

球技種目におけるフィールドテストによる運動能力評価の 開発に関するプロジェクト研究

—バレーボール, ハンドボール, サッカー, ラグビーの種目横断的研究—

八百則和^{*1}・加藤 譲^{*1}・藤井壮浩^{*1}・栗山雅倫^{*1}
木村季由^{*1}・今川正浩^{*1}・町田修一^{*2}・内山秀一^{*3}

A Project Study of Development of Field Test for Evaluating an Ability of Both Aerobic
and Anaerobic Exercise for Ball-game Players

— A Cross Sectional Study of Volleyball, Handball, Soccer, Rugby Football —

by

Norikazu Yao, Joe Kato, Masahiro Fujii, Masamichi Kuriyama,
Hideyuki Kimura, Masahiro Imagawa, Shuichi Machida and Shuichi Uchiyama

Abstract

The purpose of this study was to investigate a possibility of field test for evaluating an ability of both aerobic and anaerobic exercise for ball-game players. 400 meter sprint was conducted as a field test. Participants were 10 female volleyball players, 10 female handball players, 10 male soccer players and 10 male rugby players. The results were followed : mean of highest blood lactate was 14.3 mmol/L for female volleyball players, 13.2 mmol/L for female handball players, 15.9 mmol/L for male soccer players and 14.3 mmol/L for male rugby players. The mean of the 400 meter sprint time were 68.0s for female volleyball players, 75.4s for female handball players, 58.9s for male soccer players and 62.3 for male rugby players. Heart rate were similar between participants. However no statistical analysis was calculated in this study, it was supposed some relationship between the performance of 400 meter sprint and the highest blood lactate.

I はじめに

球技系の種目では有酸素性の運動能力は必要不可欠な要素である。特にサッカーやラグビーなどのフィールド競技では高いランニング能力が求められている。サッカーにおいては¹⁾ 90 分間の試合で平均 10,000 m 前後移動しており, ラグビーに関しては²⁾, 試合での走移動距離はポジションにより多少異なるが, 約 4~6 km ほどであった。

また, コート競技のバスケットボールにおいても, 1 試合平均 5600 m 程度で, 最も長く走った選手は約 6000 m 弱であったと報告されている³⁾。このように球技種目においては純粋に走る能力がパフォーマンスの土台となっていると言い換えることができほど, 高いランニング能力が求められている。

しかし, 多くの球技種目に共通していることは, 一定のランニング速度で走ることはなく, 1 試合

* 1 東海大学体育学部競技スポーツ学科

* 2 東海大学体育学部生涯スポーツ学科

* 3 東海大学体育学部体育学科

を通してジョギングやウォーキング、ランニングといった有酸素性の運動能力とダッシュやジャンプ、さらにコンタクトスポーツであればタックルやコンタクトといった無酸素性の運動能力が必要とされることである。Austin ら²⁾の研究によると、ラグビーの試合中の走運動のうちフォワードの選手では約 21%がスプリント走やストライディング走（トップスピードの 3/4 程度のランニング）、スクラムなどのコンタクトプレーを含める高強度の運動であり、79%がウォーキングやジョギング、立っているなどの低強度の運動であったと報告している。

このように球技種目においては有酸素性の運動能力と無酸素性の運動能力の双方ともに重要であることがわかる。

これまでに様々な研究において有酸素性の運動能力について測定されてきている。特に球技系のスポーツ選手の有酸素性の運動能力は、最大酸素摂取量（VO2max）などを測定することにより評価されており、フィールドテストにおいてはマルチステージフィットネス⁴⁾、YO-YO テスト⁵⁾などが広く用いられている。さらに、近年では無酸素性作業閾値（AT）や乳酸性作業閾値（LT）などの指標が注目されており、これらの指標は VO2max などと同様に有酸素性の運動能力との相関関係が大きいことも明らかにされている⁶⁾。血中乳酸濃度の測定では、400 m トレッドミルや自転車エルゴメーターなどを使用しての測定方法が広く行われている。桜井⁷⁾の研究結果によれば、1500 m の選手においては最高血中乳酸濃度の上昇は中距離走のパフォーマンス向上に寄与すると報告されており、また 2 年間という長期のトレーニングにより上昇した血中乳酸濃度は短距離（特に 400 m）のパフォーマンス向上と関連が深いと考えられている。八田ら⁸⁾は、乳酸は疲労の原因としてとらえるのではなく、身体への負担度が高い状態を意味し、疲労困憊まで追い込んだ結果として産生されるものであるとしている。つまり、競技種目によって疲労困憊まで追い込む最高血中乳酸濃度が高いほうが競技結果が良いのは、そこまで出し切れた結果が競技結果と結び付いていることを意味している。有酸素性の運動と無酸

