

## 高校トップレベルの長距離選手におけるフィットネスチェックの 内容と結果について - 第二報 男子選手を対象に -

山中亮<sup>1)</sup> 松林武生<sup>1)</sup> 山本真帆<sup>1)</sup> 榎本靖士<sup>2)</sup> 佐伯徹郎<sup>3)</sup> 山崎一彦<sup>4)</sup> 荻原知紀<sup>5)</sup>  
杉田正明<sup>6)</sup>

1) 国立スポーツ科学センター 2) 筑波大学 3) 日本女子体育大学 4) 順天堂大学  
5) 北九州市立高等学校 6) 三重大学

### I. はじめに

本稿は、2013年に杉田らが報告した高校トップレベルの長距離選手におけるフィットネスチェックの内容と結果に次ぐ第二報として記す。我々は、2009年度から高校トップレベルの長距離選手を対象に、体力測定のための合宿を実施している。杉田らの報告(2013)にあるように、日本の高校トップレベル長距離選手は、世界においても同世代のトップレベルに位置していると考えられる。今回の報告では、高校トップレベルの男子長距離選手に焦点を当てて検討していく。

高校トップレベル男子長距離選手は、トラック種目である5000m競走において、シニア選手のレベルに近いパフォーマンスを発揮しており、レースを進める上で高いスピードが要求される。そのため、長距離選手のパフォーマンスの評価は、最大酸素摂取量といった有酸素性能力の指標だけでなく、高いスピードを生み出す筋力といった他の要素からも検討する必要があると考えられる。そこで本稿では、高校トップレベル男子長距離選手のパフォーマンスを、体力測定および形態計測で得られたデータを基に検討していく。

### II. 方法

#### 1. 分析対象

分析対象は、2011年から2014年までの過去4年間に測定を行った高校トップレベルの男子長距離選手28名(18.2 ± 0.5 yr)であった。対象者の中には、複数年にわたり体力測定を実施した選手もいるため、その選手達は最新の測定値のみを採

用した。対象者の競技会における5000mの最高タイム(personal best: PB)の平均値は、14分02秒66 ± 6秒40であった。本稿では、5000mのPB(5000m-PB)を長距離走のパフォーマンスとした。

#### 2. 測定項目および測定方法

体脂肪率は、体脂肪率測定機(BODPOD, COSMED)を用いて測定した。核磁気共鳴分光法(MRI)装置を用いて体幹下部を撮影し、撮影で得られた画像からヤコビーラインレベルにおける筋横断面積を計測した。また、分析で得られた筋横断面積(cm<sup>2</sup>)は、体重の3分の2乗で除することにより相対値で示した。

有酸素能力の測定として、トレッドミルを用いて5ステージにおける乳酸カーブランニングテストを実施した。プロトコルは、2011年では、3分走行、1分休息を1ステージとし、走速度を280、310、340、370、400m min<sup>-1</sup>とした。2012年では、4分走行、2分休息を1ステージとし、走速度を260、290、320、350、380m min<sup>-1</sup>とした。2013年以降では、4分走行、1分休息を1ステージとし、走速度を270、300、330、360、390m min<sup>-1</sup>とした。乳酸カーブランニングテスト時において、酸素摂取量および換気量は呼気ガス分析装置(Vmax, Sensor Medics)を用いて、心拍数はテレメータ装置(ZS-910P, 日本光電)を用いて連続測定した。各ステージにおける酸素摂取量は、1分間の平均値を用いた。また、乳酸カーブランニングテスト時における酸素摂取量、換気量、心拍数の最高値は、30秒間の平均値を用いた。血中乳酸濃度は、1分間もしくは2分間の休息時において、指先から微量の血液を採取し、血中乳酸濃度分析器(Lactate Prol, Arkray)を用いて

測定した。

ジャンプ能力として、腕振りなしの垂直ジャンプおよびリバウンドジャンプはマットスイッチを用いて測定した。膝関節の等速性伸展屈曲力は多用途筋機能評価運動装置（バイオデックスシステム4, BIODEX）を用いて測定した。

全ての測定は、国立スポーツ科学センターの施設において実施した。

### 3. 統計

全ての測定値は、平均 ± 標準偏差で示した。二つの変量間の関係性は、ピアソンの積率相関係数を用いて求めた。危険値 (P) が 0.05 以下を有意検定の基準とした。

## III. 結果および考察

身長、体重および体脂肪率は、 $170.4 \pm 5.2$  cm、 $55.0 \pm 3.6$  kg および  $9.3 \pm 2.8$  % であった。また、乳酸カーブランニングテストにおける酸素摂取量、換気量、心拍数および血中乳酸濃度の最高値、ジャンプ能力、等速性膝伸展屈曲筋力の結果を表1に示した。

