

## U20 オリンピック育成競技者長距離選手体力測定結果

丹治史弥<sup>1)</sup> 榎本靖士<sup>2)</sup> 柴田篤志<sup>3)</sup>

1) 東海大学 2) 筑波大学 3) 筑波大学大学院

### 1. 目的

陸上競技長距離走パフォーマンスは有酸素性能力によっておおよそが推定できるため (Ingham et al., 2008), 多くの長距離選手が有酸素性能力を評価し, 走パフォーマンスの推定やトレーニングに応用している. これまでにも多くの研究によって, 様々な競技レベルにおける長距離選手の有酸素性能力が報告されている (Conley and Krahenbuhl, 1980; Costill et al., 1973; Fay et al., 1989).

近年, 高校生長距離競技者の競技レベルも向上しており, シニアの競技者と同等の走パフォーマンスを有する競技者も少なくない. しかし, 高校生競技者は身体の発達段階であるため, 必ずしもシニア競技者の有酸素性能力と同等とならないかもしれない. 高校生競技者の有酸素性能力を継続的に評価していくことは, 高校生競技者の指導者などにも重要な知見となるだろう. しかしながら, 高校生長距離競技者を対象とした有酸素性能力に関する報告は少ない.

そこで本報告では, 2019年8月末に実施されたU20 オリンピック育成競技者長距離合宿における有酸素性能力の結果を示すことを目的とした.

### 2. 方法

対象者はU20 オリンピック育成競技者長距離合宿に参加した高校生長距離競技者男性3名および女性3名であった (表1). すべての男性長距離競技者は2019年全国高校総体の1,500mまたは5,000mにおいて入賞をしていた. また, すべての女性長距離競技者は2019年全国高校総体の3,000mにおいて決勝進出をしていた.

対象者は, 有酸素性能力である最大酸素摂取量 ( $\dot{V}O_{2max}$ ) およびランニングエコノミー (RE) を測定するために, 傾斜1%に設定されたトレッドミル上で多段階漸増負荷走行テストを実施した.

多段階漸増負荷走行テストは1ステージ3分の走行を1分の休息をとりながら間欠的に実施し, 1ステージごとに20 m/min走スピードを漸増しながら, 血中乳酸濃度 (bLa) が4 mmol/lを超えるまで繰り返した. 初めのステージの走スピードは男性で250 m/min, 女性で230 m/minとした. bLaが4 mmol/lを超えたのを確認した後, 3分間の休息をとり, 続いて1分ごとに走スピードを10 m/min漸増させ, 疲労困憊に至るまで走行を実施した. 開始の走スピードはbLaが4 mmol/lを超えたステージの1つ前のステージの走スピードとした.

呼気ガス測定器 (AE-310-S, ミナト医科学社) によって, 酸素摂取量, 二酸化炭素排出量および

表1. 被験者特性

	年齢 (yr)	身長 (cm)	体重 (kg)	体脂肪率 (%)	シーズン 最高記録	IAAF スコア
男性	17.3±0.6	168.3±4.5	50.7±5.0	8.2±2.3	14'00"0±7"2	1000±24
女性	16.7±0.6	159.9±4.3	44.7±3.8	17.4±1.3	9'10"6±3"8	1070±12

シーズン最高記録, 男性: 5,000m; 女性: 3,000m; IAAF スコア, Spiriev (2017) を参照

表 2. 被験者の有酸素性および無酸素性能力の平均値

	$\dot{V}O_{2max}$ (mL/kg/min)	RE (kcal/kg/km)	2 mmol/L スピード ード (m/min)	4 mmol/L スピード ード (m/min)	Lamax (mmol/L)
男性	73.9±9.6	1.00±0.05	286±11	311±5	10.0±1.9
女性	67.6±2.3	0.99±0.07	266±15	286±13	8.4±3.2

換気量を測定した。bLa の測定にはラクテート分析装置 (Lactate Pro 2, Arkray 社) を用いた。

多段階漸増負荷走行テスト中の 30 秒ごとの移動平均値において最も高値を示した酸素摂取量を  $\dot{V}O_{2max}$  とした。RE は男性で 270 m/min 走行時、女性で 250 m/min 走行時の酸素摂取量、呼吸交換比および bLa を用いて、Tanji et al. (2017) の方法によって算出した。また、各走スピードと bLa の関係から、Newell et al. (2007) の方法を用いて、bLa が 2mmol/l および 4mmol/l 時の走スピードを算出した。疲労困憊後の bLa の最高値を最大血中乳酸濃度 (Lamax) として評価した。

### 3. 結果および考察

対象者の  $\dot{V}O_{2max}$ , RE, bLa が 2 mmol/L および 4 mmol/L 時の走スピードおよび Lamax を表 2 に示した。高校生長距離競技者のトップレベルは男性よりも女性で IAAF のスコアが高値であったことから、女性の方がよりシニアの走パフォーマンスに到達していることが伺える。