素性の運動が混在する球技系の種目においても、最高乳酸値の測定はこの 2 つの運動能力を測定できる有意義な測定であると思われる。本研究では最高血中乳酸値が高いほうが高い競技結果が出るというこれまでの研究を支持し、最高血中乳酸値を有酸素性と無酸素性の運動能力の指標として捉えた。

そこで、本研究は球技種目の選手の 400 m 走後の血中乳酸値を測定し、球技種目に必要な有酸素性と無酸素性の運動能力を測定するフィールドテストとしての可能性を検討する一資料を得ることを目的とする。

Ⅱ 研究方法

1. 被験者

被験者は T 大学女子バレーボール部 12 名（ 20 ± 1.2 歳）、女子ハンドボール部 10 名（ 19 ± 0.6 歳）、男子サッカー部 10 名（ 20 ± 1.2 歳）、男子ラグビー部 10 名（ 21 ± 0.7 歳）の合計 42 名を選出した。

2. 測定項目と測定機器

測定項目は 400 m 走のタイム、脈拍値（400 m 走直後）、血中乳酸濃度（400 m 走直後）に測定した。400 m のタイムに関しては、手動計時において測定した。また、血中乳酸値は簡易簡易血中乳酸測定器ラクテート・プロ（アークレイ株式会社）により計測され、さらに心拍数はポラール心拍計（ポラール・エレクトロ・ジャパン株式会社）により測定された。

3. 実験手続き

測定場所は T 大学陸上競技場トラックで行った。被験者は測定前に心拍計を装着して安静時の心拍数を測定し、ウォーミングアップ後としてト

表 1 被験者の年齢（Mean SD）

クラブ	年齢	SD
女子バレーボール部	20	1.2
女子ハンドボール部	19	0.6
男子サッカー部	20	1.2
男子ラグビー部	21	0.7

ラックをジョギングで1周、ストレッチ後に加速走を100 m（1本）行った。スターターの合図後にスタートし全力疾走するように伝え、ゴールした直後の脈拍を被験者自身で行い、3分後の乳酸値を験者が測定した。

4. 統計処理

本研究においては、球技種目に必要な有酸素性と無酸素性の運動能力を測定するフィールドテストとしての可能性を検討する資料収集が目的であるため、統計的な検定は行わなかった。

Ⅲ 結果

1. 血中乳酸値

図1は400 m 走の測定3分後の血中乳酸値の各クラブ毎の平均を表したものである。女子バレーボール部の平均最高血中乳酸値は14.3 mmol/Lであった。最高血中乳酸値が一番高かったものは15.4 mmol/Lでこの選手は女子被験者の中で400 m の記録が一番速く63.83秒であった。女子ハンドボール選手の血中乳酸値においては平均で13.2 mmol/Lであった。女子ハンドボール選手の中での血中乳酸値の一番高かったものは15.4 mmol/Lであった。男子のサッカー選手

においては平均が15.9 mmol/Lであった。サッカー選手の中で一番最高血中乳酸値が高かった選手で17.4 mmol/Lであったが、これは十種競技の陸上競技選手における400 m 走後や1500 m 走後の値とほぼ同等であった⁹⁾。男子ラグビー選手においては、平均の最高血中乳酸値は14.3 mmol/Lであった。ラグビー選手のなかで最高血中乳酸値が一番高かった選手で16.0 mmol/Lであった。

2. 心拍数

400 m 走直後の心拍数に関しては、各クラブ平均で170～180程度であった（図2）。ただラグビー選手に関しては平均の標準偏差が29.9と大変ばらつきが大きいことが分かった。

