

東海大学

第24号 **スポーツ医科学雑誌** 2012

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

この現実の上には人は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

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

この現実の上には人は喜び且つ哀しむ
そこに勝利と敗残の人々の生涯がある

人々よ

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

- 方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究**
—女子バレーボール選手におけるリバウンドジャンプ能力に着目して—
有賀誠司・積山和明・藤井壮浩・緒方博紀・生方 謙 7
- 競技スポーツ選手における“巧みさ”の評価に関するバイオメカニクス的研究**
—バスケットボールジャンプシュート動作の評価—
山田 洋・長尾秀行・國友亮佑・小山孟志・宮崎彰吾・小河原慶太・陸川 章 19
- バスケットボールの試合中におけるジャンプの種別とその頻度**
小山孟志・陸川 章・山田 洋・有賀誠司 27
- ハンドボール競技における戦術的行動の実態に関する評価**
—フェイントに着目して—
栗山雅倫 33
- 熟練者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの投動作比較**
草苺有里恵・田中沙織・齋藤亜里穂・栗山雅倫・平岡秀雄 39
- トランクカール時の上体の捻りが体幹筋活動量に及ぼす影響**
内山秀一・棗 寿喜・遠藤慎也 45
- 柔道選手の足趾筋力について**
行成沙織・山田 洋・小河原慶太・白瀬英春・中西英敏・藤井壮浩 51
- 中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経系、末梢血液循環および動脈機能に及ぼす影響**
寺尾 保・栗田太作・小澤秀樹・瀧澤俊也・灰田宗孝・内田晴久・内田裕久 57
- T大学体育会クラブ所属選手における生活習慣と貧血傾向**
—T大学付属高校生を対象として—
小澤治夫・中西英敏・千葉有香・藤井壮浩・八百則和・寺尾 保 65
- 高校生の生活習慣と血中ヘモグロビン値の実態についての基礎的研究**
—T大学付属高校生を対象として—
小澤治夫・佐藤宣踐・杉 一郎・山下泰裕・寺尾 保・橋口祥一・
野井真吾・林田峻也・小柳 洸・本多英明・山合洋人 71
-

中学生年代のバスケットボール選手への心理的サポートの影響	高妻容一・宍戸 渉	79
高気圧エアチャンバーが身体に及ぼす影響	金藤理絵・山田 洋・斎藤優太・加藤建志・寺尾 保	87
東海大学生を対象としたコンディショニングサポートに関する一考察 —スポーツサポート研究会メディカル部門の事例—	花岡美智子・寺尾 保・中村 豊・宮崎誠司	93
【症例報告】		
柔道選手の頸椎傷害	宮崎誠司・中村 豊・橋本敏明・山下泰裕・白瀬英春・ 中西英敏・上水研一郎・井上康生・佐藤宣践	97
スポーツ医科学研究所所報		103
編集後記		109





方向転換動作のパフォーマンス改善のためのトレーニング方法に関する研究 —女子バレーボール選手における リバウンドジャンプ能力に着目して—

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) 緒方博紀 (NEC女子バレーボール部)
生方 謙 (芝浦工業大学)

A Study on the Training Method for Improving Change in Direction Movement
- Ability of Rebound Jump in Female Volleyball Players -

Seiji ARUGA, Masaaki TSUMIYAMA, Masahiro FUJII, Hiroki OGATA and Ken UBUKATA



Abstract

The purpose of this study is to develop an effective training method for improving volleyball players' change in direction movement. The subjects in this study were 23 female collegiate volleyball players. The RJ-index was measured to assess the function of the Stretch-Shortening Cycle during a change in lower limb muscles in direction movement, and its relation to the ability of change in direction, and the players' body shape and physical strength was examined. The findings are as follows:

- 1) The RJ-index of both legs was 1.78 ± 0.38 . The percentages of single-leg RJ-index for both legs measurement values are 34.8% for the left leg and 40.0% for the right leg, and there was no significant difference between the right leg and left leg.
- 2) As for the RJ-index of both legs and a single leg, the measurement values of the setters tended to be higher than that of the attackers and receivers.
- 3) The RJ-index of the left leg for the group of regular players was significantly higher than that of non-regular players.
- 4) There was a significant correlation between the RJ-index of both legs and the 9m3 shuttle run and pro-agility test by leg touch. There was no significant correlation between the RJ-index of both legs and a side step and pro-agility test by hand touch.
- 5) There was a significant correlation between the RJ-index of both legs and single leg and weight and body fat percentage.
- 6) There was a significant correlation between the RJ-index of both legs and the power clean 1RM weight ratio.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 7-18, 2012)

I. 緒 言

バレーボールにおけるブロックやレシーブ、バスケットボールにおけるカッティングやターン、サッカーにおける1対1の攻防の局面など、球技スポーツにおいては、方向転換動作を頻繁に観察することができる。これらの方向転換動作のパフォーマンスを改善することは、球技スポーツの競技力向上に対してきわめて有効であると考えられる¹⁾。また、球技スポーツの方向転換動作局面では、足関節捻挫や膝関節靭帯損傷のようなスポーツ外傷が発生しやすい傾向があり^{2,3)}、傷害予防の観点からも方向転換動作のパフォーマンスを改善することは有意義であるといえる。

方向転換動作をすばやく行うためには、足が床(または地面)に着地してから離地するまでの接地時間をできるだけ短くすること、すなわち、切り返し地点の手前における身体重心の減速、切り返し地点での停止、切り返し方向への加速といった一連の過程を素早く遂行することが不可欠である。また、これらを効率よく実現するための要因として、下肢の主働筋群が伸張性収縮から短縮性収縮へとすばやく切り換わる「伸張-短縮サイクル(Stretch-Shortening Cycle: SSC)」の機能が重要であり、筋腱複合体⁴⁾による弾性エネルギーの利用や伸張反射の働きが影響を及ぼしていると考えられている⁵⁻⁸⁾。方向転換動作とSSC能力との関連について、関子⁹⁾は、バスケットボール選手にSSCが含まれるリバウンドドロップジャンプを7週間にわたって実施させたところ、方向変換走の平均速度や接地時間が有意に短縮したことを報告しており、SSC能力の向上が方向転換動作

のパフォーマンス改善に有効である可能性を示唆している。

本研究では、女子バレーボール選手を対象に、方向転換動作をすばやく行うために必要とされるSSC機能の評価法として用いられているリバウンドジャンプ指数¹⁰⁻¹⁶⁾を測定し、その特性について明らかにするとともに、方向転換動作を有する測定項目の数値や、形態及び筋力・パワーの指標となる測定項目の数値との関連について検討し、方向転換動作のパフォーマンス改善のための効果的なトレーニング法を探るための資料を得ることを目的とした。

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女子選手23名であった。対象となった選手が所属する部は、全日本学生選手権や関東大学リーグ戦における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、1年以上のトレーニング経験を有していた。

対象となった選手のポジションの内訳は、アタッカー17名、セッター3名、レシーバー3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るとともに、データ発表についての了解を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認(承認番号: 11073)を得た上で実施されたものである。

表1 対象の身体的特徴
Table 1 Physical characteristics of the subjects

ポジション	人数(名)	身長(cm)	体重(kg)	体脂肪率(%)	除脂肪体重(kg)
アタッカー(サイド、センター)	17	169.5±4.8	61.8±6.1	20.6±3.3	49.0±4.4
セッター	3	163.7±6.3	60.6±11.1	21.9±7.5	46.7±4.5
レシーバー	3	158.5±5.4	56.2±4.3	21.2±4.5	44.2±0.9
全体	23	167.1±6.3	60.6±6.9	20.4±4.2	48.1±4.4

2. リバウンドジャンプ指数の測定

1) 動作と手順

遠藤ら¹⁴⁾が報告した方法に基づき、両足立ち及び片足立ち（左右両方）の開始姿勢から、連続5回のジャンプを行わせた。腕の振り込み動作の影響を除外するために、ジャンプ動作は両手を腰に当てたまま行わせた。対象には、できるだけ短い踏切（接地）時間で、できるだけ高く跳び上がるように口頭で指示し、着地時のしゃがみ込みの深さや、膝及び股関節の角度についての指示は行わなかった。測定前には、十分なウォーミングアップを実施した後、測定直前に実際と同一のジャンプ動作の練習を、両足と片足（左右）について各3回ずつ行った。

2) 測定方法

リバウンドジャンプ指数の測定は、ディケイエイチ社製マットスイッチ計測システム（マルチジャンプテスト）を用いた。マット上にてジャンプ動作を行わせ、滞空時間（Air time: ta）と接地時間（contact time: tc）を計測した。これらの測定値から、Asumssen and Bonde-perterson¹⁷⁾の方法に基づき、次式にて跳躍高を算出した。

跳躍高 (h) = $1/8 \cdot g \cdot ta^2$ ※g: 重力加速度 (9.8m/s²)

また、リバウンドジャンプ動作における伸張—短縮サイクル運動の遂行能力（SSC 運動能力）の指標として、図子ら¹⁰⁾の方法に基づき、上記にて求めた跳躍高を接地時間で除す方法（次式）によりリバウンドジャンプ指数（RJ-index）を算出し、5回のジャンプの中から最大値を測定値として採用した。

$$RJ-index = h/tc$$

3. 方向転換能力指標の測定

方向転換を伴う移動能力の指標として、反復横とび、プロアジリティテスト、9m 3往復走の測定を、また、方向転換を伴わない移動能力の指標として20m 直線走の測定を実施した。

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のところに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。

プロアジリティテストは、2010年の全日本男子バレーボールチームの体力測定項目として採用された方法に準拠し¹⁸⁾、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（以下足タッチによるプロアジリティテスト）。また、方向転換の際に、手でラインをタッチする方法による測定も実施した（以下手タッチによるプロアジリティテスト）。この一連の動作の所要時間は、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。測定は2回実施し、高い値を測定値として記録した。

9m 3往復走は、バレーボールコートサイドライン間（9m）を利用し、測定者の「スタート」の合図で9m 間を3往復できるだけすばやく移動させ、所要時間をストップウォッチで記録した。ターンの際にはラインを足で踏むこととした。測定は2回実施し、高い値を測定値として記録した。

20m 直線走は、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。測定は2回実施し、高い値を測定値として記録した。

4. 筋力及びパワーの測定

下肢の筋力及びパワーを評価することを目的として、スクワットとパワークリーンの最大挙上重量（以下1RM）の測定を日本トレーニング指導者協会のガイドライン¹⁹⁾に基づいて実施した。これらの種目については、全対象が1年以上のトレーニング経験を有していた。

Ⅲ. 結 果

スクワットの動作は、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。

パワークリーンの動作は、最初に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たせた。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、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。

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。

5. 統計処理

本研究で得られた測定値は平均±標準偏差で示した。測定値相互の関係は、ピアソンの相関係数を用いた。また、2群間の平均値の差の検定には、F検定により二群の等分散性を確認した後、スチューデントのt検定を実施した。統計処理の有意水準は5%未満とした。

1. リバウンドジャンプ指数の測定値

リバウンドジャンプ指数の測定結果を表2及び図1に示した。全対象のリバウンドジャンプ指数は、両足が 1.78 ± 0.38 、左足が 0.62 ± 0.14 、右足が 0.64 ± 0.17 であった。左足の測定値は両足の34.8%、右足の測定値は両足の40.0%であり、左右の測定値間には有意な差は認められなかった。

ポジション別のリバウンドジャンプ指数の測定結果を表2及び図2に示した。両足については、アタッカーが 1.72 ± 0.32 、セッターが 2.27 ± 0.51 、レシーバーが 1.59 ± 0.10 であった。また、片足については、アタッカーが左 0.60 ± 0.13 、右 0.59 ± 0.12 、セッターが左 0.80 ± 0.20 、右 0.91 ± 0.24 、レシーバーが左 0.57 ± 0.05 、右 0.62 ± 0.08 であり、両足、左足、右足ともにセッターの平均値が他のポジションよりも高い数値を示す傾向がみられた。

図3は、測定実施年に行われた公式戦（関東大学リーグ戦）にスターティングメンバーとして選ばれた経験を持つ選手（レギュラー群：7名）と、それ以外の選手（非レギュラー群：16名）の左足によるリバウンドジャンプ指数の平均値を比較したものである。レギュラー群の平均値は 0.65 ± 0.07 、非レギュラー群の平均値は 0.59 ± 0.17 であり、レギュラー群は非レギュラー群よりも有意に大きな値を示した（ $p < 0.05$ ）。なお、両足及び右足によるリバウンドジャンプ指数については、両群間に有意差は認められなかった。

2. リバウンドジャンプ指数と方向転換能力指標との関係

リバウンドジャンプ指数と方向転換能力指標との相関を表3に示した。また、両足によるリバウンドジャンプ指数と反復横とび及び9m3往復走との関係を図4に示した。両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と反復横とびとの間の相関係数は、それぞれ $r = 0.40$ 、 $r = 0.41$ 、 $r = 0.42$ であり、右足によるリバウンドジャンプ指数と反

表2 リバウンドジャンプ指数の測定値

Table 2 Results of the average value of rebound jump index

ポジション	両足	左足	右足
アタッカー(サイド、センター)	1.72±0.32	0.60±0.13	0.59±0.12
セッター	2.27±0.51	0.80±0.20	0.91±0.24
レシーバー	1.59±0.10	0.57±0.05	0.62±0.08
全体	1.78±0.38	0.62±0.14	0.64±0.17

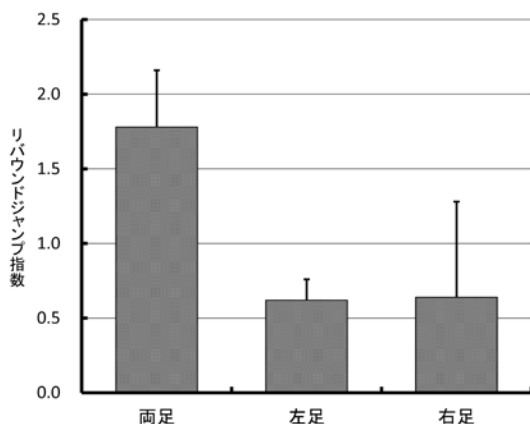


図1 リバウンドジャンプ指数の測定値(左: 両足、中央: 左足、右: 右足)
Fig. 1 Results of the average value of rebound jump index (left: two legs, center: left leg, right: right leg)

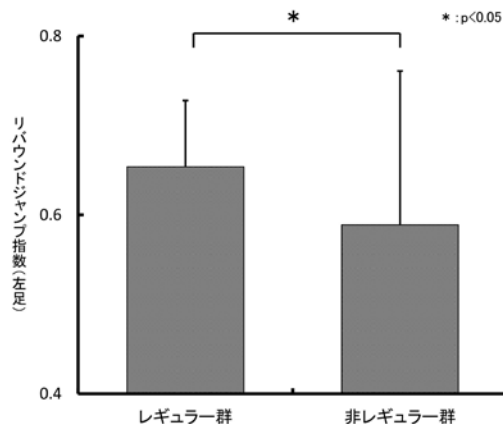


図3 リバウンドジャンプ指数(左足)と競技成績との関係
Fig. 3 Relationship between the results of rebound jump index (left) and the competition records

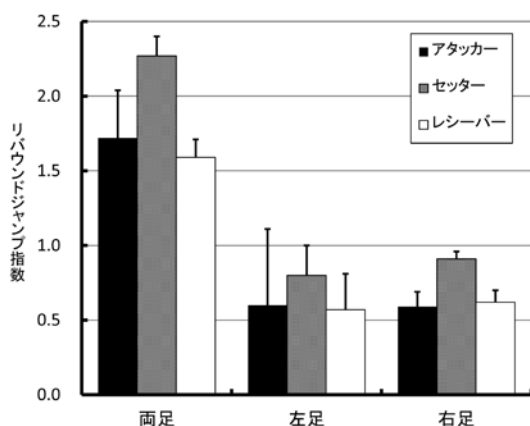


図2 リバウンドジャンプ指数のポジション別平均値(左: 両足、中央: 左足、右: 右足)
Fig. 2 Results of the average value of rebound jump index according to the positions (left: two legs, center: left leg, right: right leg)

復横とびとの間に有意な正の相関 ($p < 0.05$) が認められた。一方、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と9m 3往復走との間の相関係数は、それぞれ $r = -0.68$, $r = -0.74$, $r = -0.68$ で

あり、全てに有意な負の相関 ($p < 0.01$) が認められた。

両足によるリバウンドジャンプ指数と足タッチ及び手タッチによるプロアジリティテストとの関係を図5に示した。両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と足タッチによるプロアジリティテストとの間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.52$, $r = -0.58$, $r = -0.48$ であり、全てに有意な負の相関(左足: $p < 0.01$, 両足と右足: $p < 0.05$) が認められた。一方、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と手タッチによるプロアジリティテストとの間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.28$, $r = -0.21$, $r = -0.01$ であり、全てに有意な相関は認められなかった。

両足によるリバウンドジャンプ指数と方向転換を伴わない20m直線走との関係を図6に示した。両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と20mダッシュとの間の相関係数は、それぞれ、 $r = -0.54$, $r = -0.59$, $r = -0.53$ であり、全

表3 リバウンドジャンプ指数と方向転換能力指標との相関関係

Table 3 Correlation between the results of rebound jump index and ability of change in direction movement

		リバウンドジャンプ指数					
		RJ-index (両足)		RJ-index (左足)		RJ-index (右足)	
方向転換あり	反復横跳び	0.40	n.s.	0.41	n.s.	0.42	*
	9m 3往復走	-0.68	**	-0.74	**	-0.68	**
	プロアジリティテスト (足タッチ)	-0.52	*	-0.58	**	-0.48	*
	プロアジリティテスト (手タッチ)	-0.28	n.s.	-0.21	n.s.	0.01	n.s.
方向転換なし	20m 直線走	-0.54	**	-0.59	**	-0.53	*

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

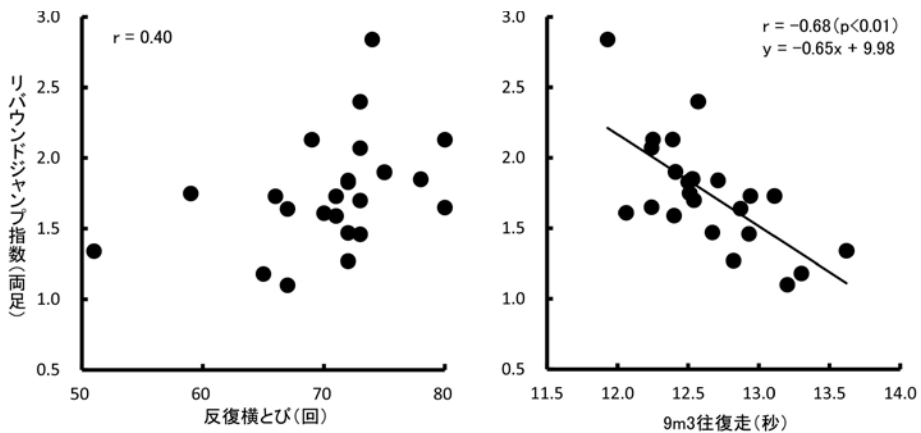


図4 リバウンドジャンプ指数と反復横とび (左) 及び 9m 3 往復走 (右) の関係

Fig. 4 Relationship between the results of rebound jump index and side step test (Left)

Relationship between the results of rebound jump index and 9m 3 shuttle run test (Right)

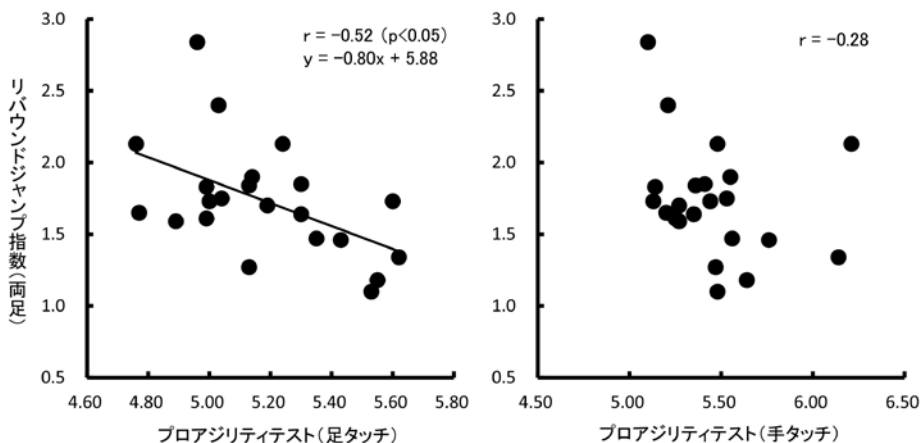


図5 リバウンドジャンプ指数とプロアジリティテストの足タッチ (左) 及び手タッチ (右) による測定値の関係

Fig. 5 Relationship between the results of rebound jump index and pro-agility test (foot touch) (Left)

Relationship between the results of rebound jump index and pro-agility test (hand touch) (Right)

表4 リバウンドジャンプ指数、方向転換能力指標と形態及び筋力・パワー指標との相関関係

Table 4 Correlation between the results of rebound jump index, ability of change in direction movement and body composition, strength, power

		リバウンドジャンプ指数			方向転換あり				方向転換なし
		RJ-index (両足)	RJ-index (左足)	RJ-index (右足)	反復横跳び	9m3往復走	プロアジリティテスト (足タッチ)	プロアジリティテスト (手タッチ)	20m直線走
形態指標	身長	-0.35 n.s.	-0.37 n.s.	-0.45 *	-0.14 n.s.	0.24 n.s.	0.16 n.s.	0.06 n.s.	0.2862 n.s.
	体重	-0.59 **	-0.67 **	-0.55 **	-0.39 n.s.	0.49 *	0.46 *	0.28 n.s.	0.3651 n.s.
	体脂肪率	-0.59 **	-0.68 **	-0.56 **	-0.29 n.s.	0.60 **	0.54 *	0.40 n.s.	0.4477 *
筋力・パワー指標	スクワット1RM	-0.11 n.s.	-0.17 n.s.	0.04 n.s.	-0.19 n.s.	0.03 n.s.	0.08 n.s.	0.07 n.s.	-0.1774 n.s.
	スクワット1RM 体重比	0.41 n.s.	0.41 n.s.	0.52 *	0.16 n.s.	-0.37 n.s.	-0.28 n.s.	-0.15 n.s.	-0.4549 *
	パワークリーン 1RM	0.19 n.s.	0.07 n.s.	0.19 n.s.	0.00 n.s.	-0.26 n.s.	-0.27 n.s.	-0.25 n.s.	-0.2883 n.s.
	パワークリーン 1RM 体重比	0.66 **	0.61 **	0.64 **	0.29 n.s.	-0.62 **	-0.59 **	-0.45 *	-0.5424 **

** : p<0.01 * : p<0.05

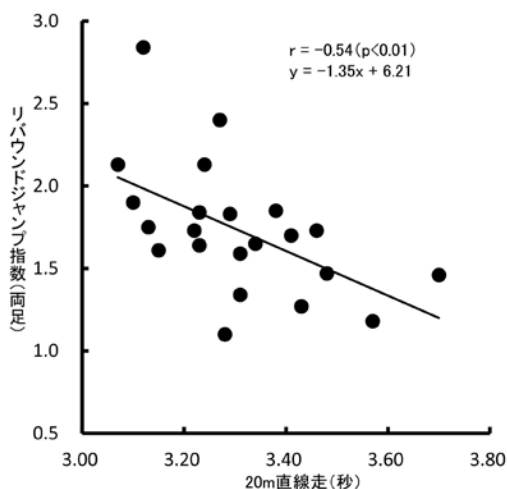


図6 リバウンドジャンプ指数と20m直線走の関係
Fig. 6 Relationship between the results of rebound jump index and 20m run time

てに有意な負の相関（両足と左足：p<0.01、右足：p<0.05）が認められた。

3. 形態とリバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標との関係

リバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標

との相関を表4に示した。また、体脂肪率と両足によるリバウンドジャンプ指数及び9m3往復走との関係について図7に示した。

両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と体重との間の相関係数は、それぞれr=-0.59、r=-0.67、r=-0.55であり、いずれも有意な負の相関関係（p<0.01）が認められた。また、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と体脂肪率との間の相関係数は、それぞれr=-0.59、r=-0.68、r=-0.56であり、いずれも有意な負の相関関係（p<0.01）が認められた。

体重及び体脂肪率と9m3往復走、足タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関が認められたが、反復横跳びと足タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関は認められなかった。

4. 筋力・パワー指標とリバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標との関係

リバウンドジャンプ指数及び方向転換能力指標と筋力パワーの指標との相関を表4に示した。ま

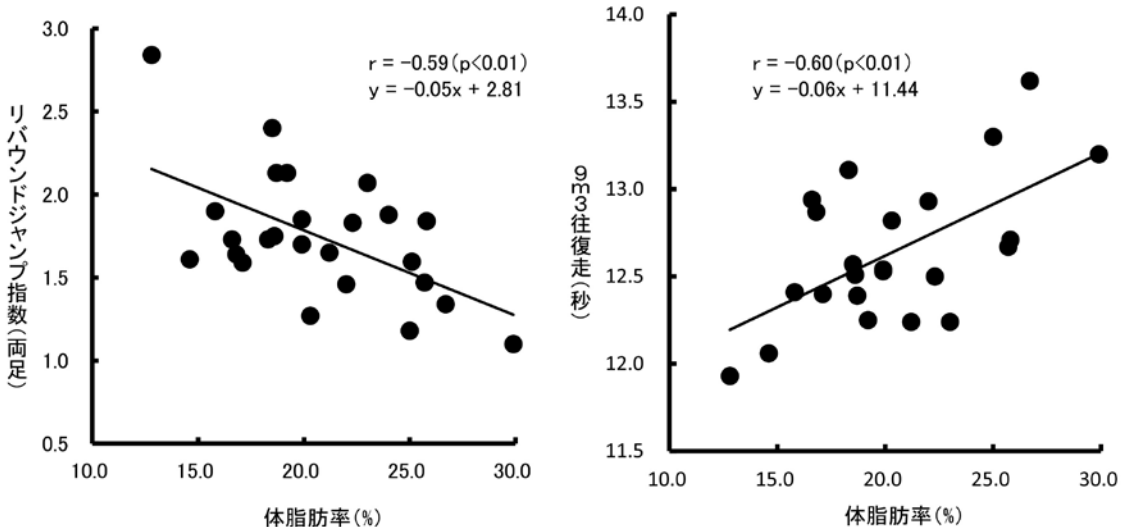


図7 体脂肪率とリバウンドジャンプ指数（左）及び9m 3往復走（右）の関係
 Fig. 7 Relationship between the results of body fat percentage and rebound jump index (Left)
 Relationship between the results of body fat percentage and 9m 3 shuttle run test (Right)

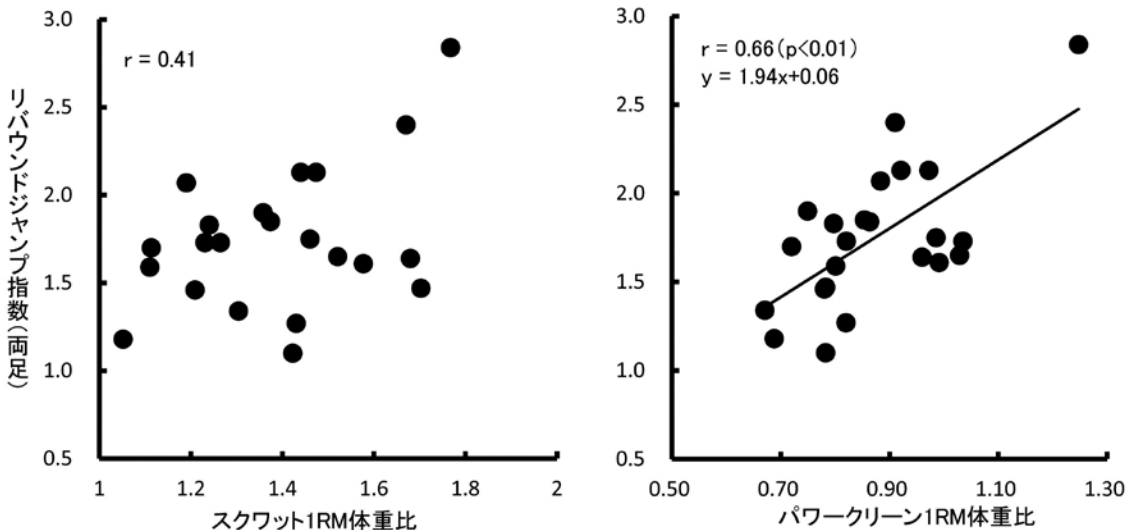


図8 リバウンドジャンプ指数とスクワット1RM 体重比（左）及びパワークリーン1RM 体重比（右）の関係
 Fig. 8 Relationship between the results of rebound jump index and squat 1RM/body weight ratio (Left)
 Relationship between the results of rebound jump index and power clean 1RM/body weight ratio (Right)

た、両足によるリバウンドジャンプ指数とスクワット及びパワークリーンの1RM 体重比との関係を図8に示した。

スクワット及びパワークリーンの1RM と、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数、方向転換能力指標の全ての測定項目の間には、有意な相関は認められなかった。一方、スクワットの1RM の体重比については、右足による

リバウンドジャンプ指数と20m 直線走の2項目との間に有意な相関が認められた。また、パワークリーンの1RM 体重比については、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数、反復横とびを除く方向転換能力指標との間に有意な相関が認められた。

IV. 考 察

1. リバウンドジャンプ能力の特性

本研究における両足によるリバウンドジャンプ指数の全対象の平均値は 1.78 ± 0.38 であり、最大値は2.84、最小値は1.18であった。先行研究では、岩竹ら¹⁵⁾が高等専門学校男子生徒145名を対象にリバウンドジャンプ指数の測定を行ったところ、全体の平均値が 1.96 ± 0.45 であったことを報告している。また、遠藤ら¹⁴⁾は、17～18歳の男子82名のリバウンドジャンプ指数の測定値が 1.91 ± 0.46 であったと述べている。さらに、橋本ら¹⁶⁾は、男子大学生を対象に行った介入実験の際に実施したリバウンドジャンプ指数の測定結果として、2群における介入前後の値は、最小 1.63 ± 0.21 、最大 1.82 ± 0.23 であったことを報告している。これらの数値と比較すると、大学女子バレーボール選手を対象とした平均値は、スポーツを専門的に実施していない同年代の男子の数値と比較的近い水準であった。

左右の片足によるリバウンドジャンプ指数について、両足によるリバウンドジャンプ指数に対する割合を調べたところ、左は34.8%、右は40.0%であり、有意な左右差は認められず、下肢のリバウンドジャンプ能力については左右の顕著な差がみられないことが明らかとなった。

ポジション別のリバウンドジャンプ指数は、両足および左右の片足の全てにおいてセッターが最も高い値を示す傾向がみられた。この一要因としては、セッターがジャンプトス動作を頻繁に行っていることが関与しているのではないかと推測された。ジャンプトスは、ボールの下にすばやく移動し、床をキックして踏み切り、空中でトスを行うプレーであり、リバウンドジャンプと類似した接地時間が短い踏み切り動作や、踏切直前に方向転換動作を伴うケースがあることが特徴となっている。真鍋²⁰⁾は、国内の男子バレーボールVリーグの71試合を対象としてジャンプトスの頻度を分析したところ、AR（セッターがセットポジ

ョンから1、2歩以内の移動で、セッターが余裕をもってコンビネーション攻撃が可能なレシーブ)の状況では92.8～98.3%の割合でジャンプトスが行われたことを報告している。また、宮口ら²¹⁾は、セッターのジャンプトスの動作変容に関する研究において、1日平均310本、16日間で計5000本のトス練習を行わせたと述べている。これらのことから、セッターは、日常の練習や試合において、ジャンプトスを高頻度で実施している傾向にあり、このような状況は、リバウンドジャンプの動作習熟や機能改善の機会を多く得ることとなり、これがパフォーマンスを向上させることにつながる一要因となった可能性があると考えられた。

一方、本研究では、ブロックやスパイクにおいてジャンプ動作を頻繁に実施しているアタッカーのリバウンドジャンプ指数が、セッターの数値を下回る傾向がみられた。ブロックで助走をつけずにその場で高く跳ぶ際には、着地時にできるだけ膝や股関節を固定し、強くキックして跳び上がるリバウンドジャンプよりも、いったん膝や股関節を屈曲させてから跳び上がるカウンタームーブメントジャンプが採用されるケースがみられる。アタッカーの測定値がセッターを下回った要因としては、セッターのジャンプトスでは接地時間を短くすることが重視される傾向があるのに対し、アタッカーのその場でのジャンプでは、主として高く跳ぶことが求められる傾向があることが関与しているのではないかと推測された。

左足によるリバウンドジャンプ指数については、レギュラー群が非レギュラー群よりも有意に高い値を示し、バレーボール選手の競技力向上のためには、リバウンドジャンプ指数を向上させることが有効となる可能性が示唆された。

2. リバウンドジャンプ能力と方向転換能力・形態・筋力の各指標との関連

本研究では、下肢のSSC能力の指標としてリバウンドジャンプ指数の測定を行うとともに、方向転換能力を評価するための指標に関する測定

や、形態と筋力及びパワーの指標に関する測定を実施し、相互の関連について検討を加えた。

両足及び左足によるリバウンドジャンプ指数と反復横とびの間には有意な相関は認められなかったが、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と9m 3往復走の間には有意な相関が認められた。また、リバウンドジャンプ指数と両足及び左右の片足によるプロアジリティテストとの関連については、プロアジリティテスト(足タッチ)との間には有意な相関が認められたが、手タッチとの間には有意な相関は認められなかった。これらの結果の要因としては、9m 3往復走と足タッチによるプロアジリティテストにおいて、方向転換時にラインを踏んだ足(以下切り返し足)で床をキックして反対側の足を踏み出す動作がみられ、リバウンドジャンプ動作と類似した下肢の主働筋群のSSC運動が行われていたことが関与しているのではないかと推測された。一方、反復横とびの測定においては、胴体を中央線付近近にとどめ、左右への移動を最小限に抑えながら、足のみを左右にステップする方法を採用する対象が多くみられた。このような動作では、足を床のラインに軽く接触させる程度であり、リバウンドジャンプのように床を強くキックするような動作はほとんどみられない状況であった。また、手タッチによるプロアジリティテストの方向転換時には、手で床のラインをタッチした際にいったん停止し、切り返し方向の足に体重を移動させながら、切り返し方向と反対側の足を離地して進行方向にステップする動作が多く観察された。このような動作では、前者の方法と比較して、切り返し足への荷重や衝撃は小さく、効率の良いSSC運動は実現しにくいと推測される。リバウンドジャンプ指数と反復横とび及び手タッチによるプロアジリティテストの測定値との間に有意な相関が認められなかった要因として、このような動作形態の相違が関与している可能性があると考えられた。

図子⁹⁾は、バスケットボール選手を対象に、下肢のSSC運動を伴うトレーニングとしてリバウ

ンドドロップジャンプを7週間実施させたところ、方向変換走の所要時間や接地時間の有意な短縮が認められたことを報告している。バスケットボールの方向転換動作では、上述した切り返し足で床を強く蹴る動きが多く観察される。本研究においても足タッチによるプロアジリティテストや9m 3往復走では切り返し足で強く蹴る動きが見られた。

体重及び体脂肪率については、9m 3往復走、足タッチによるプロアジリティテスト、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数との間に有意な相関が認められたが、反復横とびと手タッチによるプロアジリティテストの間には有意な相関は認められなかった。この要因として、反復横とびと手タッチによるプロアジリティテストにおいては、9m 3往復走や足タッチによるプロアジリティテストと比較して、切り返し足に大きな負荷や衝撃が加わりやすく、体重や体脂肪量の大きさに影響を受けにくいことが要因となっていると考えられた。一方、パワークリーンの1RM体重比については、9m 3往復走、足タッチと手タッチによるプロアジリティテスト、両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数との間に有意な相関が認められ、体重あたりの下肢パワーとSSC能力及び方向転換動作のパフォーマンスとの関連性が示唆された。

以上のことから、女子バレーボール選手の場合、9m 3往復走や足タッチによるプロアジリティテストのように、切り返し足を強く蹴るタイプの方向転換動作のパフォーマンスと、下肢のSSC能力の指標となるリバウンドジャンプ指数の間には相関が認められるとともに、これらの数値に対して体重と体脂肪率のような形態的要因や、パワークリーンの1RM体重比のような体重あたりの下肢パワーが関与していることが明らかとなった。

V. 要 約

本研究は、バレーボール選手の方向転換動作を改善するための有効なトレーニング方法を探るための資料を得ることを目的とした。大学女子バレーボール選手23名を対象として、方向転換動作における下肢筋群の伸張-短縮サイクル (Stretch-Shortening Cycle) の機能を把握するためにリバウンドジャンプ指数 (RJ-index) を測定し、方向転換能力や形態及び体力との関連について検討を行い、次のような知見を得た。

1) 両足によるリバウンドジャンプ指数は 1.78 ± 0.38 であった。片足によるリバウンドジャンプ指数の両足の測定値に対する割合は、左が34.8%、右が40.0%であり、有意な左右差は認められなかった。

2) 両足と左右の片足によるリバウンドジャンプ指数は、いずれもセッターの平均値がアタッカー及びレシーバーよりも高い値を示す傾向がみられた。

3) 左足によるリバウンドジャンプ指数は、レギュラー群の方が非レギュラー群よりも有意に高い値を示した。

4) 両足によるリバウンドジャンプ指数と9 m 3往復走及び足タッチによるプロアジリティテストとの間に有意な相関が認められた。両足によるリバウンドジャンプ指数と反復横とび及び手タッチによるプロアジリティテストとの間には有意な相関は認められなかった。

5) 両足及び左右の片足によるリバウンドジャンプ指数と体重及び体脂肪率との間には有意な相関が認められた。

6) 両足によるリバウンドジャンプ指数とパワークリーンの1 RM 体重比との間には有意な相関が認められた。

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スポーツサポート研究会の蓮見香さん、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) 加賀谷善教，西蘭秀嗣，藤井康成：高校女子バスケットボール選手の股関節外転筋・後足部機能と Knee in および Hip out の関係について，体力科学，58，55-62，2009.
- 3) 笹木正悟，金子聡，福林徹：サッカー選手における後方への方向転換能力に関する研究，スポーツ科学研究，5，45-57，2008.
- 4) 深代千之：反動動作のバイオメカニクス：伸張-短縮サイクルにおける筋-腱複合体の動態，体育学研究，45，457-471，2000.
- 5) Bosco, C. and Komi, P. V. and Ito, A.: Prestretch potentiation of human skeletal muscle during ballistic movement, *Acta Physiol Scand.* 111, 135-140, 1981.
- 6) Bosco, C. and Komi, P. V.: Influence of counter-movement amplitude in potentiation of muscular performance, *Biomechanics VII-A*, 129-135, 1981.
- 7) Bosco, C. and Viitasalo, J. T.: Potentiation of myoelectric activity in human muscles in vertical jumps, *Electromyogr Clin Neurophysiol*, 22, 549-562, 1982.
- 8) 金高宏文：股関節伸筋群の伸張型 SSC 運動トレーニングが垂直跳パフォーマンスに及ぼす影響，スポーツトレーニング科学，7，16-24，2066.
- 9) 図子浩二：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.
- 10) 図子浩二，高松薫，古藤高良：各種スポーツ選手における下肢の筋力およびパワー発揮に関する特性，体育学研究，38，265-278，1993.
- 11) 図子浩二，高松薫：リバウンドドロップジャンプにおける踏切時間を短縮する要因-下肢の各関節の仕事と着地に対する予測に着目して-，体育学研究，40，29-39，1995.
- 12) 図子浩二，高松薫：パリストティックな伸張-短

- 縮サイクル運動の遂行能力を決定する要因—筋力および瞬発力に着目して—, 体力科学, 44, 147-154, 1995.
- 13) 関子浩二, 高松薫: リバウンドドロップジャンプにおける着地動作の違いが踏切中のパワーに及ぼす影響—膝関節角度に着目して—, 体力科学, 45, 209-218, 1996.
- 14) 遠藤俊典, 田内健二, 木越清信, 尾縣貢: リバウンドジャンプと垂直跳の遂行能力の発達に関する横断的研究, 体育学研究, 52, 149-159, 2007.
- 15) 岩竹淳, 山本正, 西蘭秀嗣, 川原繁樹, 北田耕司, 関子浩二: 思春期後期の生徒における加速および全力疾走能力と各種ジャンプ力および脚筋力との関係, 体育学研究, 53, 1-10, 2008.
- 16) 橋本輝, 前大純朗, 山本正嘉: 一過性の体幹スタビライゼーションエクササイズが垂直跳び, ドロップジャンプ, リバウンドジャンプのパフォーマンスに及ぼす影響, スポーツパフォーマンス研究, 3, 71-80, 2011.
- 17) Asumssen, E. and Boude-Peterson, F.: Storage of elastic energy in skeletal muscle in man. *Acta Physiol. Scand*, 91, 385-392, 1974.
- 18) 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.
- 19) 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, 大修館書店, 2007.
- 20) 真鍋政義: バレーボールのセッターのトス回しについてのゲーム分析的研究, 大阪体育大学修士論文要旨, 大阪体育大学紀要, 第37巻, 131, 2006.
- 21) 宮口宏, 高橋宏文: セッターのジャンプトスの動作変容に関する実践的研究, *バレーボール研究*, 9-1, 11-18, 2007.