乳酸カーブランニングテスト時における酸素摂取量の最高値は  $4.30 \pm 0.36$   $l \cdot min^{-1}$  であり、体重当たりでは  $78.3 \pm 5.3$   $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$  であった。最大酸素摂取量と長距離走のパフォーマンスは関係性を示すことが報告されている (Farrell et al. 1979)。本研究において、統計的に有意ではないが、乳酸カーブランニングテスト時における最高酸素摂取量と 5000m-PB との関係性 ( $r = -0.324$ ,  $P = 0.09$ ) が見られた (図1)。

5000m-PB とジャンプ能力、等速性膝伸展屈曲力の間にはそれぞれ関係性が認められなかった。一方、体幹下部における大腰筋の横断面積 (相対値) と 5000m-PB の間に、有意な相関関係 ( $r = -0.617$ ,  $P < 0.01$ ) が認められた (図2a)。同様に、体幹下部における腹筋群 (腹直筋、外腹斜筋、大腰筋、腰方形筋の合計値) と背筋群 (脊柱起立筋) の比率 (腹筋群 / 背筋群) と 5000m-PB の間にも有意な相関関係 ( $r = -0.569$ ,  $P < 0.01$ ) が認められた (図2b)。先行研究において、陸上競技短距離選手では、大腰筋の筋量がパフォーマンスに大きく影響していることが報告されている (Hoshikawa et al. 2006)。大腰筋は股関節の屈曲運動に関与している筋であるため、股関節の屈曲力がパフォーマンスに影響を及ぼしている可能性がある。長距離選手の研

表1 各測定項目の平均値

乳酸カーブテスト時の最高値	酸素摂取量 [ $l \cdot min^{-1}$ ]	$4.30 \pm 0.36$
	酸素摂取量 [ $ml \cdot min^{-1} \cdot kg^{-1}$ ]	$78.3 \pm 5.3$
	換気量 [ $l \cdot min^{-1}$ ]	$137.8 \pm 17.7$
	心拍数 [ $beat \cdot min^{-1}$ ]	$196.7 \pm 5.4$
	血中乳酸濃度 [ $mmol \cdot l^{-1}$ ]	$10.50 \pm 1.81$
ジャンプ能力	垂直ジャンプ [cm]	$34.3 \pm 4.1$
	リバウンドジャンプ指数	$2.14 \pm 0.34$
等速性膝伸展屈曲筋力 (180deg/sec)	膝伸展力 [ $Nm \cdot kg^{-1}$ ]	$1.85 \pm 0.23$
	膝屈曲力 [ $Nm \cdot kg^{-1}$ ]	$1.04 \pm 0.21$

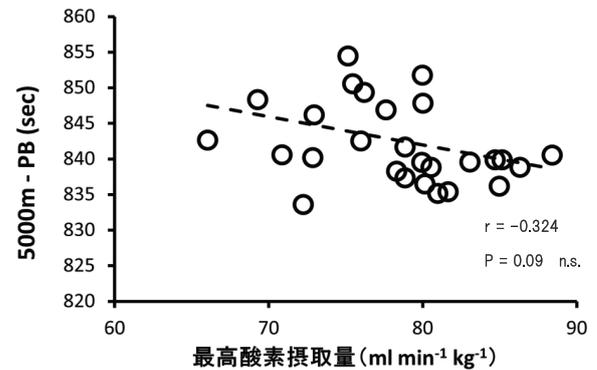


図1 5000m のパーソナルベスト (5000m-PB) と最高酸素摂取量の関係

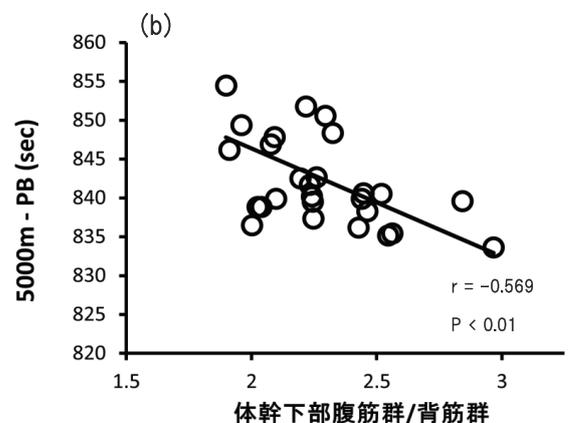
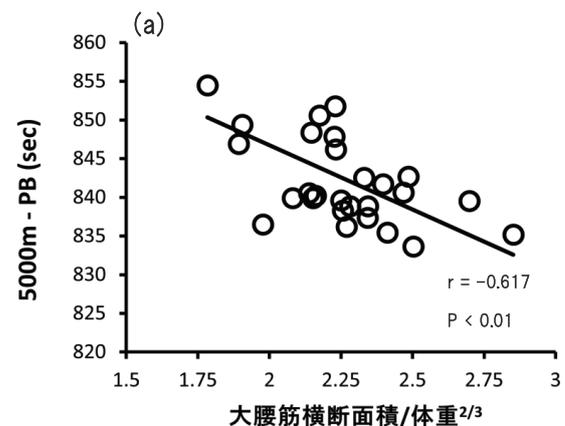


