、生涯スポーツの実施と指導、スポーツ競技に関する器具、機械、施設等の開発とその安全性、その他

(位置)

第5条 本研究所は、本学湘南校舎内に置く。

第2章 組織

(所長・次長)

第6条 本研究所の所長に関しては、本学研究所規程第4条によるものとする。

第7条 本研究所の次長に関しては、本学研究所規程第5条によるものとする。

第8条 本研究所の事業経過及び事業計画に関しては、本学研究所規程第6条によるものとする。

(研究所員)

第9条 本研究所の研究所員に関しては、本学研究所規程第8条によるものとする。

(研究員)

第10条 本研究所の研究員に関しては、本学研究所規程第9条によるものとする。

(嘱託)

第11条 本研究所の嘱託に関しては、本学研究所規

程第10条によるものとする。

(職員)

第12条 本研究所の事務職員に関しては、本学研究所規程第11条によるものとする。

(審査委員会)

第13条 本研究所に所員の研究活動、教育活動、学内活動、社会的活動等を多面的に評価審査することを目的として審査委員会を置くことができる。

2 審査委員会の委員は、学内外の学識経験者・有職者から構成するものとし、学長の承認を得て委託する。

3 審査委員会の規程については、別にこれを定める。

(プロジェクト研究チーム)

第14条 本研究所のプロジェクト研究チームを構成するものとする。チームメンバーは公募により選出し、審査委員会で審査を行い学長の議を経て選定されるものとする。

第3章 運営

(研究所員会議)

第15条 本研究所の研究所員会議に関しては、本学研究所規定第12条・第13条によるものとする。

2 ただし、本研究所の研究所員会議は、本学研究所規程第13条第2項により次の事項について審査する。

(1)人事に関する事項

(2)研究生及び研修員に関する事項

第4章 経理

(会計)

第16条 本研究所の経理に関しては、本学研究所規程第14条によるものとする。

第17条 本研究所の会計年度に関しては、本学研究所規程第15条によるものとする。

(外部研究費)

第18条 本研究所の外部研究費の受け入れに関しては、本学研究所規程第16条によるものとする。

(予算)

第19条 本研究所の予算に関しては、本学研究所規程第17条によるものとする。

(決算)

第20条 本研究所の決算に関しては、本学研究所規程第18条によるものとする。

第5章 知的財産

第21条 本研究所の事業において発生した知的財産に関しては、本学研究所規程第19条によるものとする。

第6章 補足

第22条 この規程を改訂又は変更する場合には、研究所所員会議、本学研究所運営委員会の議を経て学長の承認を得るものとする。

付則

この規程は、昭和63年4月1日から施行する。

付則(2004年4月1日)

この規程は、2004年4月1日から施行する。

「東海大学スポーツ医科学雑誌」 寄稿規程

2004年4月1日

I. 和文規程

1. 本誌に寄稿できるのは原則として東海大学スポーツ医科学研究所所員及び研究員に限る。ただし編集委員会が必要と認めた場合には、所員以外でも寄稿できる。
2. 寄稿内容は、スポーツ医科学の研究領域における総説、原著論文、研究資料、書評、内外の研究動向、研究上の問題提起など、その他とし、完結したものに限る。
3. 原稿の取捨および掲載の時期は、本誌編集委員会において決定する。
4. 本誌に掲載された原稿は、原則として返却しない。
5. 原稿は原則としてワードプロセッサを用いA4版横書き、25字30行としフロッピーを添えて提出とする。外国語、外国固有名称、化学物質名などは原語。外来語、動植物名などはカタカナ、

数詞は算用数字を使用する。単位及び単位記号は国際単位系、メートル法を基準とする。項目わけは、……Ⅰ、……Ⅱ、……1、2、……1)、2)、……(1)、(2)、……a)、b) …… (a)、(b)、とする。