3. 400 m 走のタイム

各クラブの400 m 走の平均タイムを図3に示した。400 m 走に関しては、女子バレーボール選手が68.0（±3.6）秒で、最も速い選手で63.8秒であった。女子ハンドボール選手においては平均が75.4（±5.6）秒で、最も速い選手は68.4秒であった。一方、男子の選手では、サッカー選手の平均は58.9（±3.0）秒で、最も速い選手は

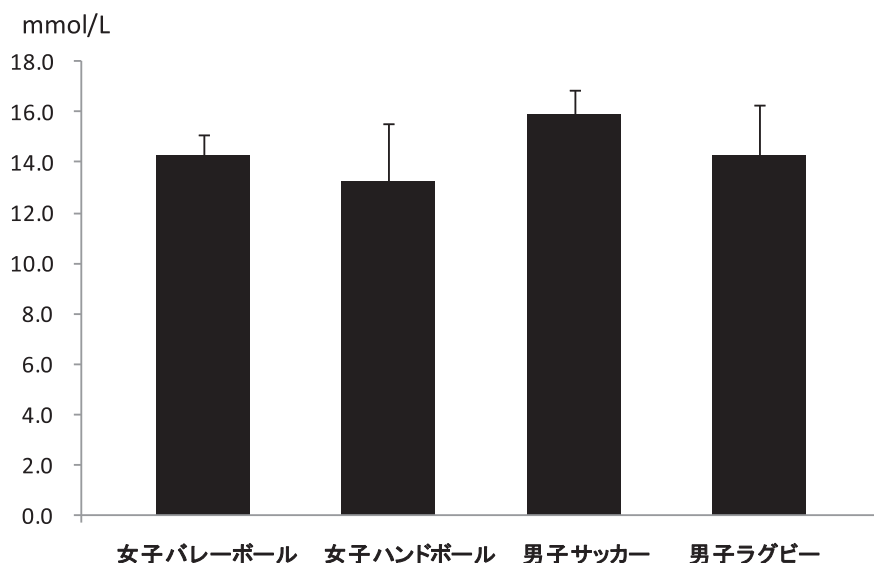


図1 400 m 走3分後の血中乳酸値の平均 (mmol/L)

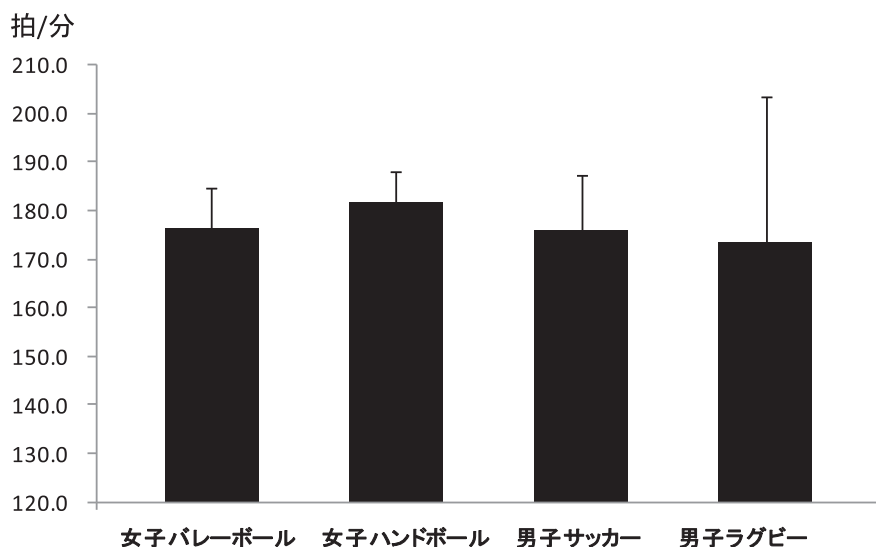


図2 400 m 走直後の心拍数 (拍/分)