いくつかの文献によって、男性シニア長距離競技者の  $\dot{V}O_{2max}$  は 70 mL/kg/min 以上で優れていると主張されている (Beattie et al., 2017; 丹治・鍋倉, 2017)。本報告ではトップレベルの高校生長距離競技者においても  $\dot{V}O_{2max}$  が 70 mL/kg/min を超えていることが示された。一方 RE は、さらに走パフォーマンスに優れたシニア長距離競技者の報告 (5,000 m, 13' 52 ± 20; Yamanaka et al., 2020) と比較すると、高校生長距離競技者の方が劣っていることが明らかとなった。したがって、高等学校を卒業後は RE を改善するトレーニングを多く実施していくことが、さらなる走パフォーマンスの向上に貢献すると推察される。

女性シニア長距離競技者の文献は少なく、比較できるデータは乏しい。しかし、走パフォーマンスに優れた女性シニア中距離競技者 (1,500 m, 4' 12 ± 4; IAAF スコア, 1111 程度) の有酸素性能

力を報告した Ingham et al. (2008) と比較すると、 $\dot{V}O_{2max}$  は同等で、RE は本報告の対象者の方が優れていた。したがって、さらに別の能力が走パフォーマンスの優劣を決定している可能性がある。

走パフォーマンスに優れたシニア長距離競技者では RE に加えて、スプリント能力が重要であることが実証されている (Yamanaka et al., 2020)。加えて、シニア中距離競技者では Lamax も走パフォーマンスの推定に貢献することが報告されている (Tanji et al., 2018)。著者らはこれらの先行研究を踏まえて、有酸素性能力に加えて Lamax やスプリント能力などが長距離走パフォーマンスに重要であると仮説を立てて、今後も調査を行っていくつもりである。これらの知見の蓄積によって、U20 カテゴリーからシニアカテゴリーへの移行に伴うトレーニングそのものの変化に役立てられればと考えている。

### 4. まとめ

本報告は、トップレベルの高校生長距離競技者がシニア長距離競技者と同等の  $\dot{V}O_{2max}$  を有していることを示した。加えて、女性は RE もシニア長距離競技者と同等な可能性がある。一方で男性は RE がシニア長距離競技者よりも劣っている可能性が明らかとなった。

以上のことから、今後は高校生長距離競技者に対して、有酸素性能力に加えて無酸素性能力やスプリント能力なども評価しながら、走パフォーマンス向上の知見を蓄積させていく必要がある。

### 参考文献

- Beattie K, Carson BP, Lyons M, Kenny IC. (2017) The effect of maximal- and explosive-strength training on performance indicators in cyclists. *Int J Sports Physiol Perform.* 12: 470-480.

- Conley DL, Krahenbuhl GS. (1980) Running economy and distance running performance of highly trained athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 12: 357-360.
- Costill DL, Thomason H, Roberts E. (1973) Fractional utilization of the aerobic capacity during distance running. *Med Sci Sports*, 5: 248-252.
- Fay L, Londeree BR, Laforntaine TP, Volek MR. (1989) Physiological parameters related to distance running performance in female athletes. *Med Sci Sports Exerc*, 21: 319-322.
- Ingham SA, Whyte GP, Pedlar C, Bailey DM, Dunman N, Nevill AM. (2008) Determinants of 800-m and 1500-m running performance using allometric models. *Med Sci Sports Exerc*, 40: 345-350.
- Newell J, Higgins D, Madden N, Cruickshank J, Einbeck J, McMillan K, McDonald R. (2007) Software for calculating blood lactate endurance markers. *J Sports Sci*, 25: 1403-1409.
- Spiriev B. (2014) IAAF scoring tables of athletics, revised edition. IAAF.
- 丹治史弥・鍋倉賢治 (2017) 大学生ランナーにおける3年間の有酸素性能と走パフォーマンスの変化の関係. *ランニング学研究*, 28: 17-28.
- Tanji F, Shirai Y, Tsuji T, Shimazu W, Nabekura Y. (2017) Relation between 1,500-m running performance and running economy during high-intensity running in well-trained distance runners. *J Phys Fitness Sports Med*, 6: 41-48.
- Tanji F, Tsuji T, Shimazu W, Nabekura Y. (2018) Relationship between 800-m Running performance and aerobic and anaerobic energy metabolism capacities in well-trained middle-distance runners. *Int J Sport Health Sci*, 16: 70-76.
- Yamanaka R, Onuma H, Ando R, Tanji F, Ohya T, Hagiwara M, Suzuki Y. (2020) Sprinting ability as an important indicator of performance in elite long-distance runners. *Int J Sports Physiol Perform*, 15: 141-145.