

東海大学

第23号 **スポーツ医科学雑誌** 2011

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のかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで
それは生ける人々にとつてまきれもなき生の現実である

この現実の上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
精神と肉體との調和に生命を開拓しよう
かくして希望と勝利の人生の街道を邁進しよう
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

身体髪膚これれを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 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のかな疑問であつた
しかし揺籃より墓場まで
それは生ける人々にとつてまきれもなき生の現実である

この現実の上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
精神と肉體との調和に生命を開拓しよう
かくして希望と勝利の人生の街道を邁進しよう
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

身体髪膚これれを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

【研究論文】

- 側方への移動や方向転換の動作改善のためのトレーニング方法に関する研究**
—バレーボール選手を対象としたサイドランジの実施条件と男女の違いについて—
有賀誠司・積山和明・藤井壮浩・白瀬英春・生方 謙 7
- トランクカール時の腕の位置が体幹筋活動量に及ぼす影響**
内山秀一 21
- サイドランジにおけるステップ幅の違いが膝関節と股関節まわりの筋の活動
および膝関節モーメントに及ぼす影響**
溝渕絵里・山田 洋・小河原慶太・宮崎彰吾・有賀誠司・宮崎誠司・小金澤鋼一 27
- バスケットボール選手のスプリントおよびアジリティ能力を評価するための
基礎研究**
小山孟志・陸川 章・山田 洋・有賀誠司 35
- 低酸素運動における前頭野と下肢筋の多チャンネル NIRS 同時測定の試み**
栗田太作・寺尾 保・瀧澤俊也・灰田宗孝・八木原晋 43
- 幼児における投能力の発達に関するバイオメカニクス的研究**
山田 洋・井上実奈子・知念嘉史・内田匡輔・小河原慶太・小澤治夫 51
- オリンピック候補選手の心理的側面についての一考察**
高妻容一・小石秀樹 57
- K 県中学生選抜バスケットボールチームにおける心理的サポートの試み**
宍戸 渉・高妻容一 65
- ハンドボール競技のシュート局面における戦術的課題の検討**
栗山雅倫 71
- ハンドボールのクイックシュートに関する事例研究 第1報**
—コーチングの手順とその効果—
平岡秀雄・田村修治・栗山雅倫・花岡美智子・島崎百恵・寺尾 保 79
-

東海大学におけるスポーツ医・科学サポートの可能性について

—スポーツサポート研究会メディカル部門の試みから—

花岡美智子・寺尾 保・有賀誠司・高妻容一・中村 豊・宮崎誠司 86

スポーツ医科学研究所所報

95

編集後記

101



表紙(画) 東 恵子



側方への移動や方向転換の動作改善のためのトレーニング方法に関する研究 —バレーボール選手を対象としたサイドランジの実施条件と男女の違いについて—

有賀誠司 (スポーツ医科学研究所) 積山和明 (体育学部競技スポーツ学科)

藤井壮浩 (体育学部競技スポーツ学科) 白瀬英春 (体育学部武道学科)

生方 謙 (芝浦工業大学)

A Study on the Training Method for Improving Lateral Movement and
Change in Direction Movement
- Conditions of Side Lunges for Volleyball Players and Differences
between Male and Female Players -

Seiji ARUGA, Masaaki TSUMIYAMA, Masahiro FUJII, Hideharu SHIRASE and Ken UBUKATA



Abstract

The purpose of this study is to reveal the appropriate conditions for the side lunge which has been extensively introduced in sports with the purpose of improving athletes' lateral movement and change in direction movement and its relation to technical characteristics of the sports. The subjects in this study are 57 collegiate volleyball players (male: 28, female: 29), whose number of side lunges within a specified weight, step width, and time were measured. This paper is a discussion of the results examining the relationship among time measurements, the differences between male and female players in measurement value and its relation with the competition experiences, the players' body shape, and other physical strength measurements. The findings are as follows:

- 1) Within the twenty seconds of the side lunge test, comparison of the number of side lunges in the initial 0-10 seconds to the latter showed no significant correlation in the average values of both male and female players. In the latter half, a significant decrease in the number of side lunges was not found. Therefore, this implies the need for administering 10 second tests for the time measurement.
- 2) The average measurement values of the side lunge test were 26.7 ± 4.9 times (male) and 22.2 ± 3.6 times (female). The average value for the male players was significantly higher than that of the female players ($p < 0.01$). It is suggested that the involvement of muscular strength and power is a possible factor contributing to the differences between the players.
- 3) As for the male players, there was a significant negative correlation between the measurements of the side lunge test and height and weight excluding body fat ($p < 0.01$). In addition, there was a significant positive correlation between

the measurements of the side lunge test and the squat weight ratio and power clean 1RM weight ratio ($p<0.05$).

- 4) As for the female players, the group with official game experience showed significantly higher average values for the side lunge test compared to the group with none ($p<0.05$).
- 5) As for the male players, the average value of the side lunge test for the setters and receivers was significantly higher than that of spikers ($p<0.05$).
- 6) As for the female players, there was a significant negative correlation between the measurement values of the side lunge test and the time of 9m3 shuttle run test ($p<0.05$).

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 7-19, 2011)

I. 緒 言

球技を始めとする多くのスポーツ競技では、相手選手やボールの動きに応じて側方にすばやく移動したり方向転換したりする動きが多くみられ、これらの動作を改善することは、競技力向上に対して有効であると考えられる¹⁾。

スポーツ現場では、実際の競技動作における体重支持や重心移動の特性を考慮した下肢の専門的トレーニング²⁾として、片脚スクワット³⁻⁸⁾や前後開脚スクワット⁹⁻¹¹⁾のようなスクワット運動のバリエーションが比較的多く実践されている。また、近年では、側方への移動や方向転換の要素を採り入れた下肢のトレーニングとして、サイドランジが導入される機会が増える傾向がみられる¹²⁻¹⁴⁾。サイドランジは、バーベルを肩にかつぐか、ダンベルを両手に保持して直立した姿勢をとり、片脚を側方にステップして着地した後、方向転換して開始姿勢に戻る動作を反復する運動であり、側方への重心移動や方向転換の動きを有している。

水平方向への重心移動や方向転換動作を伴うランジ動作に関する研究は、ほとんどが理学療法領域に属するものであり、スポーツ選手の競技力向上を目的としたトレーニング法として検討されたものはきわめて少ない。ランジ動作に関する先行研究の中では、前方向に片脚をステップして切り返す動作を行うフォワードランジの動作解析を行った報告¹⁵⁻²⁸⁾が多く、サイドランジについては、各関節の動作特性や負荷の大きさ、筋活動につい

て検討されたもの²⁹⁻³⁰⁾がみられるが、報告例は少ない。我々は、スポーツ選手の側方への移動や方向転換の動作改善のためのトレーニング法に関する基礎資料を得ることを目的に、柔道とバレーボールを専門とする大学女子スポーツ選手53名を対象として、負荷、ステップ幅、実施時間を規定したサイドランジの反復回数の測定(サイドランジテスト)を実施し、形態や他の体力測定項目の測定値などとの関連について検討を行った³¹⁾。その結果、サイドランジの反復回数と形態(体重、体脂肪率)、下肢の筋力とパワー、柔道選手の競技成績、バレーボール選手のポジションとの間に関連を見出したことを報告したが、測定条件や競技特性について、さらなる検討を加える必要があった。

そこで、本研究では、サイドランジテストの実施条件や単一競技の選手を対象とした測定値の性差について明らかにすることを目的に、男女バレーボール選手を対象としてサイドランジテストを実施し、測定時間や測定値の男女差、形態、他の体力測定項目の測定値、バレーボールの競技特性との関連について検討を行った。

II. 方 法

1. 対象

本研究の対象は、T大学のバレーボール部に所属する男子選手28名と女子選手29名であった。対象となった選手が所属する部は、いずれも過去1年以内の全日本学生選手権または関東学生リーグ

表1 対象の身体的特徴

Table 1 Physical characteristics of the subjects

性別	ポジション	人数(名)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	除脂肪体重(kg)
男子	アタッカー (サイド、センター)	14	185.8±5.9	76.1±6.9	11.6±2.2	67.2±5.2
	セッター	7	173.9±5.3	65.9±3.3	9.7±1.6	59.5±3.0
	レシーバー	7	166.0±2.2	61.9±1.9	9.5±1.2	56.0±1.2
	男子全体	28	177.9±9.9	70.0±8.2	10.6±2.1	62.5±6.4
女子	アタッカー (サイド、センター)	20	169.5±4.9	63.4±6.4	19.2±5.3	52.7±6.4
	セッター	3	164.2±7.5	62.4±12.4	20.2±7.0	49.3±6.4
	レシーバー	6	160.0±3.7	56.3±6.1	18.5±3.9	45.7±3.2
	女子全体	29	167.0±6.2	61.9±7.4	19.5±4.9	50.9±6.4

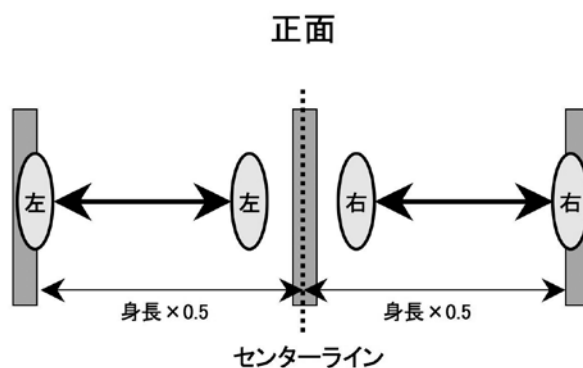


図1 サイドランジテストの床のマーキング

Fig. 1 Marking points on the floor for the side lunge test

戦において優勝経験を有していた。また、全対象は年間を通じて定期的に筋力トレーニングを実践しており、サイドランジのトレーニング経験を半年以上有していた。

バレーボール選手のポジションの内訳は、男子については、アタッカー（サイド及びセンター）14名、セッター7名、レシーバー7名、女子については、アタッカー20名、セッター3名、レシーバー6名であった。対象の身体的特徴は表1の通りである。対象には、測定の内容や危険性について説明し、測定参加への同意を得た。

2. サイドランジテストの測定方法

1) 準備

図1に、サイドランジテストを実施する際に使用する床へのマーキングの設置方法を示した。水平で滑りにくい床面にラインテープで中央線を設置し、センターライン（図1中央の点線）から左

右方向に対して、被測定者の身長×0.5の距離にラインを貼付した。なお、左右のラインの内側の間隔は、被測定者の身長と同じ距離とした。

2) 動作と手順

サイドランジテストの動作（写真1）と測定手順は次の通りである。対象には、自分の体重の50%の重量（2.5kg単位、端数切り捨て）のバーベルを肩の上にかついで両手でバーをにぎり、中央線をまたいで直立した開始姿勢をとらせた。測定者の「スタート」の合図後、左右どちらかの足部を外側のラインに触れるところまでステップした後、開始姿勢に戻る動作を左右交互にできるだけ素早く反復させた。動作中にはステップする脚と反対側の脚（軸脚）の膝を伸ばしておくように指示した。

測定者は20秒経過後に「ストップ」の合図を行い、左右のラインまでステップした回数を記録し



写真1 サイドランジテストの動作
Fig. 1 Motion of the side lunge test

た。また、測定中には、10秒経過時の反復回数も記録した。ステップした足部がラインに到達しなかった場合には回数をカウントしないものとした。

測定にあたっては、体重の50%よりも軽い重さのバーベルを用いて、適宜ウォームアップを行った。また、動作中の転倒等の事故防止のために、2名の補助者をバーベルの左右に配置し、被測定者がバランスを崩した場合には、バーベルを保持して補助を行った。

3. 最大挙上重量の測定

1) 対象種目

最大挙上重量（以下1RM）の測定は、スクワット、パワークリーンの2種目を対象とした。本研究で採用された2種目については、全対象が半年以上のトレーニング経験を有していた。なお、各種目の動作は、日本トレーニング指導者協会のガイドライン³³⁾に基づいて規定した。

2) 各種目の動作

(1) スクワット

バーベルを肩にかつぎ、両足を左右に肩幅程度に開いて直立した開始姿勢から、大腿部上端が床面と平行になるところまでしゃがみ、直立姿勢まで立ち上がって静止することができた場合に成功とした。直立姿勢まで立ち上がることができなかった場合、動作中に腰背部の姿勢が崩れた場合には失敗とした。

(2) パワークリーン

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つ。次に、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挙上し、手首を返して肩の高さでバーベルを保持した後、膝と股関節を完全に伸展させて直立し、静止できた場合に成功とした。バーベルが挙上中に落下した場合は、直立姿勢で静止することができなかった場合には失敗とした。

3) 測定手順

各種目の1RMの測定にあたっては、重量を漸増させながら2セットのウォームアップを行った後、過去のトレーニング経験から1RMと推測される重量の挙上を試みた。これに成功した場合には、さらに重量を増加して試技を実施し、挙上できた最大の重量を1RMの測定値として記録した。なお、同一種目のセット間には3分以上の休息時間を設けた。また、種目間には十分な休息をとり、前の測定の疲労が後の測定に影響を与えないように配慮した。

4. その他の測定項目と実施方法

その他の体力測定項目として、反復横とび、最高到達点、20mダッシュ、プロアジリティーテスト、9m3往復走を実施した。

反復横とびは、文部科学省新体力テストの実施要項に準拠し、センターラインから左右に100cmのところを2本の平行ラインを設置し、サイドステップ動作で20秒間に各ラインを通過した回数を

記録した。測定は2回実施し、高い方を測定値として採用した。

最高到達点は、自立型跳躍高測定器具（ヤードスティック、SWIFT Performance Equipment 社製）を用いて、自由な距離の助走からできるだけ高く跳び上がり、片手で器具に触れることができた最大の高さを記録した。測定は2回実施し、高い方を測定値として採用した。

20m ダッシュは、2組の光電管タイマーを20m 間隔に設置し、自分の意志によってスタートしてから20m の距離を全力疾走し、所要時間を計測した。

プロアジリティーテストは、2010年の全日本男子バレーボールチームにて実施された方法³²⁾を採用した。5m 間隔に3本のラインを設置し、中央のラインの手前からスタートして外側のラインまで移動して片足でライン踏んだ後、ターンして中央のラインを通過して外側のラインを反対側の片足で踏み、再びターンして中央のラインまで、できるだけすばやく移動させた。この一連の動作の所要時間を中央のラインに設置した光電管タイマーにて記録して測定値とした。

9m 3 往復走は、バレーボールコートのサイドライン間（9m）を利用し、測定者の「スタート」の合図で9m間をできるだけすばやく3往復させ、その所要時間をストップウォッチで記録した。測定は、ターンの切り返しを右足のみで行う方法と左足のみで行う方法の2種類について実施した。

5. 統計処理

測定値相互の関係は、ピアソンの積率相関係数を用いて求めた。また、2群間の平均値の差の検定には 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. サイドランジテストの測定値

男子及び女子のサイドランジテストの測定値を図2に示した。サイドランジテストの20秒間の反復回数は、男子が 26.7 ± 4.9 回、女子が 22.2 ± 3.6 回であり、男子の測定値は女子よりも有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。また、スタートから10秒経過時（以降、前半と呼ぶ）の反復回数は、男子が 13.5 ± 2.4 回、女子が 11.3 ± 2.0 回、10秒経過時から20秒経過時まで（以降、後半と呼ぶ）の反復回数は、男子が 13.2 ± 2.6 回、女子が 10.9 ± 1.8 回であり、前半・後半ともに、男子の測定値は女子の測定値よりも有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。

図3に、サイドランジテストの前半と後半の測定値を男女別に示した。男子については、前半 13.5 ± 2.4 回、後半 13.2 ± 2.6 回、女子については、前半 11.3 ± 2.0 回、後半 10.9 ± 1.8 回であり、男女両方について、前半と後半の測定値に有意な差は認められなかった。

サイドランジテストの前半及び後半の測定値の増減パターンを3つのタイプに分類し、各タイプの人数の全対象に対する割合の構成について図4に示した。前半より後半の測定値が減少した者は、男子10名（全体の35.7%）、女子13名（全体の

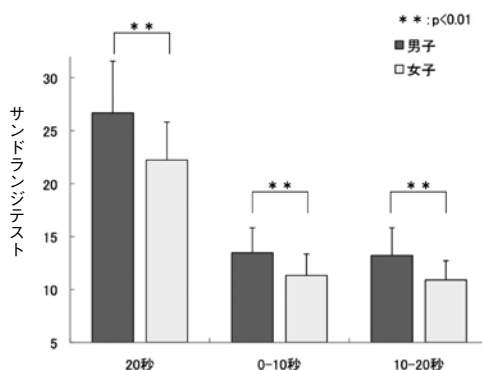


図2 サイドランジテストの男女の測定値
Fig. 2 Results of the side lunge test in male and female players

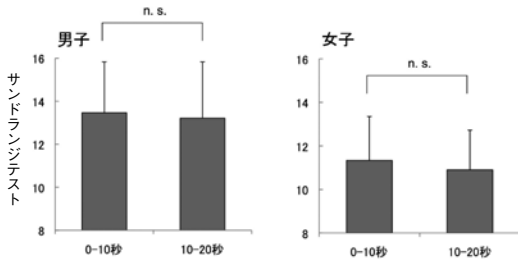


図3 サイドランジテストの前半及び後半の測定値
Fig. 3 Results of the side lunge test in the initial and latter ten seconds (Left: male, Right: female)

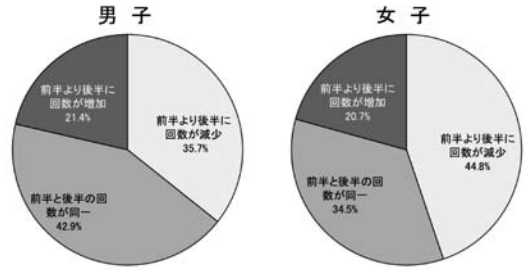


図4 サイドランジテストの前半と後半の測定値の増減パターンのタイプ別構成

Fig. 4 Increase and decrease pattern of the measurement values in the initial and latter ten seconds of the side lunge test (Left: male, Right: female)

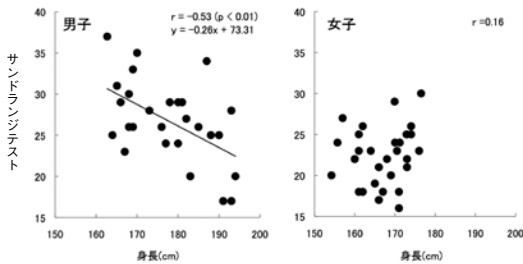


図5 サイドランジテストと身長の関係
Fig. 5 Relationship between the results of the side lunge test and height (Left: male, Right: female)

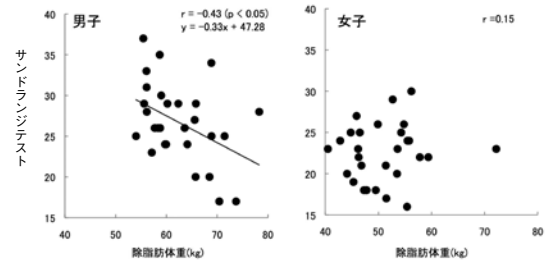


図6 サイドランジテストと除脂肪体重の関係
Fig. 6 Relationship between the results of the side lunge test and weight excluding body fat (Left: male, Right: female)

44.8%) であり、女子の方が男子と比較して全体に対する割合が高い傾向がみられた。また、前半と後半の測定値が同一であった者は、男子12名(全体の42.9%)、女子10名(全体の34.5%)、前半より後半の測定値が増加した者は、男子6名(全体の21.4%)、女子6名(全体の20.7%)であった。男女ともに、前半より後半の測定値が増加した人数の全体に対する割合は、他の2つのタイプと比べて少ない傾向がみられた。

2. サイドランジテストと形態の関係

図5にサイドランジテストの測定値と身長との関係を示した。サイドランジテストと身長との間の相関係数は男子 $r = -0.53$ 、女子 $r = 0.16$ であり、男子においては有意な負の相関関係が認められたが ($p < 0.01$)、女子においては有意な相関関係は認められなかった。また、図6にサイドランジテスト

の測定値と除脂肪体重の関係を示した。サイドランジテストと除脂肪体重との間の相関係数は男子 $r = -0.43$ 、女子 $r = 0.15$ であり、男子においては有意な負の相関関係が認められたが ($p < 0.05$)、女子においては有意な相関関係は認められなかった。

なお、男子については、サイドランジテストの前半と後半の測定値の両方について、身長及び除脂肪体重との間に有意な負の相関が認められたが(身長間: $p < 0.01$ 、除脂肪体重間: $P < 0.05$)、女子については有意な相関は認められなかった。

3. サイドランジテストと競技成績との関係

図7は、測定実施年に行われた公式戦(春期及び秋期リーグ戦)にメンバーとして選抜された経験を持つ選手(レギュラー群: 男子13名、女子15名)と、それ以外の選手(非レギュラー群: 男子15名、女子14名)のサイドランジテストの平均値

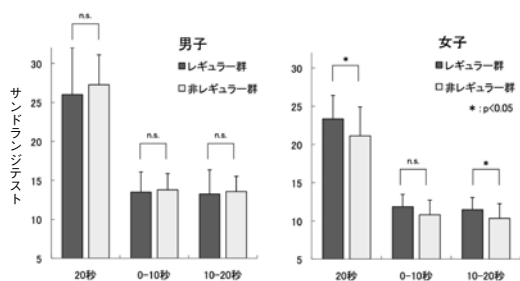


図7 サイドランジテストと競技成績との関係
Fig. 7 Relationship between the results of the side lunge test and the competition records (Left: male, Right: female)

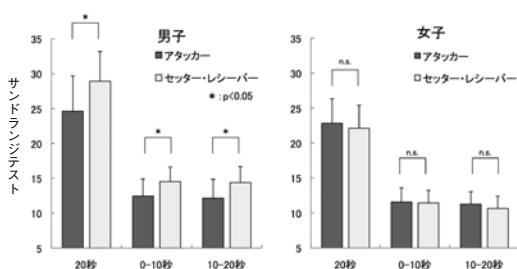


図8 サイドランジテストのポジション別平均値
Fig. 8 Results of the average value of the side lunge test according to the positions (Left: male, Right: female)

を比較したものである。男子については、レギュラー群の平均値は 26.0 ± 5.9 回（前半： 13.5 ± 2.5 回、後半： 13.3 ± 3.1 回）、非レギュラー群の平均値は 27.3 ± 3.8 回（前半： 13.8 ± 2.1 回、後半： 13.6 ± 2.0 回）であり、両群間には有意な差は認められなかった。

一方、女子については、レギュラー群の平均値は 23.3 ± 3.0 回（前半： 11.9 ± 1.5 回、後半： 11.5 ± 1.6 回）、非レギュラー群の平均値は 21.1 ± 3.8 回（前半： 10.8 ± 1.9 回、後半： 10.3 ± 1.9 回）であり、レギュラー群の20秒間の反復回数と後半の反復回数の平均値は、非レギュラー群と比べて有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

4. サイドランジテストとポジションとの関係

図8は、アタッカーのグループとセッター及びレシーバーのグループのサイドランジテストの平

均値を比較したものである。男子については、アタッカー（14名）の平均値は 24.6 ± 5.0 （前半： 12.5 ± 2.4 回、後半： 12.2 ± 2.7 回）、セッター及びレシーバー（14名）の平均値は 28.9 ± 4.3 回（前半： 14.5 ± 2.1 回、後半： 14.4 ± 2.3 回）であり、セッター及びレシーバーの平均値はアタッカーの平均値と比べて有意に高い値を示した（ $p < 0.05$ ）。

一方、女子については、アタッカー（20名）の平均値は 22.84 ± 3.5 （前半： 11.6 ± 2.0 回、後半： 11.3 ± 1.8 回）、セッター及びレシーバー（9名）の平均値は 22.1 ± 3.3 回（前半： 11.4 ± 1.8 回、後半： 10.7 ± 1.7 回）であり、両群間には有意な差は認められなかった。

5. サイドランジテストとスクワット及びパワークリーンの1RMとの関係

図9に男子におけるサイドランジテストの測定値とスクワットとパワークリーンの1RM体重比との関係を示した。サイドランジテストの測定値とスクワット1RM体重比との相関係数は $r = 0.49$ であり、有意な正の相関が認められた（ $p < 0.05$ ）。また、サイドランジテストの測定値とパワークリーン1RM体重比の間にも有意な正の相関が認められた（ $r = 0.43$ 、 $p < 0.05$ ）。サイドランジテストの測定値とスクワット1RM及びパワークリーン1RMとの間には有意な相関は認められなかった。

一方、女子については、サイドランジテストの測定値とスクワット1RM及び1RM体重比との間に、また、サイドランジテストの測定値とパワークリーンの1RM及び1RM体重比の間には有意な相関は認められなかった。

6. サイドランジテストと他の項目の測定値との関係

図10に男子及び女子を対象としたサイドランジテストの測定値と9m3往復走（右足ターン）の測定値との関係を示した。女子のサイドランジテストの測定値と9m3往復走（右足ターン）の測定値との間の相関係数は $r = -0.41$ であり、有

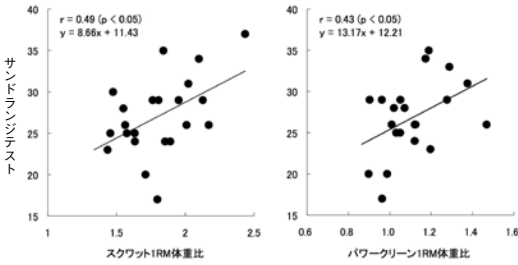


図9 男子選手のサイドランジテストとスクワット1RM及びパワークリーン1RMの関係
 Fig. 9 Relationship between the results of the side lunge test and squat 1RM/body weight on male player (Left)
 Relationship between the results of the side lunge test and power clean 1RM/body weight on male player (Right)

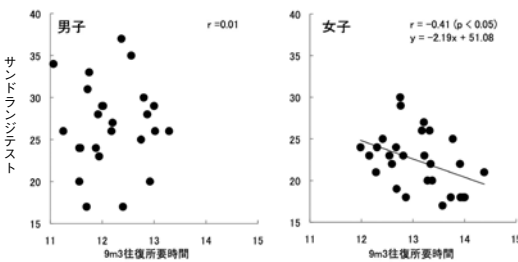


図10 サイドランジテストと9m3往復走(右足ターン)の関係
 Fig. 10 Relationship between the results of the side lunge test and 9m3 shuttle run test (Left: male, Right: female)

意な負の相関関係 ($p < 0.05$) が認められたが、男子については有意な相関は認められなかった。

なお、サイドランジテストの測定値とその他の項目の測定値との間には、男女ともに有意な相関は認められなかった。

IV. 考 察

1. 測定値と測定上の問題点

本研究における女子バレーボール選手29名を対象とした20秒間のサイドランジテストの反復回数の平均値は 22.2 ± 3.6 回であり、先行研究として有賀ら³¹⁾が報告した女子バレーボール選手21名を対象としたサイドランジテストの平均値 32.1 ± 6.3 回と比較すると、大きく下回る結果となった。今回の測定では、サイドランジ動作をできるだけす

ばやく行わせた際にしばしば観察される軸脚の膝の過度な屈曲や、ステップ足の外側のラインへの未到達を防止するために、軸脚の膝を完全に伸ばしてラインまで確実にステップすることを強く指示したが、これらの点が測定値の低下に影響を与えた可能性が考えられた。今後、測定の実現性を確保するためには、動作の規定や対象への指示内容について、検討を加える必要があると思われる。一方、本研究の対象となった女子バレーボール選手29名のうち、サイドランジテストの測定値が20回未満の低値であった者は、1年生では11名中5名(45%)であったのに対し、2年生以上では18名中2名(11%)であり、1年生に低値の選手が多い傾向がみられた。また、学年別の平均値については、1年生の 20.8 ± 4.2 に対して2年生以上は 23.1 ± 3.0 であり、2年生以上の方が有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。これらのことから、測定値に影響を与える要因としてトレーニング経験が関与する可能性が示唆された。

男子バレーボール選手を対象としたサイドランジテストの測定においては、片脚を真横に踏み出して着地してから開始姿勢に戻る方向転換局面の動作では、ほとんどの対象において、足が床に着地した後、膝角度を固定したままつばるようにして床をキックする動作が観察され、有賀らの先行研究³¹⁾において対象となった女子選手と同様の動作特性が観察された。このような動作形態は、リバウンドジャンプ³³⁾や各種スポーツにおける方向転換動作にみられる下肢の動きと類似しており、弾性エネルギーの利用や伸張反射の効果を有効利用するために適していると考えられる³⁴⁻³⁵⁾。

2. 測定時間

サイドランジテストの測定時間20秒間のうち、前半0~10秒の反復回数と、後半10~20秒の反復回数について比較した結果、男女ともに平均値には有意な差は認められず、後半の反復回数の顕著な低下も認められないことが明らかとなった。一方、前半と後半の回数の増減パターンのタイプ別

の構成については、前半より後半に回数が減少したタイプの人数と、前半と後半の回数が同一であったタイプの人数の全体に対する割合については、男女間にやや異なる傾向がみられたものの、前半より後半に回数が増加したタイプについては、男女差がきわめて少ない傾向がみられた。これらのことから、サイドランジテストの測定時間については、10秒間に短縮した方法についても試行する必要性が示唆された。測定時間の短縮は、対象の負担を軽減する観点からも有意義であり、今後検討を加えることが必要であると考えられる。

3. 測定値の男女差

サイドランジテストの平均値については、男子が女子よりも有意に高い値を示し、女子の平均値は男子の83.1%であった。他の測定項目について検討してみると、筋力及びパワーの指標として測定したスクワット及びパワークリーンの1RMと1RM体重比、最高到達点の平均値、スピードとアジリティーの指標として測定した20mダッシュ、プロアジリティーテスト、9m3往復の平均値は、いずれも男子の方が女子よりも有意に高い値を示した ($p<0.01$)。一方、アジリティーの指標として測定した反復横跳びの平均値については、男女の平均値間には有意な差は認められなかった。本研究では、サイドランジテストの平均値の男女差の要因として、筋力やパワーの差が関与している可能性が示唆されたが、反復横跳びの男女差が認められなかった点については、今後さらなる検討が必要であると考えられる。

4. 形態及び筋力・パワー指標との関連

女子バレーボール選手を対象とした先行研究³¹⁾では、サイドランジテストの測定値と身長及び体重、体脂肪率との間には有意な相関が認められなかったことが報告されている。本研究では、女子については上述した先行研究³¹⁾と同様の結果であったが、男子については、サイドランジテストの測定値と身長及び除脂肪体重との間に

有意な負の相関が認められた。一方、サイドランジテストの測定値と筋力・パワーの指標として測定したスクワット及びパワークリーンの1RMと1RM体重比との間には、男子において1RM体重比との間に有意な相関が認められたが、女子においては有意な相関は認められなかった。これらのことから、男子におけるサイドランジテストの測定値は、身長及び除脂肪体重が高い者ほど低値を示し、スクワット及びパワークリーンの1RM体重比が高い者ほど高値を示す傾向があることが明らかとなった。

バーベルを肩にかついでサイドランジの動作をすばやく行う場合、身長の高い人は低い人と比べて腰から肩までの距離が長い傾向があることから、片足を側方にステップした時には上半身が外側に傾斜しやすくなる。このため、身長の高い人がサイドランジ動作中に上半身の長軸を垂直に保つためには、体幹部のより大きな姿勢支持力が必要とされることになり、このような能力は、男子において、サイドランジの反復回数の制限因子となっている可能性が考えられた。また、今回の測定では、全対象についてステップ幅を身長の50%に規定したため、身長の高い選手の場合、低い選手と比較してステップ幅の要因が測定値に対してマイナスに作用した可能性もあることから、今後、身長とステップ幅の要因についてもさらなる検討が必要であると考えられる。

サイドランジ動作でステップしてからすばやく方向転換を行うための要因としては、下肢の筋力やパワーが関与していると思われ、本研究においてもスクワット及びパワークリーンの1RM体重比との正の相関関係が明らかとなった。一方、筋力は筋の断面積に比例することから、除脂肪体重が大きい選手は筋力も大きく、サイドランジテストの測定値も高値を示すことが予想されたが、本研究では除脂肪体重とサイドランジテストの平均値との間には負の相関関係が認められた。この要因としては、除脂肪体重が大きい選手の場合、下半身ばかりでなく上半身の筋肉量も多く、これがサイドランジ動作をすばやく実施することに対し

てマイナス要因として作用した可能性が推測された。

女子においてサイドランジテストと形態及び筋力・パワー指標との関連が見られなかった要因については、今回の研究では不明であるが、女子の場合、男子より平均身長が低く、ステップ幅が短くなることから、上述した男子の身長に関する考察と同様に、身長とステップ幅に関するさらなる検討が必要であると思われる。

5. 競技成績及びポジションとの関連

レギュラー群と非レギュラー群のサイドランジテストの平均値は、女子においてレギュラー群が非レギュラー群よりも高値を示したのに対し、男子では有意な差が認められず、むしろ非レギュラー群の平均値が高値を示す傾向がみられた。一方、ポジション別のサイドランジテストの平均値については、男子においてセッター及びレシーバーのポジションの平均値がアタッカーよりも高値を示したが、女子では有意差が見られなかった。さらに、同一ポジション内において、レギュラー群及び非レギュラー群に所属する選手の平均値間の比較を試みたが、有意差は認められなかった。女子選手を対象とした先行研究では、レギュラー群と非レギュラー群の平均値間には有意差は見られず、セッター及びレシーバーの平均値がアタッカーよりも高値を示す結果が報告されており、本研究ではこれと異なる結果となった。

男子において、セッター及びレシーバーのサイドランジの平均値がアタッカーよりも高値を示した要因として、レシーブ動作においてすばやく側方へステップして沈み込む動作がサイドランジと類似していること、レシーバーは他のポジションと比べてレシーブ練習の機会が多いことなどが関与していると推測される。一方、アタッカーのプレーにもブロック動作では側方への移動動作がみられるが、サイドランジと比べてステップ時の腰の位置が高い、側方移動時の腰の軌道の上下動が少なく、移動方向と反対側の脚で強くキックする動作が含まれる、などの点において相違箇所が観

察される。このような実際のバレーボールのプレーの動作とサイドランジ動作の相違点は、サイドランジテストの測定値との関連に対してマイナス要因として関与した可能性があると考えられる。