競技スポーツ選手における“巧みさ”の 評価に関するバイオメカニクス的研究 —バスケットボールジャンプシュート動作の評価—

山田 洋 (体育学部体育学科) 長尾秀行 (東海大学大学院総合理工学研究科)
國友亮佑 (東海大学大学院体育学研究科) 小山孟志 (体育学部競技スポーツ学科)
宮崎彰吾 (体育学部体育学科) 小河原慶太 (体育学部体育学科)
陸川 章 (体育学部競技スポーツ学科)

Study of Biomechanics about Evaluation of “Skill” in a Competition Athlete
- Evaluation of Basketball Jump Shot Movement -

Hiroshi YAMADA,
Hideyuki NAGAO, Ryousuke KUNITOMO, Takeshi KOYAMA,
Shogo MIYAZAKI, Keita OGAWARA and Akira RIKUKAWA



Abstract

The purpose of this study is to examine “skill” in a competition athlete by technique of biomechanics. The subject was one experienced hand (A domestic top student basketball player), beginner one person (a physical education undergraduate without basketball experience). Their forms during jump shot were recorded by using four video cameras. A physical composition center of gravity, an angle / angular velocity of a lower leg joint were calculated by using three-dimensional DLT method. The amount of best jump at the time of jump shot was larger in an experienced hand in comparison than a beginner. The experienced hand released a ball at the best point in time of a jump. Each articular angular velocity maximum in superior limb and lower limb were larger in an experienced hand than in a beginner. The maximum of each arthrosis angle in an experienced hand developed in order of superior limb from lower limb. These meant “kinetic conduction”, and it was thought that it was a characteristic of “skill” of an experienced hand. These results suggest that kinematics data obtained from video camera are useful as the index of motor skills and coaching. (Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 19-25, 2012)

I. 緒 言

スポーツ基本法（平成23年法律第78号）（条

文）には、「スポーツ選手の不断の努力は、人間の可能性の極限を追求する有意義な営みであり、こうした努力に基づく国際競技大会における日本人選手の活躍は、国民に誇りと喜び、夢と感動を

与え、国民のスポーツへの関心を高めるものである。これらを通じて、スポーツは、我が国社会に活力を生み出し、国民経済の発展に広く寄与するものである。また、スポーツの国際的な交流や貢献が、国際相互理解を促進し、国際平和に大きく貢献するなど、スポーツは、我が国の国際的地位の向上にも極めて重要な役割を果たすものである¹⁾とある。社会情勢が世界的に不安定であり、国民全体がスポーツにさらなる力を求めている昨今、競技スポーツを支える「科学」の使命はますます重要であると思われる。

競技スポーツ選手の「動き」は美しく、巧みであるとよくいわれる。しかしながら、その「動き」を“美しさ”や“巧みさ”の観点から評価しようという試み、そしてそれを後生に残していこうという営みは、「強さ」・「速さ」等に着目した研究と比較すると数少なく、これからの体育・スポーツ科学における最重要研究課題のひとつであるといえる。

「巧みさ」や「スキル」に関する研究は、古くから行われており、急速随意運動に際し、運動のために生ずる筋活動電位に先行して出現する筋活動消失（動作前サイレントピリオド）とその機能的意義を分析する手法²⁾、各種時系列データのバラツキ（標準偏差）から再現性を調べる手法³⁾、投擲種目による的中率を調べる手法⁴⁾等が報告されている。このように「巧みさ」や「スキル」に関する研究は、様々な手法で行われているが、運動学的な観点から、マイネル⁵⁾は「巧みな運動では、それぞれの四肢や関節に明らかな順次性が認められる」と述べ、これを“運動伝導”と定義している。

このような経緯をふまえ、本研究の目的は、競技スポーツ選手における“巧みさ”を、バイオメカニクスの手法により定量化すること、および得られた知見のデータベース化とスポーツ現場へのフィードバックを検討することであった。今回は、マイネルの考えに従い、“運動伝導”の観点から、国内トップレベルのバスケットボール選手のジャンプシュート動作を対象として、測定・検

討を行った。

Ⅱ. 方 法

1. 被験者

被験者は健康な男性2名であった。そのうち一人は東海大学バスケットボール部に所属する選手（年齢21歳、身長184cm、体重82kg）であり、バスケットボール暦10年、学生日本代表選手のバスケットボールに習熟した熟練者であった。一方、もう一人は、バスケットボール競技暦を有していない体育学部学生（年齢22歳、身長172cm、体重67kg）であり、体育会硬式テニス部に所属し、バスケットボールは授業で実施する程度の未熟練者であった。測定は東海大学15号館共同実験室で実施した。選手およびコーチには予め実験の趣旨を十分に説明し、文書にて同意を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得た上で実施されたものである。

2. 運動課題・測定

被験者は全身タイツを着用し、身体測定点に反射マーカーを付けた。反射マーカーの貼付位置は阿江⁶⁾の方法に従った。デジタルビデオカメラ（EXILIM EX-F1、CASIO社製）を4台用いて撮影した（図1）。撮影条件は、300fps、シャッター速度1msであった。被験者にはフリースローラインからの2ポイントジャンプシュートを、各々の任意のシュートフォームで行わせた。また、被験者には本試技を行う前に十分に練習をさせ、本試技を行う際には、可能な限り普段通りにジャンプシュートを行う様に促した。

3. 解析

得られた映像データをオフラインで処理・解析した。映像解析処理ソフト（Frame DiasIV、DKH社製）を用いて、記録した3次元DLT法によりマーカーの3次元実空間位置座標を算出し

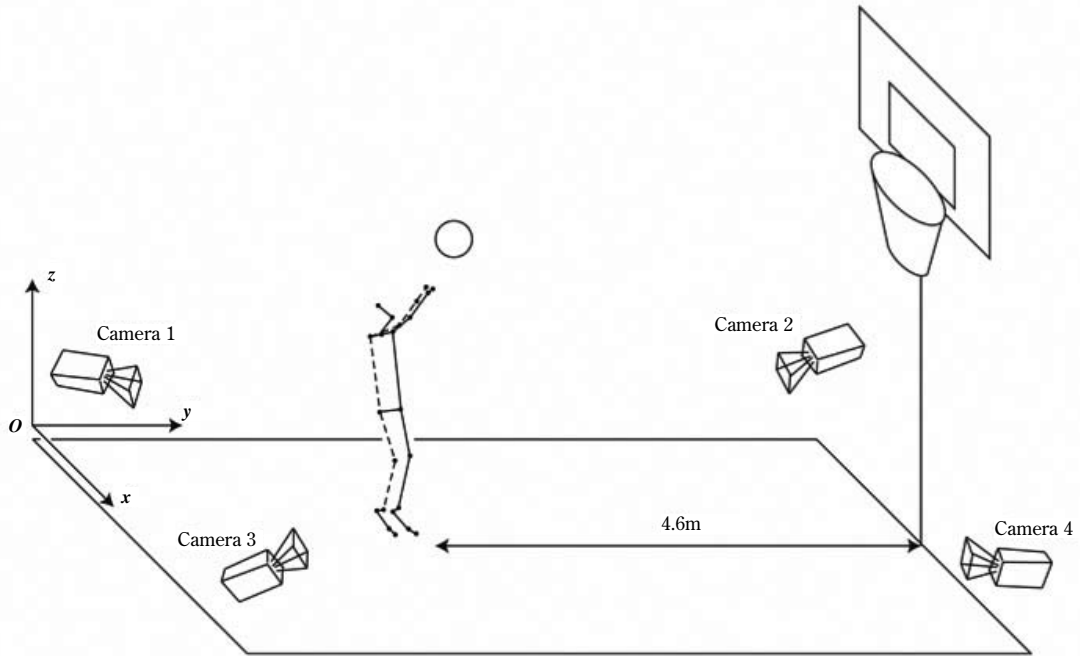


図1 測定風景
Fig. 1 Measurement conditions

た。算出した座標より、阿江⁶⁾の身体部分慣性係数を用いて身体合成重心の座標を算出した。また、足関節角度、膝関節角度、股関節角度、肩関節屈曲伸展角度（以下肩関節角度）、肘関節角度、および手関節掌屈背屈角度（以下手関節角度）を算出した。さらに関節角度より、各関節角速度を算出した。関節角速度は、伸展に対する値を正とした（手関節は掌屈を正とした）。なお、下肢の関節角度は左右の標点の座標から仮想の midpoint の座標をもとめ、それらを結んだベクトルより算出した（図2）。分析の対象は各被験者1試技であった。

解析範囲は、映像解析より算出した合成重心の鉛直成分より、その値が最小値を示した時点から、シュートを終えて着地するまでとした。上記の解析範囲で時間を規格化した（図3）。解析範囲内における、身体合成重心、各関節の角速度の変化様態を、熟練者と未熟練者間で定性的に比較・検討した。

Ⅲ. 結果および考察

1. ボールリリースのタイミング

図4は、熟練者および未熟練者のシュート時の合成重心鉛直方向変位を規格化時間（%）で表示している。熟練者は59%の時点で最高点0.53mに達し、ボールのリリースは63.3%の時点であった。それに対し、未熟練者は、63.1%の時点で最高点0.23mに達し、ボールのリリースは46.0%の時点であった。バスケットボールの指導書⁷⁾によれば、ジャンプシュートは「ジャンプをしてのシュートであり、ジャンプは高ければ高いほど、有利である。ディフェンスが接近している状態でも、相手とのジャンプ力に差があれば、空間（3次元）においてノーマーク状態になる」とされている。また、「ジャンプがほぼ頂点に達した時に、腕や肘の伸展と手首のスナップをきかせてシュートする」ともされている。今回、熟練者の最高到達点が高かったこと、および最高点付近でリリースしていたことは、これに合致しており、熟

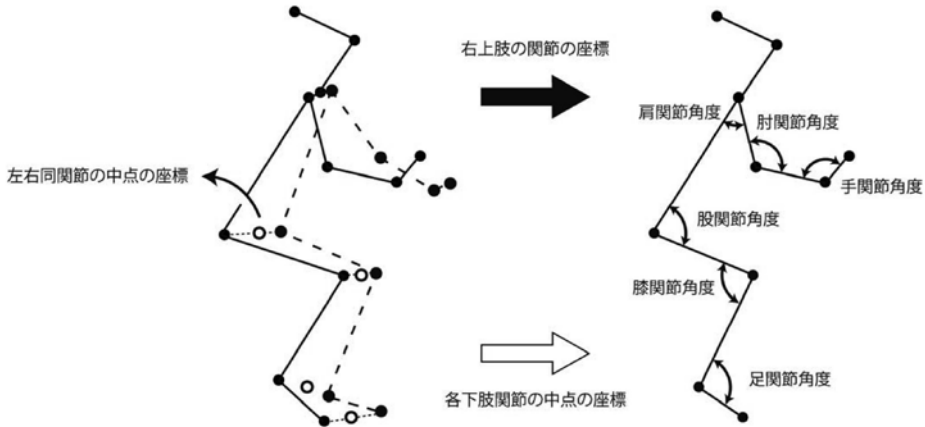


図2 関節角度定義
Fig. 2 Definition of joint angle

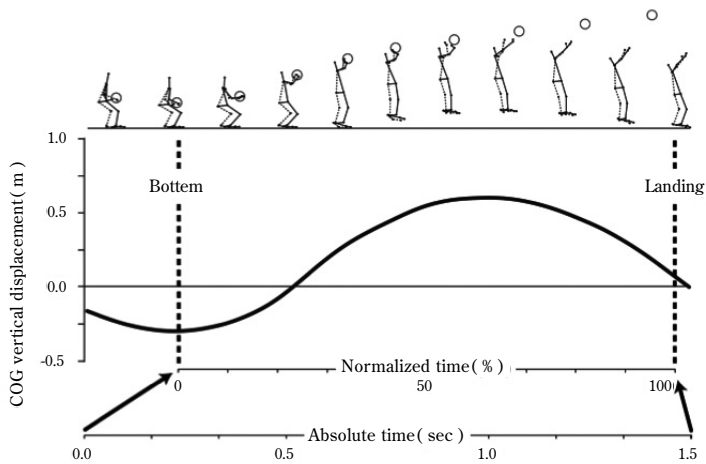


図3 シュート動作時の時間軸の規格化
Fig. 3 Time normalization during shot motion

練したジャンプシュートであった根拠のひとつであった。

2. 各関節の変化様態

図5にジャンプシュート時の各関節の各角度変化の時系列データを示した。全体を通じてみると、上段の熟練者の波形が、下段の未熟練者の波形と比較して、振幅が大きい様子がみてとれる。また、熟練者は、未熟練者としてリリース時点が遅い様子もわかる。図6にジャンプシュート時の各関節の角速度最大値を示した。肘関節を除く全ての関節において、熟練者が未熟練者よりも大きな値を示した。脚部（足・膝・股関節角度）にお

ける熟練者の角速度が未熟練者と比較して大きな値を示したことは、上述したジャンプ高の獲得に大きく貢献しており、熟練者の特徴のひとつであると考えられる。

図7にジャンプシュート時の各関節の角速度最大値の出現時点を示した。熟練者は、下肢関節における角速度最大値出現後に、上肢の関節角度最大値が出現しはじめ、最後に手関節のそれが出現した。しかし、未熟練者は、熟練者にみられた様な下肢から上肢への順次的な伝導は見取れない。この“運動伝導”に関してマイネル⁵⁾は、槍投げ・砲丸投げ・水泳を例として、「よい動きでは、胴体—大腿—下腿—足といった順次性が肉眼

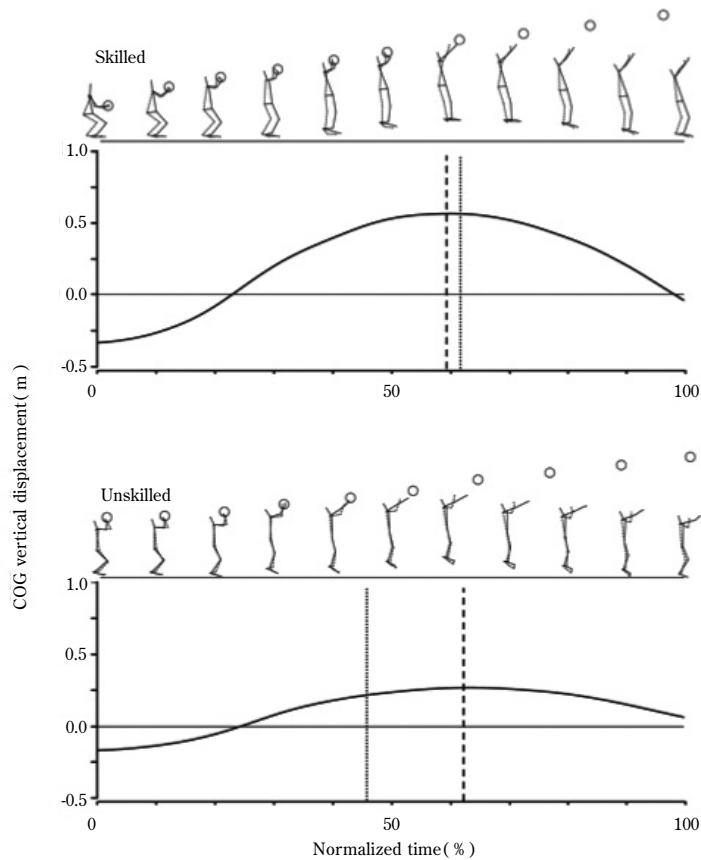


図4 身体合成重心の垂直変位、およびシュート時のリリースの時期。破線はそれぞれリリース、および最高点を示す。
 Fig. 4 Vertical displacement of COG, Release timing and Reaches highest point timing Dot line shows the timing of release, Dashed line shows the timing of highest point.

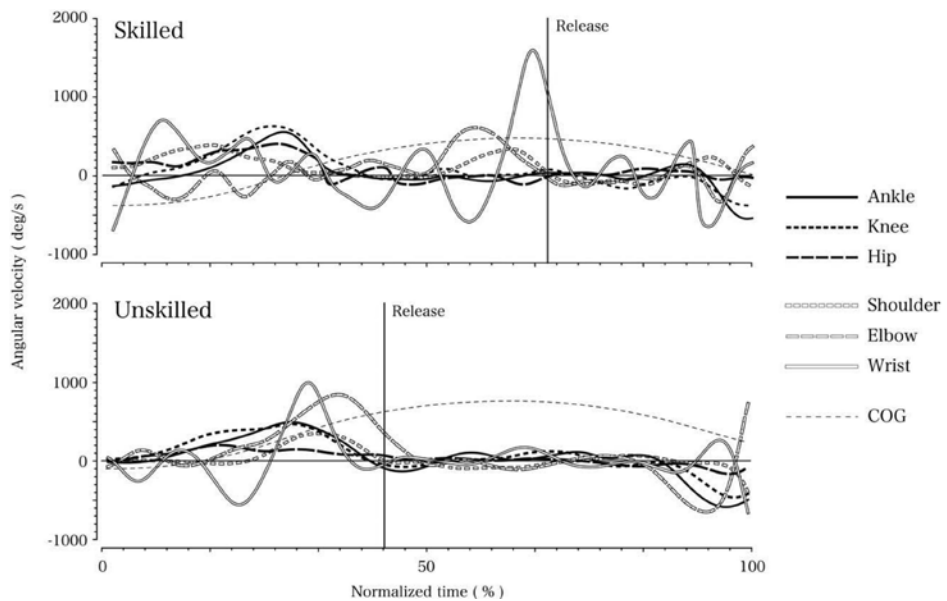


図5 関節角速度の変化。縦線はリリースを示す。
 Fig. 5 Change of joint angular velocity. The vertical line shows release timing.

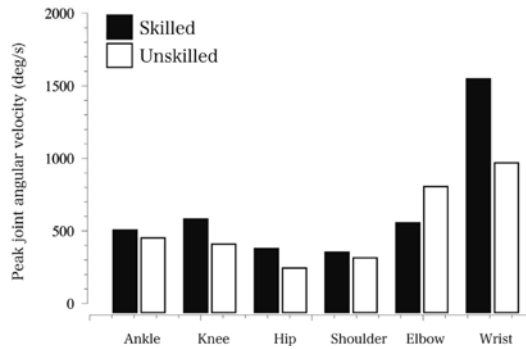


図6 各関節における関節角速度最大値
Fig. 6 Peak value of joint angular velocity

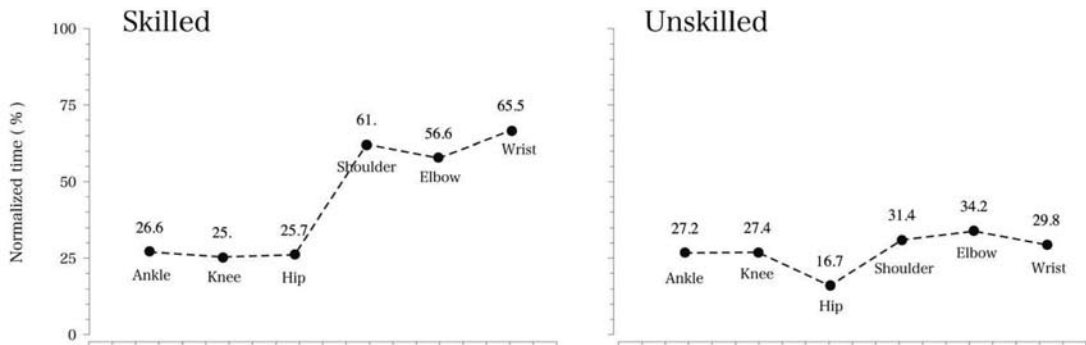


図7 各関節における角速度の最大値出現時点
Fig. 7 Timing of peak joint angular velocity appearance in normalized time

でも見る事ができ、ある部分から他の部分への運動伝導の印象は特に鮮やかである」と述べている。バスケットボールの研究において、陸川ら⁸⁾は、2次元映像解析を用いて大学バスケットボール選手のフリースロー動作時の「巧みさ」を調べ、フリースローが得意な選手はシュート時に、足関節→膝関節→股関節が、次いで肩関節→肘関節→手関節が順次性をもってタイミングよく伸展してボールをリリースすることを報告している。本研究は、ジャンプシュートを対象として同様の結果を得ることができ、熟練した選手の「巧みさ」の一部を評価できたと考える。

3. 今後のスキル研究について

先に述べたように、スポーツにおいて「巧みさ」は重要である。高等学校の教科書「保健体育」⁹⁾においても、熟練した動作の特徴について記載されており、熟練者プレイの特徴として、

1. 動作がスムーズでまとまっている、2. 動作がすばやい、3. 正確でタイミングがよい、4. できばえが安定している、の4点を挙げている。この「巧みさ」について、福永¹⁰⁾は、「テニスやサッカー等の球技スポーツを授業で指導する場合の興味を中心は、テニスやサッカーを上手になることである。ボールにラケットや足をフィットさせられるようになれば、授業が楽しくなり、スポーツをエンジョイすることが出来るようになる。いわゆるスキルの科学研究が要求されている」と述べている。このように、スキルの研究は、学校体育レベルにおいても、学術レベルにおいても最重要研究課題であるといえる。

繰り返しになるが、現代社会におけるスポーツの役割は極めて大きい。とりわけ、競技スポーツ選手の活躍は、日本全国民の興味・関心の的であることに間違いはない。それにも関わらず、スポーツ選手における動作の「巧みさ」に関して、バ

バイオメカニクスの手法により定量化を試みた研究はほとんどみられなかった。なぜならば、これまでのバイオメカニクスの研究分野においては、そのパフォーマンスを、いかに「速く」、「強く」、「長く」するかという点に焦点が当てられていたからである。これらを鑑みると、本研究の観点は、学術的にみて極めて新規性・独創性に富んでおり、学術的にも実践的にも大いに意義があるといえる。

本研究では、“運動伝導”の観点から、国内トップレベルのバスケットボール選手のジャンプシュート動作を対象として測定・検討を行い、一例ではあるが、競技スポーツ選手における“巧みさ”を、バイオメカニクスの手法により定量化することができた。今後、得られた知見のデータベース化、およびそのスポーツ現場へのフィードバックにより、現存の競技スポーツ選手のパフォーマンス向上にも直結するだけでなく、後生にむけての“ワザの伝承”にも繋がっていくであろうことが期待される。

IV. まとめ

本研究の目的は、競技スポーツ選手における“巧みさ”をバイオメカニクスの手法により評価することであった。バスケットボールのジャンプシュートを対象とした。被験者は、熟練者1名（バスケットボール選手）、未熟練者1名（バスケットボール経験のない体育学部学生）であった。ジャンプシュート時のフォームを4台のビデオカメラで撮影した。三次元DLT法を用いて、身体合成重心、下肢関節の角度・角速度を算出した。ジャンプシュート時の最高跳躍高は、未熟練者と比較して熟練者において大きかった。熟練者は、

最高到達点付近でリリースをしていた。下肢および上肢における各関節の角速度最大値は、未熟練者と比較して熟練者において大きかった。熟練者の各関節角度の最大値は、下肢から上肢の順序で出現した。これらは「運動の伝導」を意味しており、熟練者の“巧みさ”の特徴であると考えられた。これらの結果は、映像により取得されたkinematicsデータが、運動技能およびコーチングの評価指標として有用であることを示唆していた。

引用・参考文献

- 1) 文部科学省 HP：スポーツの振興，スポーツ基本法，スポーツ基本法（平成23年法律第78号）（条文），<http://www.mext.go.jp/>，2011.
- 2) 川登清典：身体運動における巧みさの科学，杏林書院，pp1，1982.
- 3) 村瀬豊，宮下充正：ボーリングのキネシオロジー，体育の科学，23，654-659，1973.
- 4) 大道等：動きを測る，大修館書店，pp139-192，1973.
- 5) Kurt Meinel，金子明友：スポーツ運動学，大修館書店，pp146-252，1981.
- 6) 阿江通良：日本人幼少年およびアスリートの身体部分慣性係数，Japanese Journal of Sports Sciences，15，155-162，1996.
- 7) 財団法人日本バスケットボール協会：バスケットボール指導教本，大修館書店，pp69，2006.
- 8) 陸川章，山田洋，加藤達郎，植村隆志：大学男子バスケットボール選手におけるフリースロー・シュート技能の評価，東海大学体育学部紀要，35，7-12，2005.
- 9) 高石昌弘他：運動技能の構造と運動の学び方，最新保健体育，50，大修館書店，pp125，2008.
- 10) 福永哲夫：身体教養の提案，東京大学教養学部報，454，pp2，2002.



バスケットボールの試合中における ジャンプの種別とその頻度

小山 孟志 (体育学部競技スポーツ学科) 陸川 章 (体育学部競技スポーツ学科)

山田 洋 (体育学部体育学科) 有賀 誠司 (スポーツ医科学研究所)

Different Types of Jumping Abilities during Basketball Games

Takeshi KOYAMA, Akira RIKUKAWA, Hiroshi YAMADA and Seiji ARUGA



Abstract

In this study, the subjects were collegiate basketball players. From the video of the game, the position of players that performed the jump, type of the jump, and the kind of play were investigated. The findings are as follows:

- 1) The frequency of the jump in one game was 29.4 ± 11.0 times. By each position, the most jumps were made by C, and ranked as follows; PF, SF, SG, PG.
- 2) The types of the jumps were the both leg jumps with run-up. It was recorded 14.5 ± 9.5 times, which was the most out of any types of the jumps. (49.4%).
- 3) The type of the play was the rebound. Most jumps were recorded during the rebound play, which recorded 9.3 ± 7.1 times (31.2%).

We were able to get the basic materials about jump. From the studies and the results, we were able to get the basic materials of the jumps, which we can advance in any related training. (Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 27-31, 2012)

I. 緒 言

近年、バスケットボールの技術や戦術は、飛躍的に高度化、専門化し、ますますスピード化している。そのため高度なパフォーマンスを実現するためには、その基礎となる身体を科学的な理論に基づいてトレーニングし、ゲームに必要となる能力を開発しなければならない¹⁾。

特に、バスケットボールは、高いジャンプ力を生かしたシュートやリバウンドがゲームを支配す

る¹⁾ことから、ポジションに関わらず、あらゆる体力要素の中でジャンプ力を高めることが必要であると考えられる。

スポーツ種目ごとの効果的なトレーニングの条件や指標を考える際には、実際の試合や練習を分析し、運動の種別や頻度を数量化することで競技特性を明らかにする必要がある。男子のバスケットボール選手を対象に、ジャンプの頻度を調査したこれまでの研究によると、McInnesら²⁾は1試合(12分×4クォーター)で 46 ± 12 回、Ben Abdelkrimら³⁾は、 44 ± 7 回であったと報告されてい

る。また、Narazakiら³⁾は、練習試合（5分×4クォーター）において、17±8回であったと報告されている。

しかし、いずれの研究結果についてもジャンプの種類やジャンプが出現するプレーの種類までは言及していないため、分析結果を実際のトレーニング現場で活用するまでには至らない。

そこで、本研究ではバスケットボールの試合映像からポジションごとに、ジャンプ頻度およびジャンプの種類、プレーの種類を調査し、トレーニング処方のための基礎的資料を得ることを目的とした。

Ⅱ. 方 法

1. 分析対象

分析対象とした選手は、20XX年全日本学生バスケットボール選手権大会決勝戦に出場した2チームの出場選手15名（平均身長187.6±9.0cm、平均体重86.5±9.6kg）であった。分析対象とした試合は、全日本学生バスケットボール選手権大会決勝戦および、関東大学バスケットボール1部リーグ戦における同対戦カード2試合の計3試合であった。

試合のビデオ撮影については予め大会主催団体に承諾を得るとともに、データ発表についての了解を得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認（承認番号11096）を得た上で実施されたものである。

2. 分析方法

試合映像をビデオカメラ（HDR-CX180、SONY社製）により撮影し、映像解析ソフト（Game Breaker、Sportstec社製）を用いてジャンプ映像を切り出した。切り出す映像は、ジャンプが出現した時点より前5秒から後ろ2秒の計7秒間とした。

切り出した映像は、選手のポジション毎に分類しジャンプの種類とプレーの種類をそれぞれ調査

した。ポジションは、ポイントガード（PG）、シューティングガード（SG）、スモールフォワード（SF）、パワーフォワード（PF）、センター（C）の5つに分類した。なお、選手が途中交代した場合にもそのまま交代した選手で分析を継続した。

ジャンプの種類は、以下の7種類に分類した。

- A. スタンディングジャンプ：助走なしのその場ジャンプ。
- B. スタンディングジャンプ（ジャンプシュート時）：ジャンプシュート時の助走なしのその場ジャンプ。
- C. 助走あり両足踏み切りジャンプ（ジャンプシュート時）：ジャンプシュート時の助走からの両足踏み切りのジャンプ。
- D. 助走あり両足踏み切りジャンプ：助走からの両足踏み切りジャンプ。
- E. ランニングジャンプ（左足踏み切り）：助走からの左足踏み切りジャンプ。
- F. ランニングジャンプ（右足踏み切り）：助走からの右足踏み切りジャンプ。
- G. 連続ジャンプ：一連の動きの中で、連続してジャンプを2回以上繰り返すジャンプ。

なお、この場合の「助走なし」とは、両足が床に接地している状態から股関節、膝関節、足関節の屈曲の後に両足同時に離地の場合のみとした。「助走あり」とはそれ以外の多くを指す。例えば、ピボット時のフリーフット（遊脚）を軸足へ引き寄せてからのジャンプ、もしくはその場で細かくステップを踏んでから跳び上がるジャンプも「助走あり」に分類した。

ジャンプ時のプレーの種類は、リバウンド、ジャンプシュート、シュートチェック（シュートブロック含む）、レイアップシュート（ダンクシュート含む）、パワープレー、その他（ジャンプパス、スティール、ルーズボール）の6種類に分類した。

映像の切り出しとジャンプおよびプレーの種別については、2名のバスケットボールを専門とする指導者が同時に行った。

3. 統計処理

分析結果は、ポジション別に分け、それぞれの平均値±標準偏差で示した。ポジション毎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。統計処理の有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

1. ポジション別ジャンプの頻度

一試合のジャンプの頻度はPGが17.0±1.5回、SGが21.7±9.7回、SFが32.5±6.9回、PFが36.5±7.8回、Cが39.5±6.3回であり、全体平均は29.4±11.0回であった(表1)。CおよびPFは、PG、SGよりもジャンプの頻度が有意に高く($p < 0.01$)、SFはPGよりも有意に高かった($p <$

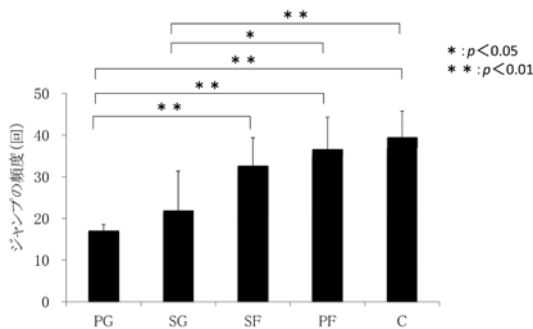


図1 ポジション別ジャンプの頻度
Fig. 1 Frequency of Jumps in each position

0.05) (図1)。

2. ジャンプの種類別頻度とその割合

一試合におけるジャンプの種類別頻度は、スタンディングジャンプが4.0±3.1回(13.5%)、スタンディングジャンプ(ジャンプシュート時)が0.9±1.4回(3.2%)、助走あり両足踏み切りジャンプ(ジャンプシュート時)が5.9±9.5回(19.9%)、助走あり両足踏み切りジャンプが14.5±9.5回(49.4%)、ランニングジャンプ左足踏み切りが2.6±3.8回(8.9%)、ランニングジャンプ右足踏み切りが0.9±1.1回(3.1%)、連続ジャンプが0.6±0.9回(2.0%)であった(表1、図2)。