図2 5000m のパーソナルベスト (5000m-PB) と体重当たりの大腰筋の筋量の関係 (a)、5000m-PB と体幹下部における背筋群に対する腹筋群の比の関係 (b)

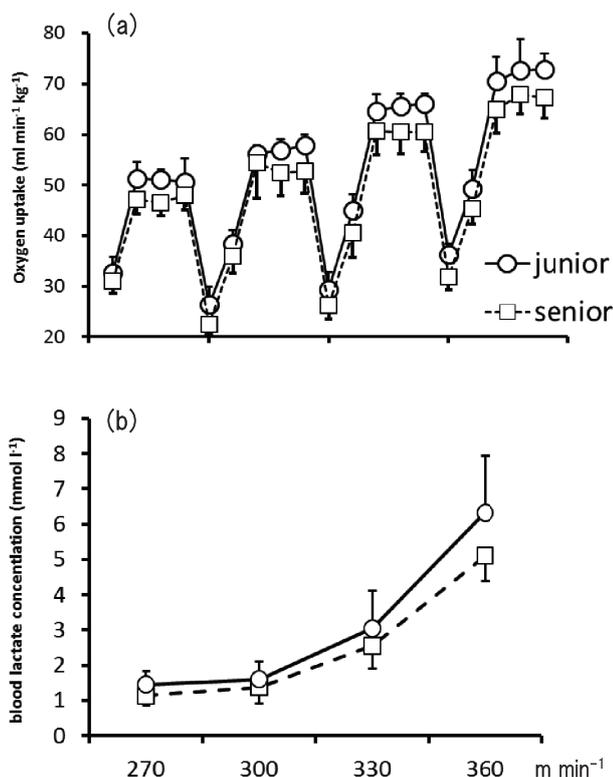


図3 乳酸カーブテスト時におけるジュニア選手およびシニア選手の酸素摂取量 (a) および血中乳酸濃度 (b) の動態

究においても、長距離走のパフォーマンスに対する大腰筋の重要性が示唆されている (榎本 2005)。今回の結果から、先行研究の結果を支持するとともに、ジュニア期の長距離トップレベル選手においても、大腰筋の筋量がパフォーマンスに強く影響を及ぼすことが示唆された。

長距離走において高いパフォーマンスを発揮するためには、走効率 (ランニングエコノミー) も重要であることが知られている。本稿において、5000mのレースペースに近い運動強度 ( $360\text{m min}^{-1}$ ) に対する酸素摂取量は、5000m-PB と関係性が認められなかった。しかし、長距離選手にとって、より低い酸素消費 (摂取) 量で同一の運動負荷を遂行することが重要であると考えられている。そこで、シニアトップレベル選手 ( $n = 5$ ,  $29.2 \pm 3.0$  yr,  $174.5 \pm 9.0$  cm,  $62.3 \pm 6.9$  kg) と高校トップレベル (ジュニア) 選手 ( $n = 14$ ,  $18.2 \pm 0.6$  yr,  $170.7 \pm 5.9$  cm,  $54.6 \pm 3.4$  kg) の同一負荷運動強度に対する酸素摂取量を比較した (図 3a)。その結果、同一の運動負荷強度時の酸素摂取量は、ジュニア選手の方がシニア選手よりも高い傾向を示した。また、同一運動負荷強度時の血中乳酸濃度は、ジュニア選手の方がシニア選手よりも高い傾向であった (図 3b)。つまり、ジュニア選手の方がシニア選手より

もランニングの効率が良くない傾向にあると考えられる。

今回の報告から、股関節の屈曲に関連している大腰筋の量がジュニア期における長距離選手の高いパフォーマンスのために重要な要素となる可能性が示唆された。また、ジュニア期からシニア期にかけてのさらなるパフォーマンス向上には、同一の運動負荷に対する酸素摂取量をいかに低くすることができるかというランニングエコノミーも不可欠な要素となる可能性がある。今後も体力測定および形態計測を継続していくとともに、ジュニア期における高いパフォーマンス発揮の背景を検討していきたい。

### 参考文献

杉田正明、榎本靖士、佐伯徹郎、山崎一彦、萩原知紀、原田康弘 (2013) 高校トップレベルの長距離選手 (男女) におけるフィットネスチェックの内容と結果について - 第一報 -。陸上競技研究紀要 9, 108-113

Farrell P.A., Wilmore J.H., Coyle E.F., Billing J.F., Costill D.L. (1979) Plasma lactate accumulation and distance running performance. *Med Sci Sports Exerc* 11: 338-344

Hoshikawa Y., Muramatsu M., Iide T., Uchiyama A., Nakajima Y., Kanehisa H., Fukunaga T. (2006) Influence of the psoas major and thigh muscularity on 100-m times in junior sprinters. *Med Sci Sports Exerc* 38: 2138-2143

榎本靖士 (2005) ケニア人長距離選手の生理学的・バイオメカニクス的特徴の究明～日本人長距離選手の強化方策を探る～