6. 他の測定項目との関連

方向転換を伴いながらすばやく移動するアジリティー能力の指標として、本研究では、プロアジリティーテスト、反復横とび、9m 3往復走の測定を実施し、サイドランジテストの測定値との関連について検討を行った。その結果、女子においてサイドランジテストと9m 3往復走との間に有意な相関が認められた。女子選手を対象とした先行研究³¹⁾においては、サイドランジテストと反復横とびとの間に有意な相関が認められたが、今回は異なる結果となった。サイドランジの動作では、片足をステップした後、ステップ足に体重を荷重してから方向転換する動作が特徴的であるが、今回アジリティーの指標として測定を試みた3つの測定項目において高値を示した選手では、方向転換の局面において、切り返し足に体重を十分に荷重せず、転換する方向にあらかじめ身体を傾斜させる動きが多く観察された。このような動作特性の相違は、サイドランジテストの測定値との関連に対してマイナス要因として作用した可能性がある。

これまで、サイドランジは、方向転換動作との関連が高く、スポーツ選手の方向転換動作の改善に有意義であると考えられてきたが、サイドランジの実施にあたっては、実際のスポーツのプレーにおける方向転換動作の特性について、十分に考慮する必要があると思われる。今後、バレーボール選手におけるサイドランジの有効性や実施条件等を明らかにするためには、プレーにおける側方への移動や方向転換動作との関連に関するさらなる検討が必要であると考えられる。

V. 要 約

本研究では、スポーツ選手の側方への移動や方向転換の動作改善のためのトレーニング法として、スポーツ現場において多く導入されているサイドランジに着目し、その実施条件やスポーツ特性との関連について明らかにすることを目的とした。大学男女バレーボール選手57名（男子28名、女子29名）を対象として、負荷、ステップ幅、実施時間を規定したサイドランジの反復回数の測定（サイドランジテスト）を実施し、測定時間、測定値の男女差と競技との関連、形態及び他の体力測定項目の測定値との関連について検討を行い、次のような知見を得た。

- 1) サイドランジテストの測定時間20秒間のうち、前半0～10秒と後半10～20秒の反復回数を比較したところ、男女ともに平均値に有意な差は認められず、測定時間の後半には反復回数の顕著な低下はみられなかった。サイドランジテストの測定時間については、10秒間に短縮した方法を試行する必要性が示唆された。
- 2) サイドランジテストの平均値は、男子が 26.7 ± 4.9 回、女子が 22.2 ± 3.6 回であり、男子の平均値は女子よりも有意に高い値を示した ($p < 0.01$)。男女差の要因として、筋力やパワーの差が関与している可能性が示唆された。
- 3) 男子において、サイドランジテストの測定値と身長及び除脂肪体重との間に有意な負の相関が認められた ($p < 0.01$)。また、サイドランジテストの測定値とスクワット及びパワークリーンの1RM 体重比との間に有意な正の相関が認められた ($p < 0.05$)。
- 4) 女子において、公式戦への出場経験があるレギュラー群のサイドランジテストの平均値は、非レギュラー群と比べて有意に高い値を示した ($P < 0.05$)。
- 5) 男子において、セッターとレシーバーのサイドランジテストの平均値は、アタッカーと比べて有意に高い値を示した ($p < 0.05$)。
- 6) 女子において、サイドランジテストの測定値と9m 3往復走の所要時間との間に有意な負の相関が認められた ($P < 0.05$)。

謝 辞

本稿を終えるにあたり、測定に協力していただいた東海大学大学院体育学研究科の溝渕絵里さん、棗寿喜さん、長井祐一郎さん、東海大学スポーツサポート研究会の行成沙織さん、西嶋直樹さん、蓮見香さん、忠地大輔さん、石川友紀さんに深く感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 有賀誠司：競技スポーツ別ウエイトトレーニングマニュアル，体育とスポーツ出版社，2007。
- 2) 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。
- 3) 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。
- 4) 山田佳奈，有賀誠司，白瀬英春，松永尚久，伊坂忠夫：片脚スクワットを利用した女子柔道選手の下肢筋力評価の有用性，*トレーニング科学*，21-1，73-79，2009。
- 5) 吉田孝久，大山圭悟，阿江通良，村木征人：両脚および片脚スクワットでの静的最大筋力発揮時の運動特性，*スポーツ方法学研究*，16-1，75-82，2003。
- 6) Santana C: Single-Leg Training for 2-Legged Sports: Efficacy of Strength Development in Athletic Performance, *Strength and Conditioning Journal*, 23-3, 35-37, 2001.
- 7) Claiborne TL, Armstrong CW, Gandhi V, Pincivero DM: Relationship between hip and knee strength and knee valgus during a single leg squat, *Journal of applied Biomechanics*, 22(1), 41-50, 2006.
- 8) Willson, John D: Core Strength and Lower Extremity Alignment during Single Leg Squats,

- Medicine & Science in Sports & Exercise, 38(5), 945-952, 2006.
- 9) 鈴木俊輔, 藤井範久, 阿江通良: 前後開脚スクワットに関するバイオメカニクス的研究—前後開脚幅に着目して—, トレーニング科学, 19-4, 2007.
 - 10) 鈴木俊輔, 藤井範久, 阿江通良: 前後開脚スクワットに関するバイオメカニクスの研究—後脚支持面の高さに着目して—, トレーニング科学, 21-3, 2009.
 - 11) 真鍋芳明, 横澤俊治, 尾縣貢: 動作形態の異なるスクワットが股関節と股関節まわりの筋の活動および関節トルクに与える影響, 体力科学, 53, 321-336, 2004.
 - 12) 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.
 - 13) 有賀誠司: 小中学生のための筋力トレーニング・下半身のトレーニング, Coaching & Playing Volleyball, 61, 38-41, 2009.
 - 14) 有賀誠司, 石井直方監修: スポーツのための筋力トレーニング練習メニュー120, 池田書店, 2010.
 - 15) Alkjaer T, Simonsen EB: Differences in the movement pattern of a forward lunge in two types of anterior cruciate ligament deficient patients, Clinical Biomechanics, 17, 586-593, 2002.
 - 16) Yoshinori Kimura, Mutsumi Sato: Analysis of the front leg during forward lunge exercises, Japanese Journal of Clinical Biomechanics, 25, 425-429, 2004.
 - 17) Youri Thijs, Damien Van Tiggelen, Tine Willems, Dirk De Clercq, Erik Witvrouw: Relationship between hip strength and frontal plane posture of the knee during a forward lunge, Br J Sports Med 41, 723-727, 2007.
 - 18) Tine Alkjæra, Erik B Simonsen, S Peter Magnusson, Henrik Aagaard, Poul Dyhre-Poulsen: Differences in the movement pattern of a forward lunge in two types of anterior cruciate ligament deficient patients, Clinical Biomechanics, 17(8), 2002.
 - 19) Mattacola, C G.: Functional Assessment Using the Step-Up-and-Over Test and Forward Lunge Following Acl Reconstruction, Medicine & Science in Sports & Exercise, 34(5), 2002.
 - 20) S Farrokhi, CD Pollard, RB Souza, YJ Chen : Trunk position influences the kinematics, kinetics, and muscle activity of the lead lower extremity during the forward lunge exercise, J Orthop Sports Phys, 38(7), 2008.
 - 21) Escamilla Rafael F, Naiquan Zheng, Macleod Toran D, Edwards W. Brent, Hreljac Alan, Fleisig Glenn S, Wilk Kevin E, Moorman Claude T, Imamura Rodney, Andrews James R: Patellofemoral Joint Force and Stress Between a Short-and Long-Step Forward Lunge, The Journal of orthopaedic and sports physical therapy, 38(11), 2008.
 - 22) 橋本雅至, 小柳磨毅, 田中則子, 佐藤睦美, 木村佳記: フォワードランジの動作解析—キックバック動作の運動特性について, 理学療法学, 29(supplement 2), 156, 2002.
 - 23) 佐藤睦美, 井上悟, 木村佳記, 橋本雅至, 武岡健次, 小柳磨毅: フォワードランジにおける踏み込み動作の運動特性, 理学療法学, 29(supplement 2), 155, 2002.
 - 24) 武岡健次, 向井公一, 小柳磨毅, 田中則子, 樋口由美: フォワードランジの運動特性—高齢者と若年者の比較, 体力科学, 53(3), 856, 2004.
 - 25) 三秋泰一, 立野勝彦, 洲崎俊男, 横川正美: 足位置の相違によるランジ運動における内側広筋斜走線維の活動について, 金沢大学つるま保健学会誌, 26(1), 51-58, 2002.
 - 26) 三秋泰一, 関口雄介, 横川正美, 立野勝彦: 自然立位の足向角の違いにおけるフォワードランジ中の外側広筋と内側広筋の筋活動, 金沢大学つるま保健学会誌, 29(1), 95-101, 2005.
 - 27) 三秋泰一, 立野勝彦: フォワードランジ運動とスクワット運動における大腿四頭筋活動の比較, 金沢大学つるま保健学会誌, 31(1), 53-60, 2007.
 - 28) 深谷隆史: ランジ動作におけるステップ幅の違いが下肢関節への力学的負荷に与える影響, 理学療法学, 24(6), 787-791, 2009.
 - 29) 倉林準, 小柳磨毅, 中江徳彦, 淵岡聡, 田中則子, 渡辺智佳子: サイドランジの動作解析, 日本臨床バイオメカニクス学会誌, 26, 389-393, 2005.
 - 30) 淵岡聡, 中江徳彦, 田中則子, 木村佳記, 中島充子, 伊左地弘基, 清水由希子, 小柳磨毅: 足底

- 面の形状がサイドランジの運動特性に及ぼす影響, 理学療法, 32(supplement 2), 527, 2005.
- 31) 有賀誠司, 白瀬英春, 藤井莊浩, 生方謙: 側方への移動や方向転換の動作改善のためのトレーニング方法に関する研究~女子柔道選手と女子バレーボール選手におけるサイドランジについて~, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 第22号, 7-17, 2010.
- 32) 大石博暁: 全日本バレーボールチームの取り組み①, JATI EXPRESS, 日本トレーニング指導者協会協会誌, 第16号, 10-11, 2010.
- 33) 日本トレーニング指導者協会: トレーニング指導者テキスト実践編, ベースボール・マガジン社, 2007.
- 34) 関子浩二: バスケットボール選手におけるプライオメトリックスがジャンプとフットワーク能力およびパス能力に及ぼす影響, 体力科学, 55, 237-246, 2006.
- 35) 有賀誠司: パワー獲得トレーニングよくわかるプライオメトリックス, 新星出版社, 2007.



トランクカール時の腕の位置が 体幹筋活動量に及ぼす影響

内山秀一 (体育学部体育学科)

Effects of Arm Position on Abdominal Muscle Activity during Trunk Curl Exercise

Shuichi UCHIYAMA



Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of arm position on abdominal muscles activities during trunk curl exercises. Ten healthy habitually active young males performed trunk curls from a supine position with bent knees. The movement speed was set by a metronome and the upward and downward phases each lasted approximately 2 s. Three different arm positions during straight trunk curl were carried out: 1) with straight arms in front of the body (ST), 2) with arms crossed over the chest (CC), 3) with hands behind the head (BH). Kinematics was obtained with an angle sensor on side of the upper body. Surface electromyography was recorded by active electrodes placed on coalescence part of Transversus Abdominis and Obliquus Internus (OI), Obliquus Externus (OE), and Rectus Abdominis (RA) muscle on the right side. EMG amplitude was calculated for a 1 s interval in the middle of the upward phases in % of the EMG in an isometric maximal voluntary straight trunk curl in a supine position. The overall range of relative EMG-levels was 32-84%. All muscles showed higher activation on BH. As expected, the modification of arm position caused a general increase in activation of the prime abdominal flexor muscles. From a practical viewpoint, the data presented can provide guidelines for specific trunk muscle training and for explaining effects.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 21-25, 2011)

I. 緒 言

近年、体幹の安定性や姿勢の保持に関連する体幹筋の役割やその重要性が指摘^{1, 2)}されている。体幹筋のトレーニングは、スポーツ選手の体幹筋強化や一般人のウエスト周りのシェイプアップのための種目としてもよく行われている。また、腰痛に対する対処方法としても、いわゆる腹筋運動(シットアップやトランクカールなど)が推奨されている³⁾。

トレーニング動作時の筋活動については、表面筋電図法 (surface electromyography: sEMG) を用いて明らかにすることが一般的である。この方法によれば、シットアップでは、体幹筋の活動とともに脊柱起立筋や股関節屈曲に関与する大腿筋群の活動が認められる⁴⁾。一方、トランクカールは、仰臥位で膝を曲げ、臍部を見るように頸部と上体を起こす運動であり、シットアップに比較して脊柱起立筋の活動が低いことから腰部への負担が少ないとされている。さらに、股関節の屈曲を伴わないため、体幹筋が特異的に活動することな

どから、多少の腰痛があっても行うことができ、体幹筋のトレーニングとして有効であると言われている^{3,4)}。

また、実際にトランクカールを行う際には、体幹筋の活動量を増加させるために、腕の位置や下肢部の位置（伸展位・屈曲位など）、あるいは呼吸の方法を変えるなど、様々なバリエーションが見られる⁵⁾。特に、腕の位置については胸の前で組む、前に伸ばす、頭の後ろで組むなどいくつかのバリエーションがあるが、それらを比較検証した報告は見られない。

一般に、体幹筋は腹部の腹横筋（Transversus abdominis muscle: TrA）、内腹斜筋（Obliquus internus muscle: OI）、外腹斜筋（Obliquus externus muscle: OE）、腹直筋（Rectus abdominis muscle: RA）に加えて、背部の脊柱起立筋（Elector muscle's of Spin: ES）である。運動やトレーニング時には、これらの筋肉が複合的に働き、ヒトの動きや動作を支えている。したがって、体幹筋群のトレーニングとその効果を検証しようとする場合には、5つ体幹筋群の活動を捉える必要がある⁶⁾。このうちTrAとOIは深層筋であり、その活動を捉えるためには針電極やワイヤー電極によるEMGを導出する必要があり、表面電極により筋活動量を捉えることが難しい。しかし、McGill et al.⁷⁾やMarshall et al.⁸⁾は、TrAとOIの融合部でOEの影響を受けにくい部位から、表面電極にて腹横筋と内腹斜筋の筋活動を推定できることを示している。

本研究では、トランクカールにおいて、より高い筋活動を得る方法を模索する目的で、運動時の腕の位置に着目し、トランクカール時の腕の位置と体幹屈曲時の筋活動量の関係について表面電極法を用いて検証した。

II. 研究方法

1. 被験者

被験者は、健康な成人男性10名（年齢 26.3 ± 0.8

歳、身長 $174.3 \pm 3.2\text{cm}$ 、体重 $70.3 \pm 5.4\text{kg}$ ）であった。実験前に、被験者に実験の主旨と内容を説明し、承諾を得た。

2. トランクカールと腕の位置

トランクカールは、平坦な腹筋台上に仰臥位で膝関節90度に屈曲した状態から、電子メトロノームに合わせて臍を見ながら肩甲骨を腹筋台から離すように、できるだけ体幹を屈曲させ（2秒間）、その姿勢を保持（2秒間）して、開始姿勢に戻る（2秒間）ことを1回とし、4秒間の休息を挟んで計3回行わせた^{2,5)}。

運動時の異なる3つの腕の位置は1）腕を前方にまっすぐ伸ばす（ST）、2）腕を胸の前で組む（CC）、3）手を頭の後ろで組む（BH）とした。各条件での実施順序はランダムとし、条件間には2分間以上の休息を空けてから実施した。

3. 表面筋電法による筋活動の導出

筋電計にはBio Log DL-3000（S&ME社製）、表面電極にはActive電極DL-141（S&ME社製）を用い、サンプリング周波数1kHzで各筋の活動電位を測定し、パーソナルコンピュータに取り込んだ。

被験筋は、左側の内腹斜筋（OI）、外腹斜筋（OE）、腹直筋（RA）とした。各筋の表面電極貼付部位は、RAでは臍を避け臍から左側約2cm外側、OEでは臍から左側約15cm外側、OIでは内腹斜筋-腹横筋の融合部（上前腸骨棘から約2cm内下方）とした^{8,10)}。さらに、添付部位を確認するため、運動実施前に体幹を左右にひねりOIとOEの筋活動が対称的になることを確認した⁶⁾。

なお、表面電極貼付にあたっては、貼付部位を除毛し、皮膚前処理剤（スキンプュア、日本光電社製）にて皮膚表面を前処理した。

4. 体幹屈曲角度の測定

トランクカール中の体幹屈曲を明らかにするために、第12胸椎の延長線上の左側の体側部に支点

がくるように角度センサ DL-210 (S&ME 社製) を貼付した。体幹の屈曲角度は EMG と同時記録し、屈曲局面を同定した (図 1)。

5. データ処理

得られた sEMG より、Chart5 (AD Instruments 社製) を用い、各条件の屈曲局面における中央 1 秒間の平均放電量 (Root mean square: RMS) を求め、3 回の平均値を算出した。

また、各条件終了後、両手を胸の前で組み、トランクカール開始時と同様の状態から、肩甲骨が腹筋台から離れるまで上体を起こし、加えられた

徒手抵抗に対して全力で上体を起こす最大等尺性随意収縮 (Maximum voluntary contraction: MVC) を 3 秒間の 3 回行わせ、その時の筋放電量を測定し平均値を算出した¹²⁾。

各試技の筋活動量は、MVC 時の筋放電量の平均値を 100% とした時の各条件での平均値の割合 (% MVC) で示した。

6. 統計処理

各データは平均値 ± 標準偏差で示した。統計学的有意差検定には、統計処理ソフト SPSS ver.18 (SPSS 社製) を用い、筋ごとに一要因 (腕の位

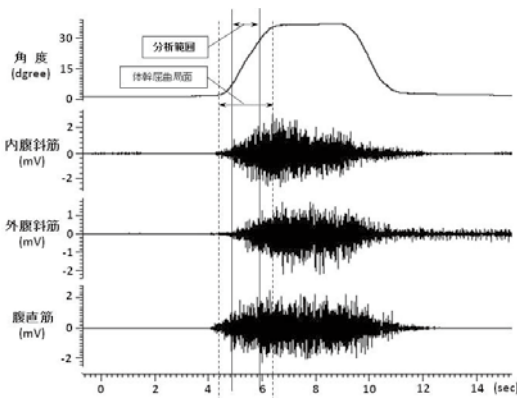


図 1 トランクカール 1 回の記録典型例と分析範囲
Fig. 1 Typical recording of one repetition trunk-curl exercise and the analysis phase.

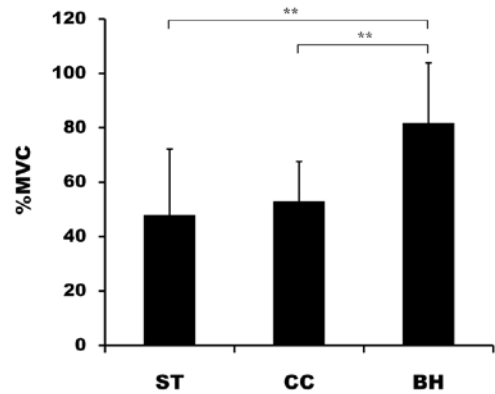


図 2 各条件での内腹斜筋 (OI) の筋活動量の比較 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$)
Fig. 2 Obliquus internus (OI) muscle activities of three arm positions (ST: straight arm, CC: arm cross on the chest, BH: hand behind the head). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$.

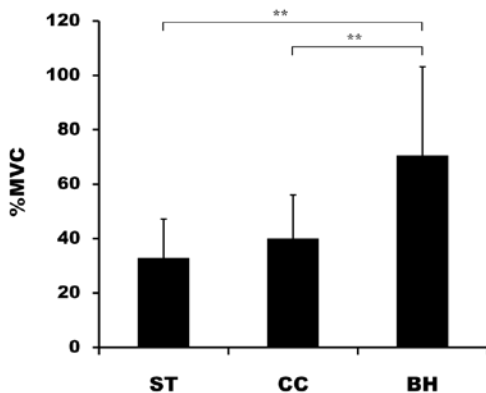


図 3 各条件での外腹斜筋 (OE) の筋活動量の比較 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$)
Fig. 3 Obliquus externus (OE) muscle activities of three arm positions (ST: straight arm, CC: arm cross on the chest, BH: hand behind the head). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$.

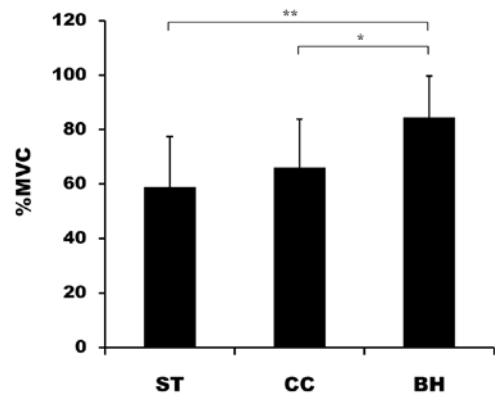


図 4 各条件での腹直筋 (RA) の筋活動量の比較 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$)
Fig. 4 Rectus abdominis (RA) muscle activities of three arm positions (ST: straight arm, CC: arm cross on the chest, BH: hand behind the head). * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$.

置)の分散分析及び多重比較検定(Bonferroni法)を用い、有意水準はそれぞれ5%以下とした。

Ⅲ. 結 果

トランクカールによるOI、OE、RAの筋活動量は約32%~84%であった。特にRAではOI、OEに比較して高い活動量を示す傾向が認められた。

図2には、各条件によるOIの筋放電量の差異を示した。STでは $47.9 \pm 24.3\%$ MVC、CCでは $52.9 \pm 14.6\%$ MVC、BHで $81.9 \pm 22.0\%$ MVCの活動量を示し、BHで他の2条件に比較して有意に高い活動量が示された($p < 0.01$)。

各条件によるOEの筋放電量の差異(図3)については、STで $33.0 \pm 14.2\%$ MVC、CCでは $40.0 \pm 16.1\%$ MVC、BHで $70.6 \pm 32.6\%$ MVCの活動量を示し、OIと同様にBHで他の2条件に比較して有意に高い活動量が示された($p < 0.01$)。

図4には、各条件によるRAの筋放電量の差異を示した。STでは $58.9 \pm 18.5\%$ MVC、CCでは $66.1 \pm 17.8\%$ MVC、BHで $84.5 \pm 15.2\%$ MVCの活動量を示し、OI、OEと同様にBHで他の2条件に比較して有意に高い活動量が示された($p < 0.05$)。

Ⅳ. 考 察

本研究では、トランクカールにおいて、より高い筋活動を得る方法を模索する目的で、運動時の腕の位置に着目し、トランクカール時の腕の位置と体幹屈曲時の筋活動量の関係について表面電極法を用いて検証した。

トランクカール時に腕の位置を変えることで、OI、OE、RAの筋活動量が変化した。OIとOEは、肋骨と腸骨稜に付着し、RAでは肋軟骨と恥骨に付着しており¹³⁾ 上肢の挙上はOI、OE、RAを伸長させる。このような伸長状態からの屈曲動

作が高い活動量を誘発する可能が考えられる。また、上肢の挙上は上半身の重心を遠位に移動させる¹⁴⁾。トランクカールにおいて上半身の重心が遠位になることにより、屈曲し上体を起こそうとする際に大きな筋力発揮が必要となり、そのことが活動量の増加に現れているのかもしれない。さらに、Vera-Garcia F. J. et al.⁹⁾は、トランクカール中の運動速度が高まれば、筋活動量も高まることを報告していることから、手を頭の後ろに組んで、できるだけ早く運動することでより高い筋活動量が得られる可能性もある。

各筋について、OIは運動時にTrAと同様の活動量の変化を示すことが報告されている^{3,4)}。これらの筋では、筋線維の走行からも体幹の屈曲のみならず、体幹の安定性に大きく関与することが明らかとなっている。これらのことから、体幹の安定性を高めることをねらいとしたトレーニングを行う場合、OIやTrAをより活動させる必要がある。したがって、本研究の結果からトランクカールを行う際に、手を頭の後ろで組む(BH)ことは、腕を前方に伸ばしたり(ST)、胸の前で組んで行う(CC)より有効であると言える。

また、OEは、体幹を回旋運動(捻り)や側屈においてOIと対称的で顕著な筋活動が認められる⁶⁾。本研究で行ったトランクカールでは捻りを伴わなかったが、BHで70% MVCを超える高い筋活動量が認められた。このことは、腕の挙上によるものであると推察されるが、さらに回旋運動(捻り)を加えることによって、高い筋活動量を誘発できる可能性があるだろう。

さらにRAはトランクカールの主働筋であることから、OIやOEと比較して、高い活動量が示す傾向が認められた。RAにおいてもBHでより高い筋活動量が得られたことは、手を頭の後ろで組んでトランクカールを行うことの有効性がRAにおいても示されたと言える。

このように、トランクカールを行う際に、手を頭の後ろで組むことは、OI、OE、RAの筋活動量を高め、より効果的なトランクカールの方法のひとつとなる可能性が示された。

V. まとめ

本研究では、表面筋電図法によりトランクカール時の腕の位置の違いが体幹筋群の活動量に及ぼす影響を検討した。

その結果、内腹斜筋 (OI)、外腹斜筋 (OE)、腹直筋 (RA) において、手を頭の後ろで組む (BH) が、腕を前方にまっすぐ伸ばす (ST) と腕を胸の前で組む (CC) に比較して有意に高い筋活動量を示した。

このことは、トランクカールにおいてより高い筋活動を得られる方法を示すとともに、体幹筋群のトレーニング効果を説明する上での示唆を与えるものである。

参考文献

- 1) Hodges P.W. and Richardson C.A. (1997) Feedforward contraction of transverses abdominis is not influenced by the direction of arm movement. *Exp Brain Res.* 114: 362-370.
- 2) 半田徹・加藤浩人・長谷川伸・岡田純一・加藤清忠 (2009) 腹部トレーニング7種目における腹直筋上部、腹直筋下部、外腹斜筋および大腿直筋の筋電図学的研究. *体育学研究*, 54: 43-54.
- 3) Kart M.G. and Willett G.M. (2004) Effects of specific exercise instructions on abdominal muscle activity during trunk curl exercise. *Int Orthop Sports Phys Ther.* 34(1), 4-11.
- 4) Hussain I. and Sharma K. (2008) Electromyographic comparison of abdominal muscle activation during sit-up exercise and ab crunch. *Int Sports Sci Engi.* 2(1): 52-56.
- 5) Konrad P., Schmitz K. and Dennert A. (2001) Neuromuscular evaluation of trunk-training exercises. *J Athletic Training*, 36(2): 109-118.
- 6) Andersson E.A., Grundstorm H. and Thorstensson A. (2002) Diverging intramuscular activity patterns in back and abdominal muscles during trunk rotation. *Spine* 27(6): 152-160.
- 7) McGill S., Juher D. and Kropf P. (1996) Appropriately placed surface EMG electrodes reflect deep muscle activity (psoas, quadrates lumborum, abdominal wall) in the lumbar spine. *J. Biomechanics* 29: 1503-1507.
- 8) Marshall P. and Murphy B. (2003) The validity and reliability of surface EMG to assess the neuromuscular response of the abdominal muscles to rapid limb movement. *J. Electromyography and Kinesiology* 13: 477-489.
- 9) Vera-Garcia F.J., Flores-parodi B., Elvira J.L.L. and Sarti M.A. (2008) Influence of trunk curl-up speed on Muscular recruitment. *J. Strength Cond. Res.* 22(3): 684-690.
- 10) Beim G.M., Giraldo J.L., Pincivero D.M., Borrer M.J. and Fu F.H. (1997) Abdominal strengthening exercise: A comparative EMG study. *J Sport Rehabilitation* 6: 11-29.
- 11) 河端将司・加賀谷善教・島典広・西園秀嗣 (2008) ドロップジャンプ動作中における体幹の筋活動および腹腔内圧の変化. *体力科学* 57: 225-234.
- 12) 沢井史穂・実松寛之・金久博昭・角田直也・福永哲夫 (2006) 基本的日常生活動作中の体幹および下肢の筋活動水準の男女差. *体力科学* 55: 247-258.
- 13) Thompson C. W. and Floyd R. T. 著 中村千秋, 竹内真希 訳. (2002) 身体運動の機能解剖学 改訂版. 医道の日本社: 東京, pp.197-226.
- 14) 阿江通良・藤井範久 (2002) スポーツバイオメカニクス20講. 朝倉書店: 東京, pp.34-35.



サイドランジにおけるステップ幅の違いが 膝関節と股関節まわりの筋の活動 および膝関節モーメントに及ぼす影響

溝渕絵里 (東海大学大学院) 山田 洋 (体育学部体育学科)

小河原慶太 (体育学部体育学科) 宮崎彰吾 (体育学部非常勤助手)

有賀誠司 (スポーツ医科学研究所) 宮崎誠司 (体育学部競技スポーツ学科)

小金澤鋼一 (工学部機械工学科)

Effect of the Step Width Differences during Side Lunge on the Muscular Activity and Joint Moments around the Knee and Hip Joint

Eri MIZOBUCHI, Hiroshi YAMADA, Keita OGAWARA, Shogo MIYAZAKI, Seiji ARUGA,
Seiji MIYAZAKI and Koichi KOGANEZAWA



Abstract

The purpose of this study is to examine the effect of the step width differences during side lunge on the muscular activity and joint moments around the knee and hip joint by using biomechanical technique.

The subjects were 10 healthy males who have experienced side lunge. Experiments was side lunge with knee flexion and extension. The load was weight of 50% of body weight. The step width was 30%, 40%, 50%, 60%, 70% of height of a subject. We analyzed the movement of side lunge by using motion analysis system, force platform and EMG recording system.

Muscle activities increased significantly in the Adductor Magnus, Biceps femoris, Vastus medialis, Vastus lateralis from 30% to 60% of the step width during flexion phase. Muscle activities increased significantly the Adductor Magnus, Biceps femoris, Vastus medialis, Vastus lateralis from 30% to 70% of the step width during extension phase. Knee joint moment increased significantly from 30% to 60% of the step width during flexion phase and extension phase. But the differences were not seen between the 60% and 70% of the step width.