3. プレーの種類別ジャンプ頻度とその割合

一試合におけるプレーの種類別ジャンプ頻度は、リバウンドが9.3±7.1回(31.2%)、ジャンプ

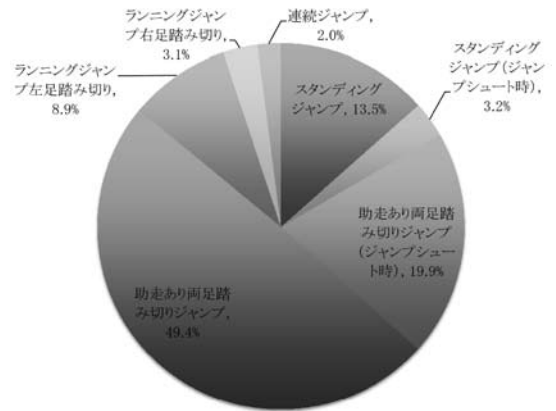


図2 ジャンプの種類別の割合
Fig. 2 Percentage of different types of Jumps

表1 一試合におけるジャンプの種類別頻度(回)
Table 1 The frequency of different types of jumping skills in 1 game [rep]

	PG	SG	SF	PF	C	全体
スタンディングジャンプ	1.7±1.2	0.3±0.5	4.8±1.5	5.5±1.0	7.5±3.0	4.0±3.1
スタンディングジャンプ(ジャンプシュート時)	2.3±2.4	0.5±0.8	0.7±1.0	0.7±1.0	0.5±0.5	0.9±1.4
助走あり両足踏み切りジャンプ(ジャンプシュート時)	3.8±1.7	9.0±4.8	8.3±2.1	5.2±4.2	3.0±1.7	5.9±3.8
助走あり両足踏み切りジャンプ	4.5±2.4	6.2±4.3	14.5±6.3	22.8±4.9	24.7±5.3	14.5±9.5
ランニングジャンプ左足踏み切り	3.8±1.9	4.0±7.9	2.7±2.2	1.2±1.8	1.5±1.4	2.6±3.8
ランニングジャンプ右足踏み切り	0.8±1.0	1.3±1.5	1.2±1.2	0.2±0.4	1.0±0.9	0.9±1.1
連続ジャンプ	0.0±0.0	0.3±0.5	0.3±0.8	1.0±1.3	1.3±1.0	0.6±0.9
合計	17.0±1.5	21.7±9.7	32.5±6.9	36.5±7.8	39.5±6.3	29.4±11.0

シュートが 7.3 ± 3.9 回 (24.4%)、シュートチェック(シュートブロック含む)が 5.2 ± 3.9 回(17.4%)、レイアップシュートが 5.1 ± 3.2 回 (17.1%)、パワープレーが 0.9 ± 1.5 回 (3.1%)、その他が 2.0 ± 1.9 回 (6.8%) であった (表2、図3)。

IV. 考 察

一試合のジャンプの頻度は 29.4 ± 11.0 回であった。先行研究^{2, 3, 4)}を本研究対象の試合時間(10分×4クォーター)に換算すると34~38回程度であったのに対し、本研究結果は、やや低い傾向であった。ポジション別に見ると、Cが一番高く 39.5 ± 6.3 回、次いでPF、SF、SG、PGの順であった(図1)。

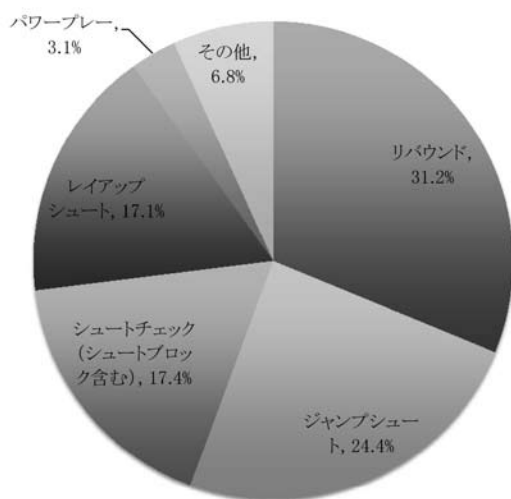


図3 プレーの種類の割合
Fig. 3 Percentage of different types of the plays

表2 一試合におけるプレーの種類別ジャンプ頻度 (回)
Table 2 The frequency of different kinds of the plays with jumps in 1 game [rep]

	PG	SG	SF	PF	C	全体
リバウンド	4.0 ± 1.9	1.8 ± 1.2	7.5 ± 2.2	16.8 ± 4.8	16.5 ± 5.1	9.3 ± 7.1
ジャンプシュート	6.3 ± 2.9	11.7 ± 2.0	9.2 ± 2.0	5.8 ± 4.8	3.5 ± 1.4	7.3 ± 3.9
シュートチェック (シュートブロック含む)	1.8 ± 0.8	2.8 ± 2.9	5.2 ± 4.4	6.5 ± 1.5	9.7 ± 3.2	5.2 ± 3.9
レイアップシュート	2.8 ± 1.6	2.7 ± 3.3	7.8 ± 2.3	5.0 ± 2.4	7.2 ± 2.6	5.1 ± 3.2
パワープレー	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.4	2.0 ± 1.8	2.5 ± 1.4	0.9 ± 1.5
その他	2.0 ± 0.9	2.7 ± 2.2	2.8 ± 2.9	1.3 ± 0.8	1.3 ± 2.0	2.0 ± 1.9

ジャンプの種類別頻度を見ると、「助走あり両足踏み切りジャンプ」が最も高く 14.5 ± 9.5 回であり、ジャンプ全体の約半数(49.4%)を占めた(表1)。さらに、踏み切り足に着目して分類すると、両足踏み切りのジャンプ(スタンディングジャンプ、ジャンプシュート時のスタンディングジャンプおよび助走あり両足踏み切りジャンプ、助走あり両足踏み切りジャンプの合計)の割合は全体の約85%を占めることがわかった。

ポジション別にジャンプの種類とプレーの種類の割合を見ると、PG、SGは、ランニングジャンプの割合が他のポジションに比べ高い傾向であった。これは、ポジション特性としてゴールから離れた位置からゴール下へ移動するプレー(レイアップシュートや飛び込みリバウンド)の割合が多いためであると考えられる。一方ゴールに近いエリアでのプレーが多いPF、Cは、助走あり両足踏み切りジャンプの割合が高い傾向であり、この多くがリバウンド時のジャンプであった。このようにポジションによってジャンプの種類やジャンプが出現するプレーの種類が異なる傾向があることがわかった。

トレーニング現場においては、ジャンプ力の指標として各種ジャンプの最高到達点が一つの指標になる。例えば、Cでランニングジャンプの到達点は高いが、両足踏み切りジャンプは到達点が低い選手がいた場合に、リバウンド時の両足踏み切りジャンプが多用されるポジションであることを踏まえて強化する必要があると考えられる。このように、本研究の結果から得られたジャンプについてのポジション特性(ジャンプの種類や頻度、

ジャンプが出現するプレーの種類)を考慮した上で、トレーニング処方をするとう率的であると考えられる。

V. 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、試合映像からジャンプをした選手のポジション、ジャンプの種類、プレーの種類をそれぞれ調査し、次のような知見を得た。

- 1) 一試合のジャンプの頻度は 29.4 ± 11.0 回であり、ポジション別に見るとCが最も多く、次いでPF、SF、SG、PGの順であった。
- 2) ジャンプの種類では、助走あり両足踏み切りジャンプが最も多く 14.5 ± 9.5 回であり、ジャンプ全体の約半数(49.4%)を占めた。
- 3) プレーの種類では、リバウンド時のジャン

プが最も多く 9.3 ± 7.1 回(31.2%)であった。

本研究では、上記の結果からジャンプについてトレーニング処方のための基礎的資料を得ることができた。

参考文献

- 1) 日本バスケットボール協会. バスケットボール指導教本. 大修館書店.
- 2) McInnes, S.E., Carlson, J.S., Jones, C.J., McKenna, M.J. The physiological load imposed on basketball players during competition. *Journal of Sports Sciences*. 13, 387-397. 1995.
- 3) Ben Abdelkrim, N.B., El Fazaa, S., El Ati. Time-motion analysis and physiological data of elite under-19-year-old basketball players during competition. *J.British Journal of Sports Medicine*.41, 69-75. 2007.
- 4) Narazaki.K, Berg.K, Stergiou,N, Chen, B. Physiological demands of competitive basketball. *Scand J Med Sci Sports*. 19(3)425-432, 2009.



ハンドボール競技における戦術的行動の 実態に関する評価 —フェイントに着目して—

栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)

An Evaluation of an Actual Condition of Tactical Movements in Handball
— A Practical Use of a Feint Movement —

Masamichi KURIYAMA



Abstract

The purpose of this study was to research the actual condition of tactical movement, especially practical use of a feint, in order to consider a better game construction. A feint has been considered as a basic element of tactical and/or technical standpoint. However, it has not been declared the actual condition of practical use of a feint. On the other hand, many precede researches showed the effective way of moving of a feint. It is obvious having ideas of better use method of feint is to develop handball game, because a feint has become more important element of a handball game.

Conclusion of this study as follows.

1. An actual condition of practical use of feint has been different among teams.
2. It can be seen that a game performance is influenced by a practical use of a feint.
3. It is effective to consider a better condition of the practical use method of a feint tactically.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 33-38, 2012)

I. 緒 言

ハンドボール競技におけるパフォーマンスを決する要因として、戦術的能力は極めて重要な位置づけがなされている。松脂の使用などにより、ボールの操作性が容易であることや、ボールを保持しながら動ける歩数が多いことは、ハンドボール競技における技術の幅の拡大につながっているが、幅広い技術が故に、それぞれの状況におけ

る、技術の選択に関する判断、またはそれらを遂行する能力は、極めて重要である。

例えば、防御プレイヤーがゴールに近い位置でポジションをとる場合、攻撃側の選択肢は、防御の前からロングシュートを狙う選択肢がとられることが妥当であろうし、防御者間の間隔が広ければ、突破を試みるのが妥当といえる。このように、ハンドボール競技では、絶えず状況に応じてプレーを選択することが求められ、その判断能力がパフォーマンス能力を決することは、まぎれも

ない事実である。

相手を欺瞞する動作から突破を試みることを指す“フェイント”は、ハンドボール競技において頻繁に見られる技術であり、より良い得点シーンを確保するための、重要な戦術的選択肢の一つである。フェイントに優れたプレーヤーは、チーム戦術の中で、あるいは個人の戦術の中で、防御を突破し、より多くの有利な得点シーンを創り出すことができる。韓国は、1988年のソウルオリンピックにて、女子代表チームが世界を制し、男子代表チームが準優勝に輝いたが、その戦術的な特徴として、精度の高いフェイントの多用が注目を浴びた。近年は、全世界のあらゆるカテゴリーのゲームにおいて、フェイントを見ないゲームはない。フェイントは一般的かつ需要の高い技術であり、したがってフェイント動作の習熟は、ハンドボール競技者のトレーニングにおいて、一般的にも重要視されている。

前述した理由から、フェイントの種類や、フェイントの動作効率について言及した先行研究¹⁻³⁾は散見される。しかしながら、フェイントが使われるべき場面に関する考察や、フェイントの使われる実態に関する調査は見られない。

フェイントの出現に関する調査を実施することは、ハンドボール競技におけるフェイント技術への依存度を明らかにすることに繋がり、フェイントを使うべき機会の検討や、その際の有効なフェイント動作の仕方について検討する、基礎的資料となり得ることが考えられる。

II. 研究目的

ハンドボール競技におけるフェイント出現の実態を調査し、フェイントへの依存度、フェイントのゲームへの貢献を明らかにすることで、より有効なフェイントの活用について検討する一資料とすることを、本研究の目的とした。

III. 研究方法

ハンドボール競技の公式戦映像より、フェイントの出現数を調査し、得られたデータの検討より、考察を展開した。

1. 調査対象

東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て、調査対象を選定した。

2012年度関東学生ハンドボール秋季リーグ女子一部、全8チームによって行われた全28試合より、ゾーン防御システムである6-0防御システムに対峙する各チーム1試合、のべ8ゲームを抜粋し、調査の対象とした。

2. 調査項目

フェイント動作を、“1対1状況において、防御プレーヤーを欺瞞し、突破を試みる一連の動作”と定義し、セット攻撃局面における出現と成否について、以下の通り調査した。なお、セット攻撃局面とは、ボール所有権獲得から得点・ミス・オフフェンスファウルによる所有権の喪失までの攻撃機会の中で、相手防側コートにおいて、ポジションを固定してから始める局面を指した。したがって速攻による攻撃やスローオフ直後の速攻は調査の対象外とした。

1) フェイントの出現

フェイントの出現について、以下の図1に示す分類で、それぞれの状況における出現回数をカウントした。分類の定義は、攻撃のきっかけ (Opening) を目的として、初期的なポジションにおけるフェイント、同じ目的で用いられるが、初期的なポ

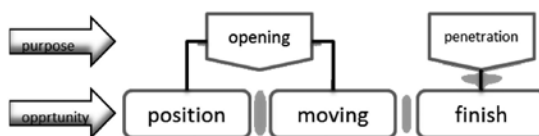


図1 フェイント分類
Fig. 1 Classification of feint

ジションから移動した後に試みられるフェイント、さらに防御ラインの突破 (penetration) を目的とし、攻撃のフィニッシュに用いられるフェイントに分類した。

2) フェイントの成否

それぞれのフェイントについて、その成否についてカウントした。なお、フェイントの成功の評価として、フェイントした攻撃プレーヤーをマークする防御をかわし、マークされない状態になり、シュートが放てたか、もしくは味方にパスを展開できたこととした。

3) フェイントの出現頻度

フェイントの出現頻度を評価するため、以下の式で算出した値を“フェイント出現指数”とし、各チームのものを求めた。フェイント出現指数 = フェイント出現回数 / セット攻撃回数

4) フェイントの成功率

フェイント成功回数をフェイント出現回数で除したものをフェイントの成功率とし、チームごとのものを算出した。

5) パフォーマンス結果の評価

フェイントの出現及びフェイント成功率が、ゲームに及ぼす影響を検討するために、以下のパフォーマンス結果を調査した。

(1) 順位

チームパフォーマンスレベルの総合的な評価として、調査対象とした2011年度関東学生ハンドボールリーグ秋季リーグ女子一部の順位を調査した。

(2) 攻撃成功率

セット攻撃による得点をセット攻撃回数で除したものを攻撃成功率とし、チームごとのものを算出した。

(3) ミス出現率

シュートに至らずにボール所有権を失った攻撃をミスとし、セット攻撃局面におけるミス数をセ

ット攻撃回数で除したものをミス出現率として、チームごとのものを算出した。

3. 統計処理

フェイント出現についてチーム間の相違を評価するために、一元配置の分散分析を用い、統計学的処理を行った。

IV. 結 果

1. フェイントの出現

1) フェイントの出現数

図2に状況別のフェイントの出現数について示した。なお、フェイントは、図1の定義にしたがい、フェイント機会の別に、きっかけ目的段階における“position”“moving”、突破目的段階における“finish”に分類した。

図2より、フェイントの活用形態は、チーム間で多様な相違があることがうかがえる。また、チーム名AからHの順で、秋季リーグの順位を表しているが、順位と出現数の間に、関係性は認められなかった。

2) フェイントの出現頻度

図3にフェイントの出現頻度を示した。なお、出現頻度とは、一回のセット攻撃における、フェイントの出現した平均値を示している。

図2同様、チームAからHの順で、秋季リーグの順位を表しているが、順位と出現頻度に関係

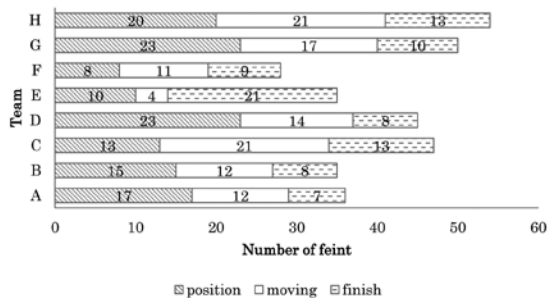


図2 フェイントの出現数
Fig. 2 Appearance of feint

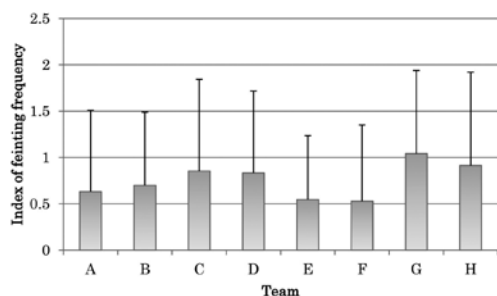


図3 フェイントの出現頻度
Fig. 3 Frequency of feint

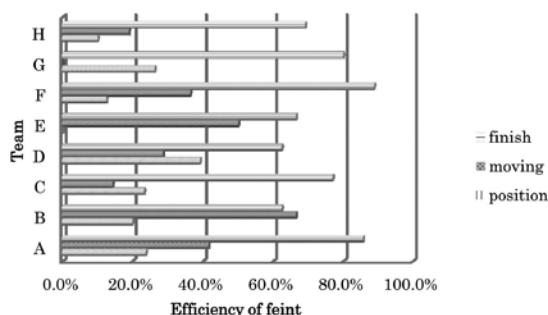


図4 フェイントの成功率
Fig. 4 Efficiency of feint

性は見られなかった。また、チーム間に出現頻度の違いは見られるものの、統計学的有意差は認められなかった。

2. フェイントの成否

図4に状況別のフェイントの成否について示した。

8チーム中7チームにおいて、finishにおけるフェイントの成功確率が最も高い値を示した。すなわち攻撃の完了にフェイントを選択することが、成功確率を高めることを示唆している。

また、finishにおいてフェイントが使われた場合の全チームのフェイント成功確率の平均と標準偏差は $74.1 \pm 10.3\%$ であり、攻撃のきっかけとしてポジションが変化しない段階でフェイントをした場合 (position) が、 $19.3 \pm 11.8\%$ 、同じく攻撃のきっかけとしてポジションを移動してからフェイントをした場合 (moving) で、 $32.1 \pm 21.2\%$ となった。

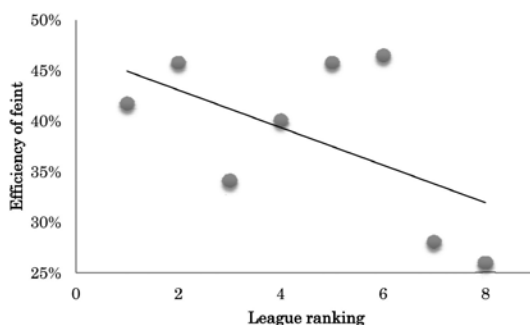


図5 フェイント成功率とリーグ順位の関係
Fig. 5 Relationship between feinting efficiency and ranking of the league

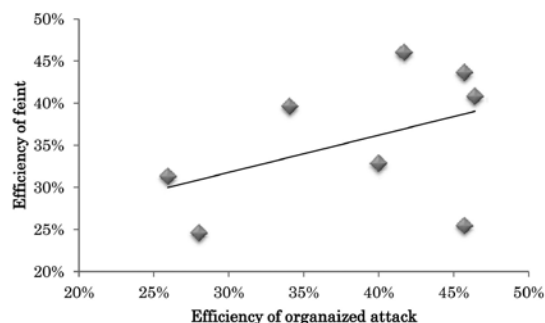


図6 フェイント成功率とセット攻撃成功率の関係
Fig. 6 Relationship between feinting efficiency and efficiency of organized attack

3. フェイントの出現及び成功率とパフォーマンスの関係

図5に、フェイントの成功率と順位との関係性を示した。相関係数は -0.56 であり、中位の負の相関を示した。

図6は、フェイントの成功率とセット攻撃の成功率を示した。相関係数は 0.44 となり、中位の正の相関を示した。

これらから、フェイントの成功率が緩やかながら、ゲーム全体のパフォーマンス結果に影響を及ぼしていることがうかがえる。

さらに、図1に示したフェイントの種別には、突破目的段階のフェイント (finish) では、出現率とセット攻撃成功率の間に、 $r=0.48$ と中位の正の相関がみられ、フェイント成功率とセット攻撃成功率との間に、 $r=0.43$ と中位の正の相関が見られた。

図7は、きっかけ目的段階のフェイント (position

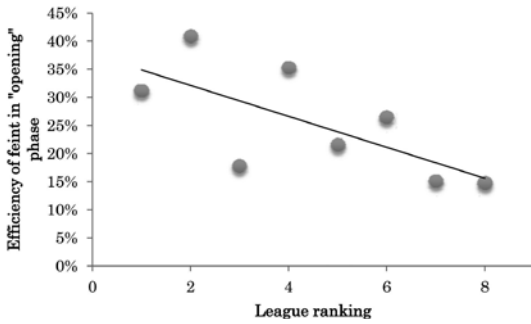


図7 攻撃きっかけ段階のフェイント成功率とリーグ順位の関係
Fig. 7 Relationship between feinting efficiency in the "opening" phase and ranking of the league

+moving) の成功率と、順位の関係を示した。r = -0.69と高い負の相関が見られ、攻撃を優位に展開するきっかけとして、フェイントを有効に使うことは、ゲームパフォーマンスの結果に影響を及ぼす可能性があることを示した。

セット攻撃におけるミス出現率とパフォーマンスの関係においては、顕著な相関が見られなかった。

V. 考 察

1. フェイント出現傾向の実態に関して

ハンドボール競技において頻繁に使われるフェイントについて、大西⁴⁾は攻撃の個人的技術であるとし、Ioan Kunst⁵⁾やZoltan Marczinka⁶⁾は重要かつ基本となる個人戦術であると述べている。またIoan Kunst⁵⁾は「フェイントの乱用は、ゲームの流動性を損なうひとつの要因である」と言及している。これは、適宜、状況に応じてフェイントを試行すべきであることを示唆しているが、一般的にも同様に解釈されている。しかしながら、フェイントの試行される実態についての調査は見られない。

本研究の調査では、チームによってフェイントの活用形態が大きく異なることが明らかになった。今回は大学の女子チームのみを調査対象とし、同じ防御システムに対峙する8チーム各1試合からデータを得たが、それぞれの局面にての出

現数は大きく異なっていた。各チームは、それぞれに異なる攻撃のコンセプトや、ゲーム像を抱えていることが推測できるため、フェイントが試行される局面の出現数にも相違があることは十分に考えられる。しかしながら、本調査結果による、チームによって極めて大きな相違を示す活用傾向が示唆することは、近現代のハンドボールの競技場面では、フェイントを活用すべき局面について、未整備の状態であることも考えられる。

図2のフェイント出現頻度の比較より、1回のセット攻撃における出現頻度は、各チーム間に相違が見られはしたが、フェイントを活用する機会は、活用頻度の少ないチームにおいても、セット攻撃2回のうち、1回はフェイントを活用することが示された。実態として、これほどまでに多用されるフェイントは、活用される場面について十分検討すべきことが、競技力の改善につながる可能性が考えられる。

2. フェイントの成功の環境要因に関する検討

図4に、フェイントの成否と活用される局面との関係を示した。各チーム“finish”の局面で活用されるフェイントが、成功率が高いことが明らかになった。しかしながら、図1に示したように、必ずしも“finish”の局面にフェイントが多用されていないことがうかがえる。“finish”の局面であっても、フェイントを活用することが、必ずしも得点シーンに結びつく最良の選択肢で無いことは考えられるが、フェイント成功率の極めて局面を有するチームにおいても、図1にあるように“finish”以外の局面で、フェイントを多用していることは、フェイントを活用すべき状況の整理が不十分であることが考えられる。

3. フェイントの状況別の成功率とパフォーマンスの関係について

図5、図6より、フェイントの成功率と、ゲームにおけるパフォーマンス結果に相関がある可能性があることが示唆された。ここから、活用される頻度の高いフェイントが精度高く施行されるべ

きであることがうかがえるが、そのためには、前述したようにフェイントを活用すべきシーンの整理が不可欠であることが考えられる。

図7では、フェイント成功率の低い、きっかけ目的の局面におけるフェイント成功率とパフォーマンスの間に相関が見られることを示している。フェイントを攻撃のきっかけとして活用する場合、必ずしも成功率が高くないという結果と、その局面でのフェイントの活用状況が悪いほど、パフォーマンスに悪影響を及ぼしているといった実態から、きっかけ目的の局面における、フェイントの活用形態を整備すべきことで、パフォーマンス改善に良い影響を及ぼす可能性があることが推察できる。

図4は、“position”におけるフェイントが、成功率を低いことを示しており、この状況でのフェイントを回避することが提案でき、図7の示すように、この状況におけるフェイント成功率がパフォーマンス結果に影響することから、フェイントをかけるべき条件を整理すべきことが提案できる。“moving”におけるフェイントは、“position”におけるフェイントほど、成功率は低いもの、高い成功率とは言えない実態であることから、“position”におけるフェイントの活用条件と同様、十分に検討されることが、ゲームパフォーマンスへの好影響を促進することにつながると考えられる。

VI. まとめ

フェイントの動作に関する解析や、有効な行動パターンに関する考察が有益であることは、疑う余地はない。しかしながら、本研究における調査や考察が示すように、フェイントを活用する条件を検討することが、ゲームパフォーマンスの改善につながることも、同様に重要であることと考えられる。

本研究では、限られた調査対象から考察を進めたが、あらゆるカテゴリーにおいて、同様の調査及び研究がなされることは、極めて意義の高いことと思われ、今後の課題としたい。

参考・引用文献

- 1) 加古川己由紀, ハンドボール選手のフェイント動作に関する研究, 豊田工業高等専門学校研究紀要, 第28号, pp143-148, 1995.
- 2) 池田修, ハンドボールのフェイント動作に関する運動学的研究, 日本体育学会大会号, 第27号, pp484, 1976.
- 3) 大西武三, 江田昌佑, 水上一, 河村レイ子, ハンドボール競技における1対1の突破に関する研究, 日本体育学会大会号, 第33号, pp616, 1982.
- 4) 大西武三, ハンドボール指導教本, 大修館書店, pp54-55, 1996.
- 5) Ioan kunst, ハンドボールの技術と戦術, ベースボール・マガジン社, pp151-152, 1981.
- 6) Zoltan Marczinka, PLAYING HANDBALL, TRIO BUDAPEST, pp113-122, 1993.



熟練者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの投動作比較

草苺有里恵 (東海大学大学院体育学研究科) 田中沙織 (東海大学大学院体育学研究科)

齋藤亜里穂 (東海大学大学院体育学研究科) 栗山雅倫 (体育学部競技スポーツ学科)

平岡秀雄 (スポーツ医科学研究所研究員)

A Comparison of Throwing Movement between Softball and Handball by an Expert

Yurie KUSAKARI, Saori TANAKA, Asaho SAITO, Masamichi KURIYAMA and Hideo HIRAOKA



Abstract

The purpose of this study was to show clearly what kind of difference is seen how an overhand throw changes with movement experience, and by changing a ball.

Subjects are five female softball players (the height of 158.4 ± 4.2 cm, the weight of 55.4 ± 2.3 kg, athletic career 11.0 ± 1.9 years, throwing right-handed), and five female handball players (the height of 161.8 ± 2.3 cm, the weight of 59.8 ± 3.0 kg, athletic career 6.4 ± 2.9 years, throwing right-handed).

The softball throw and the handball throw were made to perform to a subject, and driving distance was measured.

Results of this study were follows.

- 1) The usage of the elbow is different according to the movement experience.
- 2) The influence appears in the form when the load of the ball is increased.
- 3) A big difference is not seen in the form when a load of a ball is lightened.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 39-44, 2012)

I. 緒 言

球技における投動作は、ボールの飛距離や速度、さらには目的とする場所に確実に投げることができるといったような正確性が重要視され、それらのパフォーマンス向上のための筋力発揮の仕方や効率の良いフォーム等が頻繁に検討されている。

投動作と筋力に関する研究は多く存在し、ボール初速度の高い者、遠投飛距離の高い者は筋力やパワーが優れていることが多いと報告されている¹⁻³⁾。しかし、杉森⁴⁾らはボールの重量が軽くなるにしたがい、ボール初速度は体力以外の他の要因も強く影響する可能性があるとして述べている。

また、Nelson⁵⁾らは、投動作の習熟度は学習経験量に強く影響されると報告しており、このことから運動経験による違いが投動作のパフォーマンス

スに大きく関わってくると考えられる。また、笹倉⁶⁾らは、ボールの大きさ・質量が投動作の習熟度に影響を及ぼすと報告している。

このことから、ボールの条件が変化することによって投動作が変化し、また運動経験の違いによって投動作に差異が見られるということが推察される。

Ⅱ. 目 的

本研究では、投動作において一般的に用いられるオーバーハンドスローが運動経験によってどのように変化するか、また、オーバーハンドスローを主とする専門種目の相違が、用いるボールを変化させることによって、どのような差異が見られるかを明らかにすることを目的とした。

Ⅲ. 研究方法

1. 被験者

東海大学「人を対象とする研究」倫理委員会の承認を得て、被験者を選定した。

関東学生ソフトボールリーグ1部に所属するT大学女子ソフトボール部員5名(身長158.4±4.2cm、体重55.4±2.3kg、競技歴11.0±1.9年、右投げ)と、関東学生ハンドボールリーグ1部に所属するT大学女子ハンドボール部員5名(身長161.8±2.3cm、体重59.8±3.0kg、競技歴6.4±2.9

年、右投げ)を被験者とし、実験を行った。いずれの対象にも実験の趣旨を伝え、同意を得た上で実験に参加してもらった。

2. 実験の設定

図1のように縦4m(X方向)×横3m(Y方向)×高さ2m(Z方向)のエリアを設定し、X方向に向かって全力で出来るだけ遠くにボールを投げるよう指示し、それぞれ2回ずつ試技を行った。試技には、日本ソフトボール協会検定の3号ボール、周囲30.4±0.3cm、重量187.8±10.6g(以下、「ソフトボール投げ」とする)と日本ハンドボール協会検定の2号ボール、周囲55±1cm、重量350±25g(以下、「ハンドボール投げ」とする)を使用し、各試技ごとに遠投飛距離を計測した。

試技中の投動作を2台のハイスピードカメラ(CASIO EXILIM 60fps, 1/240)により、側方から同時に撮影した。またX方向と垂直になる位置にもう1台ビデオカメラ(CASIO EXILIM 60fps)を設置し、印象分析用として撮影を行った。

3. データ分析

各被験者、ソフトボール投げ・ハンドボール投げ、各2回ずつの試技から、それぞれ遠投飛距離の良かった試技を分析対象として抽出した。

実験により得られた映像は、株式会社ダートフィッシュ・ジャパンのダートフィッシュを用いて映像を重ね合わせ、繰り返し観察し、印象分析を

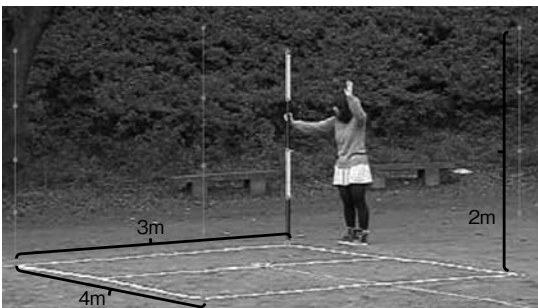


図1 実験図
Fig. 1 Experiment Setting



図2 ダートフィッシュを用いた映像
Fig. 2 Picture image of the dartfish

行った。(図2)

また株式会社ディケイエイチ製のFrame-DIAS IVを用い、三次元DLT法にて、三次元データに変換した。

4. 肘角度の設定

図3のように右肩-右肘、右肘-右手首を結びその間のなす角を肘角度と設定する。

IV. 結 果

1. 印象分析

ダートフィッシュを用いた分析(図4)より、ソフトボール競技者のソフトボール投げ・ハンドボール投げでは、ボールの軌跡において顕著な差異が見られたが、ハンドボール競技者においての双方の投動作では、大きな差は見られなかった。(図5・6)



図3 肘角度
Fig. 3 Elbow angle



図4 ダートフィッシュ画像によるソフトボール競技者(左)、ハンドボール競技者(右)
Fig. 4 Dartfish picture of softball player (left) and handball player (right)

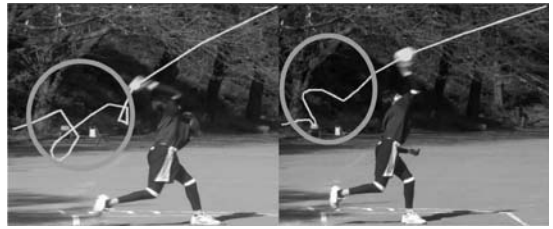


図5 ソフトボール競技者のソフトボール投げ(左)・ハンドボール投げ(右)のボールの軌跡
Fig. 5 Trajectory of the ball in softball and handball throwing by a softball player



図6 ハンドボール競技者のソフトボール投げ(左)・ハンドボール投げ(右)のボールの軌跡
Fig. 6 Trajectory of the ball in softball and handball throwing by a handball player

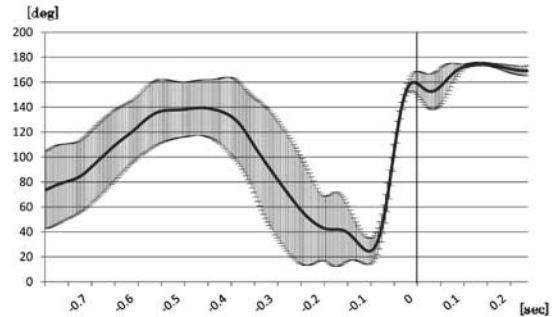


図7 ソフトボール競技者のソフトボール投げによる肘角度平均
Fig. 7 Average elbow angle curve of softball throwing by softball players

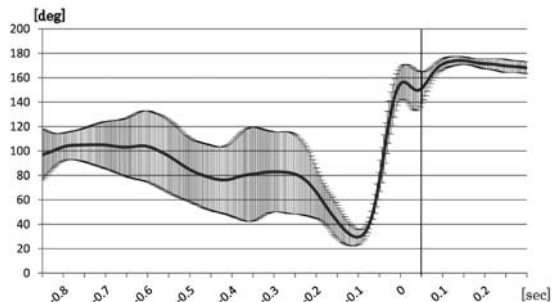


図8 ソフトボール競技者のハンドボール投げによる肘角度平均
Fig. 8 Average elbow angle curve of handball throwing by softball players

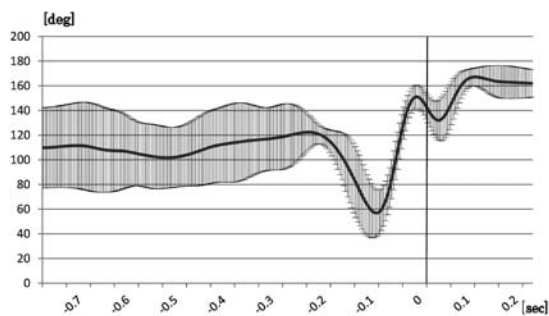


図9 ハンドボール競技者のソフトボール投げによる肘角度
Fig. 9 Average elbow angle curve of softball throwing by handball players

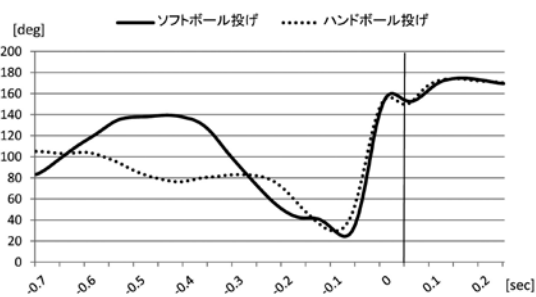


図11 ソフトボール競技者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの平均値比較
Fig. 11 Comparison of average elbow angle curve between 2 types of throwing by softball players