6. 総説、原著論文、研究資料の原稿は、原則として1篇につき、図表、抄録等を含めて刷り上がり10ページ以内、書評、内外研究動向、研究上の問題提起の場合は、刷り上がり1ページ以内とする。このページ数を超過した場合、あるいは、特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
7. 図表は8枚以内とし、そのまま印刷できるような鮮明なものとする。写真は白黒・カラーとわなないが、仕上がりは白黒のみとする。(但し、仕上がりをカラーで希望する場合及び特別な費用を要した場合は寄稿者の負担とする。)
8. 図や表には、それぞれに必ず通し番号と、タイトル(表の場合、上方に、図の場合、下方に、和文を上として、和欧両文で記入)をつけ、1枚ずつ台紙か原稿用紙に貼り、本文とは別の番号順に一括する。図表の挿入箇所は、本文原稿の欄外に、赤インクでそれぞれの番号によって指示する。
9. 引用・参考文献は、原則として、本文の最後に引用順に一括し、雑誌の場合には、著者・題目・雑誌名・巻号・ページ・西暦年号の順とし、単行本の場合には、著者・書名・版数・発行所・西暦年号・ページの順に記載する。著者連名の場合は、省略しないで氏名を全部掲げる。なお、引用及び注記は本文中文献引用箇所の右肩に、1)、2)のごとく、引用文献数字を挿入する。
10. 総説、原著論文、研究資料の原稿には、必ず別紙として、欧文規程5. a). b). c) に従った欧文(原則として英語)による300語以内の抄録を添える。なお、同時に欧文抄録の和訳文を添付することを原則とする。
11. 掲載論文の別刷りを希望するときは、その必要部数を、あらかじめ編集委員会に申し込み、原稿第1ページに「別刷り何部」と朱書する。なお、50部を越える別刷りの費用は寄稿者負担とする。

12. 寄稿論文は下記に送付する。

〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117

「東海大学スポーツ医科学研究所」編集委員会

II. 欧文規程

1. 2. 3. 4. は、和文規程と同じ
5. a) 原稿は、欧文（原則として英語）とし、A4版の不透明なタイプ用紙（レターヘッド等のあるものを除く）に、通常の字体を使い、ダブルスペースでタイプ書きにするが、写真図版にある文字についてはこの限りではない。また、図表説明のスペースはシングルとする。
- b) 用紙の上端、下端および左端は約3センチ、右端は約2.5センチの余白を置き、ほぼ27行にわたって書く。ページ番号は下端余白中央に書く。
- c) 欧文による題目の下に著者名（ローマ字）、更に著者名の下に所属する機関名を正式英語名称に従って書く。
6. 原稿は原則として1篇につき、図表抄録を含めて刷り上がり10ページ以内とするが（刷り上がり1ページは、おおよそ600語である）、ただし、このページ数を超過した場合、あるいは特別な印刷を要した場合には、その実費を寄稿者が負担する。
7. 8. 9. は、和文規程と同じ。
10. 原稿には、必ず別紙として、和文による題目・著者名・所属機関および抄録（600字以内）を添える。
11. 12. は、和文規程と同じ。
- 附則 この規程は2004年4月1日から適用する。

東海大学スポーツ医科学研究所
スポーツ医科学雑誌編集委員名簿 (2007. 4. 1)

- 1 委員長 寺尾 保
2 委員 山村 雅一
3 委員 三田 信孝
4 委員 小澤 秀樹
5 委員 平岡 秀雄

2007年度スポーツ医科学研究所
所員・研究員名簿

1. 所長 寺尾 保 スポーツ医科学研究所
2. 専任 中村 豊 スポーツ医科学研究所
3. 専任 有賀 誠司 スポーツ医科学研究所
4. 研究員 佐藤 宣践 体育学部（武道学科）
5. 研究員 平岡 秀雄 体育学部（競技スポーツ学科）
6. 研究員 山下 泰裕 体育学部（武道学科）
7. 研究員 三田 信孝 体育学部（生涯スポーツ学科）
8. 研究員 吉川 政夫 体育学部（生涯スポーツ学科）
9. 研究員 加藤 達郎 体育学部（体育学科）
10. 研究員 町田 修一 体育学部（生涯スポーツ学科）
11. 研究員 新居 利広 体育学部（競技スポーツ学科）
12. 研究員 内山 秀一 体育学部（体育学科）
13. 研究員 大崎 栄 体育学部（競技スポーツ学科）
14. 研究員 高妻 容一 体育学部（競技スポーツ学科）
15. 研究員 恩田 哲也 体育学部（スポーツ・レジャーマネジメント学科）
16. 研究員 山田 洋 体育学部（体育学科）
17. 研究員 宮崎 誠司 体育学部（武道学科）
18. 研究員 花岡美智子 体育学部（競技スポーツ学科）
19. 研究員 山村 雅一 医学部（医学科基礎医学系）
20. 研究員 桑平 一郎 医学部（内科学系呼吸器内科）
21. 研究員 小澤 秀樹 医学部（内科学系総合内科学）
22. 研究員 東福寺規義 医学部（リハビリテーション科）
23. 研究員 松木 秀明 健康科学部（看護学科）