These results suggest that the upper limit of step width is 60% of height in side lunge.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 27-34, 2011)

I. はじめに

多くのスポーツ競技において、高いパフォーマンスを発揮するためには、パワー・筋力を高めることが重要である¹⁾。そのため、筋力トレーニングはスポーツ選手のパフォーマンス向上のために、欠かすことができない手段として認知されるようになってきている。

下肢の筋力トレーニングの代表的なものとしては、両脚スクワットが挙げられる。しかし、スポーツ現場では片脚による力発揮が多くみられることから、片脚下肢を踏み込む動作で、下肢の筋力強化やバランストレーニングとしてランジが頻繁に実施されている²⁾。さらに、バレーボール競技のレシーブ動作やバスケットボール競技のディフェンス動作など多くのスポーツにおいて、側方へ移動する動作が多くみられること、側方での片脚支持動作が多くみられることから、近年、実際の競技動作との関連を考慮した下肢の筋力トレーニングとして、側方へ踏み込む動作を伴う“サイドランジ”が注目されてきた。

サイドランジについて有賀³⁾は、速度に着目し、サイドランジと体力要素の間に関係性が認められたと報告し、Kurabayashi⁴⁾は、下肢関節まわりの筋力強化にサイドランジが有用であると報告している。一方、サイドランジ時のステップ幅によっては踏み込み脚側の膝関節が外反運動を伴う場合がある。膝関節への外反モーメントは内側側副靭帯および前十字靭帯損傷の要因であることが認められている⁵⁻⁷⁾。このことから、下肢の筋力トレーニングを実施する際、外反運動は禁忌であることは明白である。

これらの筋力強化や傷害のリスクには、サイドランジ時の強度が大きく影響すると考えられる。サイドランジの強度を左右する要因として重量、反復回数、スピードおよびステップ幅が挙げられる。その中でも、ステップ幅に着目した研究は見られず、現場では「だいたい身長50%」という言葉で指導されているのが現状である。ステップ

幅を変化させることで、身体に加わる負荷が変化
する可能性は十分に考えられるものの、ステップ
幅50%に対する科学的根拠は乏しい。

そこで本研究では、映像、筋電図、床反力を用いたバイオメカニクス的手法により、サイドランジ時のステップ幅の変化が、股関節と膝関節まわりの筋の活動および関節モーメントに与える影響を検証することを目的とした。

II. 方 法

1. 被験者

被験者はサイドランジの動作に熟達した健常男性10名（年齢 23.8 ± 0.95 歳、身長 173.5 ± 6.1 cm、体重 65.6 ± 2.9 kg）であった。全ての被験者に本実験の主旨、内容、および危険性についてあらかじめ説明し、参加の同意を得た。

2. 測定方法

1) 実験試技

実験試技は、膝の屈曲伸展を伴うサイドランジとした。負荷は体重の50%の重量（2.5kg、単位、端数切り捨て）とし、ステップ幅は被験者の身長30%、40%、50%、60%、70%の5条件とした。被験者には試技を行う際、正面を向くよう指示し、体幹を極力垂直に保持するようにした。また、側方へ踏み出した脚に可能な限り荷重するように指示をした。

2) 局面分け

映像データより、全額面での重心速度を用いて局面分けを行った。重心速度が0 m/sになった地点を静止とみなし、脚が着地した地点から静止した地点までを屈曲局面、静止した地点から離地するまでを伸展局面とし、そこを分析区間とした（図1）。

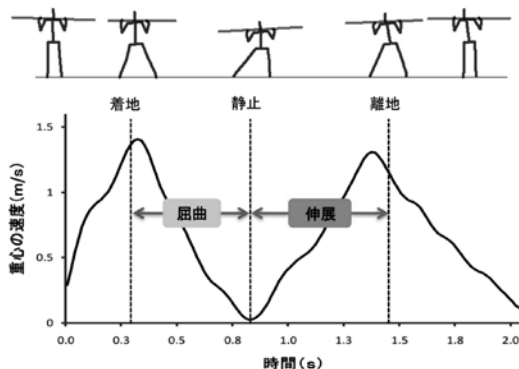


図1 重心の速度による局面分け
Fig. 1 Phase divided by the velocity of center of gravity

3. 筋電図計測

1) 被験筋

被験筋は、両側の中殿筋、踏み込み脚側の大腿二頭筋、内側広筋、外側広筋および大内転筋の6筋とした。各筋の活動電位は導出部直径4mmの小型生体電極（日本光電社製）を用い、筋電図（Electromyography：EMG）を導出した。電極貼付に先立ち、抵抗の減少と粘着を良くするために、周囲の剃毛、およびアルコール拭きを行い、電極付着部表皮の角質の一部を生体信号モニタ用皮膚前処理剤毛（スキンピュア、日本光電社製）により電極間皮膚抵抗を可能な限り除去した。電極は両面粘着カラーにより電極間の距離を1cmとして貼付した。

2) 筋電図分析

筋電位は Multi Telemeter System（WEB-5500、日本光電社製）を用いて導出し、記録周波数2kHzでA/D変換後、コンピュータに記録した。筋電図の解析には解析ソフト（Chart 5、AD Instruments社製）を用いた。筋放電量は、分析区間のRMS（Root Mean Square）値を算出した。各ステップ幅の比較には Wright et al⁸⁾ や半田ら⁹⁾の方法に従って、全ステップ幅の最大RMS値を基準値として他のステップ幅のRMS値を基準値で除すことにより相対値を求め、各試技における筋活動電位の相対的活動度の評価に用いた。

4. キネマティクスデータの測定

1) 試技の撮影

映像はビデオカメラ（CCD-VX 1型、SONY社製）を用いて記録周波数60fps、露出時間1msでパーソナルコンピュータに記録した。撮影は被験者の前方より全額面における動作のみを記録した。撮影範囲は、被験者の前額面からみて、左右3.5m、高さ2mとし、左右方向をX軸、鉛直方向をY軸と定義した。

2) 画像データ処理

記録した映像データを、映像解析ソフト（Frame Dias IV、DKH社製）を用いて、二次元DLT法により前額面の二次元座標を算出した。得られた二次元座標をバターワース型デジタルフィルタを用いて平滑化した。後の映像解析の際、デジタイズを行うために被験者の関節、身体末端部等の24点、バーベルの左右両端およびフォースプレートの中心（作用点を算出するため）にマーカーを貼付した。その後の解析には阿江¹⁰⁾の身体部分慣性係数を用いた。また本研究では、X軸と両大転子を結ぶ線の前額面におけるなす角度を骨盤の傾きと定義した。

5. キネティクスデータの測定

1) 床反力測定

サイドランジ中の踏み込み脚に作用する床反力を測定するために、1台のフォースプレート（多方向フォースプレート、T.K.K社製）を用いた。フォースプレートからの出力信号はアンプ（AS2503、NEC社製）およびA/D変換を介し、記録周波数1kHzでパーソナルコンピュータに記録した。またフォースプレートにより計測した床反力データおよび筋電位信号を同期装置（PH-101型、DKH社製）を用いて同期させた。

2) 膝関節モーメントの算出

膝関節の外反に対する力のモーメントは、床反力から得られた床反力ベクトルと映像から得られた作用点から膝までの距離ベクトルの外積より算

出した（図2）。なお外反方向への力のモーメントを正の値とした。

Ⅲ. 結果および考察

6. 統計処理

各ステップ幅による筋活動と膝関節モーメントの差の検定には、一元配置の分散分析を用いた。そして有意差が認められた場合には、Bonferroni法による多重比較検定を行った。なお、検定の有意水準は全て危険率5%未満とした。

1. 筋電図

図3に全筋活動パターンの代表例を示した。右中殿筋に関してはステップ幅70%と比較して、ステップ幅30%の方が大きな筋放電がみられ、その他の大内転筋、内側広筋、外側広筋、大腿二頭筋に関してはステップ幅70%の方が大きな筋放電がみられた。

$$M = r \times f$$

位置ベクトル： r
 床反力ベクトル： f
 力のモーメント： M

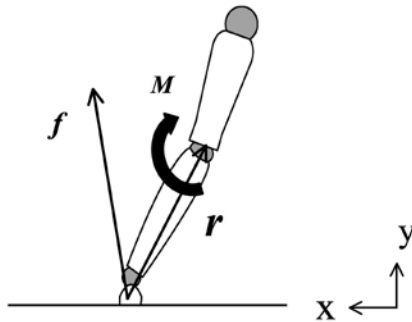


図2 膝関節モーメントの算出式
 Fig. 2 The calculation of knee joint moment

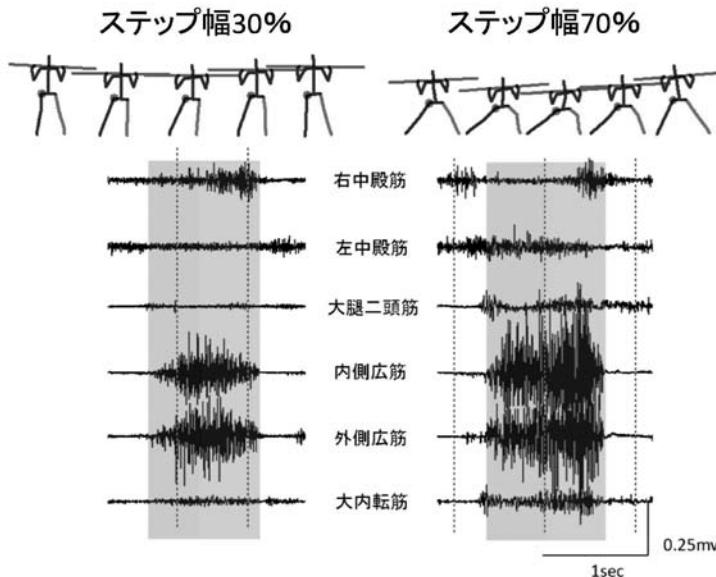


図3 EMGの代表例
 Fig. 3 Row data of EMG during side lunge

図4に屈曲局面の各筋の平均放電量を示した。屈曲局面では、左右の中殿筋でステップ幅の違いによる筋活動量の有意な差はみられなかった。大内転筋においてはステップ幅60%以上になると、筋放電量は有意に増大した。大腿二頭筋はステップ幅70%になると筋放電量は有意に増大した。内側広筋と外側広筋に関しては、ステップ幅60%ま

ではステップ幅の増大に伴い筋放電量も有意に増大したが、60%以上では違いがみられなかった。

図5に伸展局面の各筋の平均放電量を示した。伸展局面では、大内転筋において、ステップ幅を60%以上に広げると、筋放電量も有意に増大した。大腿二頭筋、内側広筋、外側広筋においてはステップ幅70%に有意な筋放電量の増大が認めら

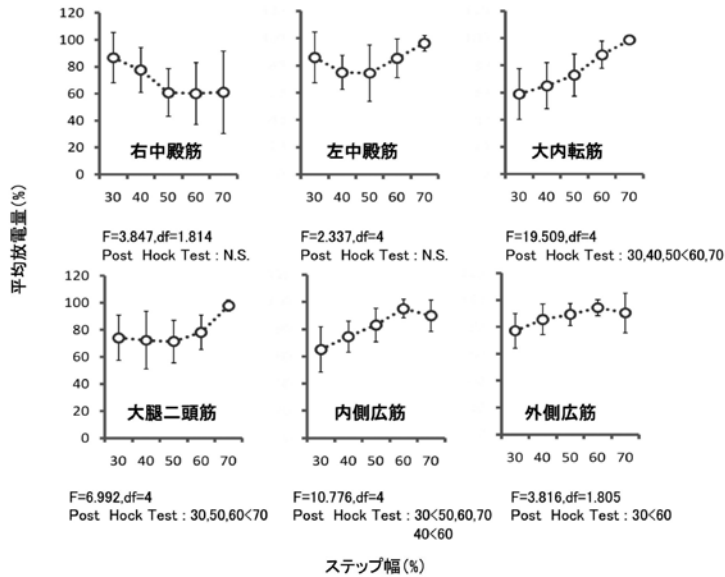


図4 屈曲局面における各筋の平均放電量
Fig. 4 The average amount of each muscle EMG in flexion phase

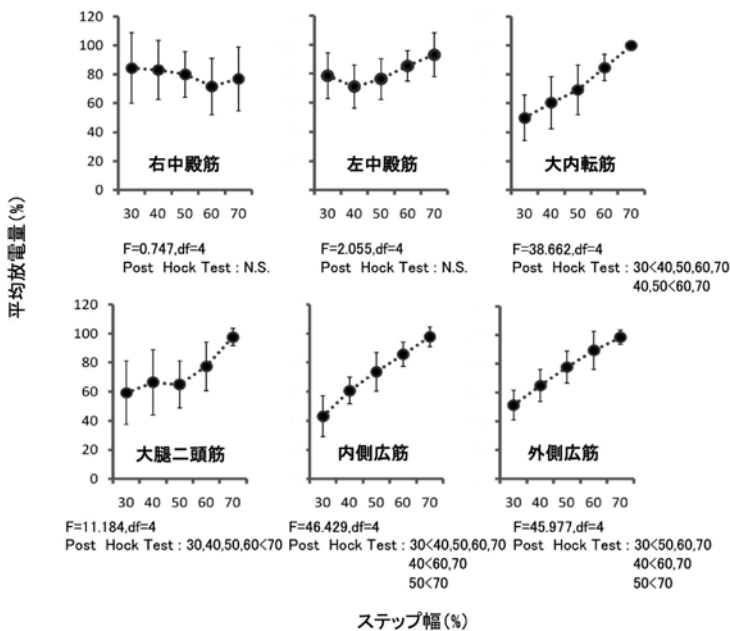


図5 伸展局面における各筋の平均放電量
Fig. 5 The average amount of each muscle EMG in Extension phase

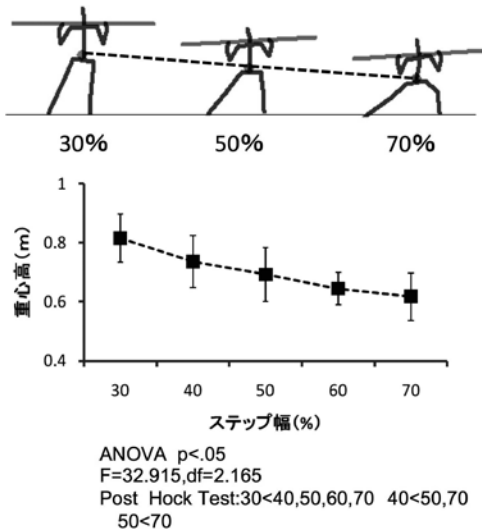


図6 重心高の変化
Fig. 6 Changes of height in center of gravity

れた。しかし、左右の中殿筋には、伸展局面でもステップ幅の違いによる差はみられなかった。

ステップ幅の違いがキネマティクスに及ぼす影響として、一つ目に重心高の変化があげられる。重心高はステップ幅が増大するのに伴い、有意に低値を示した(図6)。本研究では、前額面からの映像の記録のみのため、股関節屈曲角度、膝関節屈曲角度、足関節屈曲角度は正確には算出できないが、重心高が有意に低くなっていることから、ステップ幅が広がるのに伴い、より深く沈みこんでいることが示唆される。このことから、膝関節屈筋群である大腿二頭筋、膝関節伸展筋群である内側広筋、外側広筋に関して両局面での筋放電量の増大が考えられた。大内転筋に関しては、股関節内転筋群であることからステップ幅を広げることで、筋放電量が増大したと推測される。

ステップ幅の違いがキネマティクスに及ぼす影響として、二つ目として骨盤の傾きがあげられる。ステップ幅の違いによる骨盤の傾きは両局面とも有意な差は認められなかった(図7)。中殿筋は前額面での骨盤全体を水平位に保つために重要な役割を担っている¹¹⁾が、どのステップ幅においても骨盤の傾きの変化はみられないことが、

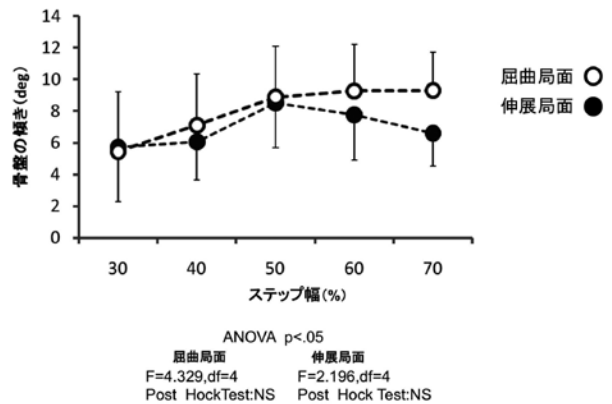


図7 局面ごとの骨盤の傾き
Fig. 7 Pelvic tilt for each phase

中殿筋に差がみられなかった要因の一つだと考えられる。また稲葉ら¹²⁾の研究では、横方向への跳躍と垂直跳びとを比較すると、股関節外転トルクの最大値は両跳躍で差がみられなかったことが報告されている。これらのことが、両局面で左右の中殿筋に差がみられなかったことの要因だと考えられた。

屈曲局面では、ステップ幅の増大により筋放電量も増大する傾向はみられるものの、大内転筋、内側広筋および外側広筋ではステップ幅60%以上で差がみられないこと、伸展局面でも同様な傾向がみられることから、サイドランジにおけるステップ幅の上限は身長60%であると考えられた。

2. 膝関節モーメント

サイドランジ中の膝関節に加わる負担の指標として、力のモーメントを時間積分し、体重で除した角力積を示した(図8)。

屈曲局面では、ステップ幅が増大するに伴い、膝関節モーメントも有意に増大した。伸展局面でも同様な傾向がみられた。このことから、ステップ幅が増大することで、角力積も有意に増大することが明らかになり、ステップ幅を増大させ

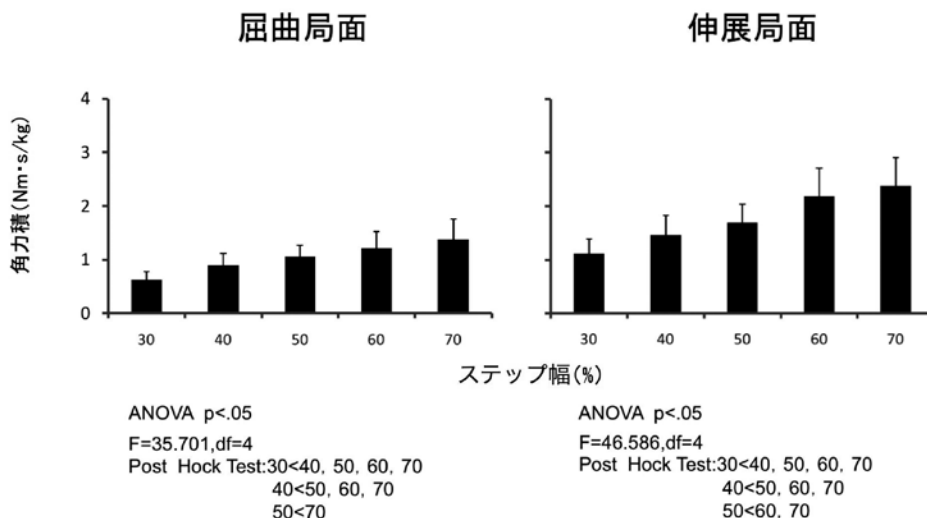


図8 膝関節の外反方向の角力積
 Fig. 8 Knee angular impulse of the moment

ることによって、膝関節への傷害のリスクが大きくなることが示唆された。また、サイドランジ時の膝関節モーメントの角力積は、屈曲局面より伸展局面の方が大きいことから、伸展局面においての傷害のリスクが大きいと考えられる。

膝関節外反モーメントの増大に伴う傷害としては内側側副靭帯の損傷や前十字靭帯損傷などがあげられる。しかしそれらの損傷は、膝関節の外反だけではなく、下腿の外旋など多くの要因があげられる。本研究は前額面での記録のみだったため、今後は矢状面での記録も含め膝関節への傷害のリスクについて検証していく必要があると考える。

屈曲局面、伸展局面の両局面で、ステップ幅の増大による角力積の有意な増大はみられたものの、60%以上では有意な差がみられなかったことから、膝関節モーメントにおいても、サイドランジにおけるステップ幅の上限は身長60%であることが明らかになった。

い、ステップ幅の違うサイドランジが股関節と膝関節まわりの筋の活動および膝関節モーメントに与える影響を検証することをであった。被験者はサイドランジ経験のある健常男子10名であった。実験試技は、膝の屈曲伸展を伴うサイドランジとした。負荷は体重の50%の重量とし、ステップ幅は被験者の身長30%、40%、50%、60%、70%の5条件とした。前額面における動作、踏み込み脚の床反力、下肢の筋の表面筋電を計測した。その結果、筋放電量に関して、屈曲局面ではステップ幅を60%まで広げると大内転筋、大腿二頭筋、内側広筋、外側広筋において筋活動量は有意に増大した。伸展局面でもステップ幅70%まで広げると大内転筋、大腿二頭筋、内側広筋、外側広筋の筋活動量は有意に増大した。しかし、両局面ともにステップ幅による中殿筋の筋活動量に有意な差はみられなかった。膝関節モーメントに関しては、両局面ともにステップ幅を60%まで広げると、膝関節モーメントも有意に増大した。以上の結果から、サイドランジにおけるステップ幅の上限は身長60%であることが明らかになった。

IV. まとめ

本研究の目的は、バイオメカニクス的手法を用

引用・参考文献

- 1) 鈴木俊輔, 藤井範久, 阿江通良, 前後開脚スクワットに関するバイオメカニクスの研究, 一前後開脚に着目して一, トレーニング科学, Vol.19, No.4, 2007.
- 2) 深谷隆史, ランジ動作におけるステップ幅の違いが下肢関節への力学的負荷に与える影響, 理学療法科学, 24(6), 787-791, 2009.
- 3) 有賀誠司, 白瀬英春, 藤井壮浩, 生方 謙, 側方への移動や方向転換の動作改善のためのトレーニング方法に関する研究, 東海大学スポーツ医学科学雑誌, 第22号, 2010.
- 4) Jun, Kurabayashi, サイドランジのメカニズム, 日本臨床バイオメカニクス学会誌, Vol.26, 2005.
- 5) 福林徹, 膝関節のスポーツ傷害のメカニズム, バイオメカニクス学会誌, Vol.10, No.3, 1986.
- 6) 廣川俊二, 山本耕之, 鶴野玲治, 川田高士, 膝内側側副靭帯損傷の生体力学的検討, バイオメカニクス学会誌, 15, 51-62, 2000.
- 7) 小笠原一生, 宮川俊平, 朴時英, 片脚着地動作における着地姿勢が膝外反モーメントに与える効果の静力学的検討一膝前十字靭帯損傷のリスクを高める動作の同定一, 体力科学, 59, 485-494, 2010.
- 8) GLENN A. WRIGHT, THOMAS H. DELONG, AND GALE GEHLSSEN, Electromyographic Activity of the Hamstrings During Performance of the Leg Curl, Stiff-leg, Deadlift, and Back Squat Movements, *Journal of Strength and Conditioning Research*, 13 (2), 168-174, 1999.
- 9) 半田徹, 加藤浩人, 長谷川伸, 岡田純一, 加藤清忠, 腹部トレーニング7種目における腹直筋上部, 腹直筋下部, 外腹斜筋および大腿直筋の筋電図学的研究, 体育学研究, 54, 43-54, 2009.
- 10) 阿江通良, 湯海鵬, 横井考志, 日本人アスリートの身体部分慣性特性の推定, バイオメカニクス学会誌, 23-33, 1992.
- 11) Laura Presswood, John Cronin, Justin W. L. Keogh, Chris Whatman, 中殿筋: 応用解剖学, 機能障害, 評価および斬進的な筋力の向上, *Strength and Conditioning Journal*, Vol.16, No.2, 27-39, 2009.
- 12) 稲葉優希, 深代千之, 方向転換の基礎動作, 体育の科学, Vol.60, No.11, 2010.
- 13) 吉田考久, 大山下圭吾, 宮地力, 村木征人, 跳躍競技者における両脚・片脚スクワット運動の負荷特性: 両脚・片脚レッグプレスとの比較から, スポーツ方法学研究, 第22巻, 第1号, 2008.
- 14) ALASDAIR R. DEMPSEY, DAVID G. LLOYD, BRUCE C. ELLIOTT, JULIE R. STEELE, BRIDGET J. MUNRO and KYLIE A. RUSSO, The Effect of Technique Change on Knee Loads during Sidestep Cutting, *American College of Sports Medicine*, 2007.
- 15) 山口織江, 浦辺幸夫, 山中悠紀, 神谷奈津美, 加藤茂幸, ハンドボールにおけるフェイント中の足部接地位置が膝外反に与える影響, 体力科学, 58, 537-544, 2009.



バスケットボール選手のスプリント およびアジリティ能力を評価するための 基礎研究

小山孟志 (スポーツ医科学研究所) 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)

Basic Study to Evaluate Ability for Sprint and Agility of Basketball Players

Takeshi KOYAMA, Akira RIKUKAWA, Hiroshi YAMADA and Seiji ARUGA



Abstract

In this study, the subjects were collegiate basketball players. We measured time of 5m sprint, 20m sprint, and pro-agility test and squat 1RM and performed the inspection of the relationship between each measurement and comparison of each position. The findings are as follows:

- 1) There was a significant positive correlation between 20m sprint and pro agility test ($p < 0.01$).
- 2) There was a significant negative correlation between the ratio of weight for each 1RM squat and 5m/20m sprint including pro-agility test ($p < 0.01$).
- 3) According to the average of each position, G and F were much faster than C in terms of the 20m sprint and pro-agility test.

We were able to get the basic materials for the guideline about ability for sprint and agility.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 35-41, 2011)

I. 緒 言

多くのスポーツ競技において、身体をあらゆる方向にすばやく移動または方向転換するアジリティ能力は、競技パフォーマンスに影響を与える要因の一つとなっている¹⁾。中でも、バスケットボール競技は、他のボールゲームと異なり、得点あるいは失点後もプレーが止まることなく、攻撃と

防御が中断なく入れ替わるため素早い動作の切り替えが重要である。さらに、28m × 15m という比較的狭いコートの中で選手が複雑に入り乱れてプレーする²⁾ ことから、あらゆる体力要素の中でも短い距離でのスプリントやアジリティ能力が重要な要素であると言える。

バスケットボールの試合中の動きの分析をした研究³⁾ によると、高強度運動は全体の約10%であり、その1回の継続時間は平均1.7秒である。こ

のことから短い距離での加速能力やそれに次ぐ減速、方向転換の速さが重要であると言える。実際のバスケットボールの競技特性、試合中の動きを研究した先行研究からスプリント能力と方向転換能力を評価することは、競技力向上にとって意義のあることであると考えられる。

海外では、バスケットボール選手を対象としてスプリントやアジリティ能力を測定した研究が報告されている⁴⁻⁶⁾。しかし、日本国内のトップレベル選手を対象とした報告は未だ見られない。その一方、2004年より関東大学バスケットボール連盟強化部は、所属選手を対象とした体力測定を開始し、スプリントおよび方向転換能力の測定項目として20m スプリント⁵⁾とプロアジリティテスト⁷⁾を推奨測定項目として採用している。しかし、測定項目間の関係性を明らかにすることや、国内トップレベル選手が目指すガイドラインを確立するまでには至らない。

そこで、本研究では大学バスケットボール選手を対象とし、20m スプリントおよびプロアジリティテスト、スクワットの最大挙上重量の測定を行い、測定項目間の関係性やポジション別の比較検討を行った。スプリントおよびアジリティ能力を評価するためのガイドライン作成のため、基礎的資料を得ることを目的にした。

選手28名であり、4年間継続して測定してきた結果の最高値を用いて分析した。対象となった選手が所属する部は、過去の全日本学生選手権において優勝経験を有していた。また、全対象は年間を通して継続してスプリントおよびアジリティ能力を向上させる目的のトレーニングを行っており、本研究で用いた測定についても年間3回定期的に行い測定種目には慣れていた。対象の身体的特徴は表1の通りである。選手には測定の内容および危険性について説明し、測定への参加の同意を得た。

2. 測定内容

1) 5 m, 20m スプリント (図 1-1)

スタート地点から5 mと20mの距離をとり、スタート地点と5 m地点、20m地点に光電管(Wireless speed trap 2 ; Brower Timing Systems)を設置する。開始姿勢は片足をスター

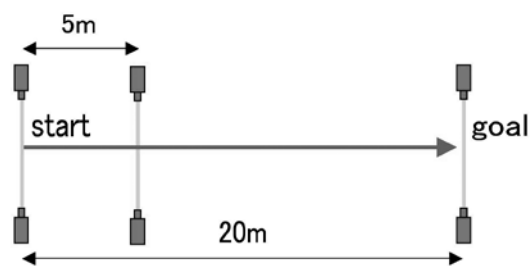


図 1-1 5 m スプリントと20m スプリント
Fig. 1-1 5m sprint and 20m sprint

II. 方 法

1. 対象

本研究の対象は、2003年度から2010年度までにT大学バスケットボール部に4年間所属した男子

表1 対象の身体的特徴
Table 1 Physical characteristics of each subject

ポジション	n	身長 [cm]	体重 [kg]	体脂肪率 [%]
G	9	178.1±5.6	74.4±5.2	10.6±1.3
F	13	187.4±2.7	82.5±4.7	10.9±2.1
C	6	197.0±5.3	91.0±6.2	11.4±2.0

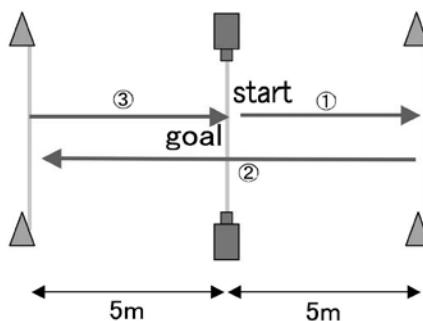


図 1-2 プロアジリティテスト
Fig. 1-2 Pro-agility test

トラインの縁に置き、前後に足を開く。反動を使わず、静止状態から対象者自身のタイミングでスタートし、20m 地点まで全力で走り抜ける。その際の5 m および20m のラップタイムを測定した。

2) プロアジリティテスト (図1-2)

スタート地点に光電管を設置し、スタート地点から左右5 m のところにラインテープで印をつける。開始姿勢は片足をスタートラインの縁に置き、前後に足を開く。反動を使わず、静止状態から自分のタイミングでスタートし、5 m 走ったら手でラインをタッチし、180度ターンする。そこから10m 走ったら逆の手でラインをタッチして再度180度ターンをして5 m 走ってゴールする。ラインをタッチする手の順序は自由にした。

3) スクワットの最大挙上重量の測定

スクワットの動作は、日本トレーニング指導者協会のガイドライン⁸⁾に基づいて規定した。最大挙上重量 (以下、1RM) の測定にあたっては、

重量を漸増させながら2セットのウォームアップを行った後、過去のトレーニング経験から1RMと推測される重量の挙上を試みた。これに成功した場合には、さらに重量を増加して試技を継続し、挙上できた最大の重量を1RMの測定値として記録し、体重で正規化した。

3. 統計処理

5 m、20m スプリントとプロアジリティテスト、体重あたりのスクワット1RM (以下、スクワット1RM 体重比) の関係については、Pearsonの相関係数を用いて処理をした。また、測定によって得られた数値は、ポジション別に分け、それぞれの平均値と標準偏差を求めた。ガード (以下、G)、フォワード (以下、F)、センター (以下、C) のポジション別の平均値の差の検定には、対応のない一元配置分散分析をした後、Scheffeの方法を用いて多重比較検定を行った (SPSS 16.0; SPSS 社)。また、いずれも統計処理の有意水準は5%未満とした。

表2 各測定項目の相関係数
Table 2 Correlation coefficient of each test

	5mスプリント	20mスプリント	プロアジリティテスト	スクワット1RM体重比
5mスプリント	—	.763**	.499**	-.613 **
20mスプリント		—	.737**	-.712 **
プロアジリティテスト			—	-.647**
スクワット1RM体重比				—

**P<0.01

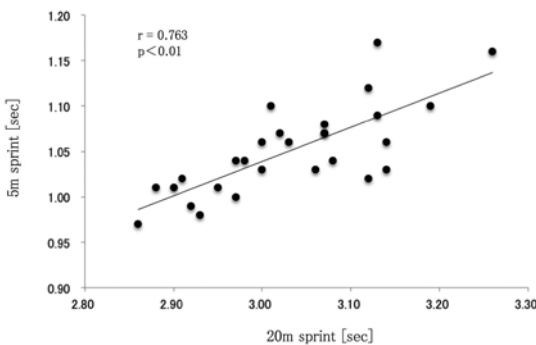


図2 5 m スプリントと20m スプリントの関係
Fig. 2 Relationship between time of 5m sprint and 20m sprint

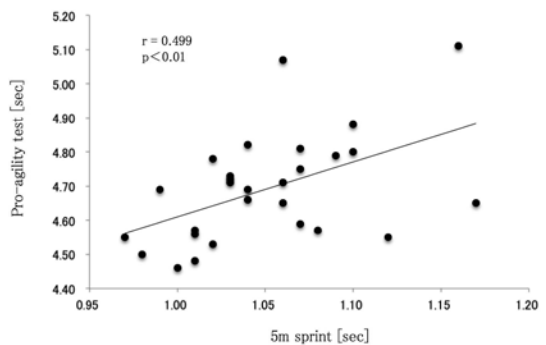


図3 5 m スプリントとプロアジリティテストの関係
Fig. 3 Relationship between time of 5m sprint and Pro-agility test

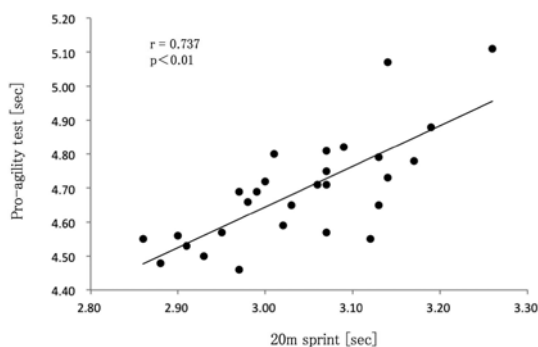


図4 20m スプリントとプロアジリティテストの関係
Fig. 4 Relationship between time of 20m sprint and Pro-agility test

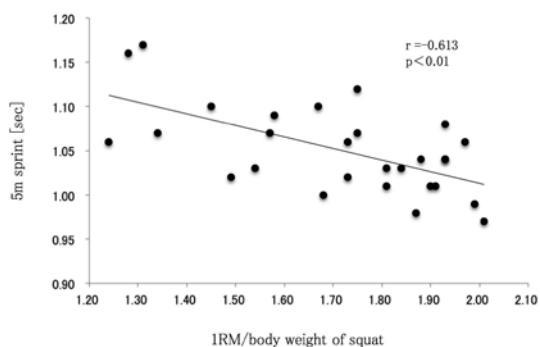


図5 5m スプリントとスクワット1RM 体重比の関係
Fig. 5 Relationship between time of 5m sprint and 1RM/body weight of squat

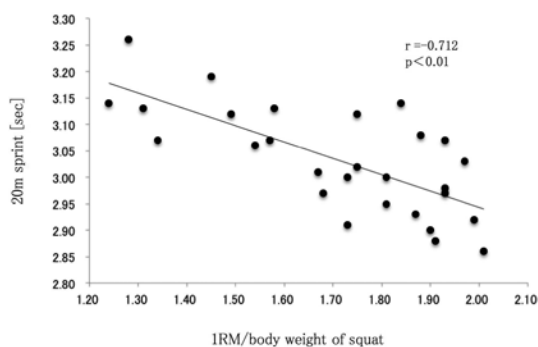


図6 20m スプリントとスクワット1RM 体重比の関係
Fig. 6 Relationship between time of 20m sprint and 1RM/body weight of squat

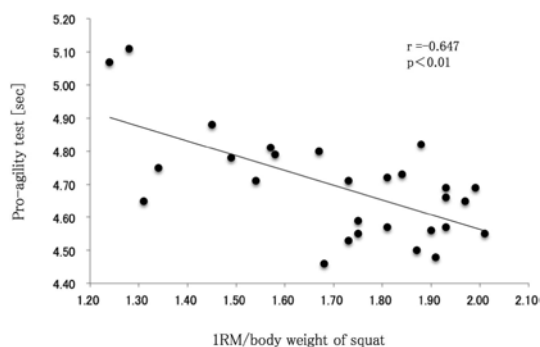


図7 スクワット1RM 体重比とプロアジリティテストの関係
Fig. 7 Relationship between 1RM/body weight of squat and Pro-agility test

Ⅲ. 結 果

1) 各測定項目の関係

表2に測定項目ごとの相関係数を示した。5m スプリントと20m スプリントの間には、有意な正の相関関係が認められた ($p < 0.01$) (図2)。5m および20m スプリントとプロアジリティテストの間にも有意な正の相関関係が認められた ($p < 0.01$) (図3、4)。

また、スクワットの1RM 体重比は、5m および20m スプリントとプロアジリティテストとそれぞれ有意な負の相関関係が認められた ($p < 0.01$) (図5、6、7)。したがって、スプリントおよびプロアジリティテストの記録が高いと、ス

クワット1RM 体重比も高いということである。

2) ポジション別平均値の比較

表3にポジション別平均値を示した。ポジション毎の平均値について比較した結果、5m スプリントにおいてGとCの間に有意差が認められた ($p < 0.05$) (図8-1)。20m スプリントにおいてGとC、FとCの間に有意差が認められた ($p < 0.01$, $p < 0.05$) (図8-2)。プロアジリティテストにおいてはGとC、FとCの間に有意差が認められた ($p < 0.01$) (図8-3)。スクワットの1RM 体重比においてGとF、GとC、FとCの間に有意差が認められた ($p < 0.05$, $p < 0.01$) (図8-4)。

表3 各測定項目のポジション別平均値
Table 3 Result of each test in each position

ポジション	5mスプリント [sec]	20mスプリント [sec]	プロアジリティテスト [sec]	スクワット1RM 体重比
G	1.03±0.03	2.95±0.07	4.63±0.09	1.90±0.09
F	1.05±0.05	3.04±0.08	4.64±0.12	1.71±0.18
C	1.09±0.04	3.14±0.07	4.90±0.15	1.41±0.15