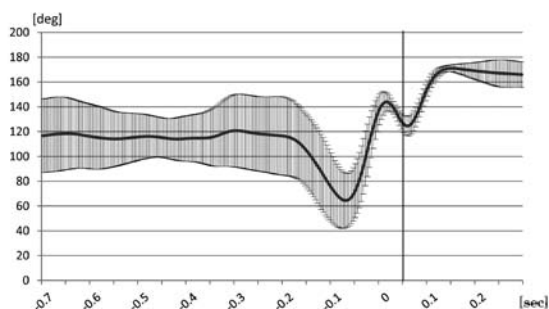


図10 ハンドボール競技者のハンドボール投げによる肘角度
Fig. 10 Average elbow angle curve of handball throwing by handball players

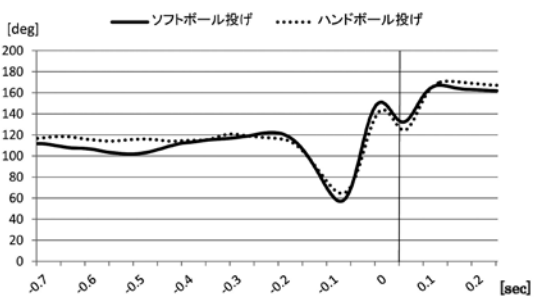


図12 ハンドボール競技者によるソフトボール投げ・ハンドボール投げの平均値比較
Fig. 12 Comparison of average elbow angle curve between 2 types of throwing by handball players

2. 3次元データ解析

1) 肘角度の平均による比較

図7～10は専門競技ごとに平均値と標準偏差を算出し、示した図である。両者ともテイクバック時には、ばらつきが見られた。しかし、体幹の捻りによって、肩・肘が前方に引き出される辺りから、ばらつきが減少し、リリースの直前まで全員ほぼ同様の肘角度で投球していることがわかる。

2) 肘角度の平均比較

図11、12は運動経験ごとにソフトボール投げ・ハンドボール投げの平均値を比較したものである。ハンドボール競技者はボールの違いによって、肘角度に大きな差は見られなかったが、ソフトボール競技者はテイクバック時に大きな肘角度の変化が見られた。

V. 考 察

1. 印象分析から見た投動作の相違

ソフトボール競技者における、ソフトボール投げとハンドボール投げを比較したところ、ソフトボール投げと比較して、ハンドボール投げのテイクバックの腕の動きが小さい傾向が見られ、また、手のひらを上に向けてバックスイングする傾向がみられた。(図5)

このような傾向がみられた要因として、ボールの大きさ及び質量が影響していると考えられる。ソフトボール投げでは、ボールが小さく、握りやすいため、操作しやすいと考えられる。一方、ハンドボール投げでは、ボールが大きく、しっかりと握ることが容易ではないため、ソフトボールと比べて、操作しにくいと考えられる。そのため、ソフトボール競技者は、ハンドボールをしっかりと

と握り込むことができず、ボールを落とさないようにするために、手のひらを上に向け、その上にボールを乗せるようなかたちで、テイクバック動作を行っているのではないかと考えられる。また、マイネル⁷⁾は運動伝導を関節の運動の順次性ととらえている。ソフトボール投げでは、テイクバック時に胴体から腕へ力を上手く伝導することができたが、ハンドボール投げではボールの大きさ及び質量の負荷が増加したため、ソフトボール投げ同様の運動伝導を起こせなかったと考えられる。

次に、ハンドボール競技者における、ソフトボール投げとハンドボール投げを比較したところ、テイクバックの腕の動きに大きな差異はみられず、両動作ともに、ボールをしっかりと握り、手の甲を上に向けてテイクバック動作を行なう傾向がみられた。(図6) これは、先に述べてあるように、ハンドボールと比較してソフトボールは操作しやすいと考えられ、ボールの負荷が軽減したため、ハンドボール競技者はハンドボール投げと同様の動作で、ソフトボールを投げることができたと考えられる。

投動作の特徴としては、ソフトボール競技者のソフトボール投げでは肘を柔軟に使い、テイクバックで作られる力の“タメ”を肘を支点として作る傾向が見られた。しかしハンドボール競技者は、テイクバック動作開始時から肘を固定して、ほぼ腕を伸ばしきった状態でテイクバックを行なっている動きが見られた。このことから、ハンドボール競技者は、肩を支点として力の“タメ”を生み出し投動作を行っていると考えられる。

以上のことより、ソフトボール競技者は肘を、ハンドボール競技者は肩を支点として投球している可能性が示唆された。

2. 肘角度から見た運動経験の相違

印象分析により、テイクバック動作の右腕の使い方に相違がみられ、その中でも特に肘角度の変化に特徴があることがわかった。そこで、ソフトボール競技者とハンドボール競技者の右腕の肘角

度を比較したところ、図7～10より、主要局面であるボールをリリースする前の体幹の捻りによって肩・肘が前方に引き出される辺りから、全員同じような肘角度で投球していることが認められ、特にソフトボール競技者のソフトボール投げで最も顕著に示された。また、ソフトボール競技者のハンドボール投げ、ハンドボール競技者のソフトボール投げ・ハンドボール投げでも同様の傾向が見られたことから、準備局面であるテイクバック時にはそれぞれの投球フォームにより、リズムやタイミングの取り方によって、それぞれ肘角度は異なるが、体幹の捻りによって肩・肘が前方に引き出される辺りから、ボールをリリースした辺りまでは同様の肘角度で投球していることが示唆される。

また、図11、12に示す専門競技ごとに肘角度の比較により、ソフトボール競技者はソフトボール投げ・ハンドボール投げにおいて、準備局面であるテイクバック時に差が見られたが、ハンドボール競技者においては、ソフトボール投げ・ハンドボール投げでテイクバック時の肘角度に差はあまり見られなかった。

ソフトボール競技者は普段扱っているソフトボールより重く、周囲の大きいハンドボールに対し、負荷が増加したため、ボールに合った投げ方に適応されたと考えられる。一方でハンドボール競技者は、普段扱っているハンドボールよりソフトボールは軽く、握りやすいことから、負荷が軽減したため、普段と同様のフォームで投げることが出来たと推察される。そのため、ソフトボール投げ・ハンドボール投げの肘角度に差が見られなかったと考えられる。

競技者において、普段扱っているボールより負荷が増加したものに対しては、ボールに合ったフォームに適應されるが、負荷が軽減された場合では、運動経験による動作の刷り込みによって、本来のフォームと変わらず投げる可能性があることが、今回の結果から示唆された。

しかし笹倉⁵⁾らは、ハンドボール競技者がハンドボールより小さいボールを使用した際の投動作

について、ボールを完全に握れるため手首が固定されてしまい前腕・手首のスナップがボールに生かされないと述べている。今回の実験において手首について触れていないため、今後ソフトボール競技者・ハンドボール競技者の手首スナップ動作において、比較検討する必要があると考える。また、今後サンプル数を増やすことにより、有意な関連が認められる可能性が高いと思われる。

3. 投動作における習熟性

運動の習熟性について、金子・朝岡⁸⁾らは、人間の意識的な運動行動の中で著しく自動化されて遂行される運動要素と位置付けており、また、自動化については、習熟の高まりとともに注意を向けなくても合目的的に展開するようになることと定義している。

今回の実験において、ソフトボール競技者のほうが競技経験も長いため、投動作の習熟性は自動化されていたにも関わらず、ハンドボール競技者に比べ、より相違が見られた。考察1、2で行った比較検討より、投動作の習熟性は、これまでの運動経験だけではなく、使用するボールの種類も大きく影響するということが示唆された。しかし、ハンドボール競技者は、ボールが変化したにも関わらず、フォームに大きな差異は見られなかった。このことから、投動作の習熟性は、用いるボールの負荷が増加するか軽減するかに、大きく影響されると推察された。

今回の実験ではソフトボール競技者がより操作しやすいボールを用いた場合と、ハンドボール競技者がより操作しにくいボールを用いた場合の実験を行っていないため、今後、先に述べた2つの

パターンを含めた実験を行うことが必要であると考える。

参考・引用文献

- 1) 北川勇喜, 荒川清美, 藤原佑, 広田公一, 浅見俊雄, 青山昌二, 戸苅晴彦, 渡辺慶寿: ハンドボールの投力に関する研究, 体育学研究, 15(5), 211, 1971.
- 2) 高木公三郎, 熊本水頼, 大島要: 捻転力について, (第2報), 体育学研究, (4)1, 1959.
- 3) Pedegana LR, Elsner RC, Roberts D, Lang J and Farrell V: The relationship of upper extremity strength to throwing speed. Am J Sports Med(10), 352-354, 1982.
- 4) 杉森弘幸, 山本佳代, 今井一, 松岡敏男, 川岸興志男, 篠田昭八郎: 大学生の投動作に関する一考察(1) —一般女子学生のソフトボール投げとハンドボール投げについて—岐阜大学教養部研究報告第33号, 1996.
- 5) Neldon, J.K., Thomas, J.R., Nelson, K.R. and Abraham, P.C.: Gender differences in children's throwing performance. Biology and environment, Res. Quart. Exerc. Sports (57), 280-287, 1986.
- 6) 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, 1990-04.
- 7) クルト・マイネル, 金子明友訳: スポーツ運動学, 大修館書店, 190-212, 1981.
- 8) 金子明友・朝岡正雄編著: 運動学講義, 大修館書店, 261, 272, 1990.
- 9) 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.

トランクカール時の上体の捻りが 体幹筋活動量に及ぼす影響

内山秀一 (体育学部体育学科) 棗 寿喜 (スポーツバイオメカニクス研究室員)

遠藤慎也 (大学院体育学研究科)

Effects of Upper-body Twisting on Abdominal Muscle Activity
during Trunk Curl Exercise.

Shuichi UCHIYAMA, Toshiharu NATSUME and Shinnya ENDO

Abstract

The purpose of this study was to investigate the effects of upper-body twisting on abdominal muscles during trunk curl exercise.

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 sec. Three different twisting directions of the upward phase on trunk curl were carried out: 1) straight (ST), 2) leftward twist (LT) and 3) rightward twist (RT) with straight arm front of the body.

Kinematics was obtained with an angle sensor on the right-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 (RMS) was calculated for a 1 sec interval in the middle of the upward phases in % of the RMS in an isometric maximal voluntary straight trunk curl in a supine position (MVC).

The overall range of relative EMG-levels was 27-63% MVC. IO showed approximately 20% higher activation on RT, and OE was activated by twisting on both sides. RA showed no significant difference by upward directions.

As expected, the modification of twisting direction caused an increase in activation of OI and OE. 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. 24, 45-49, 2012)

I. 緒 言

運動時には、体幹の各筋が複合的に働き、ヒトの動きや動作を支えている。腹部や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^{1,2)}。また、腰痛に対する対処方法としても、シットアップやトランクカールなどのいわゆる腹筋運動が推奨されている³⁾。

これまで各種体幹筋トレーニング時の筋活動が報告されている。中でもシットアップは、股関節

の屈曲により上体を持ち上げる運動であり、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、股関節の大きな屈曲を伴わなくとも、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)}。

トランクカール時の主働筋は、腹部の体幹筋である腹横筋(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) である⁵⁾。トランクカール時の各体幹筋の活動を捉えようとする際には、各筋から筋電図を導出する必要がある。このうち TrA と OI は深層筋であり、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.⁶⁾ や Marshall et al.⁷⁾ 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おり、体幹部深層筋の活動量を捉えるのに有効である。

実際に行われているトランクカールでは、左右へ捻りながら行う、あるいは腕の使い方や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⁸⁾。我々は、トランクカール時の腕の位置について、腕を「胸の前で組む」あるいは「前方に伸ばす」のに比べ、「頭の後ろで組む」ことで、筋活動量が高まることを報告した⁹⁾。本研究では、側方へ捻りながらトランクカールを行った際の腹部の体幹筋の活動について、表面筋電図法により明らかにすることから、より高い体幹筋の筋活動を得る方法を模索することを目的とした。

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 ± 3.2 cm、体重 70.3 ± 5.4 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。なお、本研究は東海大学「人を対象とした研究に関する倫理委員会」の承認を得て行った。

2. トランクカールと捻り

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、腕を伸ばした状態から、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回行うこととした^{2,8)}。

各条件は、まっすぐに上体を持ち上げるトランクカール(ST)、開始時より体幹を左方へ捻りながら屈曲し、両腕が左ひざの外側に出るように上体を持ち上げる(LT)、同様に右方に捻る(RT)の3条件とした。各条件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、右側の内腹斜筋(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、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、OEでは臍から右側約15cm外側、RAでは臍面を避け臍から右側約2cm外側とした^{7,10)}。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⁵⁾。

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

得られた表面筋電図波形より、Chart5, ver.5.5.6（AD Instruments 社製）を用い、被験者ごとに各試技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、各被験者には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 RMS を算出し、3回の平均値を算出した¹⁰⁾。

各条件の筋活動量は、被験者ごとに MVC 時の

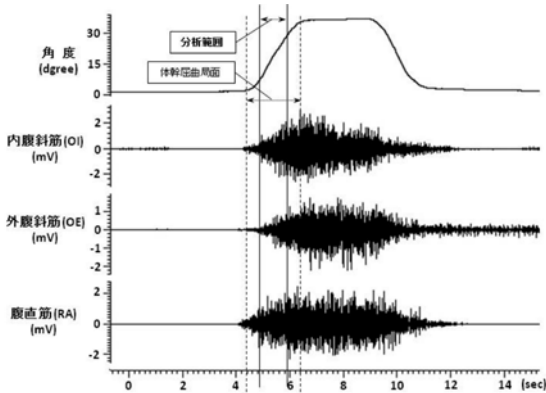


図1 トランクカール1回の記録典型例と分析範囲
Fig. 1 Typical recording of one repetition trunk-curl exercise and the analysis phase.

筋放電量の平均値を100%とした時の各条件の平均値との相対値（% MVC）を算出し、その平均値で示した。

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（捻る方向）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 の筋活動量は全体で約27%~63%であった。特に RA では OI、OE に比較して高い活動量を示した。

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39.9±24.3% MVC、LTでは38.0±18.2% MVC、RTで63.9±22.2% MVC の活動量を示し、RT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（図3）については、STで27.5±14.2% MVC、LTでは46.7±26.0% MVC、RTで46.6±30.1% MVC の活動量を示し、LTとRTでSTに比較して有意に高い活動量が示

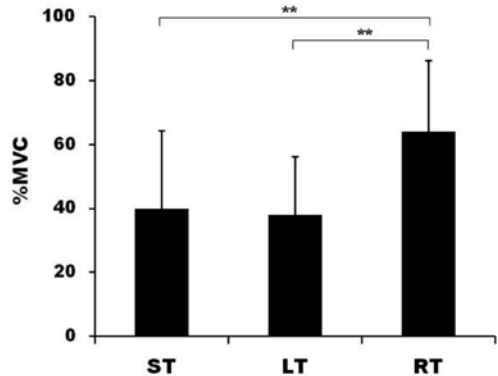


図2 上体の捻りによる内腹斜筋（OI）の筋活動量
(* $p<0.05$, ** $p<0.01$, $n=10$)
Fig. 2 Oblique internus (OI) muscle activities (right-side) of three twisting directions (ST: straight up, LT: left twisting and RT: right twisting). ** $p<0.01$, $n=10$.

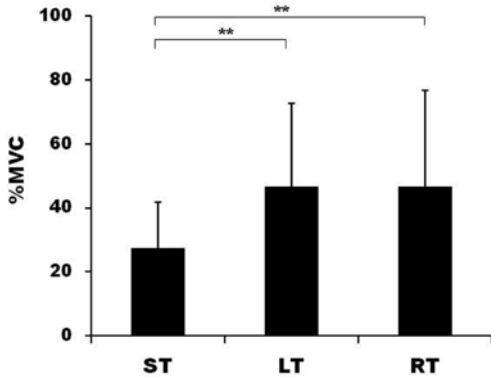


図3 上体の捻りによる外腹斜筋 (OE) の筋活動量 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$)
 Fig. 3 Obliquus externus (OE) muscle activities (right-side) of three twisting directions (ST: straight up, LT: left twisting and RT: right twisting). ** $p < 0.01$, $n = 10$.

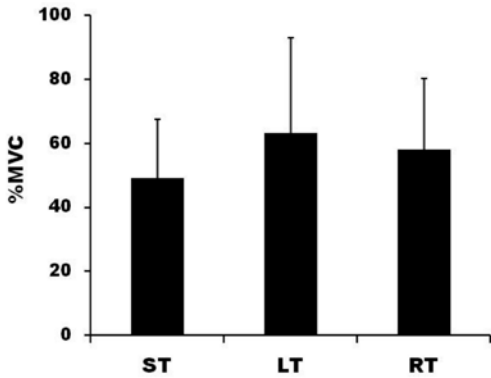


図4 上体の捻りによる腹直筋 (RA) の筋活動量 (* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, $n = 10$)
 Fig. 4 Rectus abdominis (RA) muscle activities (right-side) of three twisting directions (ST: straight up, LT: left twisting and RT: right twisting). No significance showed in three directions ($n = 10$).

された ($p < 0.01$)。

図4には、各条件によるRAの筋放電量を示した。STでは $49.1 \pm 18.5\%$ MVC、LTでは $63.3 \pm 29.8\%$ MVC、RTで $58.0 \pm 22.2\%$ MVCの活動量を示し、各条件間に有意な差異は認められなかった。

IV. 考 察

本研究では、トランクカールにおいて、体幹筋

群のより高い筋活動を得る方法を模索する目的で、上体の捻りに着目し、表面電極法を用いて検証した。

体幹を捻りながらトランクカールを行うことで、OIとOEの筋活動量が変化した。OIは、肋骨と腸骨稜に付着しており、体幹の回旋運動(捻り)や側屈においてOEと対称的で顕著な筋活動が認められる⁵⁾。本研究においても、筋電図導出用電極を添付した際、被験者には体幹を左右に捻らせそれぞれの筋活動が対称的となることを確認している。内腹斜筋(OI)の筋活動について右捻り(RT)において有意に高値を示し、左捻り(LT)ではSTとの差異が認められなかったことは、被験筋が右側であったことから、右内腹斜筋(OI)の機能が反映されたものであると考えられた。

一方、OEではSTに比較してLTとRTで有意に高い筋活動量が認められた。OEの機能からすれば、OIとは対称的にLTで顕著に高い放電量を示すこと⁵⁾が予想されたが、RTでも高い筋活動量が認められた。このことは、トランクカール中の腕の位置と捻り動作に関係しているかもしれない。すなわち、腕を伸ばし捻りながらトランクカールを行い、伸ばした両腕を捻った側の膝の外側で保持する際には、同側のOEも収縮させ肋骨や肩が下垂しないように保持する必要があったことが原因ではないかと考えられる。これまでの先行研究における捻りを伴うトランクカールやシットアップでは、手を後頭部で組み肩を捻る側に開くような、いわゆる上体の回旋を生じるような運動であり、捻りを伴う運動では、OEとOIは対称的な活動を呈している。本研究で認められた右捻り(RT)での外腹斜筋(OE)の高い筋活動量には、試技の方法、特に腕の位置が関与したものと推察された。

さらに、RAでは、各条件間に顕著な差異は認められなかった。RAは、肋軟骨と恥骨に付着しており¹⁰⁾、その機能から捻りに関与する可能性は少ない。しかし、本研究においては、捻りを伴ったLR、RTにおいてもSTと同程度の筋活動量が

認められたことから、捻りを入れることは腹直筋 (RA) の筋活動量を低下させずに腹斜筋 (OI や OE) の筋活動量を上昇させることが可能となる合理的な方法であると考えられる。

さらに、Vera-Garcia F. J. et al.¹¹⁾ 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⁹⁾、できるだけ早く捻ることでより高い筋活動量が得られる可能性もある。

このように、トランクカールを行う際に、左右の捻りを入れることで、OI、OE、RA の機能に則した筋活動量を高められる効果的な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、トランクカール時の上体の捻りが体幹筋群の活動量に及ぼす影響を明らかにすることを目的とした。

被験者は、健康な成人男性10名であり、膝を曲げ仰向けの状態からのトランクカールを行わせた。運動の速度はメトロノームに合わせ約2秒で上げて、約2秒で下すものとした。トランクカール時に上体を捻る3つの方向は1) まっすぐ (ST)、2) 左に捻る (LT)、3) 右に捻る (RT) とした。上体の側面に角度センサを添付してキネマティクスデータを得た。表面筋電図は、アクティブ電極を使用し、右側の腹横筋-内腹斜筋 (OI)、外腹斜筋 (OE)、腹直筋 (RA) より得た。筋放電量は、最大随意収縮時を100%とした時の相対値で示した。全体の活動量は27-63%の範囲であった。OI では右に捻る時に約20%高い活動量が認められ、OE では捻ることにより筋の活動が亢進された。RA では、捻りによる顕著な差異は認められなかった。このように上体を捻ることはOI や OE の筋活動量を上昇させることが期待される。これらの視点は、体幹筋群のトレーニング効果を説明する上でのガイドラインを示すものである。

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) 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.
- 6) McGill S., Jucker 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.
- 7) 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.
- 8) Konrad P., Schmitz K. and Dennert A. (2001) Neuromuscular evaluation of trunk-training exercises. *J Athletic Training*, 36(2): 109-118.
- 9) 内山秀一 (2010) 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. *東海大学スポーツ医科学雑誌*, 第23号: 21-25.
- 10) 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.
- 11) 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.



柔道選手の足趾筋力について

行成沙織 (東海大学大学院体育学研究科) 山田 洋 (体育学部体育学科)
小河原慶太 (体育学部体育学科) 白瀬英春 (体育学部体育学科武道学科)
中西英敏 (体育学部武道学科) 藤井壮浩 (体育学部競技スポーツ学科)

Toe Grasping Strength of Judo Players

Saori YUKINARI, Hiroshi YAMADA, Keita OGAWARA, Hideharu SHIRASE,
Hidetoshi NAKANISHI and Masahiro FUJII



Abstract

The purpose of this study was to investigate the toe grasping strength of female judo players and female sports players wearing shoes. There are few studies regarding toe grasping strength.

Subjects were 20 female judo players, 23 female volleyball players, and 6 women who don't always exercise. Squat 1RM and weight, excluding body fat, were measured, and toe grasping strength was measured using a toe grasping strength measure. The average squat 1RM for female judo players was significantly higher than female volleyball players. The average toe grasping strength for female judo players was significantly higher than female volleyball players.

These results suggest that characteristics of the sport of judo affects toe grasping strength.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 51-55, 2012)

I. はじめに

三谷¹⁾ は直立二足歩行を行う人間にとって、足部の機能は重要であり、足趾の把握力が平行機能に重要な役割を果たすと述べている。足は本来、二足歩行における地面からの反力を連鎖伝導するとともに、地面の状況変化に応じた姿勢制御の感覚情報を収集する器官である。人間にとって地面と唯一接地しているのは足部であり、また足底部は唯一の支持面でもある。しかし、服部²⁾ は靴を履く現代の生活習慣のために、足部のいくつかの筋群は積極的に作用する機会を失っていることを

指摘している。裸足生活の減少、利便性の高い生活など、様々な要因から現代人の足部機能は低下していると考えられる。

吉田ら³⁾ は「足部機能の低下傾向は例外なくアスリートにもみられ、傷害予防だけでなくパフォーマンス向上の観点からも、アスリートにとって足部機能の強化は重要かつ不可欠な要素である」と報告している。競技スポーツにおいてはジャンプ動作、地面を蹴る動作、相手の攻撃に耐える動作など、足部の機能が求められる場面は競技によって様々である。足部の機能には体を支える、姿勢を保持する、地面を蹴るなどが挙げられるが、中でも足趾は体の末端部分であり、微細なコント

ロールが可能であるため、これらの機能と深く関係していると考えられる。

競技スポーツは靴を履いて行う競技が多く見られるが、靴を履くことで足趾の動きが制限され、それに伴い足趾が発揮する力も制限される可能性がある。一方裸足で行う競技である柔道は足趾を自由に動かすことができ、足趾の力発揮が十分に可能である。また柔道は相手に技をかける際、かけられる際に踏ん張る動作が多く見られ、その際に足趾の力を発揮していると考えられる。これらのことから、柔道選手は、靴を履いて行う他の競技の選手と比べ、足部とりわけ足趾の機能が優れている可能性がある。足趾に関する研究報告は幼児や高齢者を対象としたものが多く、柔道を専門とする者の足趾筋力についての報告は少ない。そこで本研究は、柔道選手と靴を履いて行う競技の選手の足趾筋力を測定、比較を行い、柔道選手の足趾筋力の特性について知見を得ることを目的とした。

II. 方 法

1. 被験者

被験者は女子柔道選手20名、靴を履いて行う競技である女子バレーボール選手23名とした。どちらも大学トップクラスの競技成績を保持するチームに所属する選手を選出した。コントロール群として日常的に運動を行っていない女性（以下、一般女性）6名の測定も行った。被験者の身体特徴を表1に示した。なお、被験者は下肢に傷害のない者を選出した。被験者には測定の内容を説明し、十分な理解の上で同意を得た。全ての測定は

2011年11月に行った。

2. 身体組成及びスクワット最大挙上重量

被験者の身体組成を比較するために体重及び体脂肪をタニタ体組成計インピーダンス法により測定した。また、体脂肪率より脂肪量を算出し、体重から脂肪量を差し引いた値を除脂肪体重として算出した。

下肢の筋力を比較するため、スクワット最大挙上重量（以下、1RM）の測定を行った。スクワット1RMはバーベルの中央部を肩に乗せ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所までしゃがみ、直立姿勢まで立ち上がる動作が遂行できたバーベルの最大挙上重量を1RM測定値とした。しゃがむ深さが規定に達しなかった場合、もしくはバーベルを挙上できなかった場合にはその試技を失敗とみなした。なおこれらの測定は日頃からトレーニングとしてスクワットを行っている女子柔道選手と女子バレーボール選手の2群のみ行った。

3. 足趾筋力の測定

足趾筋力の測定には足趾筋力測定器(T.K.K3361、竹井機器工業株式会社)を用いた(図1)。測定時は直立姿勢で、上半身は動かさないように指示をした(図2)。次に足趾筋力測定器上に第一趾第一関節がくるように足趾の位置を決定し、足指かけをアイソメトリックによる力発揮で牽引させた(図3)。測定は左右交互に各5回ずつ行わせ、各測定間の時間は10秒とした。測定値は最大値で表示され、1人分のデータはその5回分の平均値とした。

表1 被験者の身体特性
Table 1 Physical characteristics of all subjects

	n	年齢 (歳)	身長 (cm)	体重 (kg)
女子柔道選手	20	20.3±1.1	161.5±4.4	66.4±17.5
女子バレーボール選手	23	20.1±1.1	166.4±6.5	60.6±6.8
一般女性	6	18.8±0.4	159.0±11.5	53.7±7.6



図1 足趾筋力測定器
Fig. 1 Toe grasping strength measure



図3 測定の動作
Fig. 3 Motion of measurements



図2 測定風景
Fig. 2 Settings for measurements

4. 統計処理

各群の平均値の統計学的有意差検定には、統計処理ソフト (SPSS16.0、SPSS 社) を用いた。足趾筋力の測定値については、一元配置分散分析を行い、多重比較検定には Scheffe の方法を採用した。除脂肪体重及びスクワット 1RM の測定値については、対応なしの T 検定を行った。なお有意水準は 5%未満とした。

Ⅲ. 結 果

1. 身体組成及びスクワット 1RM

女子柔道選手と女子バレーボール選手の筋肉量

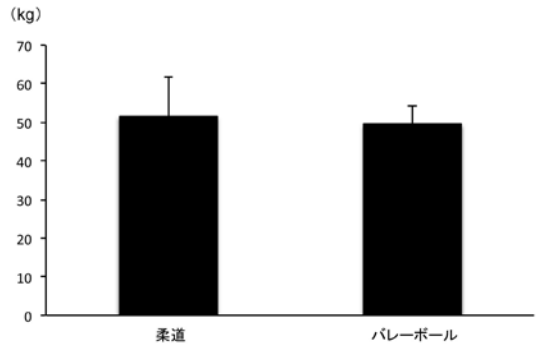


図4 除脂肪体重測定値
Fig. 4 Weight, excluding body fat

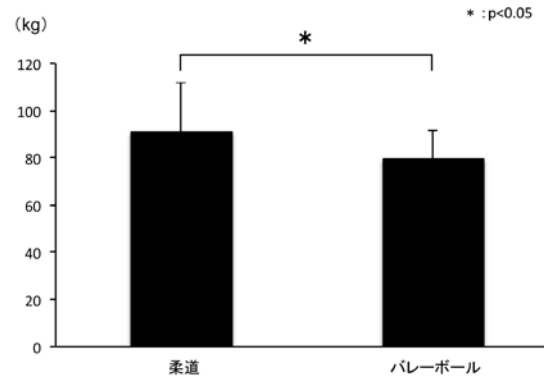


図5 スクワット 1RM 測定値
Fig. 5 Squat 1RM

を比較するため、除脂肪体重の比較を行った。各群の除脂肪体重の測定値を図 4 に示した。女子柔道選手の除脂肪体重の測定値は $51.60 \pm 10.15\text{kg}$ 、女子バレーボール選手は $49.50 \pm 4.75\text{kg}$ であり、女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ、大きな値を示したものの、有意な差は見られなかった。

各群のスクワット 1RM の測定値を図 5 に示した。女子柔道選手のスクワット 1RM の測定値は $90.90 \pm 21.26\text{kg}$ 、女子バレーボール選手は $79.64 \pm$

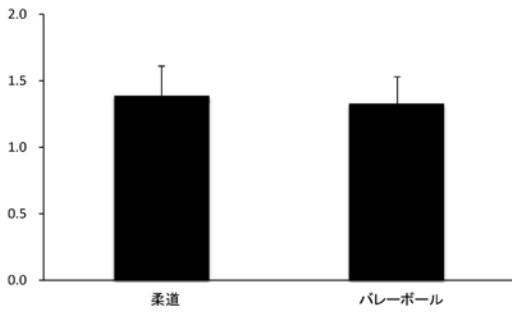


図6 スクワット1RM 体重比
Fig. 6 Squat 1RM/body weight

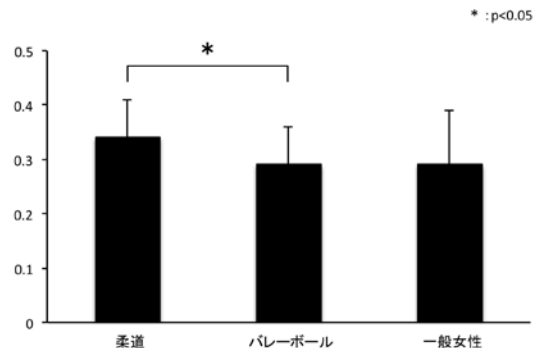


図8 足趾筋力の体重比
Fig. 8 Toe grasping strength/body weight

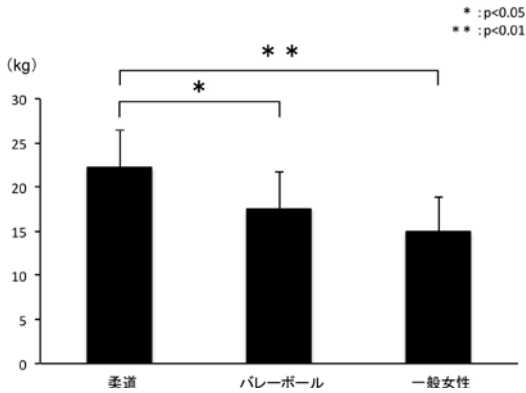


図7 足趾筋力の測定値
Fig. 7 Toe grasping strength

12.20kgであり、女子柔道選手が女子バレーボール選手に比べ有意に大きな値を示した($p < 0.05$)。次に各群のスクワット1RMの測定値を体重で除して算出した体重比を図6に示した。女子柔道選手は 1.39 ± 0.22 、女子バレーボール選手は 1.33 ± 0.20 であり、女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ、大きな値を示したものの、有意な差は見られなかった。

2. 足趾筋力

各群の足趾筋力を図7に示した。女子柔道選手の足趾筋力は $22.28 \pm 4.17\text{kg}$ であり、女子バレーボール選手は $17.58 \pm 4.15\text{kg}$ 、一般女性は $15.01 \pm 3.81\text{kg}$ であった。女子柔道選手は女子バレーボール選手及び一般女性と比べ、有意に大きな値を示した ($p < 0.05$, $p < 0.01$)。しかし、女子バレーボール選手と一般女性との比較では女子バレーボール選手が一般女性と比べ、大きな値を示した

ものの、有意な差は見られなかった。次に足趾筋力の体重比の比較を行った。各群の足趾筋力の体重比の平均値を図8に示した。体重比において、女子柔道選手は 0.34 ± 0.07 、女子バレーボール選手は 0.29 ± 0.07 、一般女性は 0.29 ± 0.10 であり、女子柔道選手と女子バレーボール選手との比較では有意な差が見られたが ($p < 0.05$)、女子柔道選手と一般女性との比較では女子柔道選手が一般女性と比べ、大きな値を示したものの、有意な差は見られなかった。また、女子バレーボール選手と一般女性との比較では数値に差は見られなかった。

IV. 考 察

本研究は、柔道選手の足趾筋力の特性について知見を得ることを目的として、柔道選手と靴を履いて行う競技の選手の足趾筋力の測定を行い、比較検討した。

1. 身体組成及びスクワット1RM

女子柔道選手と女子バレーボール選手の2群の比較検討を行った。2群の除脂肪体重に有意な差は見られなかった。除脂肪体重に差が見られないことから、2群は筋肉量に差がないことが示唆された。

スクワット1RMの測定値では女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ、有意に大きな値を示した。その体重比では2群に有意な差は見られ

なかった。一般的に下肢筋力の指標とされるスクワット 1RM において、女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ有意に大きな値を示したことから、女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ、下肢筋力が優れていることが考えられた。

2. 足趾筋力

過去の研究では高齢者を対象としたものが多く、加門ら⁴⁾の報告では女性の足趾筋力は左11.9±3.8kg、右11.2±3.6kgであった。本研究では、日頃からトレーニングを行っている女子柔道選手や女子バレーボール選手を対象としたため、加門らが報告した足趾筋力の数値と比べ、大きな値を示したと考えられた。

足趾筋力の測定値において、女子柔道選手は女子バレーボール選手及び一般女性と比べ、有意に大きな値を示した。また、その体重比において女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ、有意に大きな値を示した。このことから、女子柔道選手が女子バレーボール選手と比べ、足趾筋力が優れていることが明らかになった。女子柔道選手が女子バレーボール選手に比べ、足趾筋力が有意に優れていることは、靴を履いて行う競技と違い、

裸足で行うという柔道独特の競技特性が足部とりわけ足趾に影響しており、足趾筋力を発揮する機会が多いことが要因の一つであると考えられた。

引用・参考文献

- 1) 三谷保弘：足指筋力が平衡機能に及ぼす影響—足圧中心の前後運動について—, 四条畷学園大学リハビリテーション学部紀要, pp.59-64, 2005.
- 2) 服部恒明：人のかたちと運動, 大修館, pp.109-111, 1996.
- 3) 吉田早織, 中村豊：裸足での砂浜トレーニングが足部に与える影響. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 第19号, pp.69-74, 2007.
- 4) 加門正行, 東福寺規義, 中村豊, 他：足指力に関する研究. 東海大学スポーツ医科学雑誌, 第18号, pp.93-99, 2006.
- 5) 木藤伸宏, 井原秀俊, 三輪恵, 他：高齢者の転倒予防としての足指トレーニングの効果. 理学療法学 第28巻, 第7号, pp.313-319, 2001.
- 6) 中山彰一：姿勢制御機構と動的関節トレーニング. The Journal of Clinical Physical Therapy, 2, pp.1-10, 1999.
- 7) 馬場八千代, 有次智子, 田口真彦, 他：足指・足底把握能と姿勢制御との関連. Japanese Physical Therapy Association, pp.156, 2000.



中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経系、末梢血液循環および動脈機能に及ぼす影響

寺尾 保 (スポーツ医科学研究所) 栗田太作 (情報教育センター)

小澤秀樹 (医学部内科学系総合内科学) 瀧澤俊也 (医学部内科学系神経内科学)

灰田宗孝 (健康推進センター) 内田晴久 (教養学部人間環境学科) 内田裕久 (工学部原子力工学科)

The Effects of Walking Exercise in a Hypobaric Hypoxic Environment on the Autonomic Nervous System, Peripheral Blood Circulation and Arterial Stiffness of Post-exercise in Middle-aged and Elderly Persons

Tamotsu TERAJO, Daisaku KURITA, Hideki OZAWA, Shunya TAKIZAWA, Munetaka HAIDA, Haruhisa UCHIDA and Hirohisa UCHIDA



Abstract

The purpose of this study is to elucidate the effects of walking exercise in a hypobaric hypoxic environment on the autonomic nervous system, peripheral blood circulation and arterial stiffness in middle-aged and elderly persons. Four male adults aged 47 to 61 years volunteered for this study. The subjects walked for 45-60 minutes on a treadmill in two environments; normobaric normoxic environment (NE) at sea level; and hypobaric hypoxic environment at 1500m (HE) simulated altitude. The following parameters were measured during exercise and next morning post exercise in NE and HE for 2 days; heart rate, RPE, arterial oxygen saturation (SpO_2), the autonomic nervous system (HF normalized unit; HFnu), SDPTG aging index (SDPTGAI) with accelerated plethysmogram, and arterial stiffness index (baPWV). Our results showed (1) the heart rate during exercise in HE was significantly higher than that in NE ($p < 0.05$); (2) the HFnu during exercise in HE was significantly lower than that in NE ($p < 0.05$); (3) the SpO_2 during exercise in HE was significantly lower than that in NE ($p < 0.01$); (4) the RPE during exercise in HE was significantly higher than that in NE ($p < 0.05$); (5) the HFnu of post-exercise in HE was significantly higher than that in NE ($p < 0.05$); (6) the SDPTGAI of post-exercise in HE was significantly lower than that in NE ($p < 0.05$). These results suggest that walking exercise in a hypobaric hypoxic environment at 1500 m for 2 days altitude may be a useful method for stimulating the activity of the autonomic nervous system and improvement of peripheral blood circulation in middle and elderly persons.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 57-64, 2012)

I. 緒 言

従来、生活習慣病と環境条件との関連から、標高1000~3000mの高地住民には、冠心疾患や高血圧症などの発生率が低く、また、長寿者の多いこと¹⁾や、生活習慣病、とくに虚血性心疾患および脳血管疾患などの循環器系疾患に対する身体運動の有効性も多く報告されている。

私たちは、高地（低圧低酸素環境）トレーニングが一部のエリートスポーツ選手の競技力向上のみならず、スポーツ選手の減量や幅広い年齢層の人々に対する肥満の予防・改善および健康増進に貢献する可能性のあること^{2,3)}を報告している。さらに、私たちの先行研究では、人工的高地環境システムの低圧室を用い、標高1500mに相当する低圧環境下での歩行運動は、身体的にも安全で安静時代謝の亢進および脂質代謝の改善が行われ、より効果的な減量ができる可能性のあること⁴⁾、また、低圧低酸素環境下と常圧常酸素環境下（平地）の併用による歩行運動は、単に、常圧常酸素環境下の歩行運動に比較して、長期間にわたって継続することで安静時代謝の亢進および脂質代謝の改善が行われ、より効果的な減量ができる可能性のあること^{5,6)}等も報告している。

循環器系疾患に関する評価法としては、心電図および血圧の検査とともに血液循環動態の良否を判断するものとして、指尖容積脈波を二次微分した加速度脈波は、非観血的な末梢循環動態の一つの指標になること⁷⁻⁹⁾が報告されている。さらに、身体運動と加速度脈波からみた末梢の血液循環動態とに密接な関係があること^{10,11)}も報告されている。

私たちの中高年者を対象とした低圧低酸素環境と運動に関する先行研究では、加速度脈波および皮膚温度からみた末梢循環の動態から、標高1500mに相当する低圧低酸素環境下における一過性の歩行運動は、運動終了後、末梢循環が一時的に改善されること^{12,13)}、さらに、定期的な歩行運動が安静時の末梢循環を比較的早期に改善する

こと¹⁴⁾等が認められている。

この循環器系疾患の原因の一つには、動脈ステイフネスの増加による動脈硬化¹⁵⁾があげられる。高地環境と運動に関する先行研究では、中高年者を対象にして、標高1500mに相当する低圧低酸素環境下における一過性の歩行運動は前述の加速度脈波と同様に運動終了後、動脈ステイフネスが一時的に改善されることや、比較的短期間の歩行運動でも安静時の動脈ステイフネスを低下させること¹⁶⁻¹⁹⁾を報告している。さらに、若年アスリートでは、末梢血液循環および動脈ステイフネスの著明な変化がみられなかったこと²⁰⁾も報告している。

本研究では、その研究の一環として、これまでの成績（中高年者を対象とした標高1500mにおける歩行運動の有用性）を踏まえ、短期集中型高地トレーニングの基礎資料を得るため、中高年者を対象に、高地（低圧低酸素環境下）における2日間の歩行運動終了後の自律神経系の応答、動脈ステイフネスおよび末梢血液循環の動態にどのような影響を及ぼすかを検討した。

II. 実験方法

本研究は、すべての検査項目が簡便で、被験者の生体に負担の少ない非侵襲的な検査であった。

1. 対象者

実験対象は、成人の男子4名（年齢； 54.8 ± 6.1 歳、身長； 173.0 ± 7.5 cm、体重； 71.4 ± 13.6 kg、BMI； $23.7 \pm 3.6\%$ ）を被験者として、常圧常酸素環境と低圧低酸素環境（標高；1500m）に分け、それぞれに歩行運動を行わせた。なお、被験者には、研究の目的、内容を十分に説明し、自主的な参加の同意を書面にて得た。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て実施した。

中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経系、末梢血液循環および動脈機能に及ぼす影響

2. 環境条件

常圧常酸素（NE）および低圧低酸素環境（標高1500m；HE）下の実験は、東海大学スポーツ医科学研究所に設置されている低圧（高地トレーニング）室を使用した。

本研究では、NE（気圧、760mmHg）、HE（標高1500mに相当する気圧、634mmHg）にそれぞれ調整して行った（室温を22℃、相対湿度50%）。

3. 運動強度の判定

予備実験では、HEを基準として、トレッドミルを用い、目標心拍数を120～130拍/分、動脈血酸素飽和度を90～94%および自覚的運動強度RPEを11～13の3つの指標からそれぞれの示してある範囲内になるよう歩行速度を求めた。なお、NEの運動強度は、HEの歩行速度を用いた。

4. 歩行運動実験

各環境条件下での歩行運動は、それぞれ45～60分間とした。実験では、NEおよびHEにおける運動中の動脈血酸素飽和度、心拍数および心拍変動（自律神経活動；交感神経および副交感神経）を測定した。さらに、運動中の主観的運動強度（RPE）を測定するため、Borgのスケールを用い、各環境下での歩行運動終了直後に、被験者に対して口答で求めた。2日間の運動終了後の翌朝（AM9:30）に、常圧常酸素環境下（室温22℃に調整）で自律神経活動（交感神経と副交感神経の働きやバランス）、末梢血液循環（加速度脈波加齢指数SDPTG Aging Index；SDPTGAI）および動脈スティフネス（脈波伝播速度；baPWV）の動態を測定した。

5. 自律神経機能の測定

自律神経活動の評価は、心拍変動（R-R間隔）データを解析した。周波数解析によって求められる心拍変動の低周波帯域（LF: 0.04～0.15Hz）は、交感神経活動と副交感神経活動の双方を反映し、高周波帯域（HF: 0.15～0.40Hz）については副交感神経活動を反映することが定義されている。そ

こで、HF normalized unit（以下HFnu=HF/(LF+HF)×100）は、LFに対するHFの大きさを計算することで自律神経活動における交感神経・副交感神経活動のバランスを推定した²¹⁾。なお、心拍変動には呼吸の影響が大きいこと²²⁾から、運動中はウォーキングリズムに合わせて呼吸を行うように、安静時にはメトロノームを使用し呼吸のリズムを一定の4秒周期（1分間に15回の呼吸数）に保持するよう指示した。

6. 加速度脈波（SDPTGAI）の測定

加速度脈波の測定は、被験者を座位姿勢で、測定部位の左手第2指の指尖部を心臓レベルに保持して測定を行った。加速度脈波加齢指数は、SDPTGAI=(b-c-d-e)/aにより求めた。この指数は、5拍の脈波の平均値をその代表値とした。

7. 動脈スティフネスの指標である脈波伝播速度（baPWV）の測定

baPWVの測定は、被験者を仰臥位にて安静状態に保持させた後、両足首および両腕に血圧脈波検査装置のカフを装着し、上腕収縮期血圧、拡張期血圧、脈圧および上腕動脈から足首動脈間のbaPWVの測定を行った。

8. 測定方法

運動中の心拍変動の解析は、ハートレートモニターRS800CXN（Polar社）を用いて心拍RR間隔を記録し、データをPolar ProTrainer 5.3を用いて高速フーリエ解析を行った。動脈血酸素飽和度は、パルスオキシメータ（PULSOX-3i、コニカミノルタ）を用いて測定した。安静時の心拍変動は、リアルタイム自律神経機能検査装置・きりつ名人（株式会社クロスウェル）を用いて解析した。末梢血液循環機能は、加速度脈波加齢指数を加速度脈波計ダイナパルス（SDP-100、フクダ電子株式会社）およびbaPWVが血圧脈波検査装置（form PWV/ABI、日本コーリンメディカル社）等をそれぞれ用いて測定した。

9. 統計解析

結果は、平均値±標準偏差で表した。2つの環境条件間（NEおよびHE）における有意差の検定には、paired t-testを用いた。RPEについては、Wilcoxonの符号付き順位検定を行った。統計処理には、統計解析（Dr.SPSSII for Windows）を用いて、有意水準は5%未満とした。

Ⅲ. 実験結果

1. 歩行運動中における心拍数およびHFnuの変化

歩行運動中における心拍数およびHFnuの変化を図1、2に示した。心拍数は、HEがNEに比

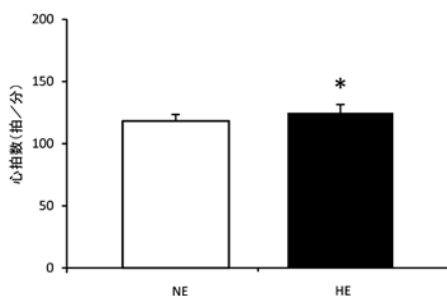


図1 歩行運動中における心拍数の変化
Fig. 1 Changes in heart rate during exercise in two environments.

Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude. *p<0.05

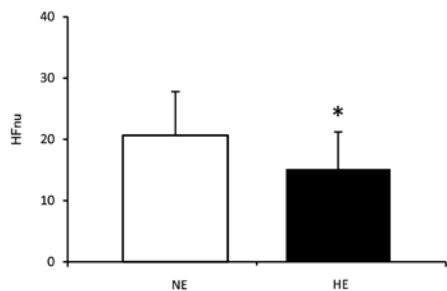


図2 歩行運動中における心拍変動（HFnu）の変化
Fig. 2 Changes in HFnu during exercise in two environments.

Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude. *p<0.05

較して、有意に高値を示した（p<0.05）。HFnuは、HEがNEに比較して、有意に低値を示した（p<0.05）。

2. 歩行運動中におけるSpO₂およびRPEの変化

図3、4に歩行運動中におけるSpO₂およびRPEの変化を示した。SpO₂は、HEがNEに比較して、有意に低値を示した（p<0.01）。RPEは、HEがNEに比較して、有意に高値を示した（p<0.05）。

3. 歩行運動終了後（翌朝）におけるHFnuの変化

図5に2日間の歩行運動終了後（翌朝）におけるHFnuの変化を示した。HFnuは、HEがNE

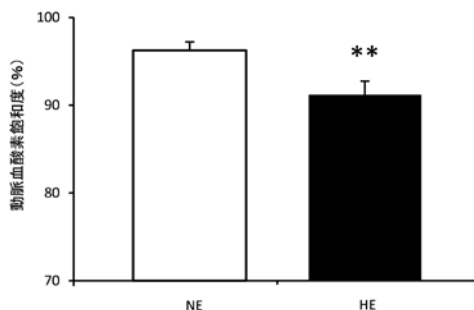


図3 歩行運動中における動脈血酸素飽和度の変化
Fig. 3 Changes in arterial oxygen saturation (SpO₂) during exercise in two environments.

Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude. **p<0.01

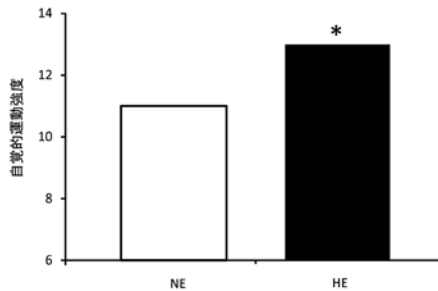


図4 歩行運動中における自覚的運動強度（RPE）の変化
Fig. 4 Changes in RPE during exercise in two environments.

Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude. *p<0.05

中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経系、末梢血液循環および動脈機能に及ぼす影響

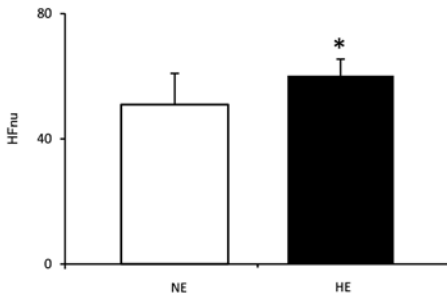


図5 2日間の歩行運動後(翌朝)における心拍変動(HFnu)の変化

Fig. 5 Changes in HFnu at next morning post exercise in two environments for 2 days. Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude. *p<0.05

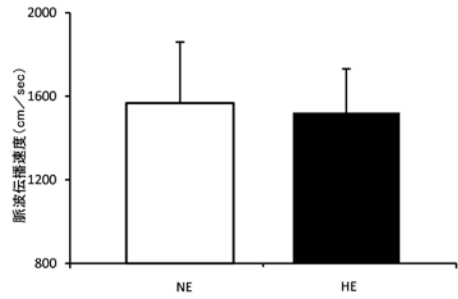


図7 2日間の歩行運動後(翌朝)における脈波伝播速度の変化
Fig. 7 Changes in baPWV at next morning post exercise in two environments for 2 days.

Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude.

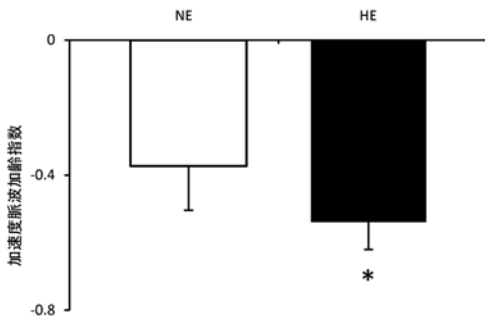


図6 2日間の歩行運動後(翌朝)における加速度脈波加齢指数の変化

Fig. 6 Changes in SDPTG Aging index at next morning post exercise in two environments for 2 days. Values are expressed as means±SD. NE (sea level); normobaric normoxic environment, HE; hypobaric hypoxic environment at 1500m simulated altitude. *p<0.05

に比較して、有意に高値を示した (p<0.05)。

4. 歩行運動終了後(翌朝)における加速度脈波加齢指数の変化

2日間の運動終了後における加速度脈波加齢指数を図6に示した。この指数は、HEがNEと比較して、有意に低値示した (p<0.05)。

5. 歩行運動終了後(翌朝)における動脈ステイフネスの変化

図7に2日間の歩行運動終了後におけるbaPWVの変化を示した。baPWVは、HEとNEの間で、有意の差がみられなかった。

IV. 考 察

本研究では、これまでの成績(中高年者に対する標高1500mにおける歩行運動の有用性)を踏まえ、中高年者を対象に、高地(低圧低酸素環境下)における2日間の歩行運動を行った場合、運動終了後(翌朝)の自律神経系の応答、末梢血液循環および動脈機能(動脈ステイフネス)の動態にどのような影響を及ぼすかを検討した。

その結果、歩行運動中の心拍数は、HEがNEに比較して、高値を示した。HFnuは、HEがNEに比較して、低値を示した。運動時は、安静状態に比較して、呼吸・循環器系などの生理機能がより活発に働くことが要求される。これらの身体諸機能の変化を起こすために、自律神経系では交感神経の活動が優位になり、逆に副交感神経の活動が抑制されると考えられる。たとえ、その運動が定常状態に入りえたとしても、交感神経優位の平衡を保った状態が持続される²³⁾と考えなければならない。運動中の心拍変動は、環境(標高)の違いによっても影響を受けることが考えられる。本研究の結果から推察すると、標高1500mにおける歩行運動中は、平地の歩行運動よりも自律神経活動のバランスとして、副交感神経活動が低下し交感神経活動が優位な状態にシフトしていたことが示唆された。

運動中のSpO₂は、NEでは96.25%を示したが、

HEでは平均91.75% (90~93%)と大きく低値を示した。逆に、RPEでは、HE (平均13)がNE (平均11)に比較して、高値を示した。これまでの中高年者を対象とした低圧低酸素環境と運動に関する先行研究¹⁸⁾でも同様な結果が得られている。さらに、歩行運動中のSpO₂は、標高に応じて平地、標高1500m、標高2000mの順で低値を示し、逆に、RPEは、標高に応じて平地、標高1500m、標高2000mの順で高値を示したことを報告している。これらの標高の違いは、歩行運動中のSpO₂の応答とRPEの変化に関連していた。高地における運動の生理的応答(被験者個々の生理的負担度と自覚的運動強度)は、標高、運動強度および被験者の特性(年齢、鍛錬度、高地経験度等)によって異なる。とくに中高年者を対象とした高地での運動は、安全性を考慮するなら、過度の低圧低酸素負荷がかかり、生体負担度が大きく、RPEも高くなることを避けるべきである。したがって、本研究のSpO₂の応答およびRPEの変化から推察すると、標高1500mにおける歩行運動時には、生体に適度な低酸素負荷がかかっていたと考えられる。

さらに、標高の違いによる歩行運動時の自律神経活動のバランス、SpO₂の応答は、2日間の運動終了後(翌朝)の自律神経系および末梢循環の機能に影響を及ぼしていた。歩行運動終了後は、自律神経系も標高の違いや行った運動の強度等に比例して交感神経優位を維持した後、安静状態になるとともに副交感神経優位となろう。そこで、2日間の歩行運動終了後(翌朝)におけるHFnuの変化は、HEがNEに比較して、高値を示した。先行研究では、一過性の運動終了後の自律神経系の生体情報を知るために、瞳孔の対光反応を数値化することで初期瞳孔径を測定した(交感神経と副交感神経の優位のバランス)。その結果、回復時の運動終了30分後には、副交感神経活動が優位な状態にあること²⁴⁾を示していた。一般的に、安静時には副交感神経が亢進し、瞳孔が縮小することが報告²⁰⁾されている。したがって、先行研究および本研究の結果から、副交感神経優位

の状態は、2日間の運動終了後の翌朝まで継続することが示唆された。

加速度脈波加齢指数は、HEがNEに比較して、低値を示した。この値は、加齢に伴って上昇する。標高1500m程度の低圧低酸素環境下における運動は、平地での運動よりも、運動終了30分後、皮膚温度の上昇(胸部、腹部、背部および手掌部などに高温のエリアが拡大)からも末梢循環動態に速やかに応答し、さらに、効果がより長く維持すること¹³⁾を報告している。これらの結果は、標高1500m程度の低圧低酸素環境が末梢の血流増加の効果にも大きく関与することが示唆される。そこで、前述のHFnuの結果を含めて推察すると、中高年者に対する標高1500mに相当する低圧低酸素環境下における2日間の歩行運動は、適度な低圧低酸素刺激と運動刺激の相乗作用が運動終了後に、速やかに副交感神経活動が亢進し、末梢血管の拡張、血流量の増加等から、末梢循環を一時的に改善することが考えられる。これらの効果は、2日間の運動終了後の翌朝まで継続することが示唆された。

次に、baPWVについては、近年、動脈ステイフネスの指標として、動脈硬化度の評価に広く利用されている。動脈ステイフネスは、加齢とともに増加するが日常生活の改善、特に有酸素運動の習慣化(運動様式、とくに運動強度、持続時間、運動頻度に影響を及ぼす)によって予防・改善^{15, 25)}が期待できること^{17, 21, 22)}が報告されている。高地環境と運動に関する先行研究では、標高1500mに相当する低圧低酸素環境下における歩行運動は、比較的短期間でもbaPWVを低下させること^{18, 19)}を報告している。一過性の運動に対する動脈ステイフネスに及ぼす影響については、有酸素性運動後に動脈ステイフネスは一時的に低下するが、運動終了1時間後には運動開始前の水準に回復すること²⁶⁾が報告されている。標高1500mにおける歩行運動終了30分後にはbaPWVが低下したこと¹⁹⁾を報告している。しかし、本研究では、運動終了後、翌朝のbaPWV値は、運動開始前の水準に戻り、NEとHEの両環境間で有意な差が得られな

中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経系、末梢血液循環および動脈機能に及ぼす影響
かった。慢性的に動脈スティフネスを改善させるためには、一定強度の運動を一定以上の頻度で一定以上の期間にわたって継続する必要があることが示唆された。

以上、本研究の成績から、中高年者に対する標高1500mに相当する低圧低酸素環境下における2日間の歩行運動は、運動終了後の翌朝においても、自律神経活動のバランスとして副交感神経活動が優位な状態がみられ、末梢血液循環を一時的に改善することが示唆された。したがって、近年、女性や中高年者が週末を利用してトレッキングなどでの高地登山(標高1000m~2000m)の増加は、運動能力の改善は基より、登山後の長時間にわたるエネルギー代謝の亢進とともに、疾病予防と健康増進の観点から推奨されるであろうと考えられる。

V. まとめ

本研究では、中高年者を対象に、高地(低圧低酸素環境下)で2日間の歩行運動を行った場合、運動終了後の翌朝における自律神経系の応答、動脈スティフネスおよび末梢血液循環の動態にどのような影響を及ぼすかを検討した。

その成績を示すと次のごとくである。

- 1) 歩行運動中における心拍数は、HEがNEに比較して、有意に高値を示した($p < 0.05$)。
- 2) 歩行運動中におけるHFnuは、HEがNEに比較して、有意に低値を示した($p < 0.05$)。
- 3) 歩行運動中における SpO_2 は、HEがNEに比較して、有意に低値を示した($p < 0.05$)。
- 4) 歩行運動中におけるRPEは、HEがNEに比較して、有意な高値を示した($p < 0.05$)。
- 5) 歩行運動終了後(翌朝)におけるHFnuは、HEがNEに比較して、有意に高値を示した($p < 0.05$)。
- 6) 歩行運動終了後(翌朝)におけるSDPTGAIは、HEがNEに比較して、有意に低値を示した($p < 0.05$)。

- 7) 歩行運動終了後(翌朝)におけるbaPWVは、HEとNEの間で、有意の差がみられなかった。

以上、本研究の成績から、中高年者に対する標高1500mに相当する低圧低酸素環境下における2日間の歩行運動は、運動終了後の翌朝においても、自律神経活動のバランスとして副交感神経活動が優位な状態がみられ、末梢血液循環を一時的に改善することが示唆された。

参考文献

- 1) 浅野勝己：高所トレーニングの生理的意義と最近の動向，臨床スポーツ医学，16(5)：505-516，1999。
- 2) 寺尾保，桑平一郎，恩田哲也，有賀誠司，中村豊，サンドゥー・アダルシュ，宮川千秋，山並義孝，齋藤勝：肥満者に対する低圧環境下の歩行運動が運動終了後のエネルギー消費量に及ぼす影響，東海大学スポーツ医科学雑誌，14：14-22，2002。
- 3) 寺尾保，木村季由，湯浅康弘，袋籠龍太郎，恩田哲也，有賀誠司，中澤一成，山並義孝，中村豊，齋藤勝：スポーツ選手の減量に対する低圧環境下の歩行運動が身体組成およびエネルギー代謝に及ぼす影響，東海大学スポーツ医科学雑誌，11：22-29，1999。
- 4) 寺尾保，木村季由，恩田哲也，有賀誠司，中村豊，サンドゥー・アダルシュ，山並義孝，齋藤勝：肥満者およびスポーツ選手の減量に対する低圧環境下における歩行運動の有効性，東海大学スポーツ医科学雑誌，13：15-23，2001。
- 5) 寺尾保，桑平一郎，宮川千秋，恩田哲也，中村豊，三田信孝，山並義孝，齋藤勝：肥満者の減量に対する低圧環境下および常圧環境下における歩行運動の有効性，東海大学スポーツ医科学雑誌，15：32-38，2003。
- 6) Terao, T., Miyakawa, C., Yamanami, Y., Saito, M. : The effects of walking exercise in hypobaric and normobaric environments on resting metabolic rate and body composition in obese adults. *Osterreichisches Journal für Sportmedizin*, 33(2): 26-31, 2003.
- 7) 高沢謙二，伊吹山千春，加速度脈波，現代医療，

- 20 : 948-955, 1988.
- 8) 高沢謙二, 伊吹山千春, 加速度脈波の有効性, 臨床検査, 33 : 858-862, 1989.
- 9) 鈴木明裕, 山川和樹, 藤沼秀光, 須藤秀明, 小川研一, 弾性動脈の伸展度 (Distensibility) と, 加速度脈波との関係についての検討, 日本臨床生理学雑誌, 20 : 113-123, 1990.
- 10) 佐野裕司, 片岡幸雄, 生山匡, 和田光明, 今野廣隆, 川村協平, 渡辺剛, 西田明子, 小山内博, 加速度脈波による血液循環の評価とその応用 (第2報) —波形の定量化の試み—, 体力研究, 68 : 17-25, 1988.
- 11) 佐野裕司, 片岡幸雄, 小山内博, 身体トレーニングが加速度脈波に及ぼす影響 (その2) —長期トレーニングの影響—, 千葉体育学研究, 16 : 47-53, 1993.
- 12) 寺尾保, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 恩田哲也, 中村豊, 山並義孝, 堀江繁: 肥満者の減量に対する低圧低酸素環境下の歩行運動が運動終了後の末梢血液循環に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 16 : 61-68, 2004.
- 13) 寺尾保, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 山並義孝, 伊藤栄治: 肥満者に対する低圧低酸素環境下における安静時および歩行運動運動終了後の末梢血液循環に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 18 : 54-61, 2006.
- 14) 寺尾保, 伊藤栄治, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 山並義孝, 堀江繁: 中高年者に対する低圧低酸素環境下の歩行運動が末梢循環に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 17 : 16-22, 2005.
- 15) 松田光生: 4. 脈波速度の臨床治療への応用非薬物治療: 運動, 食事, 食塩制限, 禁煙など, 脈波速度, 小澤利男, 増田善昭編集, メジカルビュー社, 128-135, 2002.
- 16) 寺尾保, 小澤秀樹, 桑平一郎, 三田信孝, 伊藤栄治, 山並義孝: 高齢化社会における中高年者の健康と疾病に対する高地トレーニング処方の有効性, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 19 : 39-46, 2007.
- 17) 寺尾保, 小澤秀樹, 三田信孝, 内田裕久, 坂根浩弥, 山崎由紀, 竹内照定: 中高年者の減量に対する石鎚山系を利用した高地環境における歩行運動の有効性, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 20 : 69-78, 2008.
- 18) 寺尾保: 高齢化社会における中高年者の疾病予防と健康増進に対する高地トレーニング有効性, 科学研究費補助金研究成果報告書, 1-4, 2009.
- 19) 寺尾保, 小澤秀樹, 三田信孝, 桑平一郎, 内田裕久: 中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経系および動脈機能に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 21 : 43-50, 2009.
- 20) 寺尾保, 栗田太作, 小澤秀樹, 瀧澤俊也, 積山和明, 三田信孝, 灰田宗孝, 内田裕久: 若年アスリートに対する低圧低酸素環境下における歩行運動が末梢血液循環および動脈機能に及ぼす影響, 東海大学スポーツ医科学雑誌, 22 : 65-72, 2010.
- 21) 飯塚太郎: 心拍数・心拍変動, II. コンディショニングの評価とその活用—具体的な評価手法とその応用—, 臨床スポーツ医学, 28 : 166-171, 2011.
- 22) 中尾陸宏, 熊野宏昭, 久保富房, 末松弘行, 安士光男, 高島香代子: 呼吸回数と心拍変動に与える影響について, 心身医学, 35 (6) : 455-462, 1995.
- 23) 中野昭一, 堀居昭, 寺尾保, 解剖と生理, 261-264, じほう, 2000.
- 24) 後藤由夫, 本郷道夫: 自律神経の基礎と臨床, 改訂版, 医学ジャーナル社, 122-127, 2006.
- 25) 三浦哉, 青木さくら: 低強度のサーキットトレーニングが成人女性の動脈スティフネスに及ぼす影響, 体力科学, 54 (3) : 205-210, 2005.
- 26) 大槻毅: 運動プログラムの効果と実際動脈硬化予防のための運動プログラム, 臨床スポーツ医学, 28 (12) : 1361-1364, 2011.



T大学体育会クラブ所属選手における 生活習慣と貧血傾向

— T大学付属高校生を対象として—

小澤治夫 (体育学部体育学科) 中西英敏 (体育学部武道学科) 千葉有香 (体育学部体育学科)
藤井壮浩 (体育学部競技スポーツ学科) 八百則和 (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)

An Investigation on Lifestyle and Anemia of the Students Belonged to Sport Club
in T University

Haruo OZAWA, Hidetoshi NAKANISHI, Yuka CHIBA, Masahiro FUJII, Norikazu YAO and Tamotsu TERAOKA



Abstract

The purpose of this study was to investigate lifestyle and anemia of the students belonged to sport club in T University. The subjects of the analysis were 548 (388 males and 160 females) university students. The survey was conducted in October and November, 2010. The main results were as follows;

- 1) 11.5% of male and 24.5% of female were anemia.
- 2) Some students have bad habit of smoking, no-bath and no breakfast.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 65-69, 2012)

I. 緒 言

競技力の向上には通常の練習やトレーニングだけでなく、コンディショニングに成功し心身が健康で良好な状態であることが不可欠である。しかし大学生の場合、親元を離れて生活するためにその自由度が増し、食事や睡眠をはじめとする生活習慣が崩れがちであり、体調不良で学生生活を送っている者も少なくない。そのためスポーツ活動

を行う学生では自身のみならずチームにおいても競技力の低下をも惹起させがちである。体調不良を引き起こす一つに貧血があり、貧血状態が続くと、筋の同化作用や骨代謝、酸素運搬機能、各種代謝機能の調節などに悪影響を及ぼすことが知られている^{1, 2)}。森らは血中ヘモグロビン値と体脂肪率に相関関係があること³⁾、秋元らは血中ヘモグロビン量が増加すると骨量が増加する傾向があることを認めていることを報告している⁴⁾。しかし、スポーツ選手は体力があり予備能力も高いた

め、血中ヘモグロビン値が低くなくても周囲に気付かれにくく、また、強度の貧血でない限り本人も症状を自覚していないのが実態である⁵⁻⁸⁾。

大学の体育会に所属している選手においても例外でなく、睡眠不足や栄養摂取状況の悪化といった練習以外の生活習慣の乱れ関係し、トレーニングによる疲労と回復のバランスが崩れ、貧血や不定愁訴を引き起こし怪我やパフォーマンスの低下を招いている可能性が推察される。そこで本研究では、関東大学連盟の1部リーグの上位戦績を収めるT大学の体育会クラブ活動所属選手の生活習慣調査の結果と血中ヘモグロビン値の測定結果から、貧血傾向の実態を調査し、生活習慣や体格に関する項目との関連について分析を行い、T大学の体育会クラブ活動所属選手の競技力向上の一助となることを目的として調査・研究を行った。

II. 方 法

1. 調査対象

関東大学連盟の1部リーグで上位の戦績を収めているT大学体育会クラブ活動に所属する学生(男子4クラブ388名、女子5クラブ160名、計548名)を対象とした。

2. 調査期間

2010年10月12日から11月15日を調査期間とし、その間に生活習慣アンケートと血中ヘモグロビン値(以下ヘモグロビン値)の測定を行った。

3. 調査方法

質問紙は、食事や睡眠、運動、生活環境、体格に関する項目の全40項目である。血中ヘモグロビン値の測定には、末梢血管モニタリング装置(アストリムSU、シスメックス社製)を使用した。なお、基準値はWHOの基準を用いた。体格に関する項目としてBMI指数、肥満の判定基準、除脂肪体重(LBM)、LBM/身長を用いた。

調査は事前に各クラブの監督者から同意を得て

行った。生活習慣に関するアンケートの回収率は95.3%であった。

4. 分析方法

統計にはMicrosoft Excel 2010及びIBM SPSS Statistics 19を使用した。単純集計、 χ^2 検定、一元配置分散分析、多重比較検定を行った。また、結果の有意水準はいずれも5%未満とした。

III. 結果及考察

1. ヘモグロビン値測定結果について

測定したヘモグロビン値の結果を、WHOの基準を用いて男子13.0g/dl、女子12.0g/dlで「基準値以上」と「基準値未満」に分類したところ、基準値に満たなかった学生は男子が11.5%、女子が24.5%であった(図1)。しかし、スポーツ選手の場合は、体力もあり予備能力も高いために強度なものでない限り周り周囲に気づかれにくく、本人も症状を自覚していないというのが実態であり⁶⁻¹⁰⁾、T大学体育会クラブ活動所属選手においても同様のことが言える。また、ヘモグロビン値の平均値は各クラブにおいて基準値を上回っているものの、男子よりも女子の方が標準偏差・変動係数は大きく個人差が大きいことが明らかとなった(図2・図3)。女子は、月経により失われる鉄量の関係や、やせ願望からくる偏食や無理なダイエットの影響などから男性よりも女性の方が貧血になりやすい⁴⁾ことも報告されたおり、女子特有の生理機能の影響により標準偏差・変動係数が大きくなったと考えられる。

また、所属クラブによっても平均値や標準偏差に差異がみられた。競技の特性や生活スタイルの違いだけでなく、クラブ内にも差異が見られたことから、選手個人の健康に対する意識や指導者の健康管理に対する指導の差異があることが考えられる。

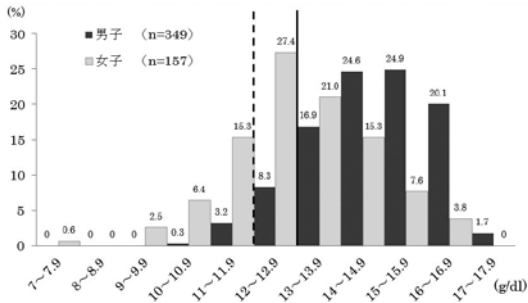


図1 血中ヘモグロビン値の分布
Fig. 1 Distribution of hemoglobin value

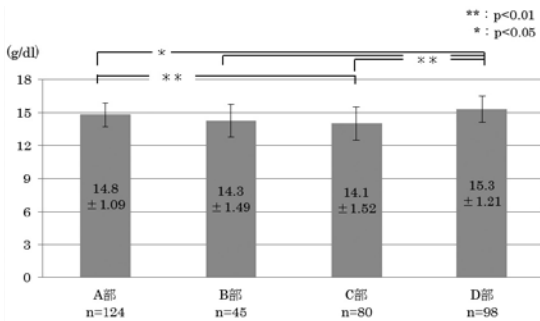


図2 4クラブにおけるヘモグロビン値の比較 (男子)
Fig. 2 Hemoglobin value of students among 4 sport clubs (male)

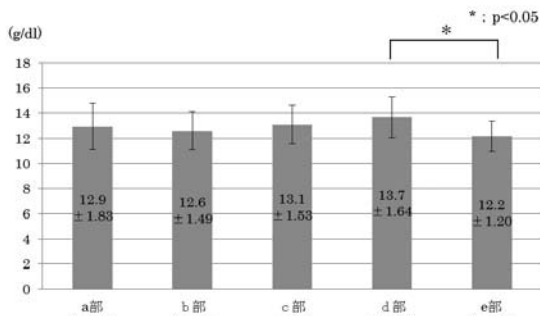


図3 5クラブにおけるヘモグロビン値の比較 (女子)
Fig. 3 Hemoglobin value of students among 5 sport clubs (female)

2. ヘモグロビン値基準値以上と未満の学生の生活習慣の比較

1) 1日の生活について

1日の中での「睡眠」「食事」「排便」「入浴」の生活習慣について、男女別、クラブ内での血中ヘモグロビン値の基準値以上・未満に分けて比較を行った。その結果、男女別、クラブ内で共通して有意な差が認められた項目はなかった。これは、本研究の対象者が日本のトップチームに所属

していることから生活習慣が比較的整っていたためであると考えられる。

貧血傾向を改善させるためには、「栄養摂取」「休養」を中心に規則正しい生活習慣を定着させることが有効である。今回対象となったT大学体育会クラブ活動においては、寮生活をしている選手も多いことから、個人単位ではなくチーム全体での意識の改善と、各個人の意識を改善に努め、体調の変化や生活について関心を持つことが必要である。また、今回の調査では「起床時刻」「起床から家を出るまでの時間」などとの関係がみられたが、「食事」に関する項目との関連はみられなかった。これは、寮生活の学生が多いことから栄養管理がなされていることが要因の1つであると推察される。「夕食の時刻」「就床時刻」からは、小田が危惧している、大学のアスリート選手が就寝前に余暇時間を確保し睡眠時間が短い生活習慣「眠らない」問題¹⁾がT大学クラブ活動所属選手においてもあてはまることと推察された。

また、練習の有無によって「起床時刻」や「夕食の時刻」に差異がみられた。特に「朝練習のある日」と「何もない日」では、約3時間起床時刻が遅くなるなど、練習時刻に合わせた生活を送るため、生活のリズムを一定に整えにくいことが考えられた。

2) 生活スタイルについて

今回の調査対象は、寮生活の学生が多かったため、比較的生活環境は整っていると推察される。また、「飲酒」「喫煙」に関しても「行わない」と答えた割合が高かった。また男子においては基準値未満の者に喫煙者が多かったが有意な差は認められなかった。「生活に気を遣っているか」という質問に対しては、基準値以上の者も未満の者も違いがみられなかったことから、基準値未満で「あまり気を遣っていない」と回答した者の中には自覚症状がないまま貧血傾向であるという可能性が考えられた。

3) 自主練習時間について

男子では、基準値以上の者と比較し基準値未満の者は自主練習時間が短いという傾向にあった。

これは、基準値未満の者は貧血傾向であるために、長時間トレーニングを行うことができないということが考えられる。また、「自主練習時間」についての回答率から、女子においては基準値以上の者より基準値未満の者のほうが自主練習を行う傾向がある。このことから、女子の基準値未満の人は練習に意欲的であるが、練習量と休養・栄養摂取のバランスが取れていないため「スポーツ貧血」を引き起こしていることが推察される。また、貧血傾向により、トレーニングの効果をパフォーマンスに十分発揮できていないという可能性も考えられた。

「一週間の自主練習時間」では、基準値未満の学生は基準値以上の学生に比べ自主練習時間が短いという傾向にあった。これは、基準値未満の人は貧血傾向であるために、長時間トレーニングを行うことができないということが考えられた。その一方で、回答率から基準値未満の人のほうがランニングトレーニングなどの自主練習を行う傾向がみられた(図4)。このことから、基準値未満の人は練習に意欲的であるが、練習量と休養・栄養摂取のバランスが取れていないことが考えられる。また、朝食喫食率や排便頻度、入浴頻度などの生活習慣は全く問題がない状態とはいえ、改善が必要と考えられる。

3. 体格に関する項目について

体重や体脂肪率と血中ヘモグロビン値は、安部、森、山合らによって関連があることが研究されており^{3, 9, 10)}、今回の調査では体格に関する項

目として「LBM/身長」と「BMI指数」を用いてヘモグロビン値との関係について分析を行った。「LBM/身長」は、19~22歳の平均体型(平均身長、平均体重、標準体脂肪率)の場合と比較すると、今回の調査対象となった学生は平均体型を大きく上回っていた。「BMI指数」については、日本肥満学会が定める肥満度の判定基準では「肥満」と判定される「BMI指数が25以上」の男子は191名(52.5%)、女子は8名(5.2%)であった。しかし、スポーツ選手の場合は筋肉量が多いことにより「BMI指数」が高い値を示したため、「肥満(BMI指数が25以上)」の学生が多いことが考えられる。

ヘモグロビン値と「BMI指数」「LBM/身長」に関して分析を行った結果、有意差が認められた。「BMI指数」や「LBM/身長」の平均値が高いチームほどヘモグロビン値の平均値も高いことが明らかとなった。またクラブによっても体格に差異があり、種目によって大きく影響されると考えられる(図5・図6)。

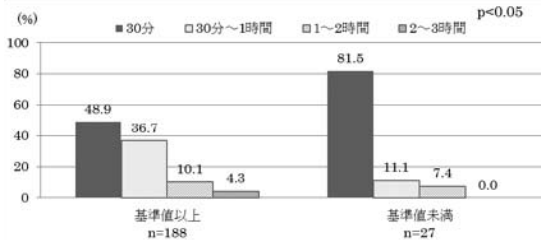


図4 血中ヘモグロビン値と1週間にランニングを行う時間(男子)
Fig. 4 Relation between hemoglobin value and running exercise time (male)

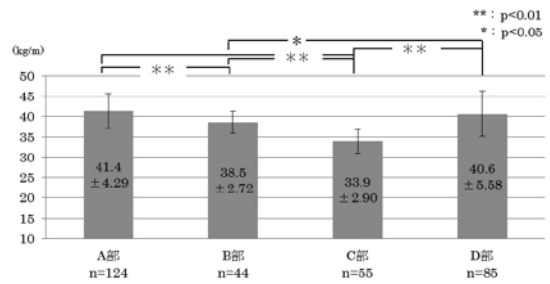


図5 LBM/身長の平均値(男子)
Fig. 5 Ratio of LBM/standing height (male)

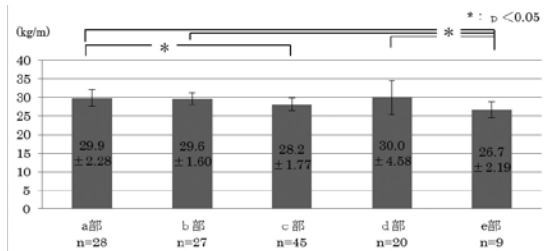


図6 LBM/身長の平均値(女子)
Fig. 6 Ratio of LBM/standing height (female)

4. クラブでの比較について

競技種目や生活スタイル（一人暮らし、寮生活、実家）、練習の頻度、時間によって、生活習慣や体格に差異があった。また、クラブによってはヘモグロビン値の基準値未満の割合が2.0%（D部）や40.9%（e部）と差異がみられた。このことから、クラブ内での健康管理や生活の指導に差異があることが考えられた。

IV. まとめ

本研究では、T大学クラブ活動所属選手548名分のデータを用いて、大学トップアスリートの貧血傾向の実態を明らかにするとともに、ヘモグロビン値と生活習慣や体格に関する項目との関係について調査し、ヘモグロビン値に影響を与えている要因を探り、生活習慣やヘモグロビン値の改善の一助となり、体育会クラブ活動の競技レベルの向上につなげることを目的として調査を行った。

今回の調査から、T大学体育会クラブ所属選手全体では男子は11.5%、女子では24.5%が貧血傾向にあることが明らかとなった。また、生活習慣に関しては朝食喫食率や湯船につかる頻度、排便頻度、喫煙など一部改善の必要性が見られたものの、ヘモグロビン値の基準値以上・未満で有意な差は認められなかった。

今回の調査では、ヘモグロビン値の測定を一度しか実施できなかった。しかし、定期的に測定を続けることで、選手の疲労や体調の変化などをより正確に把握することができると考えられる。そして、ヘモグロビン値の測定をきっかけに生活習慣の改善を行うことで、貧血傾向が改善され、トレーニングも効果的に実施でき、パフォーマンスで発揮できれば、競技力の向上へと繋がると考えられる。そのためにも、今後も継続して測定・調

査を行っていく事が重要であると考えられた。

本研究の一部は平成22年度科学研究費補助金（基盤研究（C））課題番号22500530の助成を受けた。

参考・引用文献

- 1) 小田史郎 (2011) 大学生アスリートの睡眠と生活習慣に関する研究, 北章大学生涯スポーツ学部研究紀要 第2号, p.11-18
- 2) 岡野五郎, 穆子彦, 杉浦克己, 田口素子, 池田一文 (1990) 日中トップレベル・ジュニアスポーツ選手の栄養摂取状況, 日本体力医学会, p.610
- 3) 森朝美, 岩本珠美, 鄭継華, 西田由香, 杉内香子, 加藤秀夫 (2007) 児童生徒の身体状況と生活習慣の季節的变化, 県立広島大学人間文化学部紀要, 2, p.27-32
- 4) 秋元博之, 吉岡利忠 (2003) 女子大生の骨量維持と生活様式についての研究, 青森県立保健大学雑誌, 5 (1), p.45-51
- 5) 河鍋鬻 (1982) 貧血症における運動能力の検討—血色素量と俊敏性、持久力、筋力の関係—, 白梅学園大学短期大学紀要, 18, p.1-10
- 6) 河鍋鬻 (1984) 貧血症における運動能力の検討—血色素量と12分間走の関係—, 白梅学園大学短期大学紀要, 20, p.3-13
- 7) 鈴木明, 岸本弘子, 河鍋鬻 (1984) 貧血症における自覚症状の応答について (自然科学篇), 白梅学園大学短期大学紀要, 20, p.23-34
- 8) 河鍋鬻, 鈴木明, 岸本弘子 (1985) 貧血症における自覚症状の応答について第2報生活要因からの検討 (自然科学篇), 白梅学園大学短期大学紀要, 21, p.3-15
- 9) 阿部将茂 (2010) 高校生の生活習慣と血中ヘモグロビン値との関係についての一考察, 東海大学紀要, 40, p.149-155
- 10) 山合洋人・青木友美・一瀬優希 (2010) 高校生の生活習慣とヘモグロビン値についての一考察, 東海大学体育学部卒業論文



高校生の生活習慣と血中ヘモグロビン値 の実態についての基礎的研究 — T 大学付属高校生を対象として—

小澤治夫 (体育学部体育学科) 佐藤宣践 (スポーツ教育振興本部) 杉 一郎 (初等中等教育部)
山下泰裕 (スポーツ教育センター) 寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)
橋口祥一 (スポーツ教育振興本部) 野井真吾 (埼玉大学教育学部)
林田峻也 (大学院体育学研究科) 小柳 洸 (大学院体育学研究科)
本多英明 (大学院体育学研究科) 山合洋人 (大学院体育学研究科)

Fundamental Research on Lifestyle Anemia of the Students at High School Attached to T University

Haruo OZAWA, Noubuyuki SATO, Ichirou SUGI, Yasuhiro YAMASHITA, Tamotsu TERAU,
Syouchi HASIGUCHI, Singo NOI, Syunya HAYASIDA, Kou OYANAGI, Hideaki HONDA and Hiroto YAMAAI



Abstract

The purpose of this study was to investigate lifestyle, anemia and these correlation on the high school students. The subjects of the analysis were 6,088 (3,862 males and 2,139 females and 87 gender unknown persons) high school students. The survey was conducted in April and August, 2011. The main results were as follows;

- 1) Life style of the high school students was not so good. Many students had not breakfast (19%) every day, waked up after 7 o'clock, and went to bed after 24 o'clock. Differences among schools were observed on those of habits.
- 2) 20.4% male and 27.8% female were anemia.
- 3) There is a relationship between lifestyle and anemia.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 71-77, 2012)

I. 緒 言

近年、生活習慣が健康に与える影響のひとつに「生活習慣病」が一般に広く認識がされている。生活習慣病に代表される 2 型糖尿病、高脂血症、

高血圧、動脈硬化性疾患などは食生活の変化、車社会などの現代社会のライフスタイルに起因として年々増加しており、医療費高騰の大きな要因の一つにもなっている¹⁾。また生活習慣病は我が国の死因の第 2 位、第 3 位である心臓疾患、脳血管疾患などの重篤な疾患に至る²⁾ リスクが高いた

め、個人および社会に与える損失は極めて大きく、その予防対策は大きな課題である。個々の生活習慣病対策は、日本糖尿病学会、日本高血圧学会、日本動脈硬化学会、日本肥満学会などそれぞれの関連学会を中心に研究や予防活動が行われ、それらの発症のメカニズムや治療開発には、多くの成果が挙がっている¹⁾。しかし現代社会における生活習慣は必ずしも個人の責任でのみ説明できるわけではなく、人類の歴史の中で予測もつかなかった食べ物にあふれた社会、車社会、ニューメディア（電子ゲーム、インターネット、携帯電話、テレビなど）など体力を使う必要のない環境こそが大きな問題である。

生活習慣病とは、かつて成人病とよばれていたように成人がかかる病気と考えられていたが、子どもでもメタボリックシンドロームや2型糖尿病などの生活習慣病を発症すること³⁾や、疫学的研究により胎児期や子ども時代の栄養状態の異常が大人になってから生活習慣病発症の大きな要因となることが明らかになっている⁴⁾。身体的にも精神的にも発達途上である子どもの生活環境を整えることは、「保護者・教育者を含めた社会の責任」であり、将来および現在の生活習慣病予防に不可欠である。

生活習慣病の発症には肥満が大きく関わっており、近年、我が国のみならず世界的に小児肥満の増加が指摘され^{5, 6)}、成人肥満の多くが小児肥満として発症し、動脈硬化の初期病変も小児期で確認されている^{7, 8)}。これらのことから生活習慣病を予防するためには小児期からの肥満予防が重要だということが考えられる⁹⁾。岩田らは子どもの肥満を予防するための生活習慣の視点を食習慣、運動習慣、睡眠習慣の3つの視点から述べている¹⁰⁾。食習慣においては朝食の欠食、早食い、孤食の増加、お菓子やインスタント食品の摂取を挙げており、いずれも肥満になる原因だとしている。また運動習慣においては最近の子どもの運動不足を肥満の原因としており、運動不足が原因で肥満になると、運動に対する不安や苦手意識が生まれ、運動の機会を妨げてしまうという悪循環が生まれる

としている。さらに睡眠習慣においては日本の子どもの睡眠時間がオーストラリアの子どもの睡眠時間より大きく短く、それには日本の親の睡眠時間が他国と比較すると短いことが原因だと指摘しており、睡眠習慣は運動習慣や食習慣にも影響を与え、夜更かしをして起床が遅いと朝食が食べられず、学習や運動の意欲が減退するとしている。以上のことから、日本の社会にとって正しい健康教育の確立とともに、社会環境の整備が必須の課題であることが考えられる。

我々は小学生から中学、高校生までの生活習慣の実態を2008年から2011年にかけて約50,000名調査しており、小学校から中学校、高校と学年進行に従って朝食喫食率の低下、就床時刻・起床時刻が遅延化するなど一日の生活習慣が乱れていることを明らかにしてきた¹¹⁾。また我々は生活習慣の乱れによる貧血が子どもたちの体力、学習意欲の低下を起している要因の一つ¹²⁾として考え、2008年から2011年にかけて6,726名の高校生の血中ヘモグロビン値（以下、Hb 値）を測定しており、WHO の定める基準値を下回る生徒の割合が多いことを明らかにしてきた。このような背景を踏まえ、2011年度より我々はT大学付属高校生活習慣改善プロジェクトを企画し、2年間でT大学付属高校生の生活習慣調査に加え、健康状態を測る指標としてHb 値測定を行い、T大学付属高校生の生活習慣・健康状態の実態を把握し、生活習慣・貧血傾向改善の具体的なプランを模索し、さらに将来につながる生活習慣病予防の基礎的調査を目的として本研究を行った。

Ⅱ. 方 法

1. 調査対象・期間

学校側から依頼のあったT大学付属高校6校の高校生（男子3,862名、女子2,139名、性別不明者87名、計6,088名）を対象に生活習慣調査を実施した。Hb 値の測定は同じく学校側から依頼のあったT大学付属高校2校の高校生（男子705名、

女子371名、計1,076名)を対象とした。なお、本研究は、東海大学「人を対象とする研究」に関する倫理委員会の承認を得て実施した。

2. 調査期間

2011年4月から8月を調査期間とし、その間に生活習慣調査とHb値の測定を行った。

3. 調査方法

1) 生活習慣調査

無記名、選択方式(一部自由記述あり)の質問紙による調査を行った。内容は起床時刻・就床時刻や朝食、食事は誰と食べるか、入浴などの1日の生活、携帯電話・パソコン・テレビなどニューメディアの使い方、体育や運動の好嫌度や頻度、体験活動、現在の体調についてなど、全32項目からなる質問紙を作成し、各校に配布した。

2) 血中ヘモグロビン値測定

Hb値の測定には非侵襲的方法を採用し、末梢血管モニタリング装置(アストリムSU、SYSMEX社製)を使用して測定を行った。末梢血管モニタリング装置は、採血を必要としない近赤外分光画像計測法を用いるため測定者の痛みやストレスの心配がなく、測定は一人につき約1分程度と短時間で済み、測定が学校の教育に支障をきたさない簡便な方法である。また本法は再現性の高さや採血法との関連が高いことが報告されており、有用性が高い方法である¹³⁾。なお今回の測定では気温・室温の統制、女子生徒の月経周期の確認は行っていない。ただし測定者の手が冷たい場合は先行研究により、Hb値の値が低く出ることが報告されている¹¹⁾ため手が冷たい場合にはドライヤーを使用し手を温めてから測定を行った。

4. 分析

返却された質問紙はOCRソフトのDynaEye(富士通)を使用して読み取り、読み取りミスを目視によって確認し、データクリーニングを行った後、分析を行った。主な統計パッケージにはMicrosoft Excel 2003を用いて基礎統計分析とし

て単純集計を行った。また、IBM SPSS Statistics 19を使用し統計的仮説検定には χ^2 検定を用い、有意水準はいずれも5%未満とした。

Ⅲ. 結果及び考察

1. 生活習慣調査

1) 学校別の比較について

生活習慣調査の各項目において学校別に比較したところ、「朝食を毎日食べますか」という質問項目に対して6校の中で最も「毎日食べる」と回答した生徒の割合が高かったのは、A高校の86.0%であり、E高校の75.5%が最も低い値を示した(図1)。「就床時刻は、何時くらいですか」という質問項目に対して24時までに寝ると回答した生徒の割合が最も高かったのはA高校の73.3%であり、C高校の56.7%が最も低い値を示した(図2)。「体育の授業以外で運動やスポーツをどのくらい行いますか」という質問項目に対して「一週間に5回以上」と回答した生徒の割合が最も高かったのはA高校の61.6%であり、E高校の44.8%が最も低い値を示した(図3)。「学校以外での勉強時間(家での勉強や塾など)は1日どれくらいですか」という質問項目に対して「0分」と回答した生徒の割合が最も高かったのはF高校の48.3%であり、A高校の20.7%が最も低い値を示した(図4)。また勉強時間の質問に対する質問紙の回答の選択肢の中で30分、1時間、1時間30分、2時間、2時間30分、3時間、3時間以上と回答した全ての生徒の割合を学校別で比較すると最も高かったのはA高校の79.4%であり、F高校の51.7%が最も低い値を示した(図4)。これらのことから6校の中でF高校が最も学校以外での勉強習慣が身につけていない生徒の割合が高いことが推察された。

以上のことから生活習慣調査の各質問項目において学校別で違いがみられ、T大学付属高校生は学校によって生活習慣や運動習慣、勉強習慣などに違いがあることが明らかとなった。

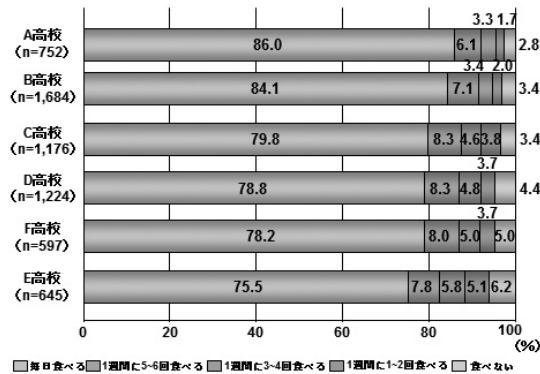


図1 学校別における朝食喫食率の比較
Fig. 1 Distribution of the rate of having breakfast among 6 high schools.

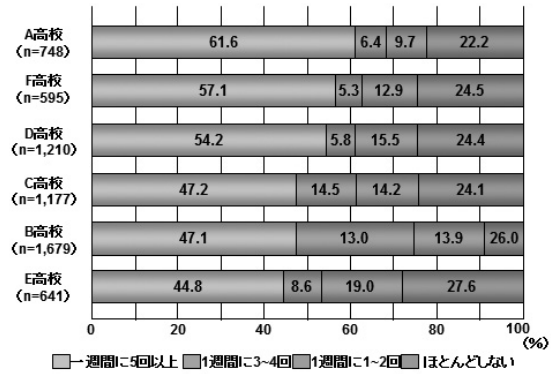


図3 学校別における体育授業以外で運動やスポーツをどのくらい行うかの比較
Fig. 3 Distribution on frequency of exercise and sport of except from physical education lesson among 6 high schools.

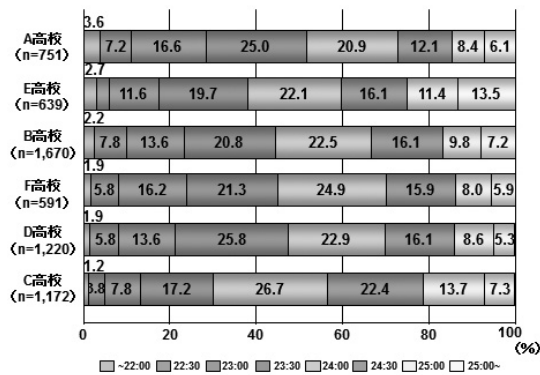


図2 学校別における就床時刻の比較
Fig. 2 Distribution of the rate of bed time among 6 high schools.

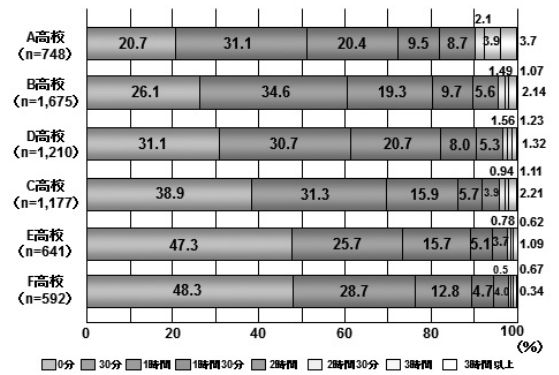


図4 学校別における学校以外での勉強時間の比較
Fig. 4 Distribution of the time to study outside school among 6 high schools.

2) 家庭について

朝食を「毎日食べる」と回答した高校生の割合は全体で81.0%であったのに対して、家族が朝食を「いつも作ってくれる」と回答した高校生の割合は全体で63.8%と朝食を毎日食べる生徒の割合よりも家族が朝食をいつも作ってくれると回答した生徒の割合よりも低い値を示した(図5)。T大学付属高校は運動部の競技力が全国的に高いレベルにある部活動が多いことから、寮で生活をしている生徒も多数在籍していることが考えられ、その生徒が家族は朝食を全く作ってくれないと回答したことが、このような結果につながったことの要因の一つとして挙げられるが、朝食に対する意識改革は本人だけでなく、家庭に対しても必要であることが窺え、家庭の後押しがT大学付属高

校生の朝食喫食率を伸ばす結果につながることが推察された。

3) 体育の授業について

「体育が好きですか」という質問項目に対して「はい」と回答した男子の割合は63.9%であるのに対して、女子の「はい」と回答した割合が44.2%と男子よりも低い値を示した(図6)。高橋によると、生涯スポーツをめざす体育授業においては、情意的目標(楽しさの体験)は重視されなければならないとしている¹⁴⁾。つまり高校生の現在と将来の生活習慣病を予防するうえで、生涯にわたって運動に参加する人間を育てるためには体育授業に楽しさの体験を加えることが必要であると考えられる。T大学付属高校生は全体として女子が体育を好きになる、運動を楽しめる授業を実施

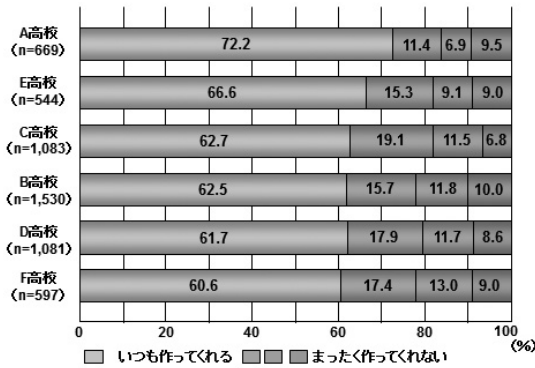


図5 学校別における家族が朝食を作ってくれますかについての比較
Fig. 5 Distribution of the rate of making breakfast by family among 6 high schools.

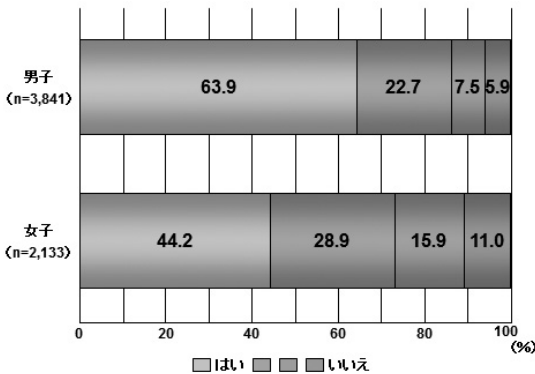


図6 男女別における体育が好きですかについての比較
Fig. 6 Difference of the rate of liking physical education between males and females.

する必要があることが窺えた。

これらのことから、T大学付属高校生の生活習慣・貧血傾向改善のためには、生徒の実態を調査し、意識を改革するだけでなく、学校と家庭も変わっていくことが必要だということが推察された。

2. Hb 値測定結果について

測定したHb値の結果を、WHOの基準を用いて男子13.0g/dl、女子12.0g/dlで基準値以上と基準値未満に分類したところ基準値に満たなかった高校生は男子が20.4%、女子が27.8%と男女ともに2割を超える生徒が貧血傾向であった。男女別にみると女子の基準値未満の割合が多い結果となった。女子は、月経により失われる鉄量の関係や、やせ願望からくる偏食や無理なダイエットの

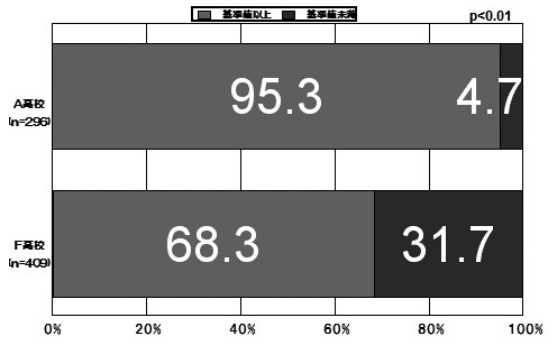


図7 学校別の血中ヘモグロビン値の基準値以上・未満の割合の比較 (男子)
Fig. 7 Rate of students exceeded satandard value on hemoglobin in 2 high schools (male)

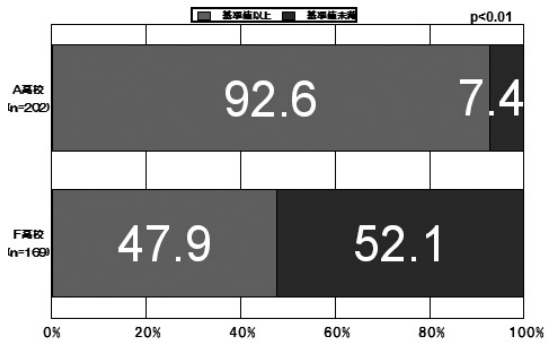


図8 学校別の血中ヘモグロビン値の基準値以上・未満の割合の比較 (女子)
Fig. 8 Rate of students exceeded satandard value on hemoglobin in 2 high schools (female)

影響などから男性よりも女性の方が貧血になりやすい¹⁵⁾ことも報告されており、女子特有の生理機能の影響により貧血傾向の割合が男子より高くなったことが一つの要因として考えられる。またHb値測定を行った2校のHb値の基準値未満の割合を比較すると、A高校の男子は4.7%、F高校が31.7%とF高校が高い値を示した(図7)。女子も同様に基準値未満の割合はA高校が7.4%、F高校が52.1%とF高校の割合が高い値を示した(図8)。

3. Hb 値測定を実施した2校の生活習慣の比較

Hb値測定を行った2校の生活習慣を比較してみると、朝食を毎日食べる生徒の割合はA高校が86.0%、F高校が78.2%とA高校の方が高い値を示した(図1)。就床時刻において12時までに寝

ると回答した生徒の割合はA高校が73.3%、F高校が70.1%とA高校の方が高い値を示した(図2)。また起床時刻において7時までに起きると回答した高校生の割合はF高校が85.8%、A高校が84.5%とF高校の方が高い値を示した。これからのことからA高校はF高校よりも全体として生徒の睡眠時間が長い傾向であることが推察された。また体育授業以外でどれくらいスポーツを行うかという質問項目に対して、一週間に5回以上運動する高校生の割合はA高校が61.6%、F高校が57.1%とA高校の方が高いことから、A高校の方が体育授業以外で運動を多く行っている傾向にあった(図3)。「学校以外での勉強時間(家での勉強や塾など)は1日どれくらいですか」という質問項目に対して「0分」と回答した生徒の割合はA高校が20.7%であり、F高校は48.3%とF高校の方が高い値を示した(図4)。また勉強時間の質問項目に対して回答の選択肢の中から30分、1時間、1時間30分、2時間、2時間30分、3時間、3時間以上と回答した全ての生徒の割合はA高校が79.4%、F高校が51.7%とA高校の方が高い値を示した(図4)。これらのことからA高校の方が学校以外で勉強をしている生徒の割合が高いことが窺えた。

以上を踏まえて、三島らの研究で貧血傾向には生活習慣が関係していることが示唆されている¹²⁾が、今回の調査においても同様に生活習慣が高校生の貧血傾向に関係していることが示唆された。また、A高校はF高校よりも、運動習慣や勉強習慣が身につけている生徒の割合が高いことから、小澤らのライフマネジメントの風車モデル¹⁶⁾の考え方が当てはまっているのではないかとということが考えられる。A高校の生徒たちは3大生活行動の睡眠、食事、運動のいずれにおいても、F高校の生徒よりも規則正しい習慣を身に付けており、風車は回り始め、目覚めもすっきり、時間をかけて食事ができ、意欲・気力に湧く姿で登校し、難しい勉強や運動にチャレンジする気力の充実につながり、生活が充実・安定する。これらの複合的な生活習慣の要因がHb値に好影響を与えている

ことが考えられた。

今回の調査では、Hb値の測定を一度しか実施することができなかった。しかし、定期的に測定を続けることで、高校生の貧血傾向の変化などをより正確に把握することができると考えられる。これまで我々は、2010年から2011年にかけて定期的に測定を実施することにより、Y県立SK高校生の事例のように貧血傾向の改善に成功した取り組みを行ってきた¹⁷⁾。当該校はHb値の測定をきっかけに生活習慣の改善を行うことで、貧血傾向が改善され、生徒が元気になり、学校全体が良い方向に変わっていった。T大学付属高校においてもこのような事例と同様に、今後も継続して測定・調査を行っていくことが生活習慣・貧血傾向改善にとって重要であると考えられる。

IV. まとめ

本研究では、T大学付属高校生6,088名分のデータを用いて、高校生の生活習慣の現状と貧血傾向の実態を明らかにするとともに、T大学付属高校生の学校別の生活習慣・健康状態の実態を把握し、生活習慣とHb値との関係性を探ることによって生活習慣・貧血傾向改善の具体的なプランを模索することを目的として研究を行った。

その結果から、生活習慣においては全体で19%の高校生が朝食を毎日食べておらず、7時以降に起床する高校生が全体で11%、24時以降に就床する高校生が57%と好ましくない生活習慣の生徒が多数みられた。また学校間で生徒の生活習慣に違いがあることが明らかとなった。Hb値はT大学付属高校2校で男子は20.4%、女子は27.8%が貧血傾向であった。また2校の生活習慣を比較するとF高校よりもHb値の基準値未満の割合が、男女ともに少なかったA高校の生徒の方が規則正しい生活習慣を身に付けている傾向にあったことから、高校生の生活習慣とHb値の関係性がみられた。

またT大学付属高校生活習慣改善プロジェクト

の2年目の調査や改善活動を行っていく上で、生活習慣調査の質問紙の内容を国の調査と比較できるような対応ある質問紙を作成すること、Hb値の測定条件において女子の月経周期を確認すること、高校生の生活習慣の改善には本人だけでなく、体育の授業や家庭の生活環境の実態等を調査し改善を促すことが必要であることなどが今後の課題であると考えられる。

本研究の一部は平成22年科学研究費補助金（基盤研究（C））課題番号22500530の助成を受けた。

参考・引用文献

- 1) 日本学術会議臨床医学委員会・健康・生活科学委員会合同生活習慣病対策分科会, 提言 出生前・子どものときからの生活習慣病対策, 1-2, 2008.
- 2) 厚生労働省, 平成18年人口動態統計月報年計(概数)の概況
- 3) 大関武彦, 中川祐一, 中西俊樹, 藤澤泰子, 齋秀二, 李仁善, 佐野伸一郎, 佐竹栄一郎, 永田絵子, 小児期メタボリック症候群の概念・病態・診断基準の確立及び効果的介入に関するコホート研究, 小児のメタボリックシンドローム判断基準の各項目についての検討, 平成18年度総合研究報告書, 5-7, 2007.
- 4) Barker DJ, Osmond C, Infant mortality, childhood nutrition, and ischaemic heart disease in England and Wales, *Lancet* 1 1077-1081, 1986.
- 5) World Health Organization, *Avoiding Heart Attacks and Strokes, Don't be a victim Protect yourself*, 2005.
- 6) British Medical Association, *Preventing childhood obesity*, 2005.
- 7) 日本肥満学会, 小児の肥満症マニュアル, 医歯薬出版, 2004.
- 8) 大関武彦, 小児肥満—その特質と新しい診断基準, 医学のあゆみ別冊糖尿病・代謝症候群, 医歯薬出版, 388-390, 2004.
- 9) Baker JL, Olsen LW, Sorensen TA, *Childhood Body-Mass Index and the Risk of Coronary Heart Disease in Adulthood*, *N Engl J Med*, 357 (23), 2329-2337, 2007.
- 10) 岩田富士彦, 岡田知雄, 生活習慣と子どもの病気, からだの科学, 272, 18-21, 2012.
- 11) 徐広孝, 小澤治夫, 山下大輔, 内田匡輔, 松本秀夫, ニューメディアが中学生及び高校生の生活習慣に及ぼす影響とその二次的影響について, 東海大学紀要体育学部, 第39号, 2009.
- 12) 三島利紀, 小澤治夫, 佐藤毅, 樽谷将志, 西山幸代, 高校生の生活習慣と貧血に関する実態調査, 北海道教育大学釧路校研究紀要, 第38号, 2006.
- 13) SYSMEX 株式会社, 末梢血管モニタリング装置 ASTRIM SU 基礎データ集, 1-8.
- 14) 高橋健夫, 体育の授業を創る, 大修館書店, 10-14, 1994.
- 15) 秋元博之, 女子大生の骨量維持と生活様式についての研究, 青森県立保健大学雑誌, 45-51, 2004.
- 16) 小澤治夫, 林正孝, 樽谷将志, 小林博隆, 永井悠介, 北海道の子どもの体力・生活とその改善の取り組み, 子どもと発育発達, Vol.4 No.2, 2006.
- 17) 小柳洸, 高校生の生活習慣と生活充実度・血中ヘモグロビン値との関連と、教員の意識における一考察, 東海大学大学院2011年度修士論文 体育学専攻, 2011.



中学生年代のバスケットボール選手への 心理的サポートの影響

高妻容一 (体育学部競技スポーツ学科) 宍戸 渉 (体育学部非常勤講師)

The Effects of Psychological Consulting for Junior High School Basketball Players

Yoichi KOZUMA and Wataru SHISHIDO



Abstract

The purpose of this study is to verify the hypothesis that a positive psychological change can occur on two groups of junior high school athletes after receiving mental training and psychological consulting. Furthermore, a second hypothesis stating that a 30-day training program is less effective than a 60-day training program was also investigated. The research methods used in this study consist of a psychological test called the Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes (DIPCA.3) and a questionnaire. The participants of this study were 12 members from the 2009 and 2010 Junior High School All-Star Basketball Teams. DIPCA.3 was first administered in February 2010 as a pre-test and in March 2010 for the post-test for members from the 2009 All-Star team. Members from the 2010 All-Star team received DIPCA.3 as a pre-test in February 2011 and once again in April 2011 for their post-test. Data analysis showed that no significant differences were found between the 2009 and 2010 All-Star team from two-way ANOVA (Analysis of Variance) for the program's length of time. Thus, time was not a factor between the month long and the two month long programs. However, significant differences were found from the data analysis of the pre-test and post-test of both teams. These results reveal a positive result to support the first hypothesis that a positive psychological change did occur for the two groups of athletes after mental training and psychological consulting.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 79-86, 2012)

I. はじめに

2011年は、女子サッカーの「なでしこジャパン」の話題がスポーツ界を駆け巡った年でもあった。このワールドカップ優勝という快挙の背景には、心技体のバランスのとれたトレーニングがあったのではないかと考える。特に、ワールドカップという大会を勝ち抜くためには、心技体の心(メンタル面)における要因が大きかったのでは

ないかと考えた。岡田(2008)¹⁾は、北京オリンピック代表選手16名に、オリンピック前後の調査を実施し、なでしこジャパンの心理的側面における分析をした。その結果、心理的競技能力診断検査からの分析では、心理的側面に関して有意差は認められなかったが、内省報告から選手の考え方に変化があったと報告している。つまり、選手たちがオリンピックを経験し、4位という結果を出したことで、選手は自信やモチベーションなどの心理的側面に、ポジティブな影響を及ぼしたと考

えられる。また、なでしこジャパンの選手でもあった永里 (2009)²⁾ は、日本代表を含む17名のトップレベルの選手に対して、自主的なメンタルトレーニングの課題を実施させ、その前後の心理的側面を分析している。このように、なでしこジャパンの優勝の背景には、このような調査やメンタル面強化の試みを実施したことによる心理的側面に対する何らかの影響が選手にあったのではないかと考えた。またサッカー界では、ジュニアの年代から選手を育成するシステムを構築し幅広い指導が実施され、いくつかの研究も行われている。例えば、加藤ら (1999)³⁾ は中学生サッカー選手の日常・競技生活におけるストレスを抽出し、その特徴を把握し、そのストレスの評価に影響を及ぼすと考えられるサッカーのコミットメントレベルとの関連性について報告している。

一方、本研究で取り上げるバスケットボールにおける研究に目を向けると大学生選手を対象にした研究 (石村, 2001)⁴⁾ はあるものの、ジュニア期の心理的側面に関する研究が少ないことがわかる。このような背景のもと、宍戸ら (2011)⁵⁾ は、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報告をしている。この研究では、県の中学選抜チームに対して、2ヶ月間のメンタルトレーニング指導や心理的サポートを実施し、心理的競技能力診断検査を使用しデータを収集し、比較分析をした結果、選手に対してポジティブな影響があったことを報告している。さらに半年間の選抜チームの活動が休止され、その後国際交流試合に向けて再度選抜チームが収集され、練習会を含めて、国際大会までの間に心理的サポートを実施し、その間のデータを収集・分析をして、選手たちの心理的側面にポジティブな影響があったことを報告している。このような先行研究を踏まえて、中学生というジュニア期の年代にメンタルトレーニングや心理的サポートを実施すれば、心理的側面にどのような影響があるのかをより深く分析することにした。

東海大学スポーツサポート研究会：メンタルトレーニング部門では、県の中学選抜チームのメン

タルトレーニング指導と大会までの強化期間の心理的サポートの依頼を9年連続して受けるという機会を得た。しかし2010年度には、震災の影響により、全国大会の中止とチームの解散という予期できないことが起こった。そのために、選抜チームへのメンタルトレーニング指導や心理的サポートを1ヶ月で中止せざるを得ない状況となった。このような背景を考慮し、その前年に2ヶ月のメンタルトレーニング指導と心理的サポートを受けたチームと1ヶ月で中止をしたチームでは、どのような影響や違いがあるのかを検証することとした。また資格をもった専門家と専属メンタルトレーニングコーチが、メンタルトレーニングと心理的サポートを実施することの影響も検証することとした。

そこで、本研究では、2カ月間のメンタルトレーニングを実施した選抜チームのデータと1ヶ月間でメンタルトレーニングを中断したチームでは、2ヶ月間実施したチームの方が、よりメンタル面が強化されるであろうという仮説を立て、それを検証することとした。同時に、両チーム共に、メンタルトレーニングと心理的サポートのポジティブな影響があるであろうという仮説も検証した。

Ⅱ. 方 法

本研究では、ジュニアオールスターという中学生バスケットボール全国大会に出場する、K県の2009年度の中学生選抜男子チームを対象とし、メンタルトレーニング・心理的サポート2ヶ月実施群 (12名・男・12~14歳) と、同じくK県の2010年度中学生選抜選手をメンタルトレーニング・心理的サポート1ヶ月実施群 (12名・男・12~14歳) とした。この2つのチームのデータ収集は、中学年代におけるメンタルトレーニングの効果を検証するために、2009年度K県中学生バスケットボール選抜選手男子12名に対して、2010年1月30日~3月30日に調査を実施した。また、

2010年度 K 県中学生バスケットボール選抜選手男子12名に対しては、2011年1月29日～2011年4月9日に調査を実施した。

本研究では、対象者の心理的側面を分析するために、徳永ら (1996)⁹⁾ の作成した心理的競技能力診断検査 (DIPCA.3: Diagnostic Inventory of Psychological Competitive Ability for Athletes) を使用した。また質的データを収集するためにアンケート調査を実施した。そこで、2ヶ月実施群は、メンタルトレーニングと心理的サポート実施前に、DIPCA.3とアンケート調査の Pretest を実施し、合計15回のメンタルトレーニング指導と心理的サポートを実施し、2ヶ月後の大会直前に、同様の DIPCA.3とアンケート調査である Post test を実施した。一方、1ヶ月実施群は、メンタルトレーニングと心理的サポート実施前に、Pretest として DIPCA.3とアンケート調査を実施し、その後合計9回のサポートを行い、開始約1ヶ月後に震災の影響で大会が中止となったが、4月の解散式に全員が集合した際に、Post test を実施した。

本研究の手順は、2009年度の選抜チームには資格をもった専門家を中心に、専属のメンタルトレーニングコーチが、2010年1月30日から2010年3月30日の約2ヶ月間で合計15回のメンタルトレーニング指導と心理的サポートを実施した。一方、2010年度の選抜チームには、2011年1月29日から3月30日までの約2ヶ月間のメンタルトレーニングと心理的サポートを予定していたが、3月11日に発生した東日本大震災の影響により、大会の中止が決定したため、メンタルトレーニング指導と心理的サポートを約1ヶ月間の合計9回で中止した。そこで、メンタルトレーニング導入後の指標として使用する心理的競技能力診断検査 (DIPCA.3) の Post test を実施したのは、震災の影響が落ち着いてきた4月上旬であった。そのために、メンタルトレーニングのプログラムを打ち切ってから心理的競技能力診断検査 (DIPCA.3) を行うまでに1カ月間の空白ができたという状況であった。

両群に対しては、日本スポーツ心理学会認定のスポーツメンタルトレーニング指導士の資格を持つ専門家のアドバイスを受けながら、専属メンタルトレーニングコーチが、週末に実施された練習会や練習試合などにおいて、メンタルトレーニング指導や心理的サポートを実施した。その具体的内容は、1. 心理的競技能力診断検査 (DIPCA.3) とアンケート調査の実施。2. 初めて選手が集合した日の練習見学とデータ収集のビデオ撮影。3. 第1回目の集合合宿において、1日目の練習後に専門家による講習会を3時間実施し、メンタルトレーニングの実践方法を具体的に紹介した。ここでは、バスケットボール選手のメンタルトレーニング (ベースボールマガジン社) を教科書として配布し、同時に練習日誌や自己学習ができるワークブックも配布した。4. 合宿2日目の朝のセルフコンディショニング (体操・散歩含) の指導。5. 練習前のリラクゼーション・サイキングアップ (心理的ウォーミングアップ) の指導。6. 毎週末実施される練習会における、練習の合間の気持ちの切り替え、集中力向上、チームワークを高める方法の指導等。またコーチ陣とのミーティングや心技体のバランスのとれた練習の指導も考慮した。さらに、配布した練習日誌のチェックや選手とのコミュニケーションを積極的に実施した。7. 練習後の心理的クーリングダウンの指導。また練習後の選手・コーチ・保護者とのコミュニケーションを実施した。8. その後の練習会や練習試合でも同様の指導やサポートを実施し、毎練習会では約1時間の講習会を実施した。ここでは、8つの基本的心理的スキルの知識紹介や毎日の生活で活用できるトレーニング方法を指導した。

また、2009年度の2ヶ月実施群は、大会前日に次の日の練習会場の下見をして、シミュレーショントレーニングを実施した。これは、試合会場への道順や時間を確認し、会場の体育館を確認し、ロッカールーム、トイレ、試合コート、休憩場所、ウォーミングアップの場所、フロアの硬さの確認、天井の高さや照明の確認などをした上で

イメージトレーニングをすることをした。大会当日は、専属メンタルトレーニングコーチと専門家がチームに帯同し、心理的サポートを実施した。また大会3日間の宿泊ホテルでの講習実施や朝のセルフコンディショニング実践を実施した。さらに、選手やコーチへの不安軽減や選手・チームの雰囲気作りなどの個別・チームサポートを実施した。しかし、2010年度の1ヶ月実施群には、大会前日に対する心理的準備等の指導やサポートは全くできなかった。

Ⅲ. 結 果

メンタルトレーニング指導と心理的サポートを2ヶ月実施群と、1ヶ月で中断してしまった1ヶ月実施群では、2ヶ月間継続したチームの方が、心理面がより強化されるであろうという仮説、ま

たメンタルトレーニングと心理的サポートは、選手にポジティブな影響を与えるだろうという仮説を検証するために、二元配置の分散分析を実施したところ、交互作用は認められなかった。その後、期間 (Pretest 及び Post test) に対して主効果を検定すると、忍耐力・闘争心・自己コントロール能力・リラックス能力・集中力・自信・予測力・判断力・決断力・協調性の10尺度、競技意欲・精神の安定集中・自信・作戦能力・協調性の5因子そして総合得点の合計16項目で有意差が認められた。また単純主効果の検定では、2009年度と2010年度を比較した場合、2009年度が14項目で有意差が認められ、2010年度では8項目しか有意差は認められなかった。加えて、2009年度と2010年度の両群の総合得点を比較すると、2009年度の2ヶ月実施群は、トレーニング導入前と導入後では28点総合得点が向上しているのに対し、2010年度の1ヶ月実施群の総合得点の向上は、約半分の

表1 心理的競技能力診断検査による2つの群の Pretest と Post test の比較
Table 1 DIPCA.3 Comparison between Pretest and Post test for both team in 2009 & 2010

	2009年度2ヶ月実施群		2010年度1ヶ月実施群		交互作用	主効果
	Pretest	Post test	Pretest	Post test		
1. 忍耐力	14.33±2.42	16.58±2.27	14.42±3.23	16.25±3.08	*	Pre < Post
2. 闘争心	17.58±2.87	19.33±0.98	17.42±3.12	19.00±1.76	*	Pre < Post
3. 自己実現意欲	15.83±2.62	17.67±1.61	16.00±2.49	15.92±2.71		
4. 勝利意欲	16.00±2.30	17.17±2.59	15.75±2.86	16.08±2.35		
5. 自己コントロール能力	14.83±2.55	17.00±3.02	15.92±2.35	16.67±2.02	*	Pre < Post
6. リラックス能力	14.08±3.53	16.92±3.26	15.50±4.25	16.83±3.51	*	Pre < Post
7. 集中力	15.83±2.62	17.75±1.96	16.00±2.41	17.00±2.52	*	Pre < Post
8. 自信	13.42±2.71	16.17±2.21	13.67±3.55	15.42±3.99	*	Pre < Post
9. 決断力	13.08±2.71	15.50±1.78	13.25±2.99	14.42±3.15	*	Pre < Post
10. 予測力	13.00±1.41	16.17±2.21	13.33±3.58	15.17±3.83	*	Pre < Post
11. 判断力	12.17±2.52	16.00±1.60	12.25±3.19	14.25±4.00	*	Pre < Post
12. 協調性	16.92±1.88	18.92±1.56	15.83±3.27	17.33±2.46	*	Pre < Post
競技意欲	63.75±7.35	70.75±4.14	63.58±10.0	67.25±6.97	*	Pre < Post
精神の安定・集中	44.75±7.51	51.67±7.69	47.42±7.00	50.50±7.44	*	Pre < Post
自信	26.50±4.83	31.67±3.58	26.92±6.00	29.83±6.71	*	Pre < Post
作戦能力	25.17±3.43	32.17±2.89	25.58±7.00	29.42±7.49	*	Pre < Post
協調性	16.92±1.88	18.92±1.56	15.83±3.00	17.33±2.46	*	Pre < Post
総合得点	177.08±17.51	205.17±12.63	179.33±29.0	194.33±27.06	*	Pre < Post

mean ± SD n=12

* p<. 05

15点であった。

Ⅳ. 考 察

メンタルトレーニング指導と心理的サポートを2ヶ月実施群（15回実施）と1ヶ月で中断してしまった1ヶ月実施群（9回実施）では、2か月間継続したチームの方が、心理面がより強化されるであろうという仮説を検証するために、二元配置の分散分析を実施したところ、交互作用は認められなかった。このことから、メンタルトレーニング指導と心理的サポートの回数や期間による差による影響はなかったと考えられる。

しかし、その後、期間（Pretest 及び Post test）に対して主効果を検定すると、忍耐力・闘争心・自己コントロール能力・リラックス能力・集中力・自信・予測力・判断力・決断力・協調性の10尺度、競技意欲・精神の安定集中・自信・作戦能力・協調性の5因子そして総合得点の合計16項目で有意差が認められた。このことから、両群共にメンタルトレーニングと心理的サポートのポジティブな影響が検証できたと考えられる。

また、単純主効果の検定からは、2009年度と2010年度を比較した場合、2009年度が14項目で有意差が認められ、2010年度では8項目しか有意差は認められなかった。このことから、メンタルトレーニングや心理的サポートの期間が長くなれば、心理的側面にポジティブな影響がある傾向は確認することができたと考えられる。同様に、有意差は認められなかったが、2009年度と2010年度の両群の総合得点の平均値の比較からは、2010年度の2ヶ月実施群は、トレーニング導入前と導入後では28点総合得点が向上しているのに対し、2011年度の1ヶ月実施群の総合得点の向上は、約半分の15点であった。このことから、回数や期間が長いほうが、向上に関してはひとつの傾向が分析できた。そこで、今後はこのメンタルトレーニング指導や心理的サポートの回数や期間を延長する研究をすれば、その回数や期間による傾向を分析で

きるかもしれないと考える。

ここで、両群ともにメンタルトレーニングと心理的サポートのポジティブな影響が検証できた理由を分析すると下記のようなことが考えられる。

1. 本研究における検定で主効果が認められた「競技意欲」因子における「忍耐力（我慢強さ・粘り強さ・苦痛に耐える）」や「闘争心（大きな試合ほど燃える）」は、モチベーション（意欲・やる気・競技意欲）に関わる項目である。先行研究からは、「目標設定」という心理的スキルが選手の競技意欲向上を促すものだと示唆されている（石井、1997⁶⁾。そこで、本研究における心理的サポートでは、選手のモチベーションを高める目的で、高妻（2002⁷⁾作成の目標設定用紙を使用して目標設定を実施した。また、練習会における心理的サポートでは、練習前に自分の目標をホワイトボードに書き、さらにチームメイトとペアワークの中で宣言しあうという方法で、毎回練習への目標設定を行なった。杉原（2003⁸⁾は、目標を設定することによって練習への動機づけが高まるだけでなく、目標を達成して能力が向上していくことを実感することにより、自己決定と有能感が得られ、内発的動機づけが増すと述べている。このことから、目標設定を実施した選手たちは、やるべきことの認識を高め、日々の練習で粘り強く厳しい練習にも耐えようとする気持ち（内発的モチベーション）が高まり、競技意欲に関する項目である「忍耐力」や「闘争心」の向上に影響したと考えられる。

しかし、競技意欲の項目には、「自己実現意欲」と「勝留意欲」という項目も含まれているが、この2つの項目においては、有意差が認められなかった。一方、2010年の1ヶ月実施群の平均得点では、「自己実現意欲」の得点は下がり、「勝留意欲」の得点は上がっていた。この理由を分析すると、震災の影響で参加するはずだった大会が中止になったことが大きく関係しているのではないかと考える。選手たちは、自分たちの目標としていた全国大会で戦うことを楽しみにしていたが、大会の中止によって目標自体を見失ってしま

うという状況に陥り、それが「大きな舞台で自分の力を発揮したい」という自己実現意欲を低下させたのではないかと考える。実際に震災後にとったアンケートには、ほとんどの選手が「大会に出なかった。」「このチームで戦いたかった。」と大会中止を残念に思う気持ちを報告していた。一方、「勝利意欲」の得点が上がった理由としては、試合に出られなかったことから生まれた勝利への貪欲で素直な気持ちではないかと考える。このことから、競技意欲の向上に対する心理的サポートに関しては、心理テストの分析や内省報告から、日々の練習や大会に向けての目標設定は十分に出来ていた。しかし、今回のような震災が起きたときにそれを受け入れ、長期的に自分の目標を見直すまでの心理面の強化まではできなかったと考える。このことから、1ヶ月で9回という短期間のサポートではあったが、今後は選手のキャリア形成（キャリアトランジション）を考えたサポートが重要であると考えられる。

2. 有意な向上が認められたプレッシャーや試合での実力発揮に関する「精神の安定・集中」の因子では、自己コントロール能力、リラックス能力、集中力の向上に、毎回の練習会や試合で実施したリラクゼーションとサイキングアップの影響があったと考える。この心理的スキルは、サポートの最も重要な強化点であった。ここでは、プレッシャーにより緊張を感じたときに、何をどうすれば平常心でプレイできるかの平常心や精神の安定に、リラクゼーションやサイキングアップが貢献したのではないかと考察した。

3. 有意な向上が認められた「自信」の因子は、「自信」や「決断力」の項目に関係があり、「自分の能力に自信、実力発揮の自信、目標達成への自信、自分のプレイができる自信、思い切りのよいプレイ、失敗を恐れず決断、試合の決断力」と徳永（1996）⁹⁾は述べている。メンタルトレーニングにおいては、自信や決断力を高めるために「セルフトーク」という心理的スキルが多く用いられている。このセルフトークの研究について、Perkosら（2002）¹⁰⁾は、初心者バスケット

ボール選手に競技力向上とスキル獲得のためにセルフトークを実施したという報告をしている。この報告では、コントロール群とセルフトーク群に分け、セルフトーク群には、ドリブル、パス、シュート時にセルフトークをさせ、コントロール群と比較検討した。その結果、それぞれのスキルにおいてセルフトーク群が、コントロール群より有効であったと考察している。その他には、「プラス思考（ポジティブシンキング）」という心理的スキルも「セルフトーク」や「コミュニケーション」と同時に自信を高めるトレーニングに用いられる。名取（2007）¹¹⁾は少年サッカー選手に対する質問紙調査から、指導者の言葉かけによる肯定的なフィードバックが選手のやる気を高めることを報告している。さらに、実際の指導現場において、肯定的な言葉かけをする指導としない指導では、肯定的な言葉かけをする指導のほうが選手の心理面に良い影響を与えるだけでなく、サッカーにおける運動量の増加やボールタッチ数の増加があったと報告している（堀田、2008）¹²⁾。このような先行研究同様に、本研究における自信を高めるトレーニングでは、ポジティブなセルフトーク、コーチやチームメイトとのコミュニケーションを講習会等で指導し、練習中や普段の生活で活用させた。実際に選手たちは常にポジティブな言葉やコミュニケーションを意識した結果、表情や態度も明るくなった。また、技術や体力面を指導するスタッフにもポジティブな声かけやコミュニケーションを心がけてもらい、実際の指導にも活かしてもらった。それが、選手の自己有能感を刺激し、心理面に良い影響を与えたと考えられる。

4. 有意な向上が認められた「作戦能力」は、「予測力」、「判断力」の尺度が関係しており、「作戦的中、作戦の切り替え、勝つための作戦、的確な判断、冷静な判断、素早い判断ができる」というものである（徳永、1996）⁹⁾。このことは、イメージトレーニングという心理的スキルのトレーニングの効果ではないかと考える。本研究における心理的サポートでは、練習前の心理的なウォーミングアップ中に体を使ったイメージトレーニ

ングを実施した。具体的に、選手に自分が今日の練習でやりたいプレイを頭の中でイメージさせ、実際に体を動かしながらイメージしたことをやってみるという方法で実践した。そこでは、選手たちはボールを使わずにフリースローのイメージで体を動かしたり、このトレーニングに慣れてきた選手はオフェンスでの攻め方をイメージしてコート内を大きく動きまわったりしていた。イメージトレーニングは、24時間いつでもどこでも自由に行えるトレーニングであることから、選手たちは空いた時間や自由練習のときは特にこのイメージトレーニングを多く実施していた。このような選手の努力がトレーニングとなり、「作戦能力」の向上につながったのではないかと考える。

5. 協調性に関しては、有意差が認められたが、2ヶ月実施群の方が向上率の傾向が高いことは、全国大会を経験できたかどうかという要因が大きいと考える。全国大会を戦うという目標やその大会に対する練習会や試合が、選手たちの協調性（チームワーク）に大きく影響していることが考察できる。また選抜チームという特殊なチーム状況では、練習回数やメンタル面強化の回数が多いということは、チームワークの向上に影響を与えたのではないかと考える。

まとめ

本研究は、県の選抜チームという限られた範囲でのデータ収集と分析であったため12名という少人数の対象者となった。本研究では、メンタルトレーニング指導や心理的サポートを1ヶ月実施（9回実施）と2ヶ月実施（15回実施）という期間でも、実施期間や回数に関する違いは検証できなかった。しかし、この県選抜チームである2つの群に対して、メンタルトレーニング指導や心理的サポートを行なった結果、心理的競技能力診断検査（DIPCA.3）においては、期間（Pretest及びPost test）において、主効果が認められたと同時に、内省報告からも、「選抜チームだけで終わら

ず、自分の学校でもメンタルトレーニングをやりたい。」など、メンタルトレーニングに対して前向きな評価をする選手もいた。これらのことから、競技力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、選手の心理面にポジティブな影響を与えるのではないかとという仮説を検証できたのではないかと考える。しかし、「メンタルトレーニングは継続して行なうほど効果がある」という先行研究があることから、今後はこの期間や回数、そして継続に関する研究が必要であると考えられる。また先行研究⁵⁾による選抜チームの分析から、男女の性差は認められなかったため、男女合計の対象者での研究も可能であると考える。

参考文献

- 1) 岡田侑子：女子サッカー選手における北京オリンピック前後でのメンタル面の経緯 東海大学体育学部競技スポーツ学科コーチ・トレーナーコース 研究論文抄録集 83-86, 2008.
- 2) 永里優季：女子サッカークラブチームBにおける自己学習によるメンタルトレーニングを継続して行うことによる心理的効果について 東海大学体育学部競技スポーツ学科コーチ・トレーナーコース 研究論文抄録集 79-80, 2009.
- 3) 加藤久 石井源信：中学生サッカー選手の日常的な心理的ストレス反応に関する研究 スポーツ心理学研究 26 (1), 1999.
- 4) 石村宇佐一 永山亮一 古章子 青木隆 野田政弘：大学バスケットボール選手における心理的スキルの効果 金沢大学教育学部紀要 教育科学論 Vol.50 71-78, 2001.
- 5) 宍戸渉 高妻容一：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 東海大学スポーツ医科学雑誌 23, 65-70, 2011.
- 6) 石井源信：目標設定技術 メンタルマネジメントマニュアル 大修館書店 95-96, 1997.
- 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 53-68, 2002.

- 8) 杉原 隆：運動指導の心理学 大修館書店 165, 2003.
- 9) 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 37, 1996.
- 10) S. Perkos, Y. Theodorakis, & S. Chroni Enhancing Performance and Skill Acquisition in Novice Basketball Players with Instructional Self-talk The Sport Psychologist, 16, 268-383, 2002.
- 11) 名取洋典：指導者の言葉がけが少年サッカー競技者の「やる気」に及ぼす影響 教育心理学研究 55, 244-254, 2007.
- 12) 堀田健治：少年サッカー指導における肯定的な言葉がけと運動量およびボールタッチ数の関係 東海大学大学院修士論文 2007.



高気圧エアチャンバーが身体に 及ぼす影響

金藤理絵 (東海大学大学院体育学研究科) 山田 洋 (体育学部体育学科)

斎藤優太 (体育学部体育学科) 加藤建志 (東海大学非常勤講師)

寺尾 保 (スポーツ医科学研究所)

The Effects of High Pressure Air Chamber on Our Bodies

Rie KANETO, Hiroshi YAMADA, Yuta SAITO, Tsuyoshi KATO and Tamotsu TERAO



Abstract

The purpose of this study was to clarify how a high pressure air chamber affects our bodies. Study participants included six healthy university students (three males and three females).

Using a stress meter, the degree of physical fatigue was measured before and after using a high pressure air chamber. Results were then compared. Physical fatigue was measured three times at different levels of light intensity, taking photos of the pupil reactions of both eyes using a dedicated CCD camera.

In the high pressure air chamber, one group received a higher oxygen supply than the other group. A reduction in fatigue was observed in the group that received a higher oxygen supply. From these results, it was suggested that using a high pressure air chamber is effective in reducing fatigue.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 87-91, 2012)

I. はじめに

疲労 (Fatigue) とは、「精神的または肉体的に活動した後続く、仕事量の減少、遂行の非能率化などを特徴とする状態」と医学事典¹⁾に記載されている。これをスポーツにあてはめると、激しい運動によって身体諸機能が低下し、競技パフォーマンスが低下した状態といえる。運動で身体が疲労するのは必然であるが、その後、休養・栄養を十分に摂取することによって競技パフォーマンスは回復し、以前より高いレベルに達する。しか

しながら、運動の強度・時間・頻度が過剰に多くなってくると、各要素のバランスが保てなくなり、競技パフォーマンスは著しく低下する。したがって、競技能力を高い状態で保つには、このトレーニングと疲労回復のバランスに日頃から十分に注意し、疲労によるパフォーマンスの低下を防ぐことが不可欠となってくる。

近年、高気圧エアチャンバーはアスリートの疲労回復手段のひとつとして広く知られるようになり、プロスポーツ、アマチュアスポーツを問わず様々なアスリートにより実際に使用されている。高気圧エアチャンバーは、チャンバー内の気圧を

高くすることにより日常呼吸時に取り込む量よりも多くの酸素を身体に供給することができる。この高気圧エアチャンバーを利用することによって疲労回復、ダイエット、怪我の治癒促進の効果があるといわれており、2002年のサッカー W 杯の際には、イングランド代表のベッカム選手が怪我の治癒を早めるために利用したことで注目され、日本でも一躍脚光を浴びた²⁾。

しかしながら、この高気圧エアチャンバーの疲労回復効果について、村松ら³⁾は健康な男性を対象とし、自転車エルゴメーターを用いた負荷漸増法により最大酸素摂取量の測定を行い、換気量、心拍数および乳酸値を指標としてその効果を検討し、高濃度酸素発生器の生理学的な疲労回復効果は認められなかったと述べている。

このように、実際のスポーツ場面で多用され、研究も行われつつあるものの、高気圧エアチャンバーが身体に及ぼす影響については、未だ統一した見解は得られていないのが現状である。そこで、本研究の目的は、高気圧エアチャンバーが身体に及ぼす影響について検証することであった。とりわけ、全身性の疲労回復への効果を検討するために、自律神経系の機能を調べることのできるストレスメーターを用いて測定を行い、実際の競技スポーツ場面への応用についても検討を加えた。

II. 方 法

1. 被験者

被験者は、健康な学生 6 名（男性 3 名・女性 3 名、平均年齢 21 歳）であった。実験に先立ち、すべての被験者に本研究の目的、方法およびその危険性の有無を説明し、文書にて実験参加の同意を得た。実験は 2010 年 11 月に行った。

2. 測定機器および測定手順

測定には高気圧エアチャンバー（OASISO2, HYPERBARICTECNOLOGIES INC US、図 1）、



図 1 高気圧エアチャンバー
Fig. 1 High pressure air chamber



図 2 ストレスメーター
Fig. 2 Stress meter

およびストレスメーター（DM-2010 Drugpro-Screening System、アイリテック株式会社製、図 2）を使用した。

高気圧エアチャンバーは、宇宙服にも使用される特殊な高強度繊維で作られたチャンバーに、清浄した空気を送り、内部の空気圧を 1.3 倍まで高め、空気中の酸素を通常よりも多く体内に取り込む装置である。この原理は、ヘンリーの法則（気体は気圧の高さに比例して液体に溶け込む）によるもので、通常の呼吸によって吸収される酸素（結合型酸素）だけではなく、血漿などの体液にガス化して溶け込んだ酸素（溶解型酸素）を増やすことにより、多くの酸素を取り込み、末梢の細胞にまで供給することができる装置である²⁾。

ストレスメーターは、瞳孔にフラッシュライトを当て、CCD カメラを用い瞳孔反応（対光反応）



図3 測定手順
Fig. 3 Measurement procedure

を動画で撮影し、被験者の交感神経と副交感神経の働きやバランスを推測して測定時のストレス度合いや注意力の資質等について出力する装置である⁴⁾。

測定手順を図3に示す。高気圧エアチャンバーには1日1回1時間入ってもらい、その前 (Pre) と後 (Post) でストレスメーターによるストレステストを行った。測定は、日を代えて6回行った。そのうち、5回は空気を送り込んでいるチャンバーに入ってもらい (高圧暴露)、1回はコントロール群として空気を送り込んでいないチャンバーに入ってもらった (高圧暴露なし)。その順序はランダムとした。チャンバー内では安静にし、なるべく眠るよう指示をした。測定の時間帯は17時~20時に統制した。

3. 分析項目

図4にストレステストの原理を示す。ストレステストのパラメータをストレステストパラメータと定義した。ストレステストパラメータは、疲労レベル・アクティビティレベル・ストレスレベルにより構成される。これらは、「対光反応」に基づいて算出した。対光反応は、生体にしか起こらない反応で、目に光をあてると約0.2秒~0.3秒後に「縮瞳」し、1秒後に最大縮瞳となり、その後「散瞳」する。このときの縮瞳と散瞳はそれぞれ自律神経の「交感神経」と「副交感神経」によっ

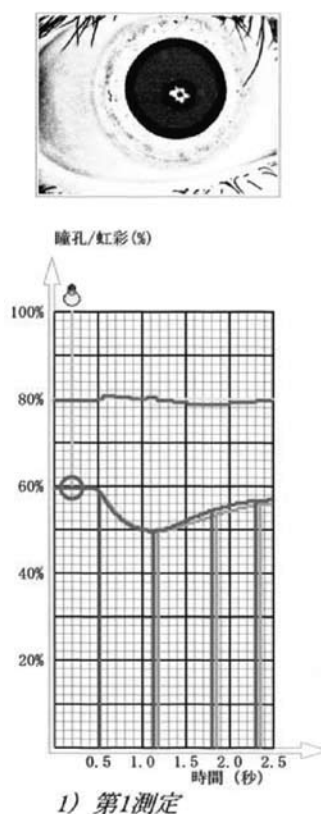


図4 ストレステストの原理
Fig. 4 Principle of stress test

て発現する。この縮瞳と散瞳はピュピログラムと呼ばれるグラフに表され、そのスピード・大きさ・形を解析することにより交感神経と副交感神経のバランス、ストレス度合い等を算出することができる⁴⁾。

各条件 (高圧暴露あり、高圧暴露なし) 時におけるストレステストパラメータの変化を検討した。さらに、それらを算出する基準となる瞳孔の大きさ (初期瞳孔径) について検討した。

4. 統計処理

データは平均値と標準偏差で示した。各群の平均値の比較には、統計解析ソフト (SPSS 16.0, SPSS Japan 社製) を用いて対応ありの T 検定を行った。有意水準は 5% 未満とした。

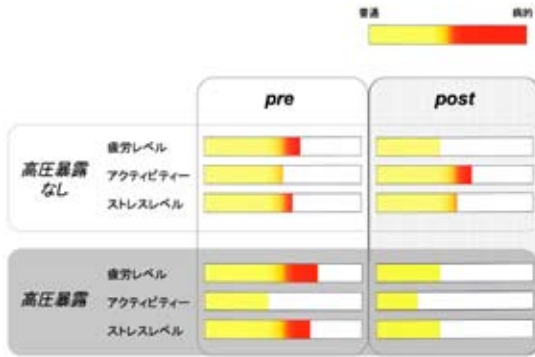


図5 高気圧エアチャンバーがストレステストパラメータに及ぼす影響ピュピログラムの典型例 (被験者B)
Fig. 5 Effect of high pressure air chamber on stress test parameters Typical example of pupillogram (Subj. B)

Ⅲ. 結果および考察

図5は、高気圧エアチャンバーがストレステストパラメータに及ぼす影響（ピュピログラムの典型例、被験者B）を示している。上段が高圧暴露なし、下段が高圧暴露ありで、PreとPostを比較している。図中において、右側に行けば行くほど病的であり、左側に行けば行くほど普通となることを意味する。グラフより、Preと比較するとPostにおいて、疲労レベル・アクティビティー、ストレスレベルを表すバーが（高圧暴露なしのアクティビティーを除いて）左側にシフトしている様子がわかる。すなわち、状態がよくなっていた。高圧暴露なしと高圧暴露を比較すると、高圧暴露でその改善幅が大きかった。これらの結果は、6名中5名に共通して認められた。このような両条件にみられたストレスパラメータの改善は、1時間横になり休むことにより生じた疲労の回復である可能性が大きいと考える。

図6は、高気圧エアチャンバーが初期瞳孔径(%)に及ぼす影響（全被験者の平均値±標準偏差）を示している。初期瞳孔径は、高圧暴露なし時には、変化を示さなかったが、高圧暴露時には有意に小さくなった ($p < 0.05$)。瞳孔は、普段は直径3～4mmであるが、大きさは交感神経と副交感神経のバランスで決まる。安静時、すなわ

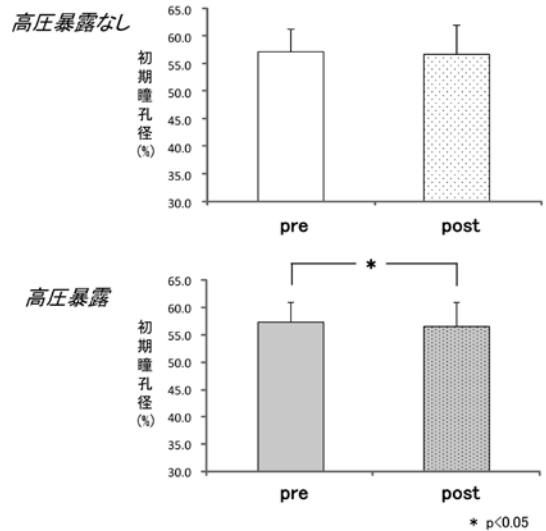


図6 高気圧エアチャンバーが初期瞳孔径に及ぼす影響
Fig. 6 Effect of high pressure air chamber on initial pupil diameter

ち、副交感神経緊張が増加したとき（交感神経緊張減少）に縮小し、興奮時、すなわち、交感神経緊張が増加したとき（副交感神経緊張減少）に拡大する。初期瞳孔径に関する先行研究において、一過性の歩行運動を平地環境と低圧環境下で実施し比較した結果、低圧環境下において初期瞳孔径が低値を示した例⁵⁾、安静時と比較して音楽を聴かせた場合に、初期瞳孔径が低値を示した例⁶⁾が報告されており、いずれも副交感神経が優位になり、リラックス効果が得られたと考察している。本研究においても、高気圧エアチャンバーに入ったことにより、身体各部への酸素運搬能向上・機能回復が生じ、その結果、副交感神経活動の亢進（交感神経活動の抑制）がみられ、リラックス効果が得られたと考えられる。

これまで高気圧エアチャンバーが身体に及ぼす影響について、村松ら³⁾は健康な男性10名を対象とし、自転車エルゴメーターを用いた負荷漸増法により最大酸素摂取量の測定を行い、換気量、心拍数および乳酸値を指標として、高濃度酸素発生器に高濃度酸素を送った場合と送らなかった場合の2条件で測定を行った結果、生理学的な疲労回復効果は認められなかったと述べている。また、村松ら⁷⁾は大学のサッカー部に所属する男子8名

を対象とし、自転車エルゴメーターを用いた負荷漸増法により最大酸素摂取量の測定を行い、運動後の心拍数の変化を指標として、高濃度酸素を吸引させた場合と吸引させなかった場合2条件で測定を行なった結果、心拍数の回復を早めることはできず、疑似吸引による心理的影響はみられなかったと述べている。これらに対し、本研究では疲労回復の効果が認められた。これらの違いは、測定前に運動を行なわせているか否か、あるいは、測定項目が異なった（呼吸・循環器系指標を用いている点）等の実験条件の違いに起因していると考えられる。

本研究の目的は高気圧エアチャンバーの疲労回復効果を検証することであった。高気圧エアチャンバーによる高圧暴露時には、疲労レベル・アクティビティーレベル・ストレスレベルの改善傾向がみられ、初期瞳孔径が小さくなり、副交感神経活動の亢進とリラックス効果が認められた。すなわち高気圧エアチャンバーに入らないよりも入った方が身体的疲労の回復に有効であることが示唆された。

先に述べた通り、近年、高気圧エアチャンバーはアスリートの疲労回復手段のひとつとして広く用いられつつある。本研究で得られた知見は、今後これらアスリートのコンディショニングにおけ

る科学的な根拠となると考える。

引用・参考文献

- 1) ステッドマン医学大事典編集委員会：ステッドマン医学大事典改訂第3版，メジカルビュー社，1992.
- 2) 酸素カプセルオアシス2 (oasiso2)：公式ホームページ，<http://www.oasiso2.jp/>.
- 3) 村松茂，有本守男，木島晃：換気量，心拍数および血中乳酸値からみた高濃度酸素発生器の疲労回復効果，日本生理人類学会誌，9(2)，67-70，2004.
- 4) アイリテック株式会社：自律神経とストレスの関係ストレスメーターマニュアル，アイリテック株式会社，2005.
- 5) 寺尾保，小澤秀樹，三田信孝，桑平一郎，内田裕久：中高年者に対する低圧低酸素環境下における歩行運動が運動終了後の自律神経および動脈機能に及ぼす影響，東海大学スポーツ医科学雑誌，21，43-50，2009.
- 6) 小西徹，高妻容一，寺尾保：音楽呈示が生体に及ぼす影響—音楽と心身のリラクゼーション—，東海大学スポーツ医科学雑誌，21，67-73，2009.
- 7) 村松茂，大野政人，有本守男：運動後の高濃度酸素疑似吸引が呼吸数および心拍変動の及ぼす影響，日本生理人類学会誌，11(2)，75-79，2006.



東海大学生を対象としたコンディショニングサポートに関する一考察

—スポーツサポート研究会メディカル部門の事例—

花岡美智子 (体育学部競技スポーツ学科) 寺尾 保 (スポーツ医学研究所)
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)

A Consideration for the Conditioning Support for the Tokai University Students.
— The Case of a Sports Support Study Group of Medical Section. —

Michiko HANAOKA, Tamotsu TERAOKA,
Yutaka NAKAMURA and Seiji MIYAZAKI



Abstract

The purpose of this study is to consider the conditioning support from activity of the sports support study group of medical section in 2011.

Days of opening in the rehabilitation & reconditioning room were the 100 days. The number of new visitor was 53 people, and the number of total users was 332 people. There was much use of a second and a third grader, and there was much use of a handball and a basketball club. In the injury part, there were many injuries of the lower limbs including an ankle and the thigh.

The use of the rehabilitation & reconditioning room was seen regularly, and the support activity of the medical section came to be generally recognized.

In future, I improve quality of the staff and want to continue activity to offer more effective conditioning support mainly on the exercise therapy.
(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 93-96, 2012)

I. 緒 言

スポーツサポート研究会は2010年度にサークルとして申請を行い、翌2011年度に正式にサークルとして承認された団体である。その研究会の中にあるメディカル部門ではスポーツ選手の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

グサポート活動を行っている。

特にスポーツ医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（以降リハ室）での活動は、週に4回部屋を開室し、東海大学生を対象に傷害相談や医師の指導に基づいた物理療法、運動療法を行っており、多くの選手に利用してもらっている。

本研究では、そのメディカル部門の活動の中心

ともいふべきリハ室での活動及び利用状況をまとめ、報告を行い、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

2011年4月12日から2012年1月23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. データ収集及び分析

リハ室に初めて来室した選手に対しては、選手の基本的プロフィール、傷害名、受傷機転などを記載し、「初診カード」を作成している。またリハ室を利用する選手に対しては、利用した際に「利用者ログ」を記録し、ファイルメーカー Pro を用い、データ管理を行っている。

本研究ではその「初診カード」とデータベースから、リハ室の利用状況をまとめ報告することとする。

(41.5%)、女子31名(58.5%)であった。学年別では、1年生が14名(26.4%)、2年生が12名(22.6%)、3年生が13名(24.5%)、4年生が13名(24.5%)、科目等履修生1名(2.0%)であった。

新来室者の所属クラブの内訳はラクロス部が11名(20.8%)で最も多く、次いでバスケットボール部9名(17.0%)、チアリーディング部とバドミントン部が各7名(13.2%)であった。

3. リハ室総利用者数について

総利用者332名の内訳は、男子133名(40.1%)、女子199名(59.9%)であった。学年別では、3年生が最も多く118名(35.5%)、次いで、2年生111名(33.4%)、1年生68名(20.5%)、4年生30名(9.1%)の順であった。

月別の利用人数では、6月が66件と最も多く、次いで12月の63件、5月の50件であった。

総利用者の所属クラブの内訳はハンドボール部が最も多く92名(27.7%)、次いでバスケットボール部59名(17.8%)、チアリーディング部44名(13.3%)の順であった。

総利用者の傷害部位としては足関節が最も多く58件(15.3%)、次いで大腿部の57件(15.0%)、下腿部の50件(13.2%)の順であった。

4. 利用項目について

利用した療法に関しては超音波の利用が最も多

Ⅲ. 結 果

1. リハ室来室人数について

リハ室の開室期間は春 Semester が2011年4月12日から2011年7月22日、秋 Semester が2011年9月30日から2012年1月23日までであり、年間のリハ室開室日数は100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53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332名であった。

2. リハ室新来室者数について

新来室者53名における男女の内訳は男子22名

表1 リハ室における新来室者数：所属クラブ別

Table 1 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	11	20.8
バスケットボール部	9	17.0
バドミントン部	7	13.2
チアリーディング部	7	13.2
陸上競技部	6	11.3
ハンドボール部	3	5.7
体操競技部	2	3.8
硬式テニス部	2	3.8
その他	6	11.3
	53	100.0

表2 総利用者数：所属クラブ別
Table 2 The number of total users in each club.

所属クラブ	総利用者数(名)	割合(%)
ハンドボール部	92	27.7
バスケットボール部	59	17.8
チアリーディング部	44	13.3
バドミントン部	41	12.3
陸上競技部	31	9.3
ラクロス部	23	6.9
ラグビー部	16	4.8
その他	26	7.8
	332	100.0

表3 総利用者件数：傷害部位別
Table 3 The number of total users in each injury location.

傷害部位	総利用者数(件)	割合(%)
足関節	58	15.3
大腿部	57	15.0
下腿部	50	13.2
膝関節	26	6.8
手関節	20	5.3
腰部	19	5.0
足部	17	4.5
肩関節	14	3.7
肘関節	8	2.1
頸部	8	2.1
上腕・前腕部	4	1.1
不明	99	26.1
(複数受傷部位あり)	380	100.0

く、のべ279回であった。次いで、干渉電流型低周波治療器ステレオダイネーター83回、バイブラバス74回の利用が見られた。

Ⅳ. 考 察

1. リハ室の来室者と利用状況について

2011年度、一年間を通してリハ室を開室した日数は100日であり、総利用者数は332名であった。一日あたりの平均利用者数は3.3名で、昨年秋 semester 時における一日の平均利用者約4.9名から、減少傾向が認められた。メディカルクリニック

表4 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 4 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	279	84.0
干渉電流型低周波治療器 ステレオダイネーター	83	25.0
バイブラバス	74	22.3
ホットパック	62	18.7
アイシング	36	10.8
その他	14	4.2
計	548	

クを受診し初めてリハ室に来室したりハ室新来室者数においても、昨年は秋 semester 期間のみで30名であったのに対し、2011年度は年間で53名とやや減少傾向が見られている。そのため、総利用者数や一日平均利用者数の減少は、メディカルクリニックから紹介された選手の数が低下したこと

に起因していると考えられる。総利用者の内訳では、女性選手の利用がやや多く、学年では、2・3年生の利用が多く見られ、前回の報告とほぼ同等の結果が見られた。2・3年時は各チームにおいても主力となってくる学年であり、外傷や慢性的な障害などを身体に抱えながら競技を行っているケースが高いことが予想される。

利用者の所属クラブとしては、ハンドボール部、バスケットボール部の利用が多く見られた。これらのクラブは共に学生トレーナーがチームに帯同しているため、練習後のコンディショニングとしてのストレッチングやマッサージなどの利用が多く見られた。またチアリーディング部やバドミントン部、陸上部などの利用も比較的多く見られていた。これらのクラブは学生トレーナーが帯同しているわけではないが、物理療法やリハビリテーションなど、継続的にコンディショニングサポートが必要な選手が所属しているクラブで、頻繁にリハ室を利用したことからこのような結果が得られたと考えられる。

昨年度の結果からも考察された事ではあるが、

クラブ別で見た利用の頻度は、その競技の傷害発生の多少を示すものではなく、疲労骨折や術後のリハビリテーションなど長期間にわたりコンディショニングサポートが必要な選手が所属しているクラブが利用回数も上位を占める傾向にあると推察される。

利用者の傷害部位では足関節が最も多く、次いで大腿部、下腿部の順であった。利用者の多くは下肢に傷害を有しており、症例としては肉離れや靭帯損傷などが多く見られた。またこれらの症例は、短期間で全快することが難しく、継続的なコンディショニングサポートを必要とした事も、利用回数の増加につながった要因ではないだろうか。

2. 利用項目について

利用した療法に関しては超音波の利用が最も多く、のべ279回であった。これは、リハ室に設置してある超音波が計4台と他の物理療法機器よりも多い事、メディカルクリニックで診察を行った医師からの指示で、超音波が最も多かった事などが原因として考えられる。

リハ室に設置されている物理療法機器は、全て医師からの指示の元、実施する事が決められているため、リハ室の利用項目に関してはメディカルクリニックを受診した選手の症例に影響される事が多いと思われる。

3. 今後の課題

スポーツ医科学研究所の施設を使用し、コンディショニングサポートを開始してから一年以上が経過し、メディカル部門の活動も徐々に浸透、周知されてきたと思われる。

リハ室での活動はコンディショニングサポートであるが、リハ室の開室時間（17:00～20:00）

は、ほとんどのクラブ活動の時間と重なっており、練習に参加することが出来ない選手や、その時間に練習がない選手のみ開室時間に利用しているのが現状である。そのため、単純に考えれば、利用者数の増加は傷害を有している選手の増加、と捉えることも出来、一概に利用者数の増減だけで活動の充実度を語る事には限界があると思われる。

2011年度は、リハ室の総利用者数が増加傾向を示す事はなかったが、開室時間に合わせて日々継続的にリハ室を利用する選手が存在し、コンディショニングサポートを行う意義を十分に感じさせるものであったと感じている。

このリハ室における活動は、学生アスリートやチームのサポートを行う事と共に、学生スタッフの実習や教育の場としても一役を担っている。学生アスリートのパフォーマンス向上のためのコンディショニングサポートをより充実させていくためにも、学生スタッフの知識や技術の向上、アスレティックトレーナーとしてのリハ室の運営、行動等多様な面からの質の向上を目指していく必要があるだろう。

次年度以降、この活動がより充実した内容となるよう、改善点を模索しながら、継続的に活動を行っていきたい。

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
- 2) 花岡美智子, 寺尾保, 有賀誠司, 高妻容一, 中村豊, 宮崎誠司：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～. 東海大学スポーツ医科学雑誌第23号 83-88, 2011



柔道選手の頸椎傷害

宮崎誠司 (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)
橋本敏明 (体育学部競技武道学科) 山下泰裕 (体育学部競技武道学科)
白瀬英春 (体育学部競技武道学科) 中西英敏 (体育学部競技武道学科)
上水研一朗 (体育学部競技武道学科) 井上康生 (体育学部競技武道学科)
佐藤宣践 (スポーツ医科学研究所)

Cervical Spine Injury of Judokas

Seiji MIYAZAKI, Yutaka NAKAMURA, Toshiaki HASHIMOTO, Yasuhiro YAMASHITA, Hideharu SHIRASE,
Hidetoshi NAKANISHI, Kenichiro AGEMIZU, Kosei INOUE and Nobuyuki SATO



Abstract

Judoka's cervical spine injury was investigated. Cervical spine injury was seen by 146 (19.1%) of 766. A lot of injuries in practice were seen compared with serious cervical spine injury. It is a technique that 84.5% of cervical spine injury throws out forward in tachiwaza. The receiving wound when the technique was received was 65%. There is much injury by 'uchimata' in 'tori'. On the other hand, there is much injury by 'seoinage' in 'uke'. It is important that I establish a preventive method. It is necessary for prevention of cervical spine injury to take a certain foul on an umpire rule and being able to do it by the twisting of the human trunk in 'kime' when I throw it forward.

(Tokai J. Sports Med. Sci. No. 24, 97-101, 2012)

I. はじめに

平成24年度から中学校保健体育において武道・ダンスが必修化されることに伴い、柔道を起因とする頭部外傷が懸念されている。柔道に関連して、2010年までの28年間に中学・高校の部活動と授業で114人の死亡が認められ、他のスポーツ、活動に比べて頭部外傷の頻度が非常に多いとされている。内田らの報告によると体育的部活動時における柔道の死亡率は10万人あたり中学校2.376

人、高校3.417人であり、中学校で言うとバスケットボールの4.8倍にあたるという¹⁾。この頻度の多さに頭部外傷が影響していると考えられる。筆者らの調査でも、2003年から始まった全日本柔道連盟障害補償・見舞金制度の統計を見ても頭部外傷による死亡事故は多く見られている。筆者はこの頭部外傷の調査を行う中で、同等数の頸部・頸椎外傷が見られ見落とせない重要な問題としている^{2,3)}。また、全日本柔道連盟障害補償・見舞金制度の統計をみると頸部・頸椎外傷は死亡する例は少ないが、頸髄損傷をともない重篤な後遺症を

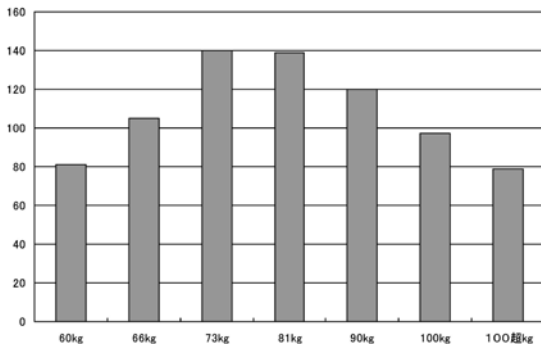


図1 調査対象の分布
Fig. 1 Category distribution for the investigation

残すことが知られている。またスポーツ活動後の頸椎症を中心とする変性性変化として出現することがあるが、その原因や頻度など詳しい調査は行われていない。そこで頸部の外傷の頻度や、現状についての調査を行ったので報告する。

Ⅱ. 方 法

1. 対象

対象は高校、大学の柔道部に所属する現役の男子柔道選手766名（高校生145名、大学生621名、平均年齢19.6歳、平均経験年数11.0年）である。階級分布は73kg級、81kg級が多く一般的な柔道人口の分布と相違ないものである（図1）。

2. 調査項目

調査項目は頸部・頸椎外傷の既往の有無（稽古を休んだ傷害とする）、現在の症状、受傷機転、診断名、画像所見の有無、復帰時期について調査した。調査期間は2010年10月から2011年6月にかけて行った。

Ⅲ. 結 果

頸部・頸椎外傷の既往は766名中146名（19.1%）に認められた。146名に205回の頸部傷害が認められ、平均回数は1.40回で71.2%は1回のみ

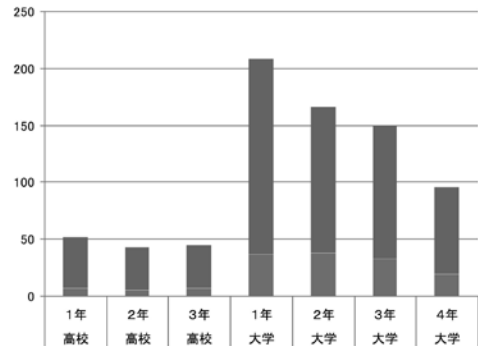


図2 学年別の人数と頸部障害数
Fig. 2 The total number according to the school year and the number of people of the cervical injury

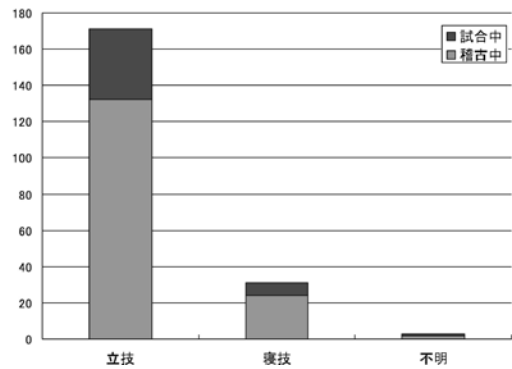


図3 頸部、頸椎受傷の状況
Fig. 3 The situation of the cervical spine injury

であった。高校生は（145名中19名13.1%）よりも大学生（621名中127名20.5%）に頻度はやや高かった。高校の学年別、大学の学年別に差は認めなかった（図2）。階級別では、60kg級は81名中16名（19.8%）、66kg級は105名中19名（18.1%）、73kg級は140名中21名（15.0%）、81kg級は139名中34名（24.5%）、90kg級は120名中24名（20.0%）、100kg級は97名中19名（19.6%）、100kg超級79名中13名（16.5%）であった。頸部傷害の77%は稽古中に起こり、23%は試合中の受傷であった。60kg級69.6%、66kg級75.0%、73kg級78.4%、81kg級80.5%、90kg級80.0%、100kg級76.7%、100kg超級75.0%で階級別に差は認めなかった。頸部傷害の内171件83.4%は立技に起こり、31件15.1%は寝技での受傷であった。稽古中、試合中における立技、寝技の比率に差はなかった（図3）。立技において技をかけたとき「取」の受傷は60件、技をかけられたとき「受」の受傷は111

柔道選手の頸椎傷害

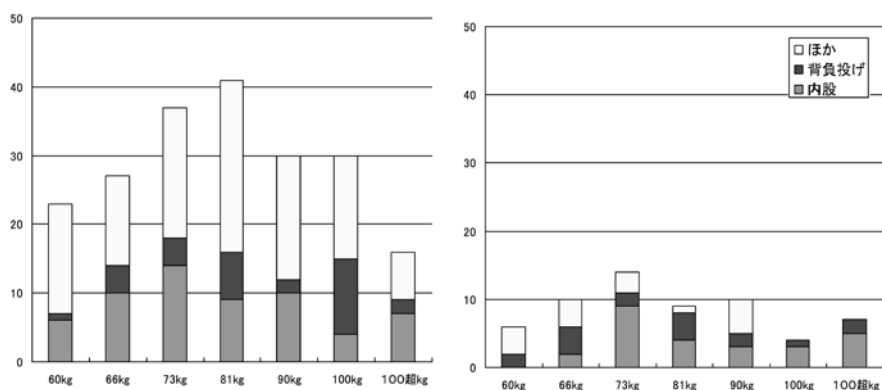


図4 階級別の受傷技による分布 (左:受、右:取)

Fig. 4 Distribution of nagewaza according to category (left: uke, right: tori) 'uke' is throwing side and 'tori' is opposite side

件と技をかけられたとき時の受傷が多く見られた。受傷した時の技を見ると背負投げ55件、内股46件と2つの技で立技の59.0%を占めていた。「取」の受傷60件のうち内股が最も多く24件、背負投げは19件、払腰、大外刈3、袖釣込腰がそれぞれ3件で、内股で投げたときの受傷が最も多く見られた。一方「受」の受傷111件のうち背負投げが36件と最も多く、続いて内股22件、払腰13件、袖釣込腰9件、掬投4件、肩車3件など前方に投げられたときの受傷がほとんどであった。全体では84.5%が前方に投げる技での受傷であった。必ずしも軽量級、中量級に背負い投げでの受傷が多いわけではなかった(図4)。

診断はそのほとんどが頸部または頸椎捻挫の診断を受けていた。受傷時の画像所見で異常と認められたのは48名23.4%であった。その多くは変性所見で、骨折など急性の骨損傷を認めたのは3名で脱臼2名骨折1名であった。最終調査時に自覚症状を有していたものは51名34.9%でその多くは疼痛であり、神経症状(痺れなど)を有していたものは20名13.7%であった。復帰時期はほとんどが1週間以内のもので、復帰まで長期間を有したものは少なかった。

Ⅳ. 考 察

文部科学省では、平成20年3月28日に中学校学

習指導要領の改訂を告示し、新学習指導要領では平成24年度から中学校保健体育において、武道・ダンスを含めたすべての領域を必修とすることとしている。本年度において、2006年度に授業中に背負投げで投げられて受傷した頸椎損傷の例でも、裁判で賠償責任を認められており、頭部外傷のみならず、頸部の外傷においてもその予防のための解析や指導方法の究明が求められている。筆者が過去に行なった調査でも頸椎の傷害は重傷、軽傷を含め大学生の傷害の10%強に頸椎の傷害が認められていた⁴⁾。

全日本柔道連盟障害補償・見舞金制度の統計をみても重症例は頸椎過屈曲損傷であり、今回の調査でも頸部、頸椎の外傷の85%が前方に投げた際に起こっている。投げられた際に頸椎および体全体が回旋することなく前頭部が畳表面におつかり、頸椎に屈曲方向の強制力が加わる。その際、頸部が普段支えている頭部の重量の単純計算で10倍以上、または相手の体重、重力方向への運動が加わり、頸椎の構造の1部に応力集中がみられ脱臼または骨折という形で破綻する^{5,6)}。前方への投げ技の運動様式から頸椎にかかる垂直方向への力を逃がすということを考える必要がある。柔道の前方へ投げる技はつくり(崩し:相手を崩す、つくり:自分の態勢をつくる)と「掛け」に分けられる⁷⁾。崩しにおいては上肢の動きが主体で多少の体幹の回旋がはいるが、どちらかというところは股関節の回旋であって体幹の捻転ではない。

表1 現在の審判規定の中での頸椎症外の予防の条項

Table 1 Articles of prevention of cervical spine injury in present Refereeing Rules

International Judo Federation Refereeing Rules (国際柔道連盟試合審判規定) 27. Prohibited acts and penalties (32) To “dive” head first, onto the Tatami by bending forward and downward while performing or attempting to perform techniques such as Uchimata, Harai-goshi, etc. or to fall directly backwards while performing or attempting to perform techniques such as Kata-guruma whether standing or kneeling. (33) To intentionally fall backwards when the other contestant is clinging to his back and when either contestant has control of the other’s movement. 国際柔道連盟試合審判規定「少年大会申し合わせ事項」 第27条（禁止事項と罰則） 指導（軽微な違反） 2. 両膝を最初から同時に畳について背負投を施すこと。
--

このとき‘受’は前方に重心を崩されいわゆる前のめりの状態になる。つくりのときに相手に向いていた体が垂直軸を中心に回転する。このときも体幹の捻転は行わない。受けは担投の場合は背中に乗り、跳技の場合は体軸の横をすり抜けるように前方に移動する。掛けでは‘取’は股関節の屈曲を中心とした運動で股関節を中心とした水平軸での回転である。これだけでは‘取’、‘受’ともにまさに前頭部から前方に動いてくる。最後に行われるのがいわゆる‘極め’の動作でこの際に、体幹の念転がおこり、頭部を逃がすように側面を向く。まさに前方回転受身である。崩しで体の捻転を起こしてしまうと最後の‘極め’で捻転できないので前頭部から落ちていくことになる。内股においては自分が先に突っ込み、背負投においては投げられたほうが前頭部から落下する。理想的な投げ技では前頭部が畳にあたることはないため頸椎が前屈強制されることはなく、投技を正しく学び施行できる事が予防につながるものと思われる。近年の投げ技の多様化に伴い、立ち技において一本をとる、ポイントを取るための工夫により受身が取りづらい、または取れない技を掛けることもある。このようなことが、本来の投げる技だけでなく、安全に受身を取れる基本的な技というところから離れていく可能性がある。だからこそ嘉納師範が「精力善用」といった技の基本にかえり、安全にできる柔道の稽古ができる技能を身につける技能を身につけるべきであろう。

今回の調査では軽微な外傷も含め絶対数は稽古中に多く、その多くは立ち技で前方に投げられたときに発生していた。一方、全日本柔道連盟障害補償・見舞金制度の統計をみると重症な頸部の外傷は試合中に多いと言われている。現在でも審判規定上において前方に頭から落ちる動きを制限しているものが多い。2010年4月1日以降、講道館試合審判規定（いわゆる国内ルール）であったものが、子供から大人まですべて国際柔道連盟試合審判規定に変わったため、講道館試合審判規定の少年規定も国際柔道連盟試合審判規定「少年大会申し合わせ事項」に変化した（表1）。この「禁止技」つまり「けがをしやすい・させやすい技」という考え方でこれらを徹底してなくすこと、つまり試合の中での反則を取ることによって稽古から注意していくようになるのではないだろうか。

V. まとめ

柔道選手の頸椎傷害の調査を行った。766名中146名（19.1%）に頸椎傷害の傷害がみられた。その83.4%は立技での受傷であった。重症な頸椎傷害に比べて稽古中の外傷が多く見られた。立技の84.5%が前方に投げる技で技を受けたときの受傷が65%であった。技で見ると自分が投げたときには内股が多く、投げられたときには背負投が多かった。予防方法を確立することが重要で、現在

審判規定上にある反則をとること、前方に投げるとききの極めの中での体幹の捻転をできるようにすることが予防に必要と考える。

参考文献

- 1) 内田良, 「体育的部活動時における死亡・負傷事故件数の二次分析試論—『集計』から『分析』へ」愛知教育大学教育実践総合センター紀要13, 203-210, 2010.
- 2) 宮崎誠司, 上水研一朗, 中西英敏, 山下泰裕, 白瀬英春, 橋本敏明, 佐藤宣践, 光本健二, 濱田初幸: 柔道における頭部外傷, 講道館柔道科学研究会紀要12, 139-145, 2009.
- 3) 全日本柔道連盟障害補償・見舞金制度資料, 全日本柔道連盟.
- 4) 宮崎誠司: コンタクトスポーツにおける脊椎損傷, 男子柔道選手の脊椎障害. 骨・関節・靭帯. 13: 247-251, 2000.
- 5) 黒澤尚, 蒲田和芳: アメリカンフットボールに置ける頸部の外傷・障害, 臨床スポーツ医学. 16: 1241-1249, 1999.
- 6) Nightingale RW, McElhaney JH, Richardson WJ, Best TM, Myers BS.: Experimental impact injury to the cervical spine: relating motion of the head and the mechanism of injury. J Bone Joint Surg Am. 78: 412-21. 1996.
- 7) 嘉納治五郎体系. 講道館 監修. 1987-88.

編集後記

2011年度は、1) 大学の中期目標に掲げられている「社会貢献」の面から、地域との連携事業の拡充（特に東海大学と長野県茅野市との「包括的な提携に関する協定」、横浜市体育協会との業務委託契約の新規締結）、2) 学内スポーツ活動に対する総合的支援システムに基づくサポート活動の推進（研究活動とクラブの競技力の双方の進展）と活動状況の告知体制の改善等を実施しました。1) の長野県茅野市との協定では、地域資源を有効活用した高地トレーニング事業があります。すでに、本研究所の専任教員が蓼科高原やその周辺地域を視察し、トレーニングや市民の健康づくりの場としての活用を推進しています。2011年度は、観光学部教員とともに、白樺湖と車山などの視察、茅野市の担当者及び地元事業者との意見交換を実施しました。本研究所は、横浜市体育協会との事業提携契約を締結し、横浜市民の健康づくりをサポートするシステム構築、横浜市民へのスポーツ医科学関連情報の提供、横浜市スポーツ医科学センターで実施するスポーツプログラムサービス事業に関連する測定・データ分析・結果アドバイス、スポーツ医科学関連の共同研究に関する活動を開始しました。2) では、体育学部及びスポーツ教育センター（スポーツ課）と合同の検討会を継続的に実施し、本サポートシステムの点検や効果的運用を推進しました。また、スポーツサポートシステムに参加する学生及び大学院生を対象としたスタッフの組織である「東海大学スポーツサポート研究会」は、準公認から公認サークルになりました。さらに、本研究所の公式サイト内に、東海大学スポーツサポート研究会の活動について告知するページを新設しました。これら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さらに充実しました。

さて、東海大学スポーツ医科学雑誌は、本年度で第24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及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、スポーツ選手の“巧みさ”の評価に関するバイオメカニクス的研究、球技スポーツの技術・戦術分析に関する研究、運動時の体幹筋活動の解明に関する研究、健康維持・増進と疾病に対する高地トレーニング処方に関する研究、高校生及びスポーツ選手における生活習慣と貧血傾向の実態に関する研究、スポーツ選手に対する心理的サポートに関する研究及びスポーツ障害関連の研究等、14編の論文が掲載されています。

今後もスポーツ医科学に関する基礎的な研究は勿論、競技力向上、健康維持増進や社会還元に貢献できるような実践的な研究も投稿されることを期待しています。本誌発展のために、皆様方の益々のご協力と積極的なご意見をお寄せ頂きますようお願い致します。

最後に第24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。

「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24号 2012

発行日 2012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

The Tokai Journal
of
Sports Medical Science

東海大学
スポーツ医科学雑誌

第24号

2012

**A Study on the Training Method for Improving Change in Direction Movement
– Ability of Rebound Jump in Female Volleyball Players –**

Seiji ARUGA, Masaaki TSUMIYAMA, Masahiro FUJII, Hiroki OGATA and Ken UBUKATA

Study of Biomechanics about Evaluation of “Skill” in a Competition Athlete

– Evaluation of Basketball Jump Shot Movement –

Hiroshi YAMADA, Hideyuki NAGAO, Ryouzuke KUNITOMO, Takeshi KOYAMA, Shogo MIYAZAKI,
Keita OGAWARA and Akira RIKUKAWA

Different Types of Jumping Abilities during Basketball Games

Takeshi KOYAMA, Akira RIKUKAWA, Hiroshi YAMADA and Seiji ARUGA

An Evaluation of an Actual Condition of Tactical Movements in Handball

– A Practical Use of a Feint Movement –

Masamichi KURIYAMA

A Comparison of Throwing Movement between Softball and Handball by an Expert

Yurie KUSAKARI, Saori TANAKA, Asaho SAITO, Masamichi KURIYAMA and Hideo HIRAOKA

Effects of Upper-body Twisting on Abdominal Muscle Activity during Trunk Curl Exercise

Shuichi UCHIYAMA, Toshiharu NATSUME and Shinnya ENDO

Toe Grasping Strength of Judo Players

Saori YUKINARI, Hiroshi YAMADA, Keita OGAWARA, Hideharu SHIRASE, Hidetoshi NAKANISHI and Masahiro FUJII

**The Effects of Walking Exercise in a Hypobaric Hypoxic Environment on the Autonomic Nervous System,
Peripheral Blood Circulation and Arterial Stiffness of Post-exercise in Middle-aged and Elderly Persons**

Tamotsu TERA0, Daisaku KURITA, Hideki OZAWA, Shunya TAKIZAWA, Munetaka HAIDA, Haruhisa UCHIDA and Hirohisa UCHIDA

An Investigation on Lifestyle and Anemia of the Students Belonged to Sport Club in T University

Haruo OZAWA, Hidetoshi NAKANISHI, Yuka CHIBA, Masahiro FUJII, Norikazu YAO and Tamotsu TERA0

Fundamental Research on Lifestyle Anemia of the Students at High School Attached to T University

Haruo OZAWA, Noubuyuki SATO, Ichirou SUGI, Yasuhiro YAMASHITA, Tamotsu TERA0, Syouichi HASIGUCHI, Singo NOI,
Syunya HAYASIDA, Kou OYANAGI, Hideaki HONDA and Hiroto YAMAAI

The Effects of Psychological Consulting for Junior High School Basketball Players

Yoichi KOZUMA and Wataru SHISHIDO

The Effects of High Pressure Air Chamber on Our Bodies

Rie KANETO, Hiroshi YAMADA, Yuta SAITO, Tsuyoshi KATO and Tamotsu TERA0

A Consideration for the Conditioning Support for the Tokai University Students.

– The Case of a Sports Support Study Group of Medical Section. –

Michiko HANAOKA, Tamotsu TERA0, Yutaka NAKAMURA and Seiji MIYAZAKI

Cervical Spine Injury of Judokas

Seiji MIYAZAKI, Yutaka NAKAMURA, Toshiaki HASHIMOTO, Yasuhiro YAMASHITA, Hideharu SHIRASE, Hidetoshi NAKANISHI,
Kenichiro AGEMIZU, Kosei INOUE and Nobuyuki SATO

東海大学スポーツ医科学雑誌

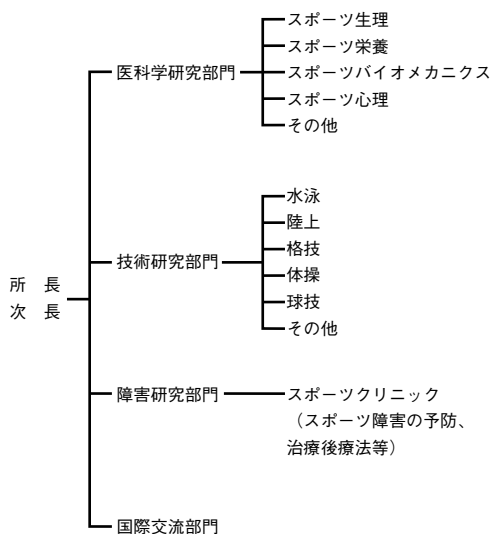
第二十四号



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)医科学研究分野

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

附則 この規程は2004年4月1日から適用する。

東海大学スポーツ医科学研究所

スポーツ医科学雑誌編集委員名簿 (2011. 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

2011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. 所員 佐藤 宣踐 スポーツ医科学研究所
8. 研究員 灰田 宗孝 医療技術短期大学(看護学科)
9. 研究員 小澤 治夫 体育学部(体育学科)
10. 研究員 中村 豊 体育学部(生涯スポーツ学科)
11. 研究員 桑平 一郎 医学部(内科学系)
12. 研究員 吉川 政夫 体育学部(生涯スポーツ学科)
13. 研究員 三田 信孝 体育学部(生涯スポーツ学科)
14. 研究員 松木 秀明 健康科学部(看護学科)
15. 研究員 高妻 容一 体育学部(競技スポーツ学科)
16. 研究員 内山 秀一 体育学部(体育学科)
17. 研究員 小澤 秀樹 医学部(内科学系)
18. 研究員 陸川 章 体育学部(競技スポーツ学科)
19. 研究員 町田 修一 体育学部(生涯スポーツ学科)
20. 研究員 栗田 太作 情報教育センター
21. 研究員 山田 洋 体育学部(体育学科)
22. 研究員 栗山 雅倫 体育学部(競技スポーツ学科)
23. 研究員 知念 嘉史 体育学部(生涯スポーツ学科)
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 孟志 体育学部(非常勤助手)
- 26. 研究員 平岡 秀雄 学外
- 27. 研究員 下田 吉紀 学外
- 28. 研究員 目加田優子 学外

2011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
(課題；スポーツ選手の競技向上のための高地トレーニングに関する研究、中高年者の健康増進と疾病予防に関する高地トレーニング処方の研究、低酸素環境下の運動における脳機能及び筋代謝に関する研究、競技力向上のためのメンタルトレーニングに関する研究)

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
- 東海大学付属高校生対象生活習慣改善プロジェクト
- 競技スポーツの戦術分析に関する研究
- 大学スポーツ選手を対象としたコンディショニングに関する研究
- 競技スポーツ選手における“巧みさ”の評価に関するバイオメカニクス的研究