24. 研究員 曲谷 一成 工学部(電気電子工学科)
25. 研究員 八木原 晋 理学部(物理学科)
26. 研究員 吉田 早織 体育学部(非常勤講師)
27. 研究員 小山 猛志 体育学部(非常勤助手)
28. 研究員 相澤 慎太 学外
29. 研究員 西村 典子 スポーツ教育センター
(臨時職員)
30. 研究員 宮村 司 学外
31. 研究員 下田 吉紀 学外

2007年度スポーツ医科学研究所 プロジェクト研究課題

コアプロジェクト

- 運動・スポーツにおける健康・体力と競技力向上のための総合的研究

個別プロジェクト

- スポーツ選手の競技力向上のための筋力トレーニング法に関する研究
- 幼児の運動機能の評価に関するバイオメカニクス的研究

編集後記

2008年到来、いよいよ、北京オリンピック開催まで4ヶ月余りとなってきました。多くの競技団体では、3月～6月にオリンピック選考競技大会が開催されます。東海大学の一教員としては、東海大学のアスリートが一人でも多く、オリンピックに出場できることを願うとともに、本研究所のスポーツサポートシステムにより、総合的立場から選手強化に関する支援活動の更なる充実を図り、その成果がオリンピックでの活躍に貢献できるよう努力していきたいと考えています。

さて、東海大学スポーツ医科学雑誌は、本年度で第20号の刊行となりました。本号には、前号と同様に本研究所独自のスポーツサポートシステムおよび人工的高地トレーニングシステムにおける重点活動から得られた研究成果を含めて、運動生理学、バイオメカニクス、スポーツ心理学、トレーニング方法学、臨床スポーツ医学などの広範囲なスポーツ医科学の領域で、幼児期における運動指導に対する基礎的研究、球技スポーツの技術・戦術分析に関する実践的研究、スポーツ選手に対する筋力トレーニング、高地トレーニングおよびメンタルトレーニングプログラムなどの効果やトレーニングマシンの運動効果に関する研究、中高年者の健康維持・増進と疾病に対する高地トレーニング処方およびスポーツ障害関連の応用的および実践的研究等、幅広いテーマの論文が掲載されています。本号では、スポーツ現場で直接、指導している監督からの論文も含まれています。今後も基礎的な研究は勿論、競技力向上や社会還元に貢献できるような実践的な研究も投稿されることを期待しています。編集委員会では、時代の変化に即して、本誌の「電子ジャーナル化」についても検討していきたいと考えています。本誌発展のために、皆様方の益々のご協力と積極的なご意見をお寄せ頂きますようお願い致します。

最後に第20号刊行にあたって、ご寄稿を頂きました皆様方に厚くお礼申し上げます。

編集委員長 寺尾 保

「東海大学スポーツ医科学雑誌」

編集委員

委員長 寺尾 保

委員 山村 雅一

〃 三田 信孝

〃 小澤 秀樹

〃 平岡 秀雄

東海大学スポーツ医科学雑誌 第20号 2008

発行日 2008年 3月31日

編集 東海大学スポーツ医科学雑誌編集委員会

発行者 東海大学スポーツ医科学研究所 寺尾 保
〒259-1292 神奈川県平塚市北金目1117 TEL.0463-58-1211

発行所 東海大学出版会

印刷・製本 港北出版印刷株式会社