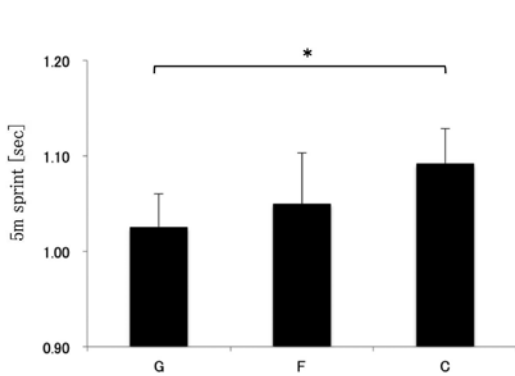


図8-1 5mスプリントのポジション別平均値
Fig. 8-1 5m sprint of each position

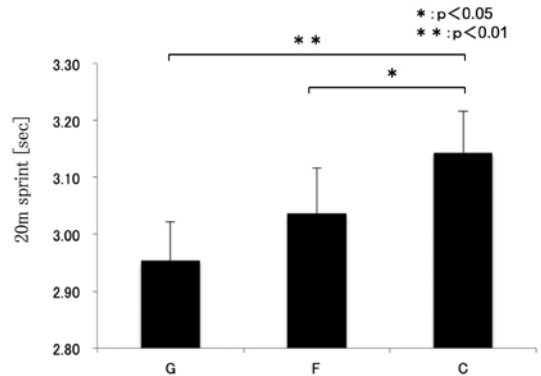


図8-2 20mスプリントのポジション別平均値
Fig. 8-2 20m sprint of each position

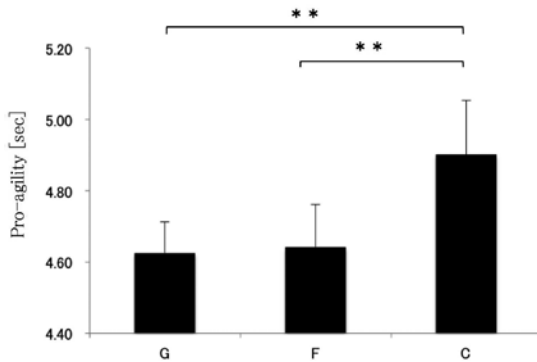


図8-3 プロアジリティテストのポジション別平均値
Fig. 8-3 Pro-agility test of each position

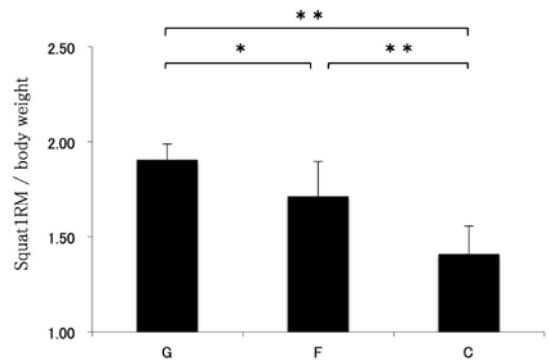


図8-4 スクワットの1RM 体重比のポジション別平均値
Fig. 8-4 1RM/body weight of squat in each position

IV. 考 察

本研究では、スプリントおよびアジリティ能力を評価するためのガイドライン作成のため、基礎的資料を得ることを目的にした。

- 1) スプリントとプロアジリティテストの関係
スプリントとプロアジリティテストの関係を檢

討した結果、全ての測定項目で有意な正の相関関係が認められた。つまり、直線走が速い選手は、方向転換をともなったランニングも速いという結果であった。これはプロアジリティテストの動き自体が、直線走と180度のターンが2回という比較的単純な動きであることから、直線走の速さが大きく影響を及ぼす測定項目であると推察された。しかし、バスケットボールの競技特性を踏まえると、多方向への切り返し動作や、複数のステ

ップ動作が頻出することから、アジリティ能力の測定項目としてさらに詳細に検討できる測定項目を付加することが望ましいと考えられた。

2) スクワット1RM 体重比と 5 m、20m スプリントおよびプロアジリティテストの関係

スクワットの1RM 体重比と、スプリントおよびプロアジリティテストとの関連について検討を行った結果、いずれの測定項目においても相関関係が認められ(表2)、5 m、20m スプリントおよびプロアジリティテストの記録には、体重あたりの下肢筋力が関与している可能性が示唆された。スプリントの加速局面や、プロアジリティテストの切り返し局面においては、体重が重いほど、また素早く切り返しを行おうとするほど大きな負荷が下肢に加わることから、体重あたりの下肢筋力の大きさがスプリントやプロアジリティテストの記録に影響を与えたのではないかと考えられた。

また、プロアジリティテストは測定項目の特徴として切り返し局面で床に手をつくため、筋力の他にも股関節周辺の動的柔軟性や、切り返しの際の技術的要素もプロアジリティの記録に影響を与えていると推察された。

3) ポジションとの関連

5 m、20m スプリントとプロアジリティテストの結果をポジション別に検討すると、Cと比較してG、Fが高値を示した(図8-1、図8-2、図8-3)。これは、G、Fはゴールに向かうドライブ動作や、相手と正対しての1対1の局面において短い距離のスプリントや切り返し動作が頻繁に出現することから、スプリントおよびアジリティ能力に長けており、結果として測定で高値を示したと考えられる。

一方、CはG、Fに比べていずれの測定においても低値であった。日本国内におけるCは、G、Fに比べ試合中の運動量や切り返し動作が少なく、ポジションの役割が固定されてしまっていることが原因の一つとして考えられる。しかし、大

学在学中にCであった選手が将来的に海外のチームと対峙する際にはG、Fにコンバートされることは珍しくないことである。そのため、長身長選手もG、F並みのスピードやアジリティ能力が要求される。Cに関しては、現時点での国内大学レベルの平均値を上回る数値を目指す必要があるだろう。

一般的に体格面で劣る日本人選手が海外のチームと対峙する際、優位に立てる体力要素として平面での速さ、つまりスピードとアジリティ能力が挙げられる。これは、身長が高いことが有利なバスケットボール競技においても例外ではなく、平面での速さが勝機を見いだすきっかけになり得る。しかし、Cにおいては、外国人選手と比較してスピードおよびアジリティ能力に勝っているとは言い難い現状である。先述したように、国内のCの平均値に甘んじることなく、G、F並みの能力が必要であり、今後は特に長身長選手のスプリントおよびアジリティ能力を高めるためのトレーニング方法の検討が必要であると考えられた。

以上のことから、4年間トレーニング経験を積んだ大学バスケットボール選手が到達し得る目標数値は本研究で示した結果が参考になるであろう。しかし、将来的に国際試合において海外チームと対峙する際には、さらに目標値を高く設定する必要があると考えられた。今後は、現在実施されているスプリントおよびプロアジリティテストに付加して、バスケットボール選手のアジリティ能力の詳細を測定する測定項目を検討し、これらの能力を高める方法を考案することは競技パフォーマンス向上に役立つと考えられる。

4. 要約

本研究では大学バスケットボール選手を対象として、5 m、20m スプリントおよびプロアジリティテスト、スクワット1RMの測定を行い、測定項目間の関係性やポジション別の比較検討を行い、次のような知見を得た。

1) 20m スプリントとプロアジリティテストの間には、有意な正の相関関係が認められた(p

<0.01)。

- 2) スクワット1RM 体重比は、5 m、20m スプリントおよびプロアジリティテストとそれぞれ有意な負の相関関係が認められた ($p < 0.01$)。
- 3) ポジション毎の平均値は、20m スプリントおよびプロアジリティテストにおいて G、F が C よりも有意に速かった。

本研究では、スプリントおよびアジリティ能力について、ガイドライン作成のための基礎的資料を得ることができた。

参考・引用文献

- 1) 有賀誠司：競技スポーツ別ウエイトトレーニングマニュアル，体育とスポーツ出版社，2007
- 2) 内山治樹，武井光彦，大神訓章，日高哲朗：世界トップレベルにおけるバスケットボールチームの集団戦術行動に関する研究—第18回アジア女子選手権大会のゲーム分析—。スポーツ方法学研究，14(1):103-115
- 3) McInnes SE., Carlson JS, Jones CJ, et al. : The physiological load imposed on basketball players during competition. J Sports Sci. 13(5):387-397, 1995
- 4) Hoffman JR., Tenenbaum G., Maresh CM., Kraemer WJ. : Relationship between athletic performance tests and playing time in elite college basketball players. J. Strength and Cond. Res. 10:67-71, 1996
- 5) Anne D., Daniel C.: Physiological testing of basketball players: Toward a standard evaluation of anaerobic fitness. J. Strength and Cond. Res. 22(4):1066-1072, 2008
- 6) Eric JD., David BP., Michael JM.: Design and Interpretation of anthropometric and fitness testing of basketball. Sports Med. 38(7):565-578, 2008
- 7) Sierer SP, Battaglini CL., Mihalik JP, et al. : The national football league combine: performance difference between drafted and nondrafted players entering the 2004 and 2005 drafts. J. Strength and Cond. Res. 22(1):6-12, 2008
- 8) 日本トレーニング指導者協会：トレーニング指導者テキスト実践編，ベースボール・マガジン社，2007



低酸素運動における前頭野と下肢筋の 多チャンネル NIRS 同時測定の試み

栗田太作 (情報教育センター) 寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)
瀧澤俊也 (医学部内科学系神経内科) 灰田宗孝 (医療技術短期大学看護学科)
八木原晋 (理学部物理学科)

A Trial of Simultaneous Measurements of Frontal Cortex and Lower-extremity
Muscles Oxygenation during Acute Hypoxic Exercise using Multichannel NIRS.

Daisaku KURITA, Tamotsu TERAOKA, Shunya TAKIZAWA, Munetaka HAIDA and Shin YAGIHARA



Abstract

We simultaneously measured oxy-hemoglobin (Hb) and deoxy-Hb levels in frontal cortex and in lower-extremity muscles in 5 male athletes with recent experience of low-oxygen training using multichannel near-infrared spectroscopy (NIRS). The NIRS signals in both frontal cortex and lower-extremity muscles were measured during following three periods, at rest (5 minutes), walking exercise (30 minutes) by treadmill at a speed of 6 kilometers per hour, and after exercise (5 minutes). The measurement was performed at one-week interval, in hypobaric chamber under the altitude of 0m (1013 hPa) and 1500m (837 hPa) conditions. The time course of differential changes in oxy-Hb, deoxy-Hb and total-Hb concentration-path length, optical density of present to initial state, were calculated as Δ oxy-Hb, Δ deoxy-Hb, and Δ total-Hb. The activated region of anterior frontal lobe was analyzed by NIRS-statistical parametric mapping (NIRS-SPM) using a 3 dimensional model (3D model) of head region on this time. In lower-extremity muscles, the typical time course of changes in Δ oxy-Hb and Δ total-Hb were increased, but Δ deoxy-Hb was decreased during exercise under both altitude conditions. In the anterior frontal lobe, the typical time course of changes in Δ oxy-Hb and Δ total-Hb were increased simultaneously, but Δ deoxy-Hb was slightly decreased during exercise under both conditions. For 2 of 5 athletes, the activation of the anterior frontal lobe was emerged in left side and both side during exercise under altitude 0m and 1500m condition, respectively. Our trial suggests that NIRS is a useful tool for simultaneous measurements of oxygenation states in brain and muscles in hypobaric chamber.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 43-50, 2011)

I. 緒 言

高地のような酸素濃度が低い場所（低圧低酸素環境）では、生体内に酸素の取り込みが低下す

る。生体には元来変化した環境に適応する能力が備わっているため、低圧低酸素環境下に長時間曝されると身体は様々な生理反応を起こし、必要な酸素量を効率よく取り入れようとする。この低圧低酸素環境への適応能力を利用し、運動能力の向

上を引き出そうとするのが、“高地トレーニング”である。また、近年では、高地と同様な低圧低酸素環境を人工的に作り出すことが可能となり、平地にいても高地と同じような効果が期待できるようになった。この人工的な環境を用いたトレーニングが、いわゆる“低酸素トレーニング”と呼ばれている。低酸素トレーニングは、心肺機能の増強や赤血球の酸素運搬能力の向上、そして筋の酸素消費能力の改善をもたらす、有酸素運動時の持久力を向上させることが報告されている¹⁾。

一方、近年の近赤外光による生体への応用技術は目覚しく、非侵襲的に多チャンネルでかつ高速計測が可能となった²⁾。特に、複数の光信号を組織内に分離伝送するための光変調技術において、CDMA（符号分割多重：Code Division Multiple Access）方式は、外乱光に強く、多チャンネル化、高SNR化、回路規模縮小化に優れている³⁾。このCDMA方式を採用し、自重が1kg以下でかつ電池駆動もできるコンパクトサイズの多チャンネル計測装置も開発され、従来の自重があり固定された装置では測定が限定されていた屋外や運動時でも、装置本体を背中に背負って測定が可能となった。

このCDMA方式の多チャンネル近赤外分光法（near infrared spectroscopy, NIRS）により脳や筋の酸素化ヘモグロビンと脱酸素化ヘモグロビン濃度（正確には濃度長）そして血流量変化が測定でき、脳機能イメージングや筋酸素代謝動態をリアルタイムに観測できる。

Andrewら⁴⁾は、標高2500-4300mで最近まで高地トレーニング経験のあるサイクリング競技者を対象に、漸増運動中の前頭皮質と外側広筋の酸素化について、各1チャンネルのNIRS同時測定を行い、急性低酸素の影響について報告している。しかしながら、同様な環境化で高地トレーニング経験者の前頭野領域と各種下肢骨格筋のNIRS同時測定を、多チャンネルで酸素化を検討した報告はなく、急性低酸素運動負荷の影響について、十分な議論が成されていない。

そこで我々は、パイロットスタディとして高地や低酸素トレーニング経験のある競技選手を対象とし、急性低酸素運動負荷における前頭前野と下肢骨格筋を多チャンネルNIRSにより同時測定を試みた。また、多チャンネル測定の問題点についても検討した。

Ⅱ. 方 法

対象者は、東海大学水泳部に所属している男性競技選手5人（年齢22歳、右利き）である。これら被験者は、国外で標高2100m級の高地トレーニングを3-4週間、国内で標高1300m級の高地トレーニングを2週間、あるいは低圧室で標高3000mに設定し、低酸素トレーニングを週2回行ってきた経験者である。低圧負荷は、低圧室を使用し標高0m（1013hPa）と1500m（837hPa）に設定した。減圧速度はおおよそ10分で500mとした。18℃に設定した低圧室内で、運動負荷をトレッドミルによる平坦走行とし、運動強度を時速6kmとした。低圧運動負荷は、運動負荷前時間（安静）を5分、運動負荷時間を30分、運動負荷後時間（回復）を5分の計40分とした。各被験者に対し、標高0mと1500mの低圧運動負荷の測定を行い、その間隔は1週間とした。また、各被験者の低圧運動負荷における運動強度判定には、RPE（Ratings of Perceived Exertion：主観的運動強度）を用いて点数化した。尚、低圧運動負荷における測定は、被験者に同意説明を行った。

測定装置は、Spectratech社製OEG-16を2台を使用した。図1に測定装置2台を被験者の背部に装着した様子を示す。この装置は、CDMA方式で、送光部波長が770と840nm、サンプリング間隔が0.65secである。また、NIRSの測定点、すなわちチャンネルは、近赤外光送光部と受光部センサーの midpoint とした。前頭部に用いるセンターバンドは、近赤外光送光部と受光部センサーが2行6列で交互に3cm間隔で配置してあり16チャンネルとなる。観測部位は、このセンターバンドを被験



図1 測定装置2台を被験者の背部に装着した様子
Fig. 1 Two measuring devices attached to subject.



図2 被験者のセンサーの配置
(a) 前頭部にセンターバンドに配列したセンサーを設置した様子(16チャンネル)
(b) 4ヶ所の下肢骨格筋に各1対のセンサーを設置した様子(各1チャンネル)
Fig. 2 Optodes arrangement on subject
(a): The optodes arranged in attachment on the forehead
(b): Each pair of optodes attached on the belly of quadriceps femoris, hamstrings, gastrocnemius, and tibialis anterior (each 1 channel)

者の前頭部に設置し、前頭前野を16チャンネルで、そして1対の送光部と受光部センサーを被験者の大腿四頭筋、大腿屈筋群、腓腹筋、前脛骨筋の各筋腹に設置し、4ヶ所の下肢骨格筋を4チャンネルで計20チャンネルとした。被験者は標高0mと1500mの低圧運動負荷の各40分間、20チャンネルで同時測定した。尚、遮光のためにセンターバンド上に更にヘッドバンドで覆った。図2-(a)と(b)に被験者の前頭部にセンターバンドを設置した様子と、4ヶ所の下肢骨格筋に各1対のセンサーを設置した様子を示す。

Modified Lambert Beer 則⁵⁾に基づく、酸素化ヘモグロビン濃度長変化 ($\Delta \text{oxy-Hb}$)、脱酸素化ヘモグロビン濃度長変化 ($\Delta \text{deoxy-Hb}$)、そして総ヘモグロビン濃度長変化 ($\Delta \text{total-Hb}$) は以下の通りである。また、各濃度長変化の単位は、 $\text{mM} \cdot \text{mm}$ である。

$$\Delta \text{oxy-Hb} = (\text{ed}2 \times \text{o}1 - \text{ed}1 \times \text{o}2) / (\text{ed}2 \times \text{e}o1 - \text{ed}1 \times \text{e}o2)$$

$$\Delta \text{deoxy-Hb} = (\text{e}o1 \times \text{o}2 - \text{e}o2 \times \text{o}1) / (\text{ed}2 \times \text{e}o1 - \text{ed}1 \times \text{e}o2)$$

$$\Delta \text{total-Hb} = \Delta \text{oxy-Hb} + \Delta \text{deoxy-Hb}$$

但し、

$$\text{o}1 = -\ln(V1/V10)$$

$$\text{o}2 = -\ln(V2/V20)$$

ここで、 $\text{e}o1$ (=1022) は、酸素化ヘモグロビンのモル吸光係数 ($\lambda 1=840\text{nm}$)。 $\text{e}d1$ (=692.36) は、脱酸素化ヘモグロビンのモル吸光係数 ($\lambda 1=840\text{nm}$)。 $\text{e}o2$ (=650) は、酸素化ヘモグロビンのモル吸光係数 ($\lambda 2=770\text{nm}$)。 $\text{e}d2$ (=1311.88) は、脱酸素化ヘモグロビンのモル吸光係数 ($\lambda 2=770\text{nm}$)。 $V1$ は $\lambda 1$ の現在実測値、 $V10$ は $\lambda 1$ の初期実測値、 $V2$ は $\lambda 2$ の現在実測値、 $V20$ は $\lambda 2$ の初期実測値を示す。測定装置本体から20チャンネルの $V1$ と $V2$ シグナルが USB ケーブルを介して PC に入力され、 $\Delta \text{oxy-Hb}$ 、 $\Delta \text{deoxy-Hb}$ 、そして $\Delta \text{total-Hb}$ がリアルタイムに算出される。ブロックデザイン⁶⁾として、低圧運動負荷における運動負荷前時間(安静)5分をコントロール、運動負荷時間30分をタスクとした。

また、パルスオキシメーターを用い被験者の右人差し指にプローブを装着し、低圧運動負荷における経皮的動脈血酸素飽和度 (SpO_2) と脈拍数を5分毎に測定した。

低圧室内でセンサーを装着した被験者が運動負荷を行っている測定風景を図3に示す。

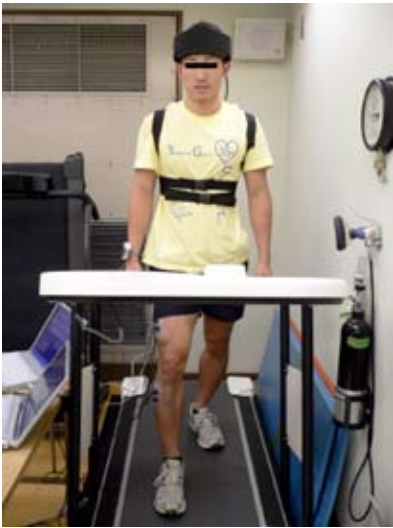


図3 低圧室内でセンサーを装着した被験者が運動負荷を行っている測定風景
Fig. 3 A subject attached optodes during walking exercise by treadmill in hypobaric chamber

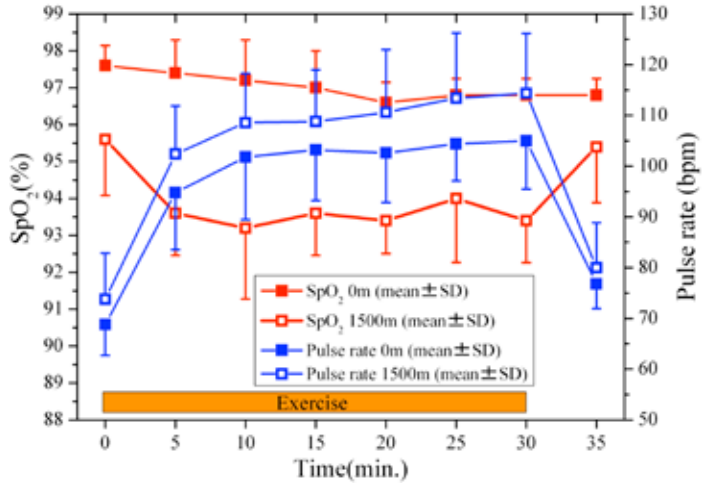


図4 低圧運動負荷中の SpO₂と脈拍数の経時的変化 (N=5)
Fig. 4 The time course of changes in SpO₂ value and pulse rate under the altitude of 0m and 1500m conditions (N=5)

そして、低圧運動負荷における脳賦活領域のマッピングの推定は、得られた $\Delta\text{oxy-Hb}$ と $\Delta\text{deoxy-Hb}$ の時系列データから NIRS-SPM (Statistical Parametric Mapping for Near-infrared Spectroscopy ver. 3.1) を用いて行った^{7, 8)}。マッピングの推定の基準値は、 $P < 0.01$ とした。被験者頭部3次元情報は、今回擬似データを使用した。

III. 結果および考察

図4に低圧運動負荷中の SpO₂と脈拍数の経時的変化 (N=5)を示す。運動負荷前(時刻0 min.)の SpO₂は、標高0mに比べ1500mで低値を示した。そして、0mの SpO₂は、運動負荷前と負荷中そして負荷後ほとんど変化しないが、1500mでは運動負荷前と比べ負荷中に低下し、負荷後に負荷前レベルまで上昇した。運動負荷前の脈拍数は、0mと1500mで明らかな差異はなかった。そして、0mと1500mの両者で運動負荷前と比べ負荷中に増加し、負荷後に負荷前レベルまで低下した。

表1に低圧運動負荷中の各競技者の RPE- 判定

を示す。各競技者の0mでの RPE 判定は、8-11、すなわちおおよそ“かなり楽である”のに対し、1500mでは10-12、すなわちおおよそ“楽である”であった。低圧運動負荷中の SpO₂と脈拍数の経時的変化を考慮すると、今回の低圧運動負荷は軽度と考えることができる。

図5に標高0mと1500mにおける代表的な下肢の NIRS シグナルの経時的変化を示す。大腿四頭筋、大腿屈筋群、腓腹筋、そして前脛骨筋共に、運動負荷中の NIRS シグナルは、開始直後に低下する傾向があった。その後、 $\Delta\text{oxy-Hb}$ と $\Delta\text{total-Hb}$ は、負荷中徐々に増加し、 $\Delta\text{deoxy-Hb}$ は、負荷中軽度低下しその後一定となった。通常 NIRS シグナルの解釈として、組織の酸素消費速度が一定である場合、 $\Delta\text{oxy-Hb}$ の増加は組織の酸素化を、 $\Delta\text{total-Hb}$ は血液容量(血流)を、 $\Delta\text{deoxy-Hb}$ の増加は組織の脱酸素化を表すとされている⁴⁾。

また、標高0mと1500mにおける下肢運動負荷中の $\Delta\text{oxy-Hb}$ および $\Delta\text{deoxy-Hb}$ の増減を明確にするため、各下肢筋における $\Delta\text{oxy-Hb}$ (1500m) - $\Delta\text{oxy-Hb}$ (0m)、 $\Delta\text{deoxy-Hb}$ (1500m) - $\Delta\text{deoxy-Hb}$ (0m) の差分値変化を図6に示

表 1 低圧運動負荷中の各被験者の RPE 判定

Table 1 RPE of each subject during exercise under altitude 0m and 1500m conditions

	Subject I	Subject II	Subject III	Subject IV	Subject V
0m	9	8	11	11	9
1500m	11	10	12	11	12

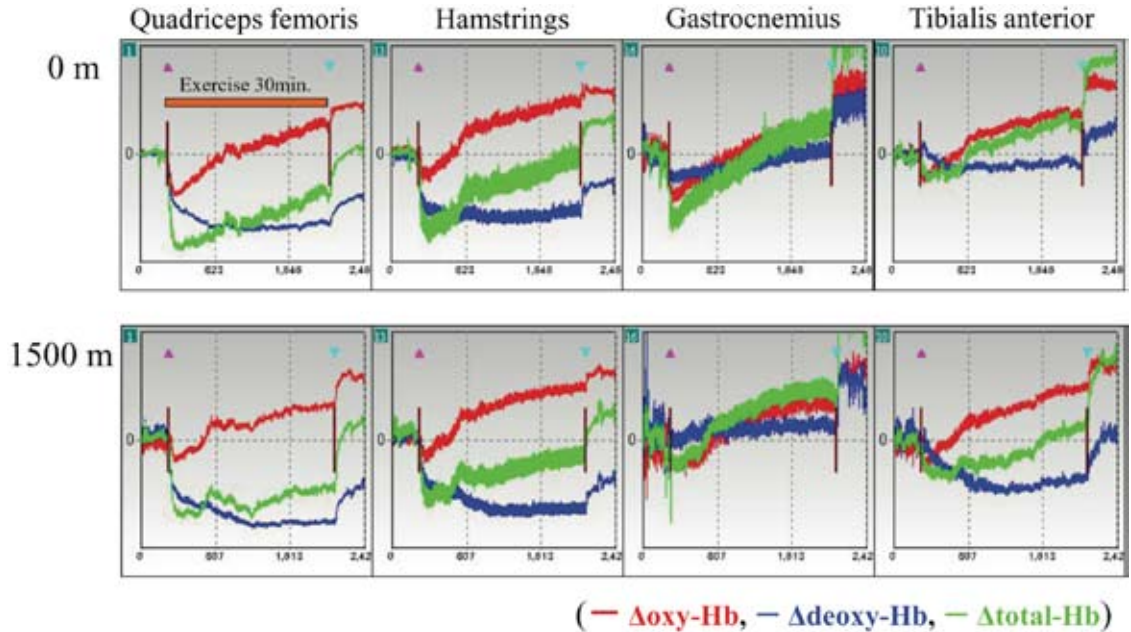


図 5 下肢筋の代表的な NIRS シグナルの経時的変化

Fig. 5 The typical time course of changes in NIRS signals of lower-extremity muscles under the altitude of 0m and 1500m conditions

す。Δoxy-Hb の差分値は若干マイナス側に分布する傾向を示すものの、Δoxy-Hb および Δdeoxy-Hb の差分値の分布には、明確な差異は認められなかった。

図 7 に標高 0 m と 1500m における代表的な前頭葉の 16 チャンネルから得られた NIRS シグナルの経時的変化を示す。運動負荷中に Δoxy-Hb と Δtotal-Hb は同様に増加、Δdeoxy-Hb は部位によっては若干減少あるいはほぼ一定となった。そして、標高 0 m と 1500m における Δoxy-Hb および Δdeoxy-Hb の増減は、ほぼ同じ傾向を示し、標高による明確な差が認められなかった。従って、脳では、各標高の運動負荷中に酸素化 (Δoxy-Hb の増加) され、脳血液容量 (Δtotal-Hb) すなわち脳血流が増加していると考えられ

た。また、脳における幾つかの Δoxy-Hb の経時的に増加する変化が、下肢筋の変化と酷似していた (図 5)。

図 8 に前頭葉の 16 チャンネルから得られた NIRS シグナルの経時的変化を NIRS-SPM で解析し、Δoxy-Hb の前頭葉賦活領域を推定した脳機能マッピングを示す。賦活領域を表す t 値の分布は、4-20 であった。ブロックデザインとして、低圧運動負荷における運動負荷前時間 (安静) 5 分をコントロール、運動負荷時間 30 分をタスクとした。0 m と 1500m で 5 例中 2 例に Δoxy-Hb の賦活領域を認めた。また 0 m で左前頭前野が賦活し、1500m では左右の前頭前野が賦活した。従って、運動負荷中の前頭前野では、0 m よりも 1500m の方が賦活領域は広く、より酸素化する

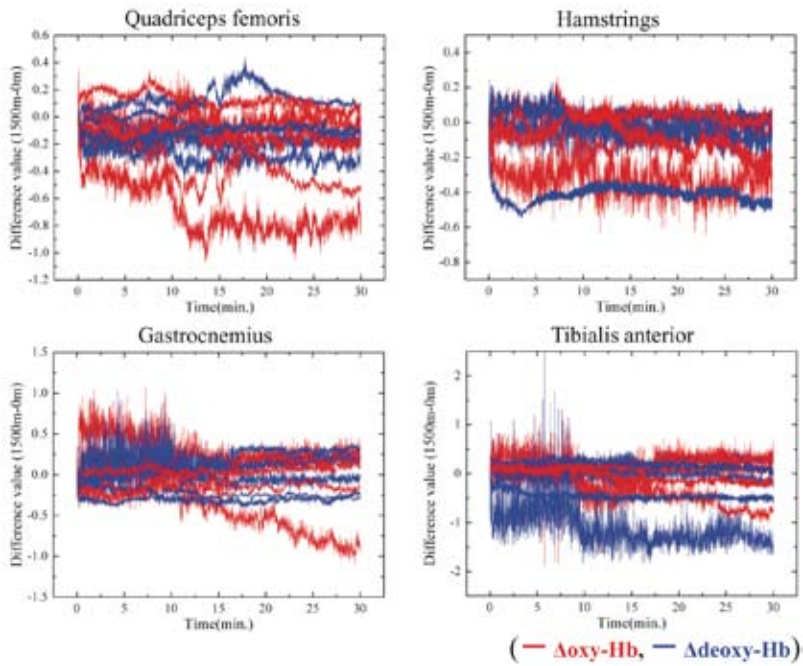


図6 下肢筋運動負荷中の Δ oxy-Hb, Δ deoxy-Hbの差分値変化 (1500m-0m)
 Fig. 6 Difference values of Δ oxy-Hb and Δ deoxy-Hb of lower-extremity muscles between the altitude of 0m and 1500m during exercise

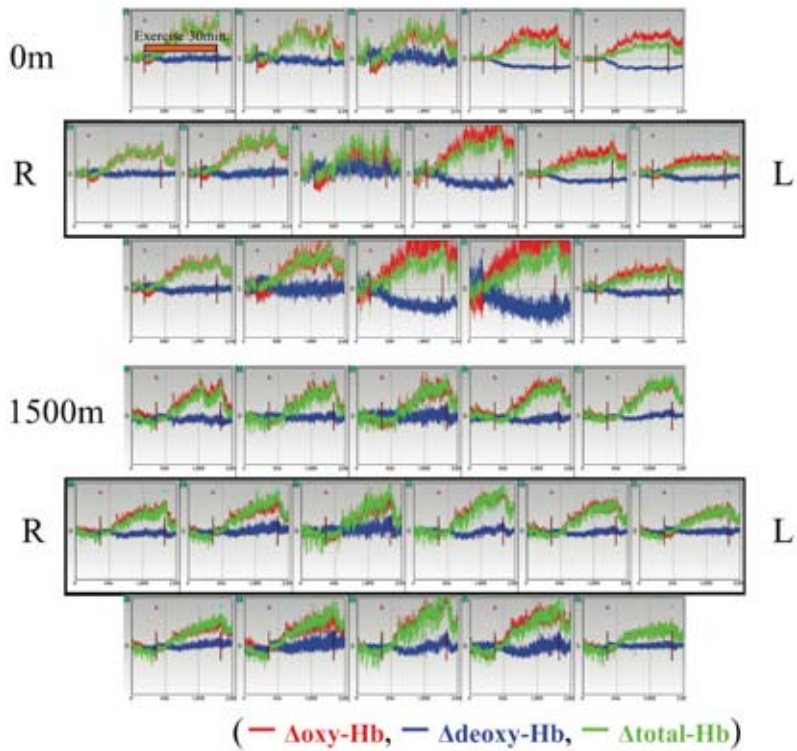


図7 代表的な前頭葉のNIRSシグナルの経時的変化
 Fig. 7 The typical time course of changes in NIRS signals in region of the anterior frontal lobe under the altitude of 0m and 1500m conditions

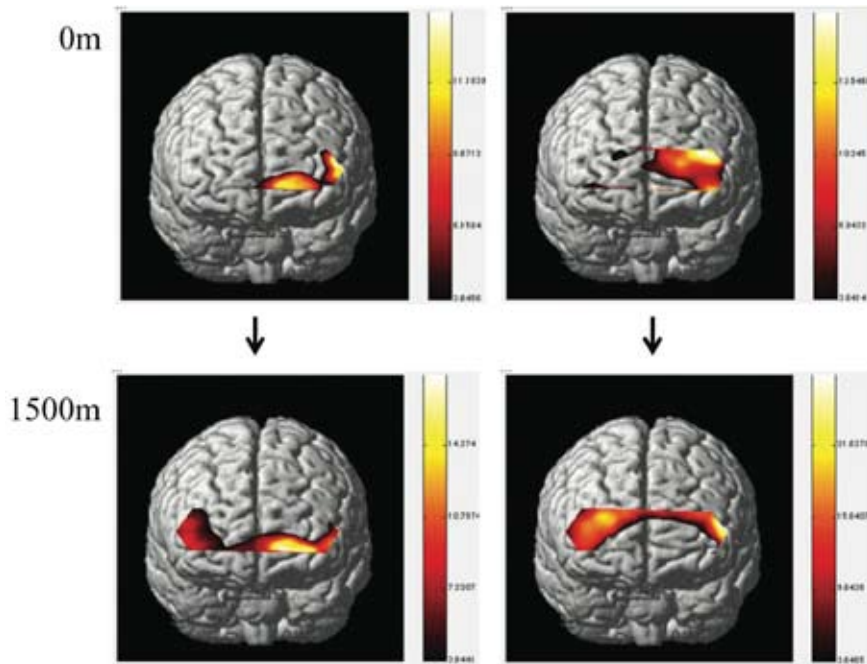


図8 NIRS-SPMで解析した前頭葉賦活領域のマッピングの推定
 Fig. 8 The activation estimated mapping of the anterior frontal lobe during exercise under altitude 0m and 1500m conditions using NIRS-SPM software

わち脳活性が亢進していると考えられた。

以上より、今回の低圧運動負荷において、脳ではより広い酸素化領域が出現したことで、筋では十分酸素化された状態で筋血流が増加した関係を考慮すると、筋血流の増加は脳が支配しているというモデルを支持した^{9,10}。

主だった問題点は以下の通りである。

今回示さなかったが、被験者によっては前頭部あるいは下肢部の NIRS 経時的データにステップ状の変化や高ノイズのものもあった。データ全体の傾向には影響していないが、特に運動負荷中に生じるものが多かった。その原因は定かではないが、発汗、皮膚温度分布、振動などがデータに影響していると考えられた。今後の対応策として、低圧室室温調整や、皮膚とセンサー接触状態の安定性、ソフトウェア的なデータ補正などを検討する必要がある。

また、被験者頭部 3 次元情報は、擬似データを使用したため、大まかな脳機能マッピングである。今回のように、片側か両側かの比較では問題

とならないが、前頭前野のより詳細な賦活領域の推定には被験者個人の頭部 3 次元情報が必須である。今後 3 次元デジタイザーを導入し、頭部 3 次元情報を取得して賦活領域の推定を行う必要がある。

今回の測定は低酸素トレーニング経験者であったことから、問題点とならないが、今後の低圧室での測定において、特に、低酸素トレーニング未経験者を対象とした場合、その脳賦活領域の変化が、単回の低酸素負荷の影響を反映しているのか、または単に閉鎖空間に約 1 時間閉じ込められた精神的要因を反映しているのかを配慮し、低酸素トレーニング経験者と慎重に比較検討する必要がある。

V. まとめ

パイロットスタディとして 5 人の低酸素トレーニング経験のある競技選手を対象とし、標高 0 m

と1500mの低圧運動負荷における前頭前野と下肢骨格筋を多チャンネルNIRSにより同時測定を行った。今回の低圧運動負荷は、RPE判定から軽度と考えることができた。各標高の運動負荷中に4種類の下肢筋は、十分に酸素化された状況で筋血流が増加した有酸素運動を行うと考えられた。前頭前野では、酸素化され、脳血流が増加していると考えられた。また、前頭前野の Δ oxy-Hbの経時的に増加する変化が、下肢筋の変化と酷似していた。そして、5例中2例に前頭葉に Δ oxy-Hbの賦活領域を認めた。0mで左前頭前野が賦活し、1500mでは左右のより広い領域の前頭前野が賦活した。

また、NIRS同時測定の改善策として、下肢のNIRSセンサー位置の再現性、低圧室温調整や、皮膚とセンサー接触状態の安定性、ソフトウェア的なデータ補正、3次元デジタイザーによる頭部3次元情報の取得が挙げられた。

以上より、低酸素運動における前頭野と下肢筋の多チャンネルNIRS同時測定が技術的に可能であると考えられた。

参考文献

- 1) 今川重彦：高地・低酸素トレーニングの分子生物学. 医学のあゆみ, 225(13): 1287-1292, 2008.
- 2) 岡田英史：光脳機能イメージングの原理. 映像情報メディカル, 41(9): 886-891, 2009.
- 3) 大橋三男, 灰田宗孝：低価格・高性能・光多点同時測定装置 Spectratech OEG-16について. 映像情報メディカル, 41(9): 929-933, 2009.
- 4) Andrew W. Subudhi, Andrew C. Dimmen, and Robert C. Roach: Effects of acute hypoxia on cerebral and muscle oxygenation during incremental exercise. J Appl Physiol, 103: 177-183, 2007.
- 5) Delpy DT, Cope M, van der Zee P, Arridge S, Wray S, Wyatt J: Estimation of optical pathlength through tissue from direct time of flight measurement. Phys Med Biol, 33(12): 1433-1442, 1988.
- 6) 灰田宗孝：近赤外分光法（NIRS）信号の意味. 映像情報メディカル, 41(9): 892-896, 2009.
- 7) Ye, J. C., Tak, S. H., Jang, K. E., Jung, J. W., Jang, J. D.: NIRS-SPM: Statistical parametric mapping for near-infrared spectroscopy. NeuroImage, 44: 428-447, 2009.
- 8) Jang, K. E., Tak, S. H., Jung, J. W., Jang, J. D., Jeong, Y., and Ye, J. C.: Wavelet minimum description length detrending for near-infrared spectroscopy. J Biomed Opt., 14(3): 1-13, 2009.
- 9) Saito S, Nishihara F, Takazawa T, Kanai M, Aso C, Shiga T, Shimada H.: Exercise-induced cerebral deoxygenation among untrained trekkers at moderate altitudes. Arch Environ Health, 54: 271-276, 1999.
- 10) Imray CH, Myers SD, Pattinson KT, Bradwell AR, Chan CW, Harris S, Collins P, Wright AD.: Effect of exercise on cerebral perfusion in humans at high altitude. J Appl Physiol., 99: 699-706, 2005.