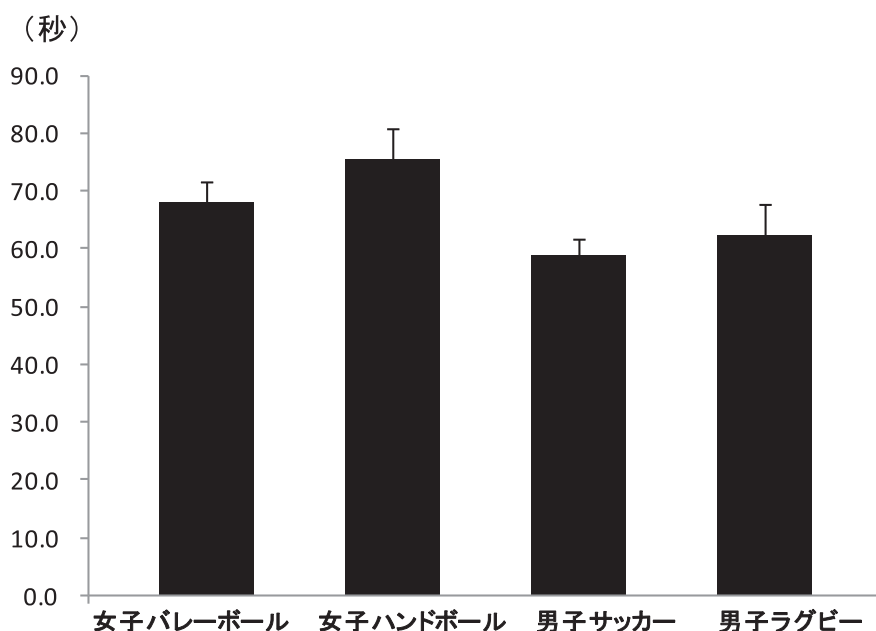


図3 400 m 走のタイム (秒)

53.5 秒であった。ラグビー選手に関しては、平均のタイムが 62.3 (±5.6) 秒で、最も速い選手は 57.4 秒であった。

Ⅳ 考察

本研究では、最高血中乳酸値が高いほうが高い

競技結果が出るという考えに基づき、有酸素性及び無酸素性の運動能力の測定として 400 m 走後の最高血中乳酸値を測定してきた。データ数が足りていないこともあり、最高血中乳酸値と 400 m のタイムや心拍数との相関関係を調べるような統計的な処理は行ってこなかったが、最高血中乳酸

値に関して興味深い結果が見出された。

最初に 400 m 走のタイムに関しては、血中乳酸値の高い選手ほどタイムが速い傾向が見られた。これは、解糖系のエネルギー代謝によりパワーが発揮されていると考えられる。八田⁸⁾は 400 m と 5000 m の種目特性について血中乳酸値の観点から比較しており、400 m に代表される短距離選手は、80%強度程度までは血中乳酸値の急激な上昇は見られないが、それ以上の高強度の運動では大きなエネルギーを確保するために血中乳酸値が高くなることがあると示唆している。400 m 走についてホメンコフ⁹⁾は、酸素消費量が限界に達しているにもかかわらず、酸素要求が完全に満たされないような、きわめて高いスピードで行われるとし、無酸素代謝機構を高め、無酸素的な運動をどれだけ持続することが必要となると述べている。本研究においても、心拍数の結果から多くの選手が最高心拍数に近い値を出し、かなり限界まで追い込んでいることがわかる。今回は男子 20 名、女子 22 名と被験者数が少なく、さらには 400 m 走という種目特性から 1 本しか測定することができなかったため統計的な検定は行わなかったが、さらに被験者数を増やしデータ数を増やすことで 400 m 走のタイムと血中乳酸値に統計的に有意な相関関係が見られる可能性がある。

また、種目特性により異なった結果が見られた。例えば、ラグビーにおいては心拍数、乳酸値において平均の標準偏差が大きく、ばらつきがみられた。これはポジションにより身長、体重が異なりゲーム中のプレーも異なるため、発揮される運動様式も異なる。走ることに特化した選手もいれば、押すことやコンタクトなどのパワーを発揮する選手も混在しているため、自然と運動能力も異なっている。心拍数や最高血中乳酸値にばらつきがみられたのもそのためだと考えられる。また、女子のハンドボール選手に関しては、他のクラブに比べて比較的年齢の若い 1~2 年次生が選手が多かったことから、筋量がそれほどなく最高血中乳酸値がそれほど上がらなかったことが考えられる。

本研究の課題としては、当初、測定を新しいシーズンが始まる 3 月に行う予定でいたが、東日本大震災の影響で測定をすることができず、また各

クラブにおいても練習や試合が中止、変更され練習をスケジュール通りに行うことができてなかった。さらに、測定もクラブによって 3 月と 7 月に分けて行ったため、練習のコンディションにも偏りがあったと思われる。特にいくつかのクラブでは午前中に練習をしているクラブもあり、測定前の安静時の血中乳酸値が高い選手もいて、筋肉中のグリコーゲンがすでに低かった可能性も考えられる。信頼性の高いデータを得るためにも、前日の練習や測定の時間やトレーニング期などの时期的な問題も考慮し、測定を行うことが必要である。

将来の展望としては、400 m のほかにも球技種目に共通する、短い距離を間隔をあけて何本か走る様な間欠的な持久力の測定についても測定を行い、今回のデータと比較、検討する余地があると思われる。さらには体脂肪率や除脂肪量などの身体組成との相関関係などのについても調べることで選手の乳酸の発生についてより明確になることが予想される。

V まとめ

本研究は、球技種目に必要な有酸素性と無酸素性の運動能力を測定するフィールドテストとしての可能性を検討するために、400 m 走後の血中乳酸値、脈拍、400 m 走のタイムを測定した。結果は、平均最高血中乳酸値は女子バレーボール部が 14.3 mmol/L で、女子ハンドボール選手は 13.2 mmol/L であった。男子のサッカー選手は平均が 15.9 mmol/L、男子ラグビー選手においては、平均の最高血中乳酸値は 14.3 mmol/L であった。女子選手で 400 m が最も速い選手は 63.8 秒で、男子の選手は 53.5 秒であった。心拍数はすべてのクラブも同じような 170~180 拍/分程度だった。データ数が足りなかったため、統計的な検定は行っていないが、最高血中乳酸値と 400 m の記録には相関関係があると推測された。

本研究は 2010 年度学部等研究補助金の助成によるものである。

参考文献

- 1) 磯川正教ほか (1991) フィールドにおける AT 測定と AT トレーニング, 平成元年度日本体育

- 協会スポーツ医・科学研究報告集. pp. 64-70.
- 2) Austin, D., Gabbett, T., Jenkins, D. (2011) The physical demands of Super 14 rugby union. *J Sci Med Sport*. 14 (3), pp. 259-263.
- 3) 大場渉, 奥田知靖 (2007) バスケットボールゲームにおける選手及びボールの移動距離と移動速度に関する研究, *スポーツ方法学研究*. 20 (1), pp. 71-84.
- 4) 古川拓生, 奥脇透, 江田昌裕, 村上純, 河野一郎 (1997) マルチステージフィットネステストを用いたラグビー選手の全身持久力の評価. *トレーニング科学*, 9, pp. 19-26.
- 5) Ueda, S., Yamanaka, A., Yoshikawa, T., Katsura, Y., Usui, T., Orita, K., Fujimoto S. (2011) Differences in Physiological Characterization between Yo-Yo Intermittent Recovery Test Level 1 and Level 2 in Japanese College Soccer Players. *International Journal of Sport and Health Science* 9, pp. 33-38.
- 6) Yoshida, T., Chiba, M., Ichioka, M., Suda, Y., (1987) Blood lactate parameters related to aerobic capacity and endurance performance. *Eur. J. physio.* 56, pp. 7-11.
- 7) 桜井智野風 (2002) デカスロンにおけるコントロールテストの課題—耐乳酸テストに関して—, *Future Athletics*. 1, pp. 13-16.
- 8) 八田秀雄 (2008) 乳酸をどう活かすか, 杏林書院, pp. 10-11.
- 9) L. S. ホメンコフ: 小田幹雄監修, 小野耕三訳 (1978) 陸上競技トレーナー用教科書, ベースボールマガジン社, pp. 39.