幼児における投能力の発達に関する バイオメカニクス的研究

山田 洋 (体育学部体育学科) 井上実奈子 (東海大学大学院)
知念嘉史 (体育学部生涯スポーツ学科) 内田匡輔 (体育学部体育学科)
小河原慶太 (体育学部体育学科) 小澤治夫 (体育学部体育学科)

Biomechanics Research on Development of Throwing Ability in Infants

Hiroshi YAMADA, Minako INOUE, Yoshifumi CHINEN, Kyosuke UCHIDA,
Keita OGAWARA and Haruo OZAWA



Abstract

The purpose of this study was to examine a development of ability to throw in infants by using picture analysis. The point of view was velocity of a throw arm and twist of body trunk.

Subjects were 44 children (27 boys and 17 girls) who belong to a preschool of Nagano prefecture. Throw distance of a tennis ball was measured based on a new physical fitness test of Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology. Throw movement of subjects were photographed by using two video cameras. The pictures were analyzed using three-dimensional DLT method by a picture analysis system (Frame DIASIV, DKH company). The velocity of a throw arm was defined as maximum velocity of a wrist / an elbow / a shoulder of a throw arm. Twist of body trunk was defined as an angle that a line to tie both shoulders to and a line binding both waists together make.

As a result, throw distance increased with an increase of the age of the month. Factors to affect throw distance were ball initial rate and height of projection. The ball initial rate and height of projection were increased with an increase of class. Velocities of throw arm increased with an increase of class. Twist of body trunk increased with middle class from young class, velocity of twist of body trunk increased with elder class. It was thought that the infant was an early stage of the acquisition of throwing ability.
(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 51-56, 2011)

I. はじめに

ヒトの基本的運動として、「走る」・「跳ぶ」・「投げる」などがある。「走る」・「跳ぶ」は、移動運動として日常生活では欠かせない動作である。一方、「投げる」は、スポーツ場面では見ること

があるが、日常生活ではほとんど見られない動作である。また、「走る」・「跳ぶ」は系統発生的な運動、「投げる」は個体発生的な運動とも呼ばれ、動作の発達・獲得の様相が違くとされる¹⁾。

投運動の特徴は、その目的として、速く投げる、遠くへ投げる、正確に投げると多目的であることや、投てき物の形や大きさによっても動作が

表1 被験者の月齢および身体特性
Table 1 Age and physical characteristics in all subjects

学年	n	月齢(月)	身長(cm)	体重(kg)	投距離(m)
年少	16	43±4	97±5	15±2	4±3
年中	11	55±5	103±2	17±2	5±2
年長	17	68±4	112±6	20±3	7±2

異なることである²⁻⁴⁾。このような理由から投運動は、様々な観点から研究が行われている。幼児の投動作の“かたち”を調べた研究では、宮丸⁵⁾が投動作を6つの典型的パターン分けで示している。このパターンは多くの研究で参考にされ、パターンの出現率を年齢ごとに示し、投動作の発達過程をみている研究が多い⁵⁻⁷⁾。しかし、この幼児の投動作のパターンにみられる、動作の“かたち”、およびその発達過程を具体的に数値化した研究は少ない。

成長が著しく、多様な基礎的運動パターンの習得・洗練がされていき、運動能力が急激に発達する幼児期⁶⁾は、ボールを握れるようになり、投運動が未成熟から成熟へ、投動作が獲得される初期段階にあり、投動作の発達・獲得をみる上で適齢期であると考えられる。

そこで本研究では、幼児における投能力の発達過程に関してバイオメカニクス的に検討することを目的とした。その際、三次元DLT法を用いて算出した腕の振りと体幹の捻りに着目し、年少・年中・年長の幼児間で横断的に比較・検討を行った。

Ⅱ. 方 法

1. 被験者

被験者はN県W町の幼稚園に通う幼児44名であった。被験者の身体特性、および月齢を表1に示す。被験者及び保護者、学校には、予め測定の趣旨を十分に説明し、同意を得た。

2. ボール投げの測定

文部科学省の新体力測定の実施要項に準拠し、

テニスボール投げの遠投距離を測定した。被験者には、できるだけ遠くにボールを投げるように指示をし、半径1mの円の中で投球を行わせた。測定には硬式テニスボールを使用した。投球は一人2回実施し、記録の良い方の投球を対象試技とした。測定値は、センチメートル以下を四捨五入し、メートルで求めた。

3. 投動作の撮影方法

被験者の投球方向に向かって、右側方と左斜め前方にビデオカメラ(DCR-HC62, SONY社)を設置し、動作を毎秒30コマで撮影した。撮影範囲は、被験者から投球方向に向かって前後2m、左右2m、高さ2mとし、前後方向をX軸、左右方向をY軸、鉛直方向をZ軸と定義した(図1)。

得られた映像データを画像取り込みシステム(Ultra EDIT, Canopus社)を用いてコンピュータ(Dimension 3000, Dell社)に取り込んだ後、映像解析システム(Frame DIAS IV, DKH社)を用いて、3次元DLT法により三次元座標を求めた。なおデータは、Bryant: 6 Hzで平滑化処理を行い、以下のデータを算出した。

ボール初速度: リリース時のボールの水平成分と垂直成分の合成速度

ボール投射高: リリース時におけるボールの中心から、地面までの垂直距離

ボール投射角: ボールの速度ベクトルと水平面のなす角度

投球腕速度: 投球腕の肩、肘、手首の水平速度

体幹捻角度: 左右大転子を結ぶ線と左右肩峰を結ぶ線を水平面に投影して現れる角度(図2)

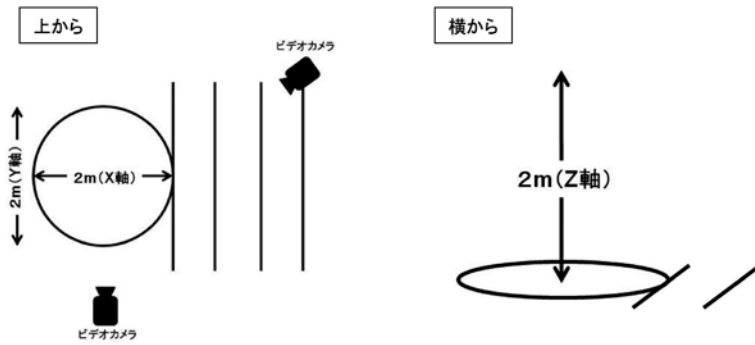


図1 測定風景
Fig. 1 Setting for the measurement

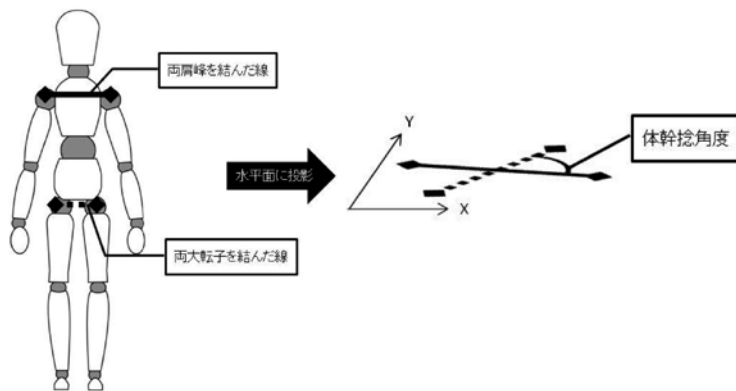


図2 体幹の捻角度（水平面）
Fig. 2 The definition of twist of body trunk in horizontal plane

表2 全被験者における各項目と投距離の関係 (n=44)
Table 2 Relations between each item and throw distance in all subjects (n=44)

	月齢	身長	体重	ボール初速度	投射高	投射角
相関係数	0.547**	0.379*	0.362:	0.686**	0.296	0.488**

** : $p < 0.01$ * : $p < 0.05$

4. 統計処理

データの統計処理は、統計処理ソフト (SPSS16.0, SPSS社) を用いて行った。相関関係の検討についてはピアソンの積率相関係数を用いた。各学年間の比較については、一元配置の分散分析を用い、多重比較には Tukey の方法を採用した。有意水準は 5%未満とした。

Ⅲ. 結果および考察

1. 被験者の身体特性

表1に被験者の月齢と身体特性を示す。身長、体重、投距離は、学年に伴い大きくなっていった。

2. 各項目と投距離の関係について

表2は、各項目と投距離の関係を示している。

月齢と投距離の間には有意な正の相関が認められ ($r=0.547, p<0.01$)、月齢の増大に伴って投距離が増大していた。身長と投距離間 ($r=0.379, p<0.05$)、体重と投距離間 ($r=0.362, p<0.05$) にも有意な正の相関が認められ、発育、発達に伴って投距離も増大していた。

投距離獲得要因であるボール初速度、投射高、投射角と投距離の関係では、ボール初速度と投距離間 ($r=0.686, p<0.01$)、投射角と投距離間 ($r=0.488, p<0.01$) には、それぞれ有意な正の相関が認められたが、投射高においては認められなかった。投距離獲得要因のボール初速度、投射高、投射角の中でも、ボール初速度と投射角が投距離に影響し、特にボール初速度の影響が大きいことを意味している。

3. ボール初速度、投射高、投射角の学年ごとの比較

図3は、ボール初速度、投射高、投射角の学年ごとの平均値を示している。ボール初速度 ($p<0.05$)、投射高 ($p<0.01$) において有意差が認められた。多重比較では、ボール初速度は年少よりも年長の方が有意に大きく ($p<0.05$)、投射高においては年少・年中よりも年長の方が有意に大きいことが認められた ($p<0.01$)。投射高の増大は身長の増大が影響し、ボール初速度の増大は、体格外の投動作の影響もあると考えられた。

4. 投球腕の速度

図4は、手首最大速度、肘最大速度、肩最大速度の学年ごとの平均値を示している。手首最大速

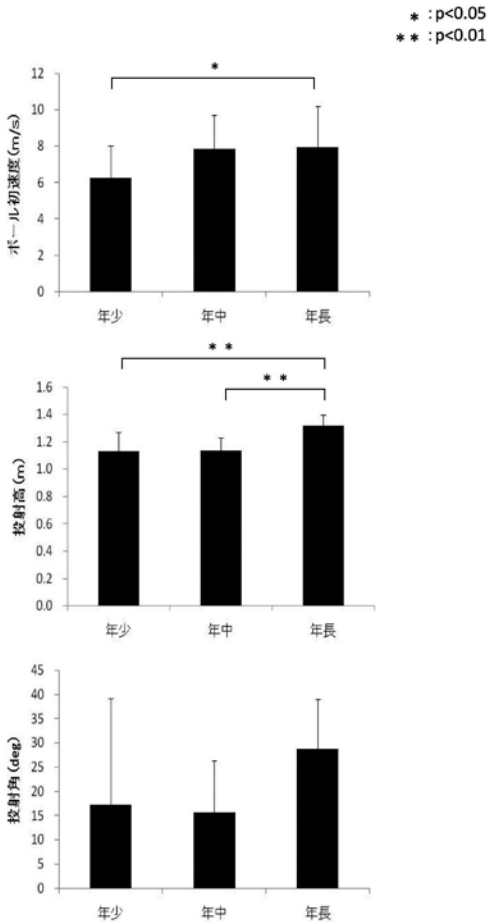


図3 ボール初速度・投射高・投射角の各学年における比較
Fig. 3 The ball initial rate/height of projection/projection degree in each class year

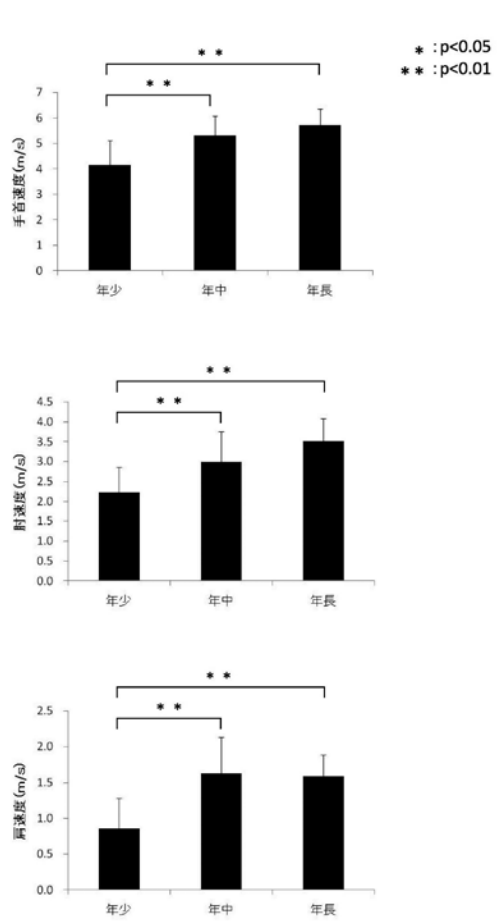


図4 投球腕の各測定点の最大速度における各学年における比較
Fig. 4 Maximum velocity of throwing arm at each measure point in each class year

度、肘最大速度、肩最大速度においてそれぞれ有意な差が認められた ($p < 0.01$)。多重比較では、全ての項目において年少より年中・年長の方が有意に大きいことが認められた ($p < 0.01$)。これらの結果は、年少から年中の学年が上がる段階で、投球腕の速度が増大することを意味していた。

5. 体幹の捻り

図5は、動作開始からリリースまでの体幹の捻りの角度変化曲線の一例である。スティックピクチャーで見てわかるように通常の動作においては、動作開始から後方への捻りがされ最小捻角度が出現し、最小捻角度から前方へ捻りがされ最大捻角度が出現しリリースに至る。角度変化曲線において、投球方向である前方への捻りをプラス、後方への捻りをマイナスとし、最大捻角度から最小捻角度をひいて算出した値を捻角度変化値とすると、その値が概ね40度である様子が見てとれる。

図6は、体幹の捻りの学年ごとの平均値を示している。捻角度変化値 ($p < 0.05$)、最大捻角速度 ($p < 0.05$) において有意な差が認められた。多重比較では、最大捻角速度において年少より年長の方が有意に大きいことが認められた ($p < 0.05$)。これらの結果は、年少から年長に上がると体幹の捻りの速度が増大することを意味していた。

本研究の結果から、幼児で投球腕の速度の増大、体幹の捻りの速度の増大は、投動作の発達の特徴を示していたと考えられる。この2つの動作は、ボール初速度の増加、末端である手首速度の増加に影響する重要な動作である、体幹で生み出された速度が、肩、肘、手首そしてボールへと伝わり、末端の速度を大きくできるという、体幹から末端へ速度が順次加算されていくことを運動連鎖の原則 (kinetic chain principle)⁹⁾ の獲得を示すものと考えられる。

幼児では、投能力の発達過程の初期段階であると考えられる。今後は、幼児から更に年齢が増大

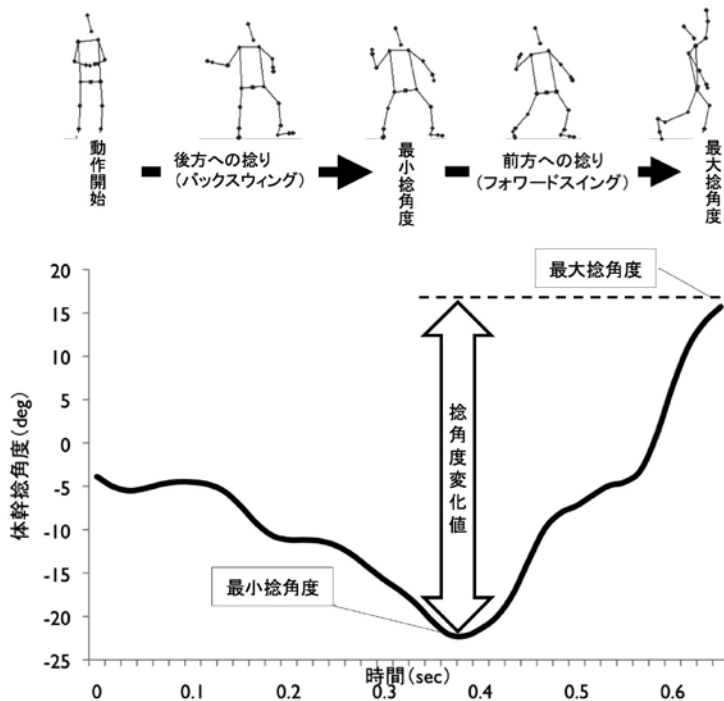


図5 体幹の捻りの角度変化
Fig. 5 Degrees of twist of body trunk

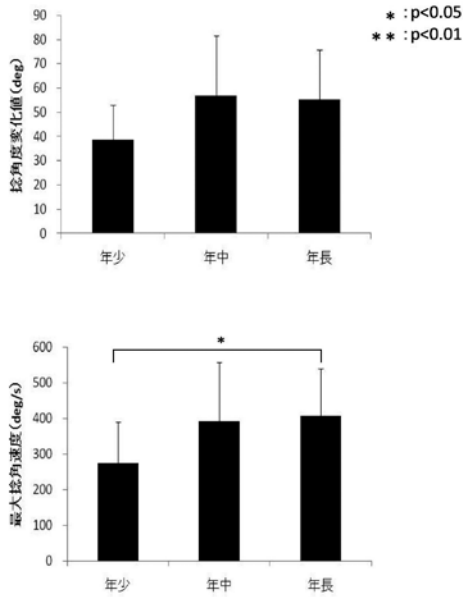


図6 体幹の捻りの各学年における比較
Fig. 6 Comparison of a twist of body trunk in each class year

するごとに投能力がどのように変化していくか、今回得られた知見を基にし、小学生や中学生まで年齢層を広げていくと共に、腕と体幹だけでなく下肢の動作にも着目し検証していく必要がある。

引用・参考文献

- 1) 桜井伸二, オーバーハンド投球動作のバイオメカニクス, バイオメカニクス研究 1 (3), 287-306, 1997.
- 2) 笹倉清則, 難波俊夫, 高橋和之, 大門芳行, ボールの大きさ・質量の変化が投動作に及ぼす影響, 日本女子体育大学紀要(20), 11-23, 1990.
- 3) 森田茂男, 宮口和義, 異なるボールを使用しての投動作の分析, 金沢大学教育学部教科教育研究第24号, 53-61, 1988.
- 4) 星川 保, 大きさと重さの異なるボールの投げ, J. J. Sports Sci 1(2), 104-109, 1982.
- 5) 宮丸凱史, 投げの動作の発達, 体育の科学(30), 464-471, 1980.
- 6) 宮丸凱史, 投動作の発達, 体育の科学35(3), 211-218, 1985.
- 7) 中村和彦, 宮丸凱史, 久野譜也, 幼児の投動作様の発達とその評価に関する研究, 筑波大学体育科学系紀要10, 157-166, 1987.
- 8) 杉原 隆, 新版幼児の体育, 建帛社, 27-30, 2000.
- 9) 阿江通良, 藤井範久, スポーツバイオメカニクス20講, 朝倉書店, 119-121, 2002.
- 10) 桜井伸二, 宮下充正, 子どもにみられるオーバーハンド投げの発達, J. J. Sports Sci 1(1), 152-156, 1982.
- 11) 深代千之, 稲葉勝弘, 小林規, 宮下充正, 幼児にみられる投能力の発達, J. J. Sports Sci 1(3), 231-236, 1982.
- 12) 豊島進太郎, 陸上運動技能の学習Ⅲ投運動, 体育の科学25(5), 300-304, 1975.
- 13) 渡辺悦男, 幼児の投動作の発達に関するモルフォロジー的研究, 島根大学教育学部紀要第19巻, 17-25, 1985.



オリンピック候補選手の心理的側面についての一考察

高妻容一 (体育学部競技スポーツ学科) 小石秀樹 (東海大学研究員)

The Psychological Aptitude for Olympic Qualifying Athletes

Yoichi KOZUMA and Hideki KOISHI



Abstract

The purpose of this study was to verify the hypothesis that there would be a positive change on a group of athletes who after participating in a mental training seminar conducted by a sport psychologist. A group of Olympic qualifying athletes initially received a sport psychological test called DIPCA.3 (Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes) and a survey three times as a pretest, post test, and retention test. After two months, this group of 50 athletes attended one four-hour mental training seminar that was conducted by a sport psychologist. The mental training session included an introduction seminar which consisted of the basic ideas of mental training, such as motivation, anxiety, pressure, and psychological skills. A retention test was conducted nine months later. The participants did not participate in any other mental training seminars during the nine months; however, a workbook was assigned to them for self-study. The group was tested three times with DIPCA. 3 in order to evaluate their psychological aptitude: Pretest, Post test, and Retention test. For statistical analysis, one-way ANOVA (Analysis of Variance) was utilized to measure positive influences received by the participants after the seminar and as a result 11 out of the 18 DIPCA. 3 items were found to have significant differences. A follow-up test revealed that significant differences were found in 17 out of 18 items between the pretest and post test and 11 out of 18 items between the retention test and the pretest. Two items were found to have negative influences between the post test and retention test. These results support the hypothesis that a mental training seminar has a positive effect on the psychological skills and abilities of the Olympic qualifying participants.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 57-64, 2011)

I. はじめに

2005年に開催されたアテネオリンピックにおいて日本選手団は、開催種目28競技の26競技に参加した。この大会における競技成績は、金メダル16個を含む37個のメダルを獲得した(原田、2005)¹⁾。

この好成績の中で国立スポーツ科学センター(JISS: Japanese Institute of Sport Sciences)のスポーツ心理部門によるアテネオリンピックにおける心理的サポートは、JISS内での心理テスト実施や希望した選手や競技団体の合宿におけるサポートが実施された(石井、2004)²⁾。このスポーツ心理学の現場での応用や実践に関しては、日本

体育協会スポーツ医・科学研究報告において、多くの報告が見られる。たとえば、1964年の東京オリンピックに対しては、選手強化対策の一環として「根性」の問題が大きく取り上げられ、また射撃選手の精神統一のための自律訓練法及び漸進的筋弛緩法に関する報告、さらにはあがりに関する研究などが実施された(猪俣, 1997)³⁾。しかし、スポーツ心理学の競技力向上を目的とした心理的サポートの実践研究は、東京オリンピック後は中断され、1985年からの日本体育協会スポーツ医・科学研究の「スポーツ選手のメンタルマネジメントに関する研究」プロジェクトにおいて17年間継続され、多くの研究報告がなされた(石井, 2010)⁴⁾。このようにスポーツ心理学の実践研究の多くは、オリンピックの歴史とともに発展してきた歴史がある。しかし、科学(研究)及び実践の両面にわたり不十分な点も少なくない(猪俣, 2005)⁵⁾。

最近では、ナショナルチームなどへの心理的サポートは、JISSに活動拠点が移されている。JISSには、心理グループの研究者とマルチサポート事業のスタッフ及び外部協力者、非常勤を合わせると約10名程度が心理サポートに関わっている(石井, 2010)⁴⁾。

本研究では、ある機会を得てオリンピック候補選手に対するデータの収集と講習会を実施することができた。

そこで、徳永・橋本ら(1988)⁶⁾によって開発されたスポーツ心理テストである心理的競技能力診断検査(DIPCA. 3: Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes)やアンケート調査を用いてオリンピックレベルの選手の貴重なデータを収集し、競技力向上を目的としたメンタルトレーニング講習会を実施した。

このような背景のもと、講習会形式のメンタルトレーニングプログラムやDIPCA. 3を用いた研究を検索すると、高妻(2002)⁷⁾は、ひとつのメンタルトレーニングプログラムを作成し、段階的にメンタル面強化が実践できるようにした。その上で、こ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の元で、いくつかの段階的な研究を実施している。その仮説の検証として、高妻(2002)⁷⁾が作成したプログラムを講習会形式で実施し、講習会前・後に対して、DIPCA. 3を実施し比較分析している。この研究では、毎週1回(90分)の講習会を約4ヶ月(12回)段階的に実施し、講習会形式のプログラムの有効性を検証している(高妻ら, 2006)⁸⁾。また石井ら(2006)⁹⁾の研究では、先行研究と同様に高妻(2002)⁷⁾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。さらに次の段階の研究では、メンタルトレーニングの紹介・入門編の講習を受講した入門群、および本格的なメンタルトレーニングの内容である実践編の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。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向上を検証できたと報告している。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と報告している(高妻ら, 2006)¹⁰⁾。次の段階の研究としては、同じ参加者が入門編を受講し、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し、その有効性を検証している(高妻ら, 2008)¹¹⁾。しかし、これらの研究では、毎週1回の90分で定期的に約4ヶ月(12回)の時間をかけての講習会形式のメンタル面強化の検証をした。このような研究を背景として、栗原ら(2010)¹²⁾は、レーシングドライバーというモータースポー

ツを取り上げ、これまでの研究と同様に心理的競技能力診断検査を使用してレーシングドライバーの心理的側面の特徴を明らかにした。また次の段階の研究では、不定期な形での講習会と心理的サポートを組み合わせた研究を実施し、レーシングドライバーに対する講習会形式のメンタルトレーニング指導に加えて、レース場における心理的サポートが彼らの心理的競技能力にポジティブな影響を及ぼしたことを検証している（高妻、2010）¹³⁾。

このような研究から、継続した講習会形式および不定期な形での講習会や心理的サポートによるメンタルトレーニングプログラムの有効性が検証できたと考察した上で、この講習会を1回だけという限定をした場合は、選手たちの心理的側面にどのような影響を及ぼすのであろうかという観点での研究を実施することにした。

そこで、本研究では、オリンピック候補選手のデータを収集（1回目の調査）し、そのデータを分析、その後2ヶ月の後にこの選手たちにメンタルトレーニングの講習を実施し、その講習直後に2回目の調査を実施した。さらに、その9ヶ月後に保持テスト（3回目の調査）を実施した。本研究の目的は、オリンピック候補選手が、メンタルトレーニングの講習会を受けたことで心理的側面に何らかの影響があるであろうという仮説、またその後何もしない場合はどのような変化があるであろうかということを検証することであった。

Ⅱ. 方 法

1. 対象者

本研究への対象者は、オリンピック候補選手である男女128名（女子20名）であった。しかし、2回目のデータ収集ができたのは、男女99名（女子13名）であり、また3回目のデータ収集は、男女126名（女子19名）であった。そこで、これらの対象者の中で、3回のデータ収集ができた7種目（レスリング・ボクシング・射撃・柔道・アー

チェリー・水泳・ウエイトリフティング）の女子8名を含む50名（ 25.00 ± 3.69 歳）を本研究の分析対象者とした。

2. 心理面の分析

1) 本研究で使用した心理的競技能力診断検査（DIPCA. 3）は、標準化され信頼性や妥当性が検討されたものである。これは選手が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（徳永、1996）²⁰⁾。

2) 対象者に対しては、3回のDIPCA. 3とアンケート調査を実施した。この調査では、自由記述形式やいくつかの質問にも回答をさせた。

3. 心理面の測定

本研究では、オリンピック候補選手がアジア大会出場をかけたシーズンにおける7種目50名の選手に対して、大会1年前の2009年12月にPretest（1回目）として、心理的競技能力診断検査（DIPCA. 3）とアンケート調査を実施し、選手の心理的側面を分析した。次に、アジア大会予選会の2～5ヶ月前にPost test（2回目）として2010年2月（第1回の調査の2ヶ月後）、本研究（スポーツメンタルトレーニング指導士資格取得者）のメンタルトレーニング講習を4時間受講し、その数日後に1回目の調査と同様の心理テストとアンケート調査を行った。またその9ヵ月後の10月（アジア大会直前）には、Retention testとして心理テストとアンケート調査の3回目を実施した。

4. 講習

オリンピック候補選手に対して、2010年度に開

催されたアジア大会1年前に、1回目の心理テストやアンケートを実施し、心理的側面における特徴を分析した。その2ヶ月後には、彼らを対象に、講習会形式（4時間）でメンタルトレーニングの紹介と実技を含めた実践を実施した。この講習会では、先に実施した心理テストの分析データを各選手にフィードバックし、現在の個人と各チーム（種目別）の心理的側面の状態を説明した。次に、メンタルトレーニングとは何か、その目的、基本的な8つの心理的スキルの紹介や具体的な実施方法の講習会を実施した。同時に資料や自己学習ができるワークブックを配布し、各選手やチームが継続してメンタルトレーニングを実施できる環境を作った。このワークブックは、オリンピック候補選手用に作成したもので、メンタルトレーニングの目的、方法、そして質問に答える形式で自己学習ができる内容のものであった。本来ならば、興味を持ったチームや個人からの依頼で本格的なメンタルトレーニングに取り組んで欲しい意図があったが、継続してメンタル面強化を希望するチームや選手が皆無であった。しかし、興味を持った選手が個人的にメンタルトレーニングを実施したかどうかについては、9ヶ月後に心理テストおよびアンケート調査を実施してそのデータを分析した。

Ⅲ. 結 果

1. 本研究では、オリンピック候補選手に対する心理的側面の分析を実施し、その後1回だけではあるがメンタルトレーニングの講習をし、講習会後にデータの収集をした。また講習会後に自己学習が出来るプログラムを配布し継続してメンタル面強化が出来る環境を準備し、その9ヵ月後に3回目のデータ収集を実施した。

アジア大会出場をかけたシーズンにおける7種目50名の選手に対して、予選会の2～5ヶ月前に講習会を実施し、その前後における心理的競技能力の特徴を明らかにするため、約1年前

(Pretest)・メンタルトレーニング講習会直後(Post test)・アジア大会直前(Retention test)におけるDIPCA. 3の18項目(12尺度・5因子・総合得点)の平均値の値について時期を要因とした一元配置分散分析を実施した。

その結果、尺度別では、勝利意欲を除く11尺度において主効果が認められた。また因子別では、5因子すべてにおいて主効果が認められ、総合点においても主効果が認められた。そこで主効果が認められた項目に対して多重比較検定を実施した結果、PretestとPost testの間においては、勝利意欲を除くすべての項目(11尺度・5因子・総合得点の合計17項目)において有意な得点の向上が認められた。また、Post testとRetention testの間においては、闘争心の尺度・競技意欲(因子)の2項目(1尺度・1因子)において有意な得点の低下が認められた。さらに、PretestとRetention testの間では、自己コントロール能力・集中力・決断力・予測力・判断力・協調性(尺度)精神の安定・集中・自信・作戦能力・協調性(因子)・総合得点の11項目(6尺度・4因子・総合得点)において有意な得点の向上が認められた。この分析結果は、表1に示した。

2. 本研究では、参加者の質的データを収集するために、3回実施したDIPCA. 3と同時に、メンタルトレーニングに関するアンケート調査を実施した。その結果は、下記のとおりであった。

1) アンケート調査1回目の分析

「試合において実力を発揮できるか?」の質問に対して「Yes」が67%、「No」が31%、「無回答」が2%であった。また「心・技・体で、試合において一番重要なものは何ですか?」という質問に対しては、「心」が76%、「技」が6%、「体」が18%であったのに対して、「心・技・体で、練習において一番重要なものはなんですか?」という質問では、「心」が29%、「技」が42%、「体」が29%であった。さらに「メンタルトレーニングを知っていますか?」という質問に対しては、

表1 心理的競技能力診断検査 (DIPCA. 3) のPretest、Posttest、Retentiontestの比較
Table 1 A comparison among pretest, post test and retention test for DIPCA. 3.

	Pretest	Posttest	Retentiontest	有意差	多重比較検定
1. 忍耐力	16.60 ±2.81	18.34 ±2.25	17.38 ±2.98	**	①<②
2. 闘争心	17.38 ±2.74	18.72 ±2.00	17.66 ±3.29	**	①<②, ②>③
3. 自己実現意欲	17.82 ±2.41	18.92 ±1.69	18.28 ±3.06	*	①<②
4. 勝利意欲	15.30 ±3.25	16.30 ±2.86	15.72 ±2.79		
5. 自己コントロール能力	15.46 ±3.64	16.70 ±3.56	16.48 ±3.58	**	①<②, ①<③
6. リラックス能力	13.54 ±3.75	14.90 ±4.53	14.60 ±4.64	**	①<②
7. 集中力	16.24 ±3.53	17.44 ±3.41	17.26 ±3.06	**	①<②, ①<③
8. 自信	15.16 ±2.92	16.52 ±3.59	16.06 ±3.63	*	①<②
9. 決断力	14.76 ±3.04	16.46 ±3.48	16.14 ±3.64	**	①<②, ①<③
10. 予測力	14.06 ±2.71	16.78 ±3.02	15.84 ±3.27	**	①<②, ①<③
11. 判断力	13.90 ±2.87	16.78 ±3.19	15.92 ±3.53	**	①<②, ①<③
12. 協調性	16.74 ±3.14	18.32 ±2.95	18.06 ±3.35	**	①<②, ①<③
競技意欲	67.10 ±7.24	72.28 ±5.61	69.04 ±9.91	**	①<②, ②>③
精神の安定・集中	45.24 ±9.81	49.04 ±10.76	48.34 ±10.62	**	①<②, ①<③
自信	29.92 ±5.49	32.98 ±6.86	32.20 ±7.15	**	①<②, ①<③
作戦能力	27.96 ±5.04	33.56 ±5.89	31.76 ±6.44	**	①<②, ①<③
協調性	16.74 ±3.14	18.32 ±2.95	18.06 ±3.35	**	①<②, ①<③
総合得点	186.96 ±21.4206.18	±26.9199.40	±29.3**		①<②, ①<③
n=50	mean±S.D			*p<.05	**p<.01

「Yes」65%、「No」が33%、「無回答」が2%であった。加えて、「あなたは、メンタルトレーニングをしたことがありますか？」という質問に対しては、「Yes」が63%、「No」が35%、「無回答」が2%であった。

2) アンケート調査2回目の分析

「あなたは、本番で実力が発揮できる気持ちになりましたか？ 番号に丸をつけてください」の質問に対しては、「できる」が57%、「まあまあできる」が29%、「普通」が8%、「あまりできない」が6%、「できない」が0%であった。また「あなたは、大事な場面でプレッシャーの対処ができる感じになりましたか？」という質問に対しては、「全く感じない」が2%、「あまり感じない」が15%「普通」が6%、「少し感じる」が39%、「強く感じる」が38%であった。さらに「あなたは、メンタルトレーニングが理解できましたか？」という質問では、「Yes」が96%、「No」が4%であった。加えて、「あなたは、メンタルトレーニングを実践してみたいですか？」という質問に対して「Yes」が94%、「No」が6%であった。

3) アンケート調査3回目の分析

「あなたは、本番で実力が発揮できていますか？ 番号に丸をつけてください」の質問に対しては、「できる」が18%、「まあまあできる」が28%、「普通」が30%、「あまりできない」が20%、「できない」が2%、「無回答」が2%であった。また「あなたは、大事な場面でプレッシャーの対処ができていますか？」という質問に対しては、「できる」が12%、「まあまあできる」が32%、「普通」が40%、「あまりできない」が12%、「できない」が2%、「無回答」が2%であった。さらに「あなたは、メンタルトレーニングを理解していますか？」という質問では、「Yes」が28%、「No」が18%であった。加えて、「あなたは、メンタルトレーニングを実践していますか？」という質問に対して「Yes」が47%、「No」が57%、「無回答」が2%であった。

更に、その他のアンケートの調査結果については、考察の中で取り上げることにする。

IV. 考 察

本研究では、標準化されたスポーツ心理テストという指標を使用して。オリンピック候補選手7種目（レスリング・ボクシング・射撃・柔道・アーチェリー・水泳・ウエイトリフティング）50名の心理的側面の特徴を明らかにし、資格を持った専門家による講習会形式のメンタルトレーニングプログラムの心理面の影響及びその後の変化について分析した。

- 1) オリンピック候補選手たちを対象に、アジア大会を1年後に控えた12月に DIPCA. 3による候補選手のデータを収集し分析した結果、過去の研究データと比較した場合に、彼らの心理的側面が「強い」と言いきれないことが考察できた。
- 2) 次に、アジア大会を1年後に控えた12月に DIPCA. 3による候補選手のデータを収集 (Pretest) した2ヶ月後の1月に専門家によるメンタルトレーニング講習を受講し、すぐに同じ DIPCA. 3によるデータを取り (Post test)、その平均値の比較分析を統計処理した結果、勝利意欲を除く11尺度・5因子・総合点の17項目において有意差が認められた。このことから、対象者の心理的側面にポジティブな影響が認められたと考察した。特に、総合得点は、Pretest では186.96点であったものが、Post test では206.18点に有意な向上をした。これらのことから1回だけの講習という限定された範囲での指導ではあるが、資格を持った専門家における講習会形式のメンタルトレーニングプログラムによって、選手達の心理的側面にポジティブな影響を及ぼしたのではないかと考える。しかし、勝利意欲に主効果が認められなかった理由としては、結果よりも「プロセス」に意識を集中すべきという講習会における指導の影響が少なからずあったのではないかと考察した。
- 2) 次に、講習会直後の調査 (Post test) とアジア大会直前の調査 (Retention test) においての

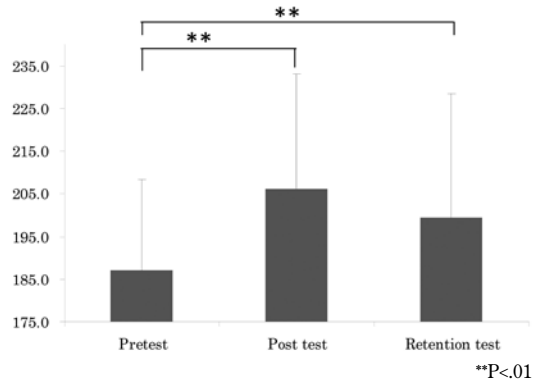


図1 DIPCA. 3の総合得点におけるプリ・ポスト・保持テストの比較

Fig. 1 Comparison among Pretest, Post test, and Retention test for DIPCA. 3

比較分析では、闘争心の尺度及び競技意欲の因子の2項目において有意な得点の低下が認められたが、その他の項目においては有意な得点の低下が認められなかった。このことから、9カ月の間にメンタルトレーニングの継続や強化や向上に関する試みを実施しなかったことの影響が示唆されたのではないかと考える。また、興味深いこととして有意差のあった2項目を含む18項目すべてで、平均点の低下を示していることが分析できた。このことから、メンタルトレーニングは「トレーニング」であるために継続した心理的スキルのトレーニングをする方が効果的であるという過去の文献と同様の知見が得られたと考える。実際は、継続したメンタルトレーニングができるワークブックの配布をし、申し出があったチームにはさらなる講習やサポートの準備があったにもかかわらず、チームまたは個人として依頼が皆無であったという事実もあった。そこで、本研究の分析結果からは、専門家における継続的なメンタル面強化のサポートが必要であったのではないかと考えた。

- 3) さらに、Pretest と Retention test の比較分析では、総合得点を含む18項目中11項目で有意な向上が認められた。このことから、メンタルトレーニング講習やワークブックによるメンタル面強化のポジティブな影響が保持されたと考

える。また、1回目の心理テストによるデータが低かったために、講習会の影響が大きかったのではないかと考察できることから、本研究の対象者であるオリンピック候補選手に対する積極的なメンタル面強化の対策が必要であることが示唆されたと考える。さらに、9ヶ月後に実施した調査の内省報告によると、講習会以後は、40% (22名) が独自にメンタルトレーニングを導入、または従来実践していた内容を改善したと報告しており、そのうちの22% (11名) に関しては心理テストによる得点の増加がみられた。その具体的な実施内容としては、目標設定22% (11名)・イメージトレーニング18% (9名)、プラス思考12% (6名)であった。他にも多数の選手が、やる気を高めるために目標設定、ピンチや逆境の時に自分をコントロールするために呼吸法やセルフトークの実践、集中力を高めるためにルーティーンを活用したと報告していた。このことは、競技力の高い選手ほど、自ら考え、自分なりの方法で実践していることを確認できたと考える。このことから、PretestとRetention testの間で、自己コントロール能力・集中力・決断力・予測力・判断力・協調性(尺度)精神の安定・集中・自信・作戦能力・協調性(因子)・総合得点の11項目(6尺度・4因子・総合得点)において有意な得点の向上が認められたことに繋がっていると考察した。しかしながら、講習会直後の18項目中17項目の有意な向上と比較して、2項目の有意な低下と全項目での平均点の低下は、継続的なメンタル面強化のサポート(講習やトレーニング)が必要であったのではないかと考察した。今後は、このオリンピック候補選手たちへの積極的なメンタル面強化の対策を進めるべきだと強く感じた。

まとめ

本研究の分析からは、オリンピック候補選手のデータを収集し、その後2ヶ月の後にこの選手たちにメンタルトレーニングの講習を1回実施し、その講習後に2回目の調査を実施した。さらに、その9ヶ月後に3回目の保持テストを実施し、その講習会を受けたことで心理的側面に何らかの影響があるであろうという仮説を検証できたと考える。また、その後に何もしない場合は、明らかにメンタル面の強化ができていないことも示唆されたと考える。本研究では、この1回だけという限定された範囲でのメンタルトレーニングの講習会形式プログラムが選手の心理的側面に少なからずともポジティブな影響を及ぼしたことも確認できたと考える。さらに、メンタル面強化は、継続する必要があることも再確認できたと考える。最後に、選手たちに対する今後のメンタル面強化の対策を積極的に推し進める必要があることを強く提言したい。

参考文献

- 1) 原田 隆：夏期コーチ会議報告 トリノ大会に向けて OLYMPIAN 2005 WINTER 財団法人日本オリンピック委員会 pp20-24, 2005.
- 2) 石井源信：アテネオリンピックと心理的サポート 日本スポーツ心理学会第31回大会研究発表抄録集 pp11-12, 2004.
- 3) 猪俣公宏：まえがき 選手とコーチのためのメンタルマネジメント・マニュアル 大修館書店 ppiii-v, 1997.
- 4) 石井源信：わが国のメンタルトレーニングの現状と展望 スポーツメンタルトレーニング指導士活用ガイドブック ベースボールマガジン社 pp7-12, 2010.
- 5) 猪俣公宏：メンタルトレーニングの現状と課題 スポーツメンタルトレーニング教本 大修館書店 pp25-28, 2005.
- 6) 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.

- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 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.
- 10) 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.
- 11) 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4）東海大学スポーツ医科学研究所雑誌 第20号 49-59, 2008.
- 12) 栗原 啓 高妻容一：若手レーシングドライバーに対する心理的サポートの影響について（その1）東海大学スポーツ医科学研究所雑誌 第22号 37-44, 2010.
- 13) 高妻容一 栗原啓：若手レーシングドライバーに対する心理的サポートの影響について（その2）東海大学スポーツ医科学研究所雑誌 第22号 45-54, 2010.



K 県中学生選抜バスケットボールチーム における心理的サポートの試み

宍戸 渉 (体育学部非常勤講師) 高妻容一 (体育学部競技スポーツ学科)

The Effect of Psychological Consulting on a Prefectural Junior High School All-Stars Basketball Team

Wataru SHISHIDO and Yoichi KOZUMA



Abstract

The purpose of this research was to test the hypothesis that mental training and psychological consulting will improve the performance and psychological aptitude of a prefectural junior high school all-stars basketball team. The participants of this research were 24 students (12 males and 12 females) who were selected as members of a junior high school all-stars basketball team. Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes (DIPCA. 3) was used in order to investigate any changes of their psychological aptitude. DIPCA. 3 was administered as a pretest in the beginning of February, and was administered again (Post test-1) towards the end of March. In between Pretest and Post test-1, the participants practiced a mental training program provided by the researchers. The psychological test was administered for the third time (Post test-2) in September after a six month inactivity period of the mental training program. The test was administered for the fourth time in December (Post test-3) after the mental training program's practice resumed for three months. The data from DIPCA. 3 for the Pretest was compared with the data from Post test-1, Post test-2, and Post test-3 through one-way ANOVA (Analysis of Variance). As a result, 17 out of 18 items showed significant difference. The follow-up test revealed that 14 items between the Pretest and Post test-1 were found to have significant differences. As a result, the data suggests that mental training was most effective when practiced continuously. In addition, in a survey given to the athletes and coaches, they also reported that mental training had a positive influence on the team.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 65-70, 2011)

I. はじめに

2004年にアテネで開催されたオリンピックでは、日本が37個のメダルを獲得し、2000年に開催されたシドニーオリンピックの2倍の数に及んだ。このアテネオリンピックでは、女子ホッケー、女子サッカー、女子バレーボールなどの女子

の球技系競技で世界ランキング以上の成績を出し、各チームが持てる力を発揮することができたと報告されている。日本女子バスケットボール代表も、1996年のアトランタオリンピック以来2大会ぶりの出場を果たし、世界ランキング12位を上回る10位という成績を収めた。これらの成果の背景には、文部科学省や国立スポーツ科学センターの競技力向上に対する取り組みが考えられ、この

オリンピックほだスポーツ科学によるサポートがなされたオリンピックはなかったと報告されている¹⁾。

高妻は、1992年に開催されたバルセロナオリンピックのスペイン女子バスケットボール代表が、メンタルトレーニングを実施していたことを報告している。その報告では、スペイン代表がメンタル面強化に取り組み、当時世界ランキングで10位前後だったが、バルセロナオリンピックでは5位に入賞した。そのメンタルトレーニングの方法は、目標の設定、個人のプラン、心理的処理、試合の心理的準備などであり、具体的には、目標設定、イメージトレーニング、リラクゼーション、平常心、集中力、セルフトーク、認知テクニク、セルフモニタリングなどの実施であった²⁾。

一方、日本におけるジュニア選手のメンタル面強化に関する研究では、1993年に日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告として、「ジュニア期のメンタルマネジメント研究」が行われたのが最初とされている。このプロジェクトでは、フィールド研究として、ハンドボール実業団チームのジュニア選手を対象に目標設定と練習日誌を実施させ、その必要性を認識させることができたと報告している³⁾。また遠藤らは、「全日本ジュニア女子バレーボールチームの心理的コンディションの変化とその調整に関する研究」の中で、心理テストを利用して、ジュニア女子選手の心理面を分析している⁴⁾。さらに村上らは、高校生のテニス部員に20回（約3ヶ月間）のメンタルトレーニングを実施して、自律訓練法やイメージトレーニングなどの効果を研究した⁵⁾。石村らは、15-17歳のトランポリン世界選手権出場選手3名に対して、メンタルトレーニングを縦断的研究として2年4ヶ月実施した。ここで実施したメンタルトレーニングの具体的な内容は、目標設定、自己分析、クラスター分析、リラクゼーショントレーニング、イメージトレーニングなどであった⁶⁾。さらに、中学生女子バスケットボール部を対象にした事例研究では、心理的サポートが基本的に週3回ペースで実施された。その具体的な

内容は、目標設定、積極的思考、練習日誌であった。その評価は、行動観察、運動有能感調査、競技意欲検査、アンケートを使用した。この心理的サポートにより、選手が何を努力すべきか理解し、主体的に努力する態度の形成ができたこと、試合に臨む考え方や心の持ち方などの心理面を自分に有利にコントロールする能力を高めることに効果があったと報告している⁷⁾。

これらの先行研究に見られるようにジュニア選手のメンタル面強化に関する研究は、日本オリンピック委員会スポーツ医・科学研究報告を初めとして、ここ数十年間で多く実践されるようになってきた。しかし、ジュニア選手のバスケットボール競技を対象とした研究は、少ないのが現状である。また、中学生の選抜チームという特殊な条件での研究は、全く実践されていない。

20XX年、K県では、県のバスケットボール協会が主管となり、「平成XX年度：一貫指導体制推進モデル事業」として、中学2年から高校1年までの3年間の一貫指導をするという試みが実施された。その内容は、1) 一貫指導プロジェクトチームの設置、2) 一貫指導プログラム：マニュアルの作成、3) 専任指導者の配置、4) 継続練習、5) 選手のデータ把握、6) その他会長が認めた事業内容であった。その他には、プロジェクト会議、強化練習、合宿、選手のデータ把握（メディカルチェック等の測定）などがあり、この中にスポーツメンタルトレーニング指導士（日本スポーツ心理学会認定資格取得者）や専属のメンタルトレーニングコーチが関わる心理面の強化が含まれていた。このような背景の中、東海大学体育学部高妻研究室（東海大学スポーツサポートシステム：メンタルトレーニング部門）に対して、この選抜チームにメンタルトレーニング指導や心理的サポートを実施してほしいという依頼があり、サポートをすることとなった。しかし選抜チームという特殊性から、第1回目の強化期間として都道府県対抗ジュニアバスケットボール大会までの2ヶ月間（14回）、その後選抜チームとしての活動がない期間が6ヶ月あり、さらにその後台湾で

の親善試合までの3ヶ月間の再強化期間（11回）という変則的な強化プログラムが実施された。このような背景の中で、この選抜チームに対してメンタル面強化の心理的サポートを実施することとなった。

そこで本研究の目的は、競技力の向上を目指す中学生の県選抜チームに対して、メンタルトレーニング指導士の資格を持つスポーツ心理学者と専属メンタルトレーニングコーチが関わり、メンタル面強化を目的とした心理的サポートを実施することが、選手の心理面に良い影響を与え、その結果として競技力向上につながるのではないかとはいふ仮説を検証することであった。特に、選抜チームという特殊性である、強化期間・中断期間・再強化期間の3つの期間における心理的サポートの影響を分析した。

Ⅱ. 方 法

1. 対象者

本研究の対象者は、K 県中学生選抜バスケットボールチームの男子12名及び女子12名の合計24名（12-15歳）の選手であった。

2. データの収集・分析

本研究では、対象者の心理的側面を分析するために標準化されたスポーツ心理テストである心理的競技能力診断検査（DIPCA. 3: Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes）を用いて、心理的サポートを始める前の2月、第1期の心理的サポート実施後の3月（大会直前の約2ヶ月後）、さらに全く心理的サポートを受けない6ヶ月後の9月、再強化期間として第2期の心理的サポート実施後の12月（台湾出発直前）に、計4回のデータ収集を実施した。同時に、アンケート調査も含めて、総合的に心理的サポートの効果を分析した。

3. 心理的サポートの実施期間

メンタル面強化のサポートは、20XX年2月14日から3月30日の都道府県対抗ジュニアバスケットボール大会最終日までの約2ヵ月間（第1期）であった。その後、約6ヶ月間の中断期間があり、9月20日から12月30日の台湾での親善試合最終日までの約3ヶ月間（第2期）に対して再度心理的サポートを実施した。

4. 心理的サポートの内容

最初に、第1回目に実施した強化合宿において、メンタルトレーニング指導士の資格を持つ専門家によるメンタルトレーニングの初級編講習会を計4時間実施した。この講習会の内容は、メンタルトレーニングの紹介とその実践方法の理解であり、1) スポーツ心理学とは何か、2) メンタルトレーニングとは何か、3) メンタルトレーニングの実践例の紹介、4) コーチの心理面を考慮した指導法などであった。この合宿から1ヶ月半後に開催された都道府県対抗ジュニアバスケットボール大会まで計14回のサポートを実施した。また大会後には、選抜チームの特殊性もあって6ヵ月間、全く強化をしない時期があった。そして心理的サポート再開時には、専門家による講習会を3時間実施し、台湾での親善試合（3ヵ月後）まで計11回の心理的サポートを再度実施した。この2つの期間における強化では、本研究者が専属のメンタルトレーニングコーチとしてメンタルトレーニング指導と心理的なサポートを実施した。ここで実施した心理的サポートの内容は、(1) 目標設定、(2) 音楽を利用したリラクゼーションやサイキングアップ、(3) イメージ、(4) 集中力、(5) プラス思考、(6) セルフトーク、(7) 試合に対する心理的準備などであった。また練習中や試合と試合の間などには、メンタルトレーニングコーチの立場で選手に対する個人的な声かけ、アドバイスの、気持ちの切り替え、気持ちのノリ、音楽の利用などのサポートを実施した。さらにコーチングスタッフに対しては、ミーティングの実施、可能な限りの心理面のアドバイスの、そして情報交

表1 心理的競技能力診断検査 (DIPCA. 3) の比較分析
Table 1 A comparison and analysis of DIPCA. 3 results

	20XX年2月(①)	20XX年3月(②)	20XX年9月(③)	20XX年12月(④)	有意差	多重比較
1. 忍耐力	14.58±2.22	16.13±2.52	16.50±2.34	17.67±2.82	*	①<②<④、①<③
2. 闘争心	16.58±3.05	18.71±1.55	18.33±1.99	18.96±2.05	*	①<②、①<③、①<④
3. 自己実現意欲	16.25±2.40	18.33±1.52	17.67±1.66	18.75±1.89	*	①<②、①<③、①<④
4. 勝利意欲	15.21±2.08	16.42±2.39	16.25±3.17	15.63±2.96		
5. 自己コントロール能力	14.33±2.66	15.38±3.24	16.71±2.54	16.75±2.11	*	①<③、①<④
6. リラックス能力	13.13±3.95	15.33±4.12	16.88±3.13	18.04±2.63	*	①<②<④、①<③
7. 集中力	15.75±2.11	16.33±2.33	17.42±2.02	17.71±2.33	*	①<③、①<④
8. 自信	12.00±3.23	14.08±3.24	15.13±3.78	16.96±2.40	*	①<②<④、①<③
9. 決断力	11.83±2.81	14.04±2.93	14.88±3.64	16.08±2.86	*	①<②<④、①<③
10. 予測力	10.92±2.67	13.79±2.27	13.96±3.47	15.38±2.98	*	①<②<④、①<③
11. 判断力	11.17±3.12	13.29±3.14	14.13±3.67	15.63±3.19	*	①<②<④、①<③
12. 協調性	16.04±2.05	18.25±1.73	18.71±1.40	19.08±1.56	*	①<②、①<③、①<④
競技意欲	62.63±7.77	69.58±5.32	68.75±6.71	71.00±6.35	*	①<②、①<③、①<④
精神の安定・集中	43.21±7.93	47.04±8.91	51.00±6.59	52.50±6.30	*	①<③、①<④、②<④
自信	23.83±5.73	28.13±5.78	30.00±6.94	33.04±4.81	*	①<②<④、①<③
作戦能力	22.08±5.27	27.08±5.35	28.08±6.88	31.00±5.86	*	①<②<④、①<③<④
協調性	16.04±2.05	18.25±1.73	18.71±1.40	19.08±1.56	*	①<②、①<③、①<④
総合点	167.79±21.71	190.08±21.62	196.54±22.18	206.63±21.04	*	①<②<④、①<③
mean±SD	n=24					*p<.05

換が行われた。

Ⅲ. 結 果

本研究で収集したデータの分析は、心理的競技能力診断検査の各尺度の平均値について一元配置の分散分析を実施し、その後の検定として、多重比較検定を実施した。

表1に示すように、心理的競技能力診断検査 (DIPCA. 3) を用いた分析結果からは、18項目中「勝利意欲」の項目を除く17項目において有意な主効果が認められた。その後の検定では、14項目において2月(①)よりも3月(②)が有意に大きな値を示し、10項目において3月(②)よりも12月(④)が有意に大きな値であった。一方、3月(②)から9月(③)にかけては、有意差の認められた項目はなく、9月(③)から12月(④)にかけて有意な向上が認められたのは「作戦能力」の1項目だけであった。

選手および指導者に実施した心理的サポートによる影響についてのアンケート調査では、選手の役に立った心理的スキルとして、「プラス思考(100%)」という回答が最も多く、次に「目標設定、リラクセーション・サイキングアップ、イメージ、試合に対する心理的準備(95%)」などが

あげられた。また、強化中断期間に選手の所属チームでメンタルトレーニングを実施した選手は38%、自分でメンタルトレーニングを実施した選手は88%であり、この期間のメンタルトレーニングに対する取り組みには個人差が多く見られた。さらに、この期間に個人で実施した心理的スキルについての内省報告からは、目標設定67%、プラス思考67%、そしてイメージトレーニングは67%と比較的高い割合で実施されたのに対し、リラクセーション・サイキングアップは38%であり、集中力38%、セルフトーク33%、試合に対する心理的準備などは17%と実施した内容に差が見られた。

Ⅳ. 考 察

心理的競技能力診断検査 (DIPCA. 3) からの分析では、毎週の強化練習会を実施していた第1期において有意な向上が認められた。このことは、今までに全くメンタル面強化の指導を受けたことがなく、メンタルトレーニングの知識や方法を学んだことで、興味を持ち、その結果としてモチベーションが高まり、心理的側面にポジティブな影響があったために各項目の平均点に著しい向上が認められたのではないかと考える。特に、コーチングスタッフのメンタルトレーニングや心理

面を考慮した指導法に対する興味は、大きいものがあり、彼らの指導法が劇的な変化をしたことの影響が大きかったのではないかと考察した。このことについては、コーチからの内省報告で確認できたと考える。

また、DIPCA. 3のデータから半年間サポートを実施しない期間に有意な向上がほとんど認められなかった点では、先行研究で示されたメンタルトレーニングや心理的サポートは継続して実施することでより効果が認められるという理論が検証できたのではないかと考える。

再強化期間では、92%の選手が中学3年生となり、各選手の所属チームでの活動を終了した後(中学部活動から引退した後)であった。このような選手の状況で、月2回の練習会を実施した再強化期間(第2期)では、心理面において著しい向上は見られなかった。また体力面での低下は、体力テストなどの報告より確認でき、コーチングスタッフの観察からは、技術面での向上も認められなかったと報告されている。

さらに、①のサポートを始める前と④の再強化期間終了前においては、「勝利意欲」を除くすべての項目で有意な向上が認められたことから、本研究で実施したメンタルトレーニング指導や心理的サポートは、総合的な分析からはその効果が検証できたと考える。

一方、コーチングスタッフからの内省報告では、「通常なら有り得ない結果が出たことに驚いている。私は過去10年以上選抜チームのスタッフに関わっているが、今までのどのチームよりも前向きに、しかも結果のみにとらわれることなく、しっかりとした目標設定のもとに練習や試合に臨むことができた。個人の力は過去最低に近いメンバー構成だったが、前向きであること、自ら取り組むときの人間のパワーのすごさ、集中したときの人間の爆発力など、抽象的なものを選手の練習に取り組む姿やチームの雰囲気などで感じることができたことに感激している。」などのポジティブな回答を得た。このコーチの内省報告が示すように、選抜チームのコーチング方法がポジティ

ブな方向へ変化したことは、興味深いことであった。また、そのことが選手に対する心理面への影響につながったのではないかと考える。

一方、再強化期間後の選手からの内省報告では、「初めての海外、初めての飛行機、初めて戦うチームとか、初めてだらけのことで不安だったのが、台湾での試合に向けてのメンタルトレーニングをやってきたことによって、心の準備がしっかりできていたので、不安から楽しみでしよがないという気持ちを高めることができました。」など、海外での親善試合参加を目的の一つとした再強化期間のメンタルトレーニングが選手の心理的準備に役立ったと考えられる。しかし、心理的サポートを全く実施しなかった強化中断期間に、各選手のメンタルトレーニングへの取り組みに個人差が見られた。

内省報告からは、中学生という若い年代の選手のメンタルトレーニングや心理的サポートにおいては、指導者によるメンタル面強化への取り組みが大きく影響することが示唆された。

V. まとめ

本研究で実施した心理的サポートのもっとも大きな成果は、この選抜チームに関わったコーチングスタッフが競技力向上や選手の心理面での成長を認めてくれ、自分の指導するチームにもメンタルトレーニングや専属メンタルトレーニングコーチを導入したことであった。また、この選抜チームのみに対する依頼であった心理的サポートが、次の年のみならず継続して全国大会に向けて結成される選抜チームにサポートをして欲しいと依頼が来たことは、その効果に対する現場からの答えであったと考える。さらに、メンタルトレーニングを導入したチームが県大会で優勝するなどの成果や県のバスケットボール協会での指導者講習会で取り上げられるなどの影響も出てきた。これらことから、本研究で実施した取り組みや専属のメンタルトレーニングコーチによる心理的サポー

トが、選手の心理面の強化にポジティブな影響を及ぼしたと考えられる。同時に、コーチングスタッフや県のバスケットボール協会という現場に、大きな影響を与えたことは興味深いことであった。

今後は、この研究を発展させ、ジュニア期におけるメンタルトレーニングプログラムの作成やそれに関する研究が必要だと考える。

参考文献

- 1) 福田富昭：アテネオリンピックを総括する，*OLYMPIAN, WINTER*, 20-21, 2005.
- 2) 高妻容一：第10回北米応用スポーツ心理学会報告，メンタルトレーニング・応用スポーツ心理学の実践，種目別導入例・現場での活用例，402-404, 1998.
- 3) 武田徹ほか：ハンドボールジュニア選手のための教育プログラムの開発，ジュニア期のメンタルマネジメントに関する研究—第1報—，1993年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集，vol. 1, 70-87, 1993.
- 4) 遠藤俊郎ほか：全日本ジュニア女子バレーボール選手の心理的コンディションの変化とその調整に関する研究（第3報），ジュニア期のメンタルマネジメントに関する研究—第3報—，1995年度日本体育協会スポーツ科学研究報告集，vol. 1, 46-71, 1995.
- 5) 村上貴聡ほか：テニス選手に対するメンタルトレーニングの実施と効用性，*健康科学*，第22巻，183-190, 2000.
- 6) 石村宇佐一・古章子：トランポリン選手のメンタルトレーニングに関する縦断的研究—世界選手権出場選手3名の事例—，*金沢大学教育学部紀要，教育科学編*，第47巻，193-201, 1998.
- 7) 柳川ちひろ・岡澤祥訓：スポーツのメンタルサポートに関する事例研究—中学女子バスケットボール部を対象に—，*日本スポーツ心理学会第30回大会研究発表抄録集*，138-139, 2003.



ハンドボール競技のシュート局面における戦術的課題の検討

栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)

An Examination of Tactical Tasks in the Shot Phase of Handball

Masamichi KURIYAMA



Abstract

The purpose of this study was to analyze the ability to deceive the shot course anticipation making by a goalkeeper, and to examine shooter's tactical tasks in the shot phase of the handball.

Deceiving to the goalkeeper by the shot operation in the shot phase of the handball was examined as a research method.

The experiment obtained data to measure deceiving rate to the eye of a goalkeeper by forecasting a shot course by observing a picture of the shot to aim to cheat the goalkeeper's forecast.

The main result was shown as follows.

- 1) The deceiving rate to the forecast of the shot course has relativity between the forecast timing of the shot course.
- 2) The deceiving rate to the forecast of the shot course is possible that the difference of the process of the shot performance influences the cheating rate from seeing the individual variation.
- 3) It can be seen that each athlete has a special shot course to easily deceive the goalkeeper's anticipation of the shot course.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 71-78, 2011)

I. 緒 言

いずれの球技種目においても、戦術的行動や戦術達成力¹⁾の重要性は明らかであるように、ハンドボール競技においても、パフォーマンス能力を決する要因として、戦術的な能力は極めて重要であること、さらにその戦術的能力の構成要因は多岐にわたると考えられている^{1~5)}。

ハンドボールの現代的なゲームの様相をみると、一試合平均のシュート局面は、60回に達するほどに機会が増え、シュート局面における、技術

的および戦術的要素の洗練は、加速度的に需要が高まってきている。シュート局面に関するこれまでの報告として、平岡ら⁶⁾は、フォワードスイングの後半にボールの軌跡を変化させることが、シュート成功率を向上させる上で、最も重要であるとしている他、田村⁷⁾は、①ディフェンスプレイヤーの位置、②体幹の捻り具合、③シュート方向の3点を考慮することで、シュート成功率は大幅に増大すると報告している。また、シュート局面の予測的能力について、續木ら⁸⁾サッカーのペナルティキックについて、大西ら⁹⁾がハンドボールのステップシュートについて行っている。さらに

栗山ら¹⁰⁾は、ハンドボールにおける、ゴールキーピングパフォーマンスとの関連において考察している。

ハンドボールにおける実際のシュート局面では、ゴールキーパーがリリースされたボールのコースを見極めてから動き出しているのは、シュートが阻止できない場合が大半となる。したがって、ゴールキーパーのシュートコースを欺瞞できる能力は、シューターにとって極めて重要な能力である。前述のように、シュート局面に関する考察は見られるものの、シュートコースの欺瞞性に関して特化した考察は多く見られない。

Ⅱ. 目的

本研究では、ハンドボールのシュート局面における、ゴールキーパーのシュートコースの予測を欺瞞する能力に着目し、シューターの戦術的課題と検討することを目的とした。

Ⅲ. 研究方法

ハンドボールのシュート局面における、シュート動作によるゴールキーパーに対する欺瞞性を検討した。



図1 実験映像
Fig.1 experiment's picture

実験は、ゴールキーパーからの視線で、ゴールキーパーの予測を欺いて得点を決めることを目的としたシュートを撮影し、得られた映像からシュートコースを予測することでシューターのゴールキーパーに対する欺瞞性を測るデータを得た。

1. 被検者

1) 試技者

T大学女子ハンドボール部4名(165.0cm ± 2.2cm、60.5kg ± 4.0kg)を試技者とし、実験対象となる映像を得た。(図1)

2) 評価者

T大学女子ハンドボール部の19名を評価者として、コースの予測評価をさせた。

2. 実験設定

ゴールキーパーの視線からのシューターを撮影し、シュートコースを予測させる映像を準備した。

シュートシーンの撮影は、以下の図2の設定で行った。

シューターはディフェンスプレイヤー介在しない状態で図3のようにゴールの4コーナーに打ち分けた。シューターは公式試合出場経験を有する、レギュラーメンバーの4名を無作為に抽出した。シュートは各シューターが、各コースそれぞれ4本ずつの16本、シュート総数64本とした。

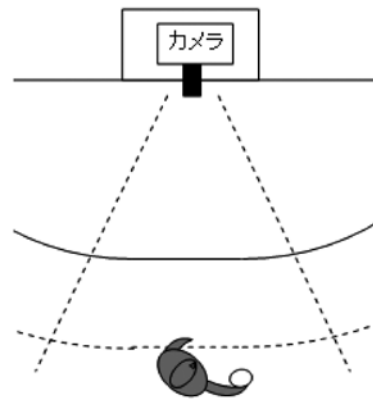


図2 ビデオカメラ位置
Fig.2 Video Camera position

以上のように準備した映像を各シュートにつき、“シュートをリリースする瞬間”、“リリースの0.1秒前”、“リリース0.2秒前”で映像を遮断するよう編集し、シュートコース予測用の映像を得た。

映像遮断時間のそれぞれの根拠は以下の通りとした。まず、“シュートリリースの瞬間”の設定根拠は、リリース後は、実際に打ち放たれているので、予測とはいえないため、予測できる最終段階として設定した。ついで、主要局面であるフォワードスイングに入る目安として、利き手逆側の下肢の着地と設定した。調査の結果、着地の平均3.2コマ前であった。各試技の統一をはかるために、3コマ前の“シュートリリース0.1秒前”とした。なお、映像のサンプリング周波数は30Hzであった。さらに同じ時間をさかのぼったポイントとして“シュートリリース0.2秒前”を遮断時間とした。最終的に準備した映像は、64試技の3遮断ポイントで、計192映像となった。

評価者は、用意された映像でのシュートのコース予測を、3つの遮断ポイントすべての映像をランダムに編集された192映像につき行った。また、コース予測に対する欺瞞性の評価は、図3に示す、4分割における欺瞞率（シュートコースの予測を欺けた確率）と、左右2分割における欺瞞率にておこなった。

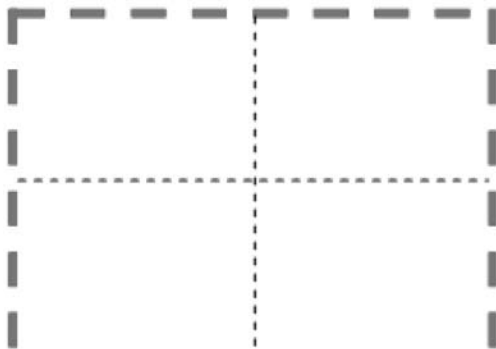


図3 シュートコース分割
Fig.3 Division of shooting course

3. 統計処理

遮断ポイント間の平均値の比較においては一元配置の分散分析を用い、シュートコースを2分割評価した際の欺瞞率の平均値の比較においては対応のあるT検定を用い、統計学的処理を行った。

IV. 結果

1. 時系列でみたシュートコースの欺瞞率（平均値）

シュートコースを4分割にし、時系列で比較した欺瞞率の平均値を図4、2分割における欺瞞率を図5に示した。

時系列における欺瞞率の平均値は、図4図5に示すように統計学的有意差が認められた。

2. 時系列でみたシュートコースの欺瞞率（個人別）

シュートコースを4分割にし、時系列で比較した個人別の欺瞞率を図6、2分割における欺瞞率を図7に示した。

時系列における個人別の欺瞞率は、6図7に示すように統計学的有意差が認められた。

3. シュートコース別の欺瞞率

図8に、シュートコースを4分割して評価した際の、放ったシュートコース別の欺瞞率について示した。なお、ここでは“リリースした瞬間”における欺瞞率について示した。

例えば、A.Kが右上コーナーコーナー（Right Up）にシュートを放った際の欺瞞率は $94.7 \pm 4.3\%$ と極めて高く、このコースにシュートを打った場合に、ゴールキーパーの予測を欺ける可能性が極めて高いことを示唆している。

ここから、ゴールキーパーを欺瞞するにあたり、各個人が得意とするシュートコースがある可能性がうかがえる。

図9には、シュートコースを2分割して評価した際の、放ったシュートコース別の欺瞞率を示し

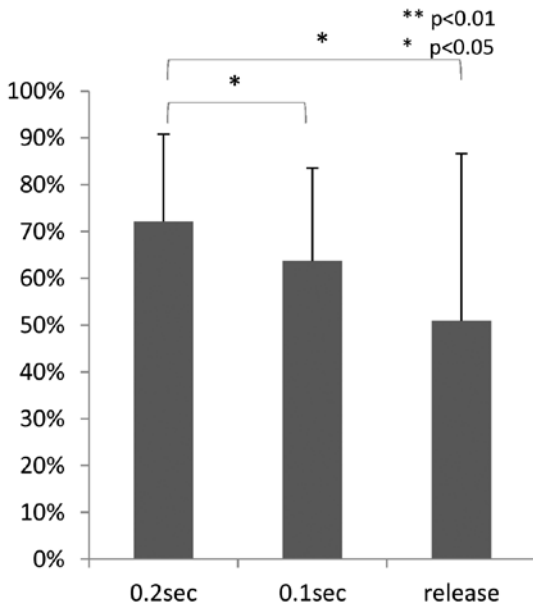


図4 4分割評価時の欺瞞率
Fig.4 Deceiving rate in 4 division evaluation

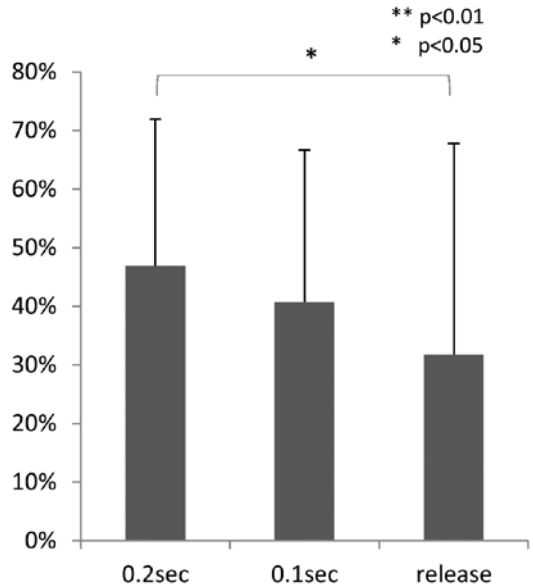


図5 2分割評価時の欺瞞率
Fig.5 Deceiving rate in 2 division evaluation

た。

A.Kが左コースにシュートを放った場合の欺瞞率は $3.3 \pm 4.8\%$ 、右コーナーに放った場合の欺瞞率は $63.2 \pm 36.9\%$ と、 $p < 0.01$ で統計的な有意差が見られたのをはじめ、試技者4名全員が、シュートコースを2分割して評価した際、シュートコース別に有意に欺瞞率が違うことが示された。

V. 考 察

1. シュートコースの判断時期とシュートコース欺瞞率の関係

1) 全体傾向

図4、図5で示すように、時系列でシュートコースの予測に対する欺瞞率の評価検討を試みた結果、映像の遮断ポイントと欺瞞率の間に有意な関連があることから、シュートコースの予測の欺瞞率は、判断時期が早くなるにしたがって高くなるのがうかがえた。

大西ら⁹⁾は、シュートコースの予測を“バックスイング開始時”“フォワードスイングの開始

時”“フォワードスイングの途中”“シュートリリース”の時系列で検討しており、時期が遅くなるほど、予測が的確になることを示唆しており、今回も同様の傾向を示した。

栗山¹⁰⁾は、的確な判断をより有効なゴールキーピングパフォーマンスに反映させるために、シュートリリースまたは、リリースの後まで観察できることが望ましいことを示唆しているが、現実のシュート局面において、シュートが放たれるポジションと、ゴールキーパーとの距離は、一定ではないことから、ゴールキーパーは必ずしもシュートリリースの前後まで観察した後に動き出せばよいとは言えないことも同時に言及している。すなわち、多くのケースにおいて、ゴールキーパーは予測を伴って動き出すことが求められるため、シューターは早い時期から、ゴールキーパーのシュートコースに対する予測を欺く必要があることが考えられる。

図5は、シュートコースを2分割して評価した際の欺瞞率を示しているが、4分割評価に比較した場合と同様に、判断する時期がボールリリースの瞬間に近づくにつれて、欺瞞率が低下してい

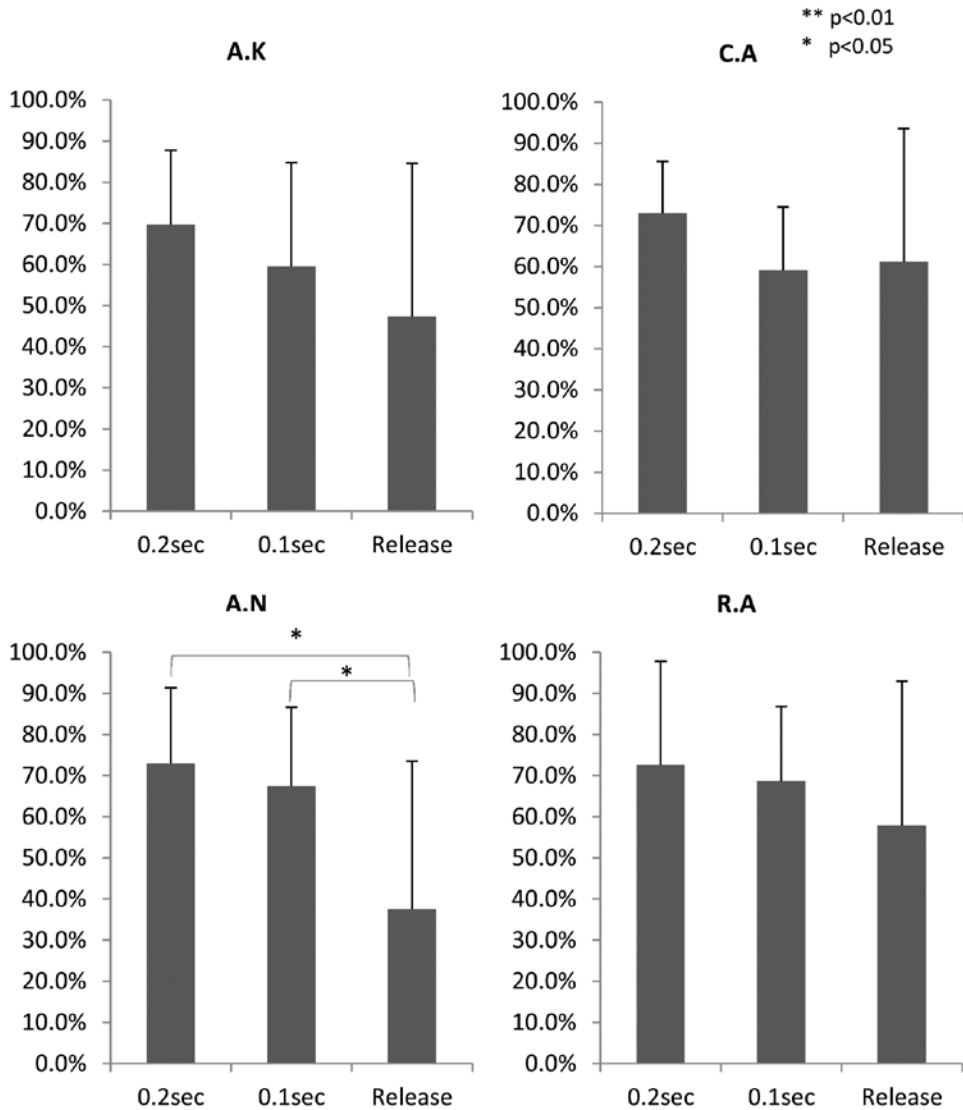


図6 個人別の欺瞞率（4分割時）
Fig.6 Individual deceiving rate in 4 division evaluation

る。このように、それぞれの判断時期における2分割評価の平均値においても、統計学的有意差が見られたことから、逆をついたシュートを放つことは、難易度が高いことがうかがえ、シュートを決めるための、戦術的行動として、パフォーマンスに影響を及ぼす要因であることが考えられる。

2) 個別の傾向

全体傾向として、時系列的にシュートコースの予測に対する欺瞞率が異なることがうかがえた

が、試技者別の傾向には、個人差があることが、図5、図6においてうかがえた。

試技者 C.A は、他の試技者と明確に異なる傾向を示しており、シュートパフォーマンスの過程の相違が、欺瞞率に影響を与えることが示唆された。

2. シュートコース別の欺瞞率

1) 4分割評価

シュートコースを4分割して、欺瞞率を個人別

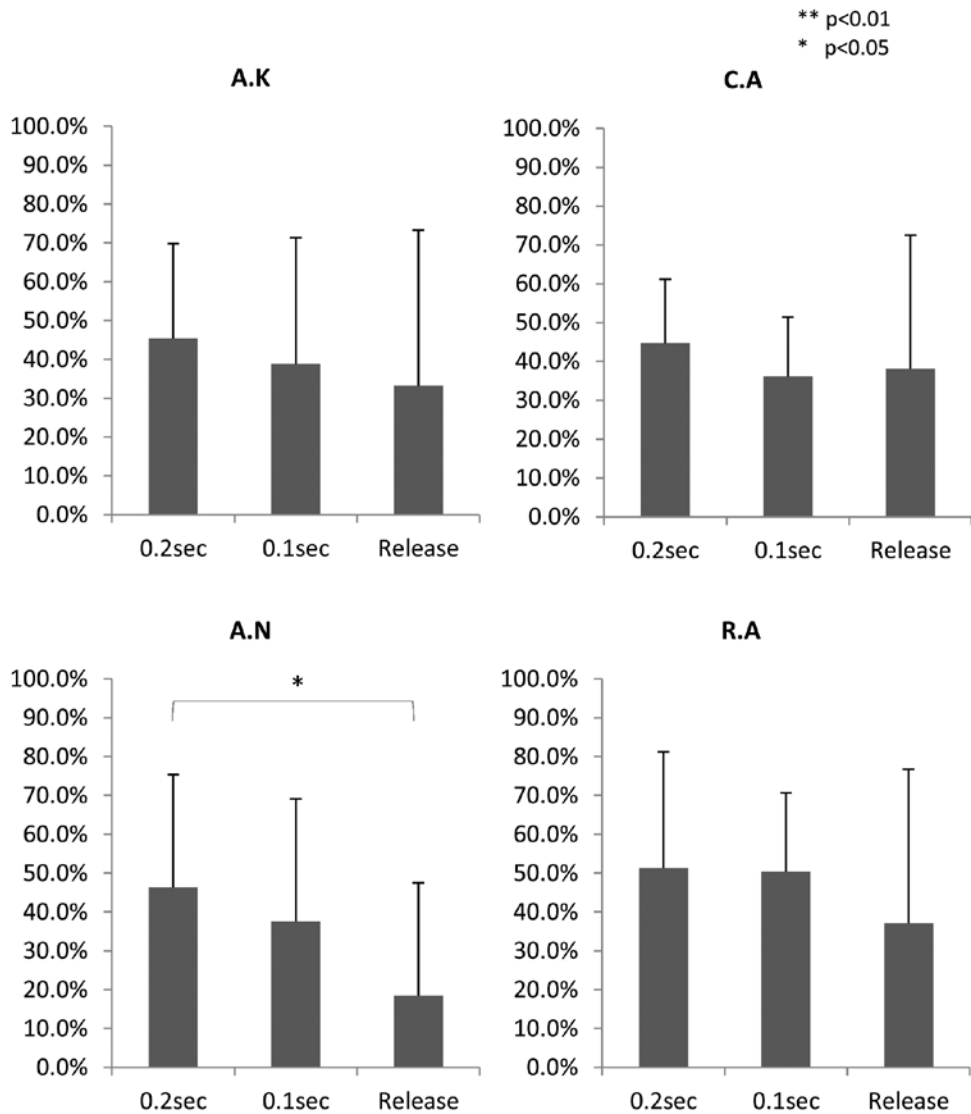


図7 個人別の欺瞞率（2分割時）
 Fig.7 Individual deceiving rate in 2 division evaluation

に評価した場合、図8に示すように、シュートコースごとに明らかに欺瞞率が異なるという結果を得た。

試技者のうちR.Aだけが左利きであることを勘案すれば、いずれの試技者においても、利き腕側の上コーナーにシュートを打った場合の欺瞞率が、著しく低いことがうかがえた。その他のコースは試技者によって傾向が異なるため、必ずしも“利き腕側上コーナー”のみが、欺瞞しにくいコ

ースとは言えないが、各個人がゴールキーパーのシュートコース予測を欺きやすいコースがある可能性はうかがえた。

2) 2分割評価

シュートコースを2分割して、欺瞞率を個人別に評価した場合、図9に示すように、シュートコースごとに明らかに欺瞞率が異なるという結果を得た。各試技者において、統計学的有意差が認

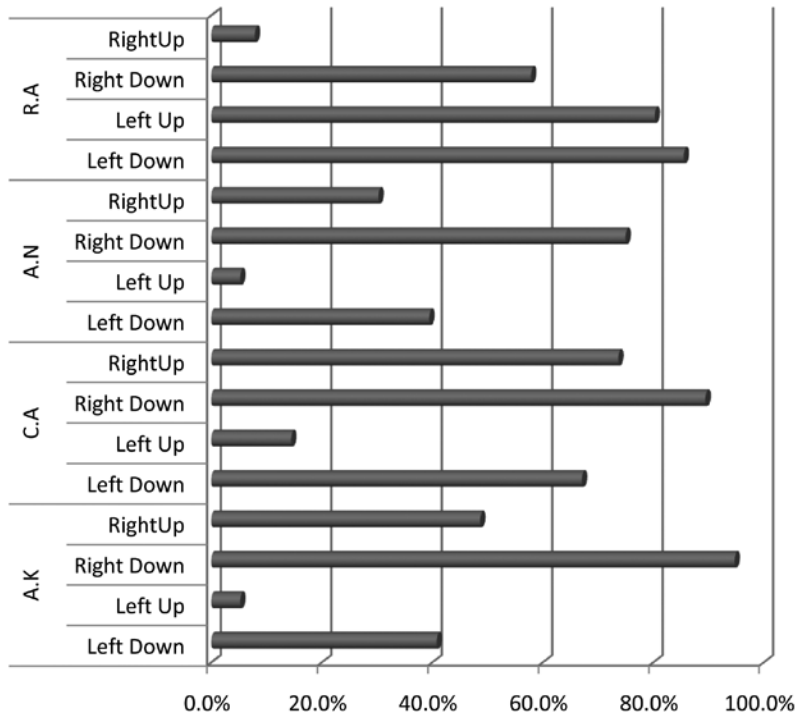


図8 シュートコース別の欺瞞率（4分割）
Fig.8 Deceiving rate in each shot courses in 4 division evaluation

められ、ゴールキーパーを欺き易いシュートコース側があることが分かる。

シュートコース別の欺瞞率を、4分割、2分割のいずれの場合の評価においても、明確な違いが見られたことから、シュートフォームがゴールキーパーのシュートコース予測に多大な影響を及ぼすことが明らかとなった。

3. ポジション特性とシュートコース欺瞞率の関係

今回の調査において、いずれの試技者もレギュラーメンバーであったためか、シュートコースの欺瞞率とパフォーマンスレベルの関係について比較検討することは出来なかった。また、ポジション特性による欺瞞率の相違も、明確には見られなかった。

また、試技条件と同じ状況下でのシュートをもっとも多く打つと思われる、A.Kにおいては、最

も高い欺瞞率を見ることを予測したが、明らかな傾向を見ることは出来なかった。

VI. まとめ

本研究の結果と考察から、以下のようにまとめることが出来る。

- 1) シュートコースの予測に対する欺瞞率は、シュートコースの予測時期との間に関連性がある。
 - 2) シュートコースの予測に対する欺瞞率には個人差が見られることからシュートパフォーマンスの過程の相違が、欺瞞率に影響を与えることが考えられる。
 - 3) それぞれの競技者において、シュートコースの予測を欺瞞しやすいシュートコースを持っている可能性が高いことが考えられる。
- 今回の研究により、ディフェンスプレイヤーを

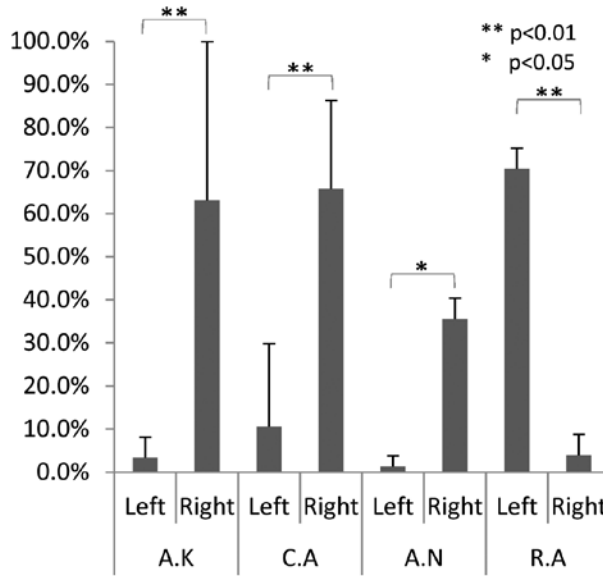


図9 シュートコース別の欺瞞率（2分割）
Fig.9 Deceiving rate in each shot courses in 2 division evaluation

介在した条件などの実験設定や、及びサンプル数を増やした追跡調査により、よりシュートコースの予測に対する欺瞞性とパフォーマンスとの関連が見いだせる可能性があると思われる、今後の課題としたい。

引用・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) ヨアン・クンスト＝ゲルマネスク著，木野実・杉山茂監修，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，20-25，1981.
- 3) 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.
- 4) 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，防御局面に着目して～，東海大学スポーツ医科学雑誌，第20号，15-21，2008.
- 5) 栗山雅倫：ハンドボール競技における占有エリア解析法による攻撃能力の評価，東海大学スポーツ医科学雑誌，第21号，7-13，2009.
- 6) 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，東海大学スポーツ医科学雑誌，第19号，23-31，2007.
- 7) 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，第18号，36-43，2006.
- 8) 續木智彦，大槻茂久，矢野晴之介，李宇諤，西條修光：サッカーペナルティキック時のコース予測と手がかりについて，日本体育大学紀要，38(1)，17-23，2008.
- 9) 大西武三，笠井恵雄，多和建雄，江田昌佑，武井光彦，平岡秀雄，土井秀和：ハンドボールのゴールキーピングに関する基礎的研究，日本体育学会大会号(27)，481，1976.
- 10) 栗山雅倫，辻昇一：ハンドボール競技における戦術的判断時期とパフォーマンスの関係について，東海大学スポーツ医科学雑誌，第22号，29-35，2010.



ハンドボールのクイックシュートに関する 事例研究 第1報

—コーチングの手順とその効果—

平岡秀雄 (スポーツ医科学研究所) 田村修治 (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)
島崎百恵 (国際文化学部地域創造学科) 寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

Case Study on Quick Shot Skill of Handball

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



Abstract

This research verified the validity of practice contents and coaching procedure for successful quick shot to deceive an anticipation of a shot course by a goalkeeper. At first, subjects were coached the shot of full swing followed by one step run-up to shot. Next, subjects were coached the way to change a path of ball at the process of forward swing for shot. Then, It was able to shorten an movement time before releasing a ball and to deceive an anticipation of a shot course by a goalkeeper in this way.

A practice contents and procedure for coaching were carried out as scheduled. Movement time for quick shot after coaching was significantly shortened compare with one of before coaching. And the success rate of shots to the reverse side of the movement by goal keeper raised significantly after coaching.

It became clear that a practice contents and procedure of this study were effective to improve a quick shot skill.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 79-88, 2011)

I. はじめに

スポーツを指導するコーチが最も重視すべき研究課題は、“技術や戦術を理解させ、ゲームの状況に応じて、習得した技術や戦術を発揮する能力を向上させるための合理的な道筋を明らかにす

る”ことであると考えられる。それは、ハンドボール競技においても同様である。ところが、未熟練者と熟練者の技術や技能に関わる現状を分析・比較することにより未熟練者の課題を明確にし、指摘する横断的研究報告¹⁻⁵⁾は多く見受けられるが、それらの課題をどのように指導すれば、期待する成果を得る事ができるかについての縦断的研究報

告、つまり指導の道筋を示す報告はほとんど見当たらない。これは、指導者が最善と考える指導手順を用いて、担当するチームを指導するので、コントロール群などを設けた複数の指導法を比較するといった、いわゆる科学的な検証方法に馴染まないためと思われる。結果的に、コーチにとって最も重要となる指導事例は、発表の機会を失っていると考える。そのため、多くの指導者は同じような失敗を繰り返しながら、時間をかけて自己に合った指導方法を確立していくことになる。

ハンドボールに限らずスポーツ界全般のコーチングスキルを今以上に発展させるためには、出来るだけ多くの指導者が、現段階での最善と考える指導方法をまとめて報告すべきと考える。たとえそれが限られたスポーツの、特別な技能を向上させるための合理的な方法であっても構わない。多くの指導者が数多くの指導成果を報告すれば、指導の成果を得るためのプロセスに共通性を見出すことが可能となり、指導のパターンを分類出来るようになるからである。これによりデータの集積と分類が成され、コーチングに関わる科学的な第1歩を踏み出すことが出来ると言えよう。

コーチングの分野では、たとえその研究報告が指導者による主観的な分析によるものであっても、指導者自身が指導の成果を実感できたかどうか重要であると考え。指導の意図とそれを実現するための手順が記録され、指導者による指導成果の分析が適切になされていれば、たとえそれが客観的なデータを伴わない印象分析であっても、研究成果として十分とすべきと考える。

本研究の対象であるハンドボール競技は、多くの球技と同様に敵味方が入り乱れて攻防を展開し得点を争う。そのため、オフENS（攻撃側 OF）はディフェンス（防御側 DF）の動きに対応した技術や戦術の発揮能力が要求される。シュート動作において、たとえパワフルなシュートを発揮できるプレーヤーでも、その動作に時間をかければ、DFにマークされ密着されて、シュートも出来なくなる。そのため、シュートの成否は、DFのマークが外れた一瞬について、シュートを

出来るかどうかにかかってくる。最高のシュートチャンスはパスを受けた瞬間にあるかもしれないので、パスレシーブと同時にシュートを行うための準備（バックスイング動作を完了）が出来ていなければ、最高のシュートチャンスを逃すことにもなる。

ところが、未熟なプレーヤーはシュートの準備動作に時間をかけることが多いので、クイックシュートを覚えて、シュート可能な時間帯を長くすることは、競技力を向上させる上で大きな課題と言える。

高度なシュート技術やシュート戦術を検証するには、競技レベルの高いプレーヤーの技能に着目することになるが、それらの試みは既になされている^{6,7)}。

競技レベルの高い試合では、ディフェンスが壁を作る側（ブラインド側）にシュートを行った場合、その成功率が高くなるという報告もある⁶⁾。このとき最も重要なことは、シュート動作の主要局面であるフォワードスイングの途中で、ボールの軌跡を変化させることであると述べている。

そこで本研究はハンドボールのクイックシュートにおいて、ゴールキーパー（GK）が行うシュート阻止動作の逆方向にシュート出来るよう指導したあと、シュート成功率が向上したかを検証することにより、その際の指導内容及び指導手順の有効性を実証するものである。

II. 方 法

まず、パスレシーブ直後にフォワードスイングを可能とする、クイックシュートのための準備方法とその実践方法を指導した。次に、シュート動作のフォワードスイング途中でボールの軌跡を変える方法を指導した。

1 被験者

16歳から18歳までの高校女子ハンドボール選手11名を対象とした。



図1-1 空中でパスレシーブ
Fig. 1-1 Pass receive



図1-2 右足着地（0歩）
Fig. 1-2 Right foot



図1-3 左足着地（1歩目）
Fig.1-3 First step

2 指導内容と指導のポイント（以下右腕投げの場合で説明）

1) クイックシュート方法の指導

シュート動作は、パスレシーブ直後の準備局面（ボックスイング）、主要局面（フォワードスイング）、終末局面（フォロースルー）の3局面に分けることができる。シュート動作の時間を短縮するには、この3局面の各動作時間を短縮する方法（体力的要素）とパスレシーブ動作の終末局面とシュート動作の準備局面を融合させて、動作時間を短縮する方法（技術的要素）がある。本研究ではパスレシーブ後における助走の歩数を減ずることと、技術的要素である局面の融合により、シュートのための動作時間を短縮しようとした。

指導は以下の順序で実施した。

- (1) パスレシーブ前の助走時期の課題と練習内容
運動課題1 空中でパスを受けたのち、1歩助走でスローが出来るようにする。

運動指示

①空中でパスを受けたあと（図1-1）、右足“0歩”（図1-2）のつぎに左足“1歩目”を着地（図1-3）してシュートに至る。

運動説明

- ①パスを受けたのち1歩の助走で加速しながらシュートの準備を完了すると、DFが守備の準備をする前にシュートをすることができる。
②シュートをしようとしたときに、DFが正面

でマークをする場合、2歩目でマークを外すための位置取りができる。その後3歩目（ジャンプ軸脚）を再度ゴールに向かわせ、シュートをすることが可能となるので、1人で行う攻撃のチャンスが増える。

③左腰がゴール方向に突き出すようなフォームになっているかをチェックする。ボールが身体の後方に位置するので、ボールを押し出す距離が増え、ボールを加速させやすくなる。

練習1 4人組み対人パス…空中でボールを受けたのちパスをする。

練習方法

- ①左足を踏み切り空中でボールを受ける。
②ボールを中心に身体を前に進ませ、右足のつぎに左足を着地させてパスの軸足とする。
③軸足（左足）着地と同時にフォワードスイングを開始し、右足を1歩踏み出すようにしてフォロースルー動作が大きくなるように投球する。パスは矢印のようにジグザグにパスをする（図2）。

指導のポイント

- ①左足着地時に体幹がパス方向に正対するのではなく、左腰がパス方向に突き出すようなフォームになっているか。
②スローの後で右足を1歩踏み出しているかを確認する。こうすると、フォロースルーが大きくなるので、投速度を増加させやすくなる。

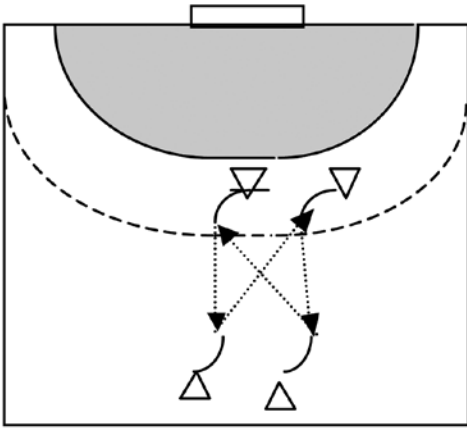


図2 4人組み対人パスでの空中パスレシーブ
Fig. 2 Pass receive in the air

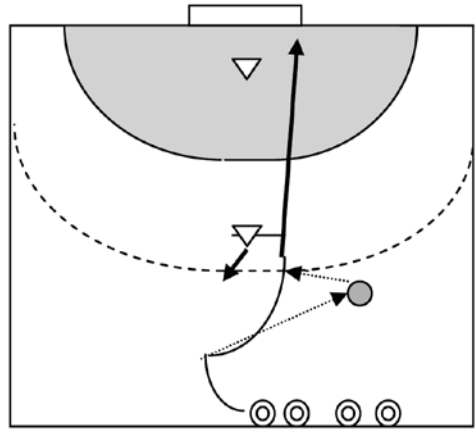


図3 1歩助走でのシュート
Fig. 3 Shot followed by one step run-up.

- ③お互いに仲間の動きを観察し、問題点を指摘できているかを確認する。
- ④ほぼ全員が課題を理解し実践できれば次の課題に進む。

運動課題2 パスレシーブ後、位置取りから1歩助走でクイックシュートを行なう。

運動指示

- ①DFのマークを外してクイックシュートを行なう。

運動説明

- ①DFのマークを外した瞬間を攻めれば、DFの壁の隙間から意図するコースへシュートできるので、GKの動きの逆を突きやすくなる。

練習2 1歩助走からのシュート

練習方法 (図3)

- ①シュートをしたい位置の反対方向に移動し、補助者(●印)にパスをする。
- ②補助者にパスをしたのち弧を描いて走り、DFのマークを外すようにしてパスを受ける。
- ③空中でパスを受け右足(0歩)左足(1歩)とステップしてシュートをする。

指導のポイント

- ①まず空中でパスを受けられるよう、ボールに合わせて助走を行なっているかを見る。

- ②1歩助走でシュートやジャンプが出来ているかを確認する。

練習3 位置取りからの1対1

練習方法 (図4)

- ①左右の補助者にパスをした後にDFのマークを外すように、逆の弧を描くように助走してパスを受ける。
- ②DFのマークがずれた場合にのみカットインまたはシュートをする。
- ③DFのマークが外れるまで何度でも位置取りを繰り返す。

指導のポイント

- ①カットインが直線的でなく、弧を描くようにできているかを確認する。カットインが直線的だとディフェンスに近くなり、カットイン動作を阻止されやすくなる。
- ②補助者からのパスが出される直前に走るコースを変えられているか。コースを変えればDFのマークを外しやすいく。

運動課題3 スローイング動作の準備局面をより早く作る。

運動指示

- ①パスレシーブ時にボールを後方に引きスローの準備をするのではなく、ボールの位置より前

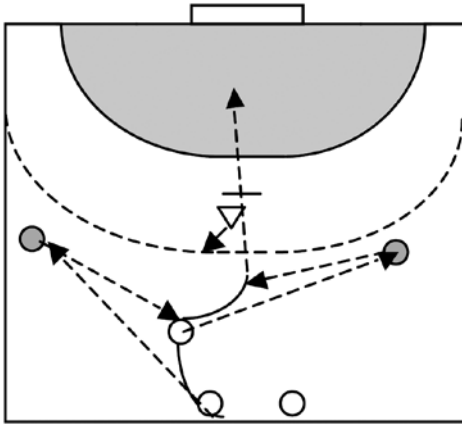


図4 位置取りからの1対1
Fig. 4 One-on-one shot after positioning.

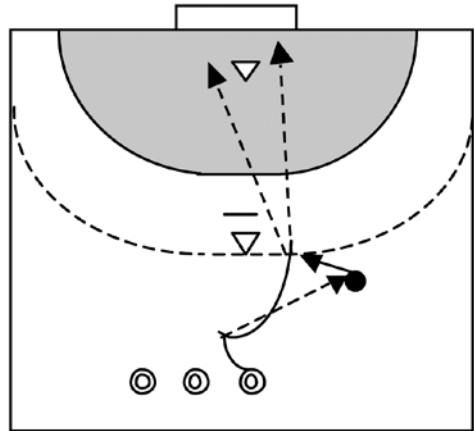


図5 ボールを軸に身体を進めてシュートの準備局面を準備する
Fig. 5 Acquisition of shot skill to make backswing motion by advanced body to the front side.

に身体を進めてスローの準備局面を終了させる。

運動説明

①パスレシーブの終末局面とシュート動作の準備局面を融合させるので、局面を1つ省略でき動作時間を短縮できる。

②準備（バックスイング）動作を行う際、ボールを後方に引くのではなく、ボールを軸に身体を前方に移動させるようにする。この方法だとバックスイング動作（準備動作）がスムーズになる。

練習4 ボールを中心に身体を前進させる投動作の習得

練習方法（図5）

- ①補助者は片手でボールを顔の前に出し保持する。
- ②シューターは両手でボールを保持しながら身体を前方に進めてスローの準備動作を完了させ、片手でスローする。

指導のポイント

- ①空中でボールを保持し、右足の次に左足を着地してスローの準備ができていないか。
- ②フォワードスイングの開始直前に身体が反って弧を描いているか。
- ③ボールの位置を変えずに身体が前方へ進み、スローのための準備局面が作れているか。

④フォロースルーが大きくとれているか。

2) フォワードスイング時期の課題と練習内容

運動課題4 GKの動きの逆にシュートをする。

運動指示

①フォワードスイングの途中に手首のスナップを使ってボールの軌跡を変化させる。

運動説明

①GKは飛来するボールを見てシュートを判断し得点を阻止するための行動をするのではない。フォワードスイング開始時期の前後に、シュートコースを判断し行動しなければ、ボールを阻止するための動作時間（応答時間）が足りなくなる。フォワードスイングの途中でボールの軌跡を変化させれば、GKは途中までの情報でシュートコースを判断するので、結果としてGKの逆方向にシュートを行え、得点の可能性が増大する。

練習5 フォワードスイングの後半にボールの軌跡を変化させる。

練習方法 練習3と同じ方法で

3 シュート動作の比較・分析方法

指導の前後でシュート動作に変化が現れたかについて、以下のような観点から分析し比較した。

1) シュートのための助走歩数

運動課題ごとにシュート動作をVTRで撮影し、DKH社製のフレームディアスで60コマ再生して、パスレシーブ後ボールリリースまでに要する助走の歩数を確認した。

2) シュート動作の局面融合

パスレシーブの終末局面とスローの準備局面を融合することにより、シュート動作時間を短縮できるように指導し、指導の前後でシュート動作に変化が見られるかを確認した。

シュート場面のVTR画像を三次元解析し、ボールのY軸成分(ゴール方向)の速度を比較すると、より客観的に動作の違いを検証できる。バックスイング動作が大きい場合、助走速度(Y軸成分)よりボールの後方への速度(Y軸成分)が大きくなるので、ボールの速度がマイナスとなる(図6参照)。つまり、被験者がゴール方向へ移動する速度よりもボールを後方(マイナス方向)へ引く速度が増すので、バックスイング時期にY成分の速度がマイナスとなる。一方、ボールを軸に身体を前方に移動して準備局面を作っている場合、ボールの速度はマイナスとならない。

本研究では、上記のような3次元解析を数多く実施した経験から、VTR画像によるシュート動作を印象分析することにより、その動作の違いを客観的に評価した。

3) ゴールキーピング動作の逆を突くシュート割合
GKによるシュート阻止動作の逆

にシュートを

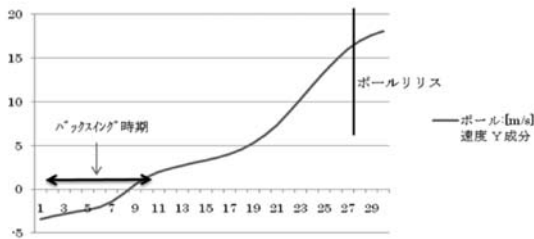


図6 Y成分のボール速度の変化(バックスイング動作が大きい場合の例)
Fig. 6 Velocity curve of ball after full motion of back swing (component of Y-axis)

出来たかどうかについて、運動課題ごとのシュート試技の成否を記録した。

4) 1対1のシュート場面でのシュート成功率

運動課題ごとの被験者によるシュートの成否を記録し、シュートの成功率が向上したかを比較した。

Ⅲ. 結果と考察

1 シュートのための助走歩数

レシーブ時からボールリリースまでに各被験者が要した助走の歩数をVTR画像から分析し、比較したものが図7である。各被験者が自由なタイミングでシュートをするように指示した場合(図中 指導前と表示)、パスレシーブ後に平均で約2歩の助走(平均1.9545歩±0.2132)を使っていた。

重心を前方に移動させながらシュートをする方法(図中 ボール軸と表示)を指導した後で、各被験者に2回ずつシュートを行なわせた結果、被験者の平均助走歩数が減少する傾向を示した(平均1.8182歩±0.6645)ものの、自由にシュートさせた場合との間に有意な差(p>0.05)は見られなかった。次にフォワードスイング中にボールの軌跡を変更(図中 軌跡変化と表示)させ、GKの逆を突くシュート方法を指導した結果、平均助走歩数は逆に増加する傾向(平均2.0455歩±

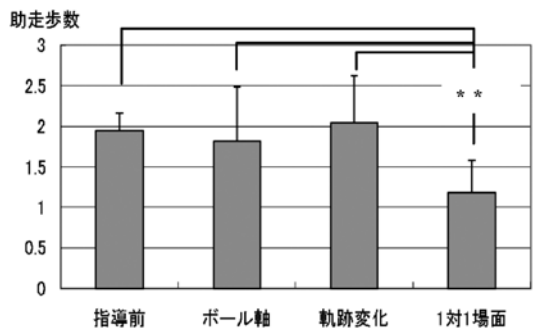


図7 パスレシーブ後の助走歩数の変化
Fig. 7 Change the number of run-up steps after ball receive for quick shot.
** ... 1%水準で有意さ有り

0.5755) を示したが、指導前にシュートをした場合との間には有意な差が見られなかった。

ところが、DFを配し、試合の場面に近い状況で各被験者に2回ずつシュートを行わせた結果、助走の歩数(平均1.1818歩±0.3948)は、指導前、身体をボールの前方移動する、ボールの軌跡を変化させるという3つの課題でのシュート時よりも有意($p < 0.01$)に減少した。

本研究の指導時間が1時間程度であったため、各課題が一応達成できたと判断した場合、その課題が定着出来ていなくても次の課題を指導した。そのため、新たな課題に意識が向き、前の課題に

十分な注意を向けられなかったと思われる。助走の歩数は指導の途中で増加する傾向も見せた。ただ、1対1の場面では助走の歩数が有意に減少した。これは、クイックシュート技術を習得するための練習を重ねる中で、その技術がある程度定着したことと、DFのいる状況を設定してシュートを行わせたことが、シュート動作時間の短縮に大きく影響を及ぼしたものと推察できる。

2 シュート動作の局面融合

図8及び図9は、指導前後のシュート動作例を示したものである。図8はクイックシュートを指



図8 指導前のバックスイング動作の大きいシュート動作
Fig. 8 Shot with full backswing motion before coaching.



図9 指導後、局面融合をしてバックスイング動作が小さくなったシュート動作
Fig. 9 Shot with small backswing motion after coaching.

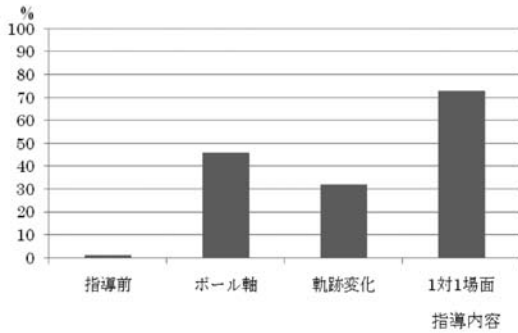


図10 指導内容別ボール軸投法の達成率
Fig. 10 Success rate of shot by the shooting form to advance with a body centering on a ball

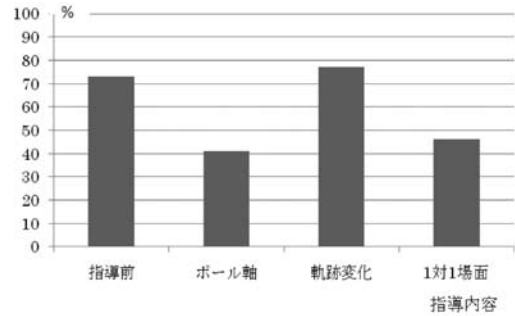


図11 ゴールキーパーの逆をつくシュートの成功率
Fig. 11 Success rate of shot to deceive an anticipation of a shot course by a goalkeeper.

導する前の動作を示したもので、パスレシーブ後にボールを大きく後方に引いているのが分かる。パスレシーブ時に左足が着地しているの、右足・左足の順に2歩進んだ後にボールリリースをしている。

一方、図9は空中でパスを受けており、身体がボールより前に進んでいるので、右足着地時にはシュート準備が完了している。そして、右足（0歩）・左足（1歩）の順に着地し、1歩助走でシュートに至っている。

指導課題順に各被験者のステップ数の平均値を示したものが図10である。各被験者が自由なタイミングでクイックシュートを行った場合、ほぼ全員（図中 指導前）がバックスイングの大きなシュートを行っていた。次にパスレシーブ時にボールを軸として身体を前方に移動させる新しいシュート技術（クイックシュートに対応できるシュートフォーム（図中 ボール軸）を指導したところ、46%の被験者が課題を達成できた。ところが、その後にフォワードスイングの途中でボールの軌跡を変更する方法（図中 軌跡変化）を追加して指導したところ、ボールを軸に身体を移動してシュートをする方法の達成率は32%に低下した。最後に、試合場面により近い1対1でのシュート（図中 1対1場面）では大幅に増加して73%となった。

身体を前方に移動させる新しいシュート技術は、新たな課題を学習する過程ではその達成率が

低下することもあったが、最終的には課題達成の割合が大幅に増加することが分かった。

3 ゴールキーパーの逆にシュートが出来た割合

フォワードスイング中にボールの軌跡を変更させてGKの阻止行動の反対側にシュートをする方法を指導した際の課題達成率を、指導順に図示したものが図11である。

クイックシュートの指導前には、GKの動きの逆へのシュート達成率が73%であったのに対し、ボールを軸に身体を移動する投法を指導したところ、ゴールキーパーの逆をついたシュートは41%と低下した。その後フォワードスイング中にボールの軌跡を変更出来るよう指導したところ、GKの逆を突くシュートは77%と指導前より増加した。次に1対1の攻防場面でクイックシュートを行わせたところ、その達成率は再び46%と低下した。指導前すでにゴールキーパーの逆をつくシュートの達成率が73%と高かったのは、普段繰り返し行っている技術を発揮したことによるものと思われる。

GKの逆をつくためにフォワードスイングの途中でボールの軌跡を変更する技術は、1時間程度の指導では定着が難しいのか、その達成率は課題ごとに増減した。

4 クイックシュートの成功率

図12は課題ごとのクイックシュートの成功率を

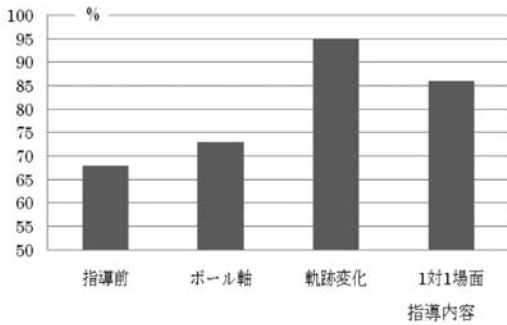


図12 指導段階別シュート成功率
Fig. 12 Success rate of shot by each coaching step.

示したものである。課題ごとにシュート成功率は、68%、73%、95%、86%と、指導が進むに従って上昇する傾向が見られた。

IV. まとめ

本研究ではハンドボールのクイックシュートにおいて、GKの動きの逆にシュートができる方法を指導した。本研究では指導時間が約1時間と短かったため、それぞれの課題の達成率が途中で減少するケースも見られたが、指導の最後には増加した。

本研究で示した指導内容とその指導手順は、より成功率の高いクイックシュート方法を指導する上で有効であることが明らかとなった。

V. 今後の課題

本研究ではコーチングの成果を分析する上で、指導を実施したコーチの印象分析法を重要視した。過去にVTRを介した3次元解析などの客観的分析手法を用いて、ハンドボールのシュート動作を解析した経験から、今回の印象分析の結果は妥当なものと考えている。

しかし、分析経験の浅いコーチにとって、印象分析の結果に自信がもてない場合もあるので、コ

ーチングに関わる簡便な客観的データの収集方法の開発が望まれる。また、コーチと研究者が共同で、コーチの印象分析結果の妥当性を検証できるようになれば、より多くのコーチング事例が報告されることになり、コーチングのスキルを向上させるための一助となると考える。

本研究では、コーチングすべき課題、課題を解決すべき理由、実施した練習内容、指導上のポイントなどを、指導の手順に従い記録した。そして、指導の前後にVTR撮影し、撮影コマ数や印象分析法で、指導の成果を検証した。現場で指導するコーチにとって、いつも高価な分析ツールを使用できる環境にない場合が多い。コーチングで得た成果を、身近なホームビデオなどを用いて研究成果を報告できれば、コーチング研究はよりきめ細かな発展をされると思われる。本報告がコーチングに関わる研究報告方法の事例となれば、この上ないものとなると考える。

参考・引用文献

- 1) 平岡秀雄, 栗山雅倫, 花岡美智子: 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—東海大学スポーツ医科学雑誌, 21, 15-20, 2009.
- 2) 栗山雅倫, 花岡美智子, 平岡秀雄: ハンドボール技術における占有エリア解析法による攻撃能力の評価, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 21, 7-13, 2009.
- 3) 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.
- 4) 三輪一義: 小学生におけるスポーツ動作分析の一手法—ハンドボールのシュートフォームを題材に—, 琉球大学教育学部教育実践総合センター紀要, 11, 1-7, 2004.
- 5) 大西武三, 水上 一, 河村レイ子: ハンドボールのブロンジョンシュートに関する研究, 筑波大学運動学研究, 12, 39-46, 1996.
- 6) 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

て一，東海大学スポーツ医科学雑誌，19，23-31，
2007.

- 7) 會田 宏：ハンドボールのシュート局面における
個人戦術の実践知に関する質的研究，—国際レベ
ルで活躍したゴールキーパーとシューターの語り
を手がかりに—，体育学研究，53，1，61-74，
2008.



東海大学におけるスポーツ医・科学 サポートの可能性について

—スポーツサポート研究会メディカル部門の試みから—

花岡美智子 (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)

有賀誠司 (スポーツ医科学研究所) 高妻容一 (体育学部競技スポーツ学科)

中村 豊 (体育学部生涯スポーツ学科) 宮崎誠司 (体育学部競技スポーツ学科)

Possibility of Sports Medical Science Support in Tokai University by Medical Section
of Sports Support System.

Michiko HANAOKA, Tamotsu TERAOKA, Seiji ARUGA,
Yoichi KOZUMA, Yutaka NAKAMURA and Seiji MIYAZAKI



Abstract

The purpose of this study is to report on the outline and the activity situation of the conditioning support of a medical section that began in 2010. And, it is assumed the material to develop the sports medical support in the future better.

Days of opening in the rehabilitation & reconditioning room were the 47days. The number of new visitor was 30 people, and the number of total users was 229 people. The most frequent use item was ultra sound wave, that using 190 times.

From this study, this support make improved knowledge and will to conditioning, and a possibility of being a help to a comeback to play and improve performance.

In addition, it seems that it is possible to play the role different from the medical institution by activity base in the near play field. (Tokai J. Sports Med. Sci. No. 23, 89-94, 2011)

I. 緒 言

スポーツ選手にとって、傷害予防やパフォーマンス向上のためのコンディショニングは重要である。

東海大学では、1996年より学内の体育会クラブの選手を対象に、競技力向上を主目的とした総合

的なスポーツ医・科学支援システムを立ち上げ、活動を行っている¹⁾。この医・科学支援システムは「東海大学スポーツサポートシステム」と呼ばれ、東海大学スポーツ医科学研究所棟を活動拠点とし、トレーニング部門、メディカル部門、メンタルサポート部門、栄養サポート部門、科学的サポート部門の計5部門より構成されている。

2010年4月、東海大学スポーツサポートシステ

ムは、トレーニング部門、メディカル部門、メンタルトレーニング部門の3部門から成る「スポーツサポート研究会」を東海大学内の一サークルとして立ち上げ、学生主体の活動を開始することとなった。

それを受けてスポーツサポート研究会メディカル部門（以下メディカル部門）は、2010年より学生スタッフ（29名）を中心に、本格的に東海大学に在籍する運動選手を対象にコンディショニングサポートを開始した。

本研究では、そのメディカル部門の活動概要及び、活動報告を行い、分析を行うことで今後のより良いスポーツ医科学サポートを展開していくための資料とすることを目的とする。

Ⅱ. 対象及び方法

1. 対象

2010年9月27日から2010年12月22日までにメディカルクリニックを受診し、リハビリテーション&リコンディショニング室に来室した全ての学生を対象とした。

2. メディカルクリニック概要

スポーツ医科学研究所の施設である評価・処置室において、整形外科医による週2回の「メディカルクリニック」を行っている。クリニック開室日は毎週月曜日と金曜日であり、受付時間は17時～19時、対象は学内スポーツ選手であれば誰でも利用が可能である。受付を行った学生は、整形外科医による問診・診察を受け、必要に応じて近隣の病院への紹介状の手配や、物理療法を含むリハビリテーションの指示がなされることとなる。また当該時間内に理学療法士によるリハビリテーションの指導や足底板などの補助具療法の処方も行われている。

メディカル部門に在籍する学生（以下学生スタッフ）は、毎回3名がこれらの活動の補助を行いながら、医師の診察や理学療法の処置を見学し勉

強を行っている。

3. コンディショニングサポート活動概要

2010年9月22日（秋季授業開始日）より、スポーツ医科学研究所の施設であるリハビリテーション&リコンディショニング室（以下リハ室）において、週4回のコンディショニングサポートを行っている。開室日は毎週月・火・水・金曜日であり、開室時間は月・火・金曜日が17時～20時、水曜日が17時～18時30分である。対象は、原則として、メディカルクリニックを受診し、医師の診断及びリハビリテーションの指示を受けた選手である。

学生スタッフは2名がシフトに入り、医師より指示された物理療法の補助、リハビリテーションの指導などを行っている。なお、リハ室に設置されている物理療法機器は表1に示す通りである。

4. データ収集及び分析

リハ室では、来室した全ての選手に対し、学生スタッフが選手の基本的プロフィール、傷害名、受傷機転などを記載する「初診カード」（図1）を作成している。また初回来室後、断続的にリハ室を利用する選手に対しては、利用した際に、学生スタッフによって「利用者ログ」として記録され、データベースを作成している。

「初診カード」と「利用者ログ」から、リハ室の来室人数、属性、傷害内容、利用項目などを集計し利用状況をまとめ、分析を行った。

表1 リハ室に設置されている主な物理療法機器
Table 1 Physical therapy equipment which is put in rehabilitation & reconditioning room.

超音波治療器	3台
干渉電流型低周波治療器ステレオダイネーター	1台
パルス超短波治療器	1台
ホットパック	1台
製氷機	1台
過流浴装置	1台

氏名 (ふりがな)	男・女	来室日	年	月	日
本人プロフィール 学生証番号	傷害プロフィール 痛みの部位・診断名				
所属 学部 学科	受傷機転・受傷日				
生年月日 年 月 日	既往歴				
所属クラブ ポジション・種目	現在の競技の競技歴				
競技歴	これまでの競技歴				
担当者					

図1 初診カード
Fig. 1 First medical examination card

Ⅲ. 結 果

1. リハ室来室人数について

2010年9月27日から2010年12月22日までのリハ室開室日数は47日であった。この期間にメディカルクリニックを受診し、初めてリハ室に来室したリハ室新来室者数は30名であった。また、再来室者を含む延べ利用者数（以下総利用者数）は229名であった。

2. リハ室新来室者数について

新来室者30名における男女の内訳は男子15名（50.0%）、女子15名（50.0%）であった。学年別では、1年生が7名（23.3%）、2年生が12名（40.0%）、3年生が9名（30.0%）、4年生が2名（6.7%）であった。新来室者の所属クラブの内訳はラクロス部が7名（23.3%）で最も多く、次いでバドミントン部、硬式テニス部が各6名（20.0%）であった。（表2）

新来室者の傷害の部位は膝関節と下腿部が最も多くそれぞれ6名（18.8%）、次いで大腿部4名（12.5%）であった。（表3）

3. リハ室総利用者数について

総利用者229名の内訳は、男子102名（44.5%）、女子127名（55.5%）であった。学年別では、2年生が最も多く103名（45.0%）、次いで3年生が61名（26.6%）、1年生37名（16.2%）、4年生25名

表2 リハ室における新来室者数：所属クラブ別

Table 2 The number of new visitor to rehabilitation & reconditioning room in each club.

所属クラブ	新来室者数(名)	割合(%)
ラクロス部	7	23.3
バドミントン部	6	20.0
硬式テニス部	6	20.0
陸上競技部(長距離、短距離ブロック)	4	13.3
チアリーディング部	3	10.0
バスケットボール部	1	3.3
ハンドボール部	1	3.3
フィールドホッケー部	1	3.3
学外クラブ(陸上)	1	3.3
	30	100.0

表3 リハ室における新来室者数：傷害部位別

Table 3 The number of new visitor to rehabilitation & reconditioning room in each injury location.

傷害部位	新来室者数(名)	割合(%)
膝関節	6	18.8
下腿部	6	18.8
大腿部	4	12.5
腰部	3	9.4
足部	3	9.4
肘関節	2	6.3
手関節	2	6.3
股関節・臀部	2	6.3
足関節	2	6.3
肩関節	1	3.1
腹部	1	3.1
(複数受傷部位あり)	32	100.0

(10.9%)の順であった。総利用者の所属クラブの内訳は陸上競技部が最も多く89名（38.9%）、次いでバドミントン部46名（20.1%）、ハンドボール部25名（10.9%）の順であった。（表4）

また総利用者の傷害部位は下腿部が最も多く61件（26.3%）、次いで膝関節の54件（23.3%）、足部の39件（16.8%）であった。（表5）

利用者の傷害内容については疲労骨折や筋膜炎、炎症、骨膜炎や関節炎などの慢性的疾患が多く見られた。他ではアキレス腱断裂や、前十字靭帯損傷など外傷術後のリハビリテーションとして利用する者が比較的多く見られた。

表4 総利用者数：所属クラブ別
Table 4 The number of total users in each club.

所属クラブ	総利用者数(名)	割合(%)
陸上競技部(長距離、短距離ブロック)	89	38.9
バドミントン部	46	20.1
ハンドボール部	25	10.9
チアリーディング部	19	8.3
バスケットボール部	16	7.0
硬式テニス部	14	6.1
ラクロス部	11	4.8
その他	9	3.9
	229	100.0

表5 総利用者件数：傷害部位別
Table 5 The number of total users in each injury location.

傷害部位	総利用者数(名)	割合(%)
下腿部	61	26.3
膝関節	54	23.3
足部	39	16.8
足関節	26	11.2
腰部	16	6.9
肘関節	9	3.9
大腿部	7	3.0
肩関節	7	3.0
手関節	6	2.6
その他	7	3.0
(複数受傷部位あり)	232	100.0

表6 リハ室利用者における利用項目
(頻度：総利用回数／総利用者数*100)
Table 6 Use item in rehabilitation & reconditioning room user.
(Frequency：Total use frequency/number of total users*100)

項目	総利用回数(回)	頻度(%)
超音波治療器	190	83.0
ホットパック	81	35.4
干渉電流型低周波治療器ステレオダイネーター	52	22.7
運動療法	18	7.9
過流浴装置	17	7.4
アイシング	11	4.8
計	369	

4. 利用項目について

物理療法に関する項目の中で最も利用が多かったのは超音波で、のべ190回の利用が見られた。次いで、ホットパック81回、干渉電流型低周波治療器ステレオダイネーター52回であった。運動療法については18回であり、その内容は可動域訓練や筋力トレーニング、ストレッチングなどであった。(表6)

IV. 考 察

1. リハ室の来室者と利用状況について

2010年9月27日から2010年12月22日までの間、リハ室に来室した選手はのべ229名であり、1日あたり約4.9名であった。リハ室の開室は2010年9月より本格的に開始したため、以前のデータと比較することは出来ないが、開室期間を通してコンスタントに利用がなされており、メディカルクリニックを受診した選手がリハ室を来室し、利用するという流れが確立出来つつあるのではないだろうか。

また総利用者の内訳をみると、学年では、2年生の利用が最も多く見られたが、これはクリニックから紹介されリハ室に訪れた新来室者数を反映しているものと思われる。また4年生の利用が比較的少ない傾向にあったが、これは開室期間が9月以降であったため、競技によっては4年生が引退し、競技活動を行っていないことが影響していると考えられる。

総利用者の所属クラブでは陸上競技部の利用が最も多く見られた。これは陸上競技を専門にしている選手が主に足部や下腿に疲労骨折や筋膜炎など慢性的な障害を抱えており、定期的に物理療法を必要としていたことが影響していると思われる。またバドミントン部やハンドボール部、その他の競技団体も同様であり、競技種目によって利用回数に差が生じるというより、選手個人が抱えている傷害に応じて利用回数に差が生じていると考えられる。

総利用者の傷害部位では下腿部や膝関節、足部など下肢の傷害を有している選手の利用が多く見られた。

利用項目としては、超音波の利用が圧倒的に多く見られ、来室した選手の80%以上が超音波を使用していた。リハ室を訪れる選手は、原則としてメディカルクリニックを受診し、医師から物理療法や運動療法の指示を受けている。医師からの指示としては、超音波やホットパック、などに代表

される物理療法の処方されることが多く、それが今回の結果に影響を与えたのではないだろうか。さらに超音波に関しては、超音波の治療機器がリハ室にしか整備されていないこともあり、グラウンドなど他の場所で使用することが出来ないことや、超音波は慢性的な疾患を訴える選手において、長期間にわたり継続して実施していくべき物理療法である事から、利用頻度が高くなったのではないかと思われる。運動療法に関しては、実施がリハ室以外でも行う事が可能であったため、物理療法のみリハ室を利用して行い、その後は所属クラブが活動しているグラウンドやトレーニングセンターなどを利用して運動療法を行っている事が考えられる。

2. 今後のスポーツ医・科学サポートにおける展望と課題

東海大学では、数多くの学生アスリートが在籍し活動を行っている。アスリートにとってコンディショニングはパフォーマンスを向上させるため、あるいは傷害を予防するために必要不可欠なものである。

しかしこれまで東海大学スポーツサポートシステムにおけるメディカル部門の活動は、メディカルクリニックの開室補助、一部の学内チームへの学生トレーナー派遣及び育成などが主な内容であり、多くの学生アスリートに対して、広くコンディショニングサポートを行う体制作りはなされていなかった。

2010年9月末より、基本的に各クラブが活動している17時から20時の間リハ室を開室し、コンディショニングサポートを試みた。その結果、約3カ月間という短い期間ではあるが、12の異なる団体に所属する、のべ229名の選手がコンディショニングとしてリハ室を利用していた。これを一年間に換算すると、あくまでも予想ではあるが、年間で約600名近くの選手がリハ室を利用することになる。

学内の各クラブにおいて実践されているコンディショニング方法は、クラブによって異なっており、

コンディショニングの専門家を招聘している場合や、選手自身で行っている場合、学生スタッフがトレーナー活動を行っている場合と様々である。また、コンディショニングを行う場所に関しても、各クラブによって異なっている。そのため、全てのクラブに対して理想とするコンディショニングサポートを行うこと困難であるが、このメディカル部門のサポート活動が、選手にコンディショニングを積極的に行う動機付けとなり、競技復帰や競技力向上の手助けとなる可能性は十分に感じられる。

さらにメディカル部門の活動は、選手のコンディショニングを行うための場所や設備、リハビリテーションやトレーニングプログラムなどを、競技現場のより近くで提供する事が出来、コンディショニングに対する選手の意識向上を図ることができるという点において、医療機関とは異なった役割を果たす事が可能ではないかと思われる。

しかし、今後より多くの選手に利用してもらうためには、開室時間の検討や、コンディショニングを担当する学生スタッフの質の向上など問題も多く見られる。

開室時間については、各クラブの活動時間に合わせて開室した事で、練習に参加不可能な選手の治療やリハビリテーションを目的としては利用しやすくなったものの、練習に参加可能な程度の傷害を有している選手にとっては利用しづらかったという問題点があげられる。実際、学生スタッフが帯同している複数のチームでは、練習後の時間外にケアとしてリハ室を利用する場面も多く見られた。

また、スタッフの質の向上という点については、運動療法の指導や、アスレティックリハビリテーションのプログラムを作成し、アスリートの競技復帰までをサポート出来る人材を養成していく必要性が感じられる。現時点においてリハ室の利用は物理療法が圧倒的に多く見られるが、今後は運動療法をより積極的に実施し、受傷直後から競技復帰までをサポート出来るよう、スポーツ医科学体制を確立させていくことで、より質の高い

サポートを提供できるのではないかと考えられる。

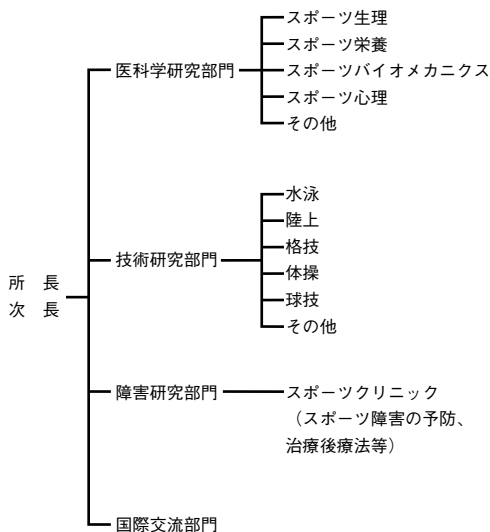
参考文献

- 1) 有賀誠司：大学スポーツ選手に対するスポーツ医・科学サポート～東海大学における総合的サポートシステムの事例～. 体育の科学 Vol.54 No.4. 281-286, 2004

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「本研究所」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科学にかかわる支援

(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、外国固有名詞、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・カラーとわれないが、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四丁目1番1号
「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、和文規程に同じ
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、和文規程に同じ。
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、和文規程に同じ。

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 (2010. 4. 1)

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

2010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 有賀 誠司 スポーツ医科学研究所
3. 所員 山下 泰裕 体育学部(武道学科)
4. 所員 瀧澤 俊也 医学部(内科学系)
5. 所員 積山 和明 体育学部(競技スポーツ学科)
6. 所員 宮崎 誠司 体育学部(競技スポーツ学科)
7. 研究員 灰田 宗孝 医療技術短期大学(看護学科)
8. 研究員 中村 豊 体育学部(生涯スポーツ学科)
9. 研究員 桑平 一郎 医学部(内科学系)
10. 研究員 吉川 政夫 体育学部(生涯スポーツ学科)
11. 研究員 三田 信孝 体育学部(生涯スポーツ学科)
12. 研究員 松木 秀明 健康科学部(看護学科)
13. 研究員 高妻 容一 体育学部(競技スポーツ学科)
14. 研究員 内山 秀一 体育学部(体育学科)
15. 研究員 小澤 秀樹 医学部(内科学系)
16. 研究員 陸川 章 体育学部(競技スポーツ学科)
17. 研究員 町田 修一 体育学部(生涯スポーツ学科)
18. 研究員 栗田 太作 情報教育センター
19. 研究員 森久保俊満 健康科学部(社会福祉学科)
20. 研究員 山田 洋 体育学部(体育学科)
21. 研究員 栗山 雅倫 体育学部(競技スポーツ学科)
22. 研究員 知念 嘉史 体育学部(生涯スポーツ学科)
23. 研究員 東福寺規義 医学部東京病院(リハビリテーション科)

24. 研究員 花岡美智子 体育学部(競技スポーツ
学科)
25. 研究員 小山 猛志 体育学部(非常勤助手)
26. 研究員 西村 典子 スポーツ教育センター
(臨時職員)
27. 研究員 山田 将之 硬式野球部(コーチ)
28. 研究員 平岡 秀雄 学外
29. 研究員 下田 吉紀 学外
30. 研究員 新井 優子 学外

2010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

- スポーツ選手の競技力向上及び中高年者の健康増進・体力向上に関する総合的研究

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
- 大学スポーツ選手を対象にしたコンディショニングに関する研究
- 幼児の走動作の「巧みさ」の獲得過程の評価に関するバイオメカニクス的研究
- 競技スポーツの戦術分析に関する研究

編集後記

2010年度は、学内スポーツ活動に対する総合的支援システム（スポーツサポートシステム）の点検や効果的な運用を目的として、体育学部およびスポーツ教育センター（スポーツ課）と合同の検討会を年10回開催しました。また組織の再構築を目的として、スポーツサポートシステムに参加する学生および大学院生を対象としたスタッフの組織を、学内の公認団体へと移行する申請を行い、「東海大学スポーツサポート研究会」として運用を開始しました。この取り組みを通じて、支援システムが拡充され、学内スポーツ団体に対するサポート体制がより充実しました。さらに、スポーツサポートシステムに関して、2010年度は第65回日本体力医学会大会において、本研究所の専任教員2名が座長および演者としてランチョンセミナー（テーマ；体育系大学における学内スポーツ医科学サポート活動を通じた専門家育成）に参画しました。

さて、東海大学スポーツ医科学雑誌は、本年度で第23号の刊行となりました。本号には、前号と同様に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、スポーツ方法学、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あります。その内容は、スポーツ選手の競技力向上に対する筋力トレーニングの効果に関する研究、体幹筋トレーニング（トランクカール時）の筋活動量に関する研究、球技スポーツの技術・戦術分析に関する研究、スポーツ選手に対する心理的サポートに関する研究、幼児の投能力に関する研究、低酸素環境下の運動における脳機能および筋代謝に関する研究、スポーツ障害関連の研究等、11編の論文が掲載されています。

本研究所では、時代の変化に即して、「東海大学スポーツ医科学雑誌」の電子化を検討し、本研究所のオフィシャルサイトにて創刊号から最新号までの全ての論文をPDFファイルにて閲覧できるシステムになっています。

編集委員会では、本誌発展のために、より一層の努力を行うとともに、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23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 三田 信孝
ゝ 小澤 秀樹
ゝ 平岡 秀雄
ゝ 山田 洋

東海大学スポーツ医科学雑誌 第23号 2011

発行日 2011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四丁目1番1号
TEL 0463-58-1211

製作 東海大学出版会

印刷・製本 港北出版印刷